Mincyt
Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología

oncti
Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

El Triunfo del Ingenio y la Ciencia y Tecnología en Venezuela ante el asedio

Roberto Betancourt A.
Fabiola Ortúzar M. - Geraldine Jiménez R.

© **Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación**
Ediciones Oncti
Julio, 2024
Título: El triunfo del ingenio: Ciencia y Tecnología ante el asedio
Páginas: 198

Depósito legal: DC2024001293
ISBN: 978-980-8017-10-6

Link: http://www.oncti.gob.ve/publicaciones/libros/

Comentarios y sugerencias: publicaciones.oncti@gmail.com

Teléfono: 0212-5557592

Dirección: Av. Universidad, esquina El Chorro
Torre Ministerial. Piso 16
Caracas, Venezuela

Licencia *Creative Commons* Atributo BY-NC-ND

Autoridades

Nicolás Maduro Moros
Presidente de la República Bolivariana de Venezuela

Delcy Rodríguez
Vicepresidenta de la República Bolivariana de Venezuela

Gabriela Jiménez Ramírez
Ministra del Poder Popular para Ciencia y Tecnología

Carmen Virginia Liendo
Viceministra de Investigación y Generación del Conocimiento

Roberto Betancourt A., Ph. D.
Presidente
Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

Autores

Roberto Betancourt A.
Fabiola Ortúzar M.
Geraldine Giménez R.

Editor-Jefe

Roberto Betancourt A., Ph. D.
Observatorio Nacional de Ciencia,
Tecnología e Innovación

Equipo editorial
Fabiola Ortúzar
José Sequeira
Zenaida Araujo

Diagramación y diseño de contenido
Ricardo Aguilar

Contenido

Prólogo 13
Presentación 17

Capítulo 1 23
Perversa vieja práctica

- Introducción 23
- Antecedentes históricos del Estado nación: del Tratado de Westfalia a los acuerdos modernos 23
  - **a.** Desafíos y desarrollos contemporáneos 27
  - **b.** Un mal precedente 28
  - **c.** Primeros casos de bloqueos 30
    - Asedio de Jericó 30
    - La Guerra del Peloponeso 31
- Contemporaneidad de una pretérita estrategia 33
- Los bloqueos económicos contemporáneos y sus efectos catastróficos 38
- Epílogo 41
- Referencias Bibliográficas 42

Capítulo 2 45
La mejor respuesta contra el asedio

- Introducción 45
- Surgimiento de hecho de las políticas antibloqueo 46
- Ciencia ciudadana como defensa ante el asedio 48
- Soluciones antibloqueo por áreas de conocimiento 50
- Sección 1: 55
  Revolución tecnológica con ingeniería nacional 55
  (Soluciones en Ingeniería y Tecnología)
  1. Cayapa Heroica 55
  2. Recuperación de Empresa de Producción Social 58
  3. Tintas y polvos para detección de huellas dactilares 60
  4. Compuesto químico Luminol 61
  5. Producción de imágenes satelitales 62
  6. Cartuchos especiales para aeronaves 66
  7. Sistema Operativo Canaima GNU/Linux 68
  8. Desarrollo de capacidades para la fabricación de piezas y *software* de alta precisión en la industria 70
  9. Sistema de control de ascensores eléctricos 72
  10. Rescate de la red sismológica de banda ancha 74
  11. Desarrollo soberano de aplicaciones hechas a la medida del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 76
  12. Desarrollo soberano de plataformas en otros campos del Gobierno 77
  13. Fabricación de cascos para pilotos de aviones de combate y helicópteros 79

14. Fabricación del conjunto de paracaídas de frenado para los Sukhoi 30MK2 **80**

- Sección 2 **85**
Ingenio patriótico por la salud del pueblo **85**
(Soluciones en Ciencias Médicas y de la Salud)

1. Planta de irradiación de rayos Gamma **86**
2. Desarrollo de la Prueba Helicotest (despistaje de *Helicobacter pylori*) **87**
3. Desarrollo de kit de diagnóstico serológico de la enfermedad de Chagas o Mal de Chagas **89**
4. Desarrollo de kit de diagnóstico serológico de *leishmaniasis visceral* **90**
5. Desarrollo de kit de diagnóstico serológico de *leishmaniasis visceral* canino **91**
6. Desarrollo del kit de diagnóstico de COVID-19 *in vitro* anticuerpos IgG **92**
7. Desarrollo de kit de diagnóstico de COVID-19 *in vitro* anticuerpos IgM **94**
8. Desarrollo de kit para la detección de anticuerpos IgG contra *Toxoplasma gondii* **95**
9. Desarrollo soberano de aplicaciones hechas a la medida del sistema de salud **97**
10. Pesquisa neonatal **99**
11. Sistema de Vigilancia Genómica Nacional **102**
12. Desarrollo de tratamientos terapéuticos con células madre **103**

- Sección 3 **107**
Cultivando éxitos: soluciones creativas contra las adversidades en el campo **107**
(Soluciones en Ciencias Agrícolas)

1. Alianza Científico-Campesina **108**
2. Desarrollo soberano de aplicaciones hechas a la medida del sector agrícola **112**
3. Kit de diagnóstico rápido para evitar la propagación de la enfermedad Dragón Amarillo **114**
4. Diagnóstico y prevención eficaz de enfermedades en rebaños **117**
5. Control de la Palometa Peluda (*Hilesya metabus*) **118**
6. Control del Hongo Escoba de Bruja (*Moniliophthora perniciosa*) **121**
7. Producción de fertilizantes y biocontroladores para las comunas **123**
8. Desarrollo nacional de nano y biofertilizante **125**

- Sección 4 129
Resiliencia química: creación de materiales en tiempos de crisis 129
(Soluciones en Ciencias Naturales)

1. Suministro de nitrógeno líquido 130
2. Fortalecimiento de la capacidad analítica para la transferencia de tecnologías para la evaluación de comportamientos ambientales: agua, aire y suelos 131

- Sección 5 135
Creación y libertad para las repuestas sociales: desafiando las barreras impuestas 135
(Soluciones en Ciencias Sociales)

1. Desarrollo de ayuda de instrucción para la educación básica con herramientas computacionales 135
2. Producción de Canaimas y Canaimitas para la educación 137
3. Desarrollo soberano de aplicaciones hechas a la medida del Gobierno Bolivariano 139
4. Democratizacion del acceso a Internet y herramientas digitales 145
5. Implementacion de la robótica como educación transversal 147

- Agradecimiento 151
- Referencias Bibliográficas 154

Capítulo 3 163

Más y mejor comunicación para el ingenio

- Introducción 163
- Metodología 164
- Sistemas Nacionales de Innovación 165
- Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 167
- Diferencias sustantivas 169
- Comunicación y acción 169
- Interacción sinérgica 173
- Marcos sólidos de comunicación con gobernanza 175
- Dinámica de la comunicación 176
- Epílogo 190
- Referencias Biliográficas 192

Prólogo

La investigación y el desarrollo científico desempeñan un papel crucial en el avance de la sociedad y en la resolución de retos complejos en diversos campos del conocimiento. En Venezuela, los esfuerzos de las y los científicos, investigadores e innovadores han sido fundamentales para superar el bloqueo económico impuesto por protervas fuerzas externas. A través de la implementación de estrategias innovadoras como el Plan Nacional Cayapa Heroica, la comunidad científica ha abordado eficazmente los efectos adversos de las Medidas Coercitivas Unilaterales (MCU), demostrando resiliencia e ingenio frente a la adversidad.

Este detallado estudio presentado por la ministra del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (Mincyt), licenciada Gabriela Jiménez, de la mano del equipo del Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Oncti) liderado por el doctor Roberto Betancourt A., muestra el papel crucial de las y los científicos en laboratorios y espacios de investigación en la producción de bienes y servicios en diversos campos del conocimiento. Desde soluciones innovadoras en educación y tecnología hasta avances en salud y agricultura, el trabajo de estas dedicadas personas es vital para impulsar el progreso y afrontar los retos actuales y futuros. Gracias a sus pericias, competencias y conocimientos de vanguardia, las y los científicos han podido desarrollar herramientas y recursos de monumental impacto que no solo superan la eficiencia y la calidad en diversos sectores, sino que también contribuyen al bienestar de las personas y las comunidades en todas las esquinas del país. Este exhaustivo análisis subraya la inestimable contribución de la investigación científica al fomento de la innovación, la mejora de la productividad y, en última instancia, la configuración de un futuro mejor para el Pueblo venezolano en su conjunto.

Un área cardinal donde los esfuerzos científicos han tenido un impacto significativo es en el de la Ingeniería y la Tecnología; donde, gracias a la aplicación de conocimientos punteros, como la robótica, no solo ha mejorado las oportunidades educativas, sino que también ha contribuido al desarrollo de soluciones tangibles para diversos sectores. Por ejemplo, la colaboración entre la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Aviación Militar Bolivariana, de Müröntö: Centro de Innovación para el Desarrollo y del Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ) ha dado lugar a la creación de laboratorios de última generación para la caracterización de cartuchos que mantienen en el aire a la flota aérea que defiende nuestros espacios soberanos. Esta iniciativa ha facilitado el diagnóstico oportuno de dispositivos, mostrando las implicaciones prácticas de la investigación científica en la optimización de procesos y la mejora de la eficiencia.

Adicionalmente, el ámbito de las Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias Agrícolas, Ciencias Médicas y de la Salud y Ciencias Sociales también se ha beneficiado

de las contribuciones de las y los investigadores y académicos. El enfoque interdisciplinario adoptado por las universidades e instituciones de investigación ha cimentado los esfuerzos de colaboración para abordar los retos de la sociedad de forma integral, al aprovechar diversas perspectivas y conocimientos, el personal dedicado a las tareas críticas de Investigación y Desarrollo (I+D) han formulado soluciones holísticas a problemas complejos, impulsando la innovación y promoviendo el desarrollo sostenible en el país.

El crecimiento exponencial de la productividad científica, puesto de manifiesto por el importante número de proyectos de investigación y publicaciones, subraya el compromiso de la comunidad científica con el avance del conocimiento y el impulso del progreso. El establecimiento de un sólido ecosistema de investigación, compuesto por miles de personas dedicadas a I+D con diversos niveles educativos, ha sido fundamental para promover una cultura de innovación y difusión del conocimiento. Además, el carácter integrador de la pesquisa científica, que abarca a personas con experiencia práctica y conocimientos especializados, enriquece aún más el panorama y fomenta un entorno propicio para la resolución de problemas en colaboración.

En general, la sinergia entre la investigación científica, la innovación tecnológica y la colaboración académica de las y los integrantes del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación ejemplifica el poder transformador de la creación y difusión del conocimiento. Aprovechando la experiencia colectiva y la creatividad de individuos de diversas disciplinas, Venezuela ha demostrado su capacidad para superar retos y prosperar frente a la adversidad. Los incansables esfuerzos de científicos, científicas, tecnólogos, tecnólogas, investigadores todos y todas, combinados con el apoyo del Gobierno Bolivariano al avance científico, ponen de relieve el papel fundamental de I+D en la configuración de un próspero porvenir para esta República Bolivariana de Venezuela, más allá de los deseos de quienes se empeñan aviesamente por destruir la voluntad de un Pueblo que, a pesar del denodado esfuerzo imperial, se mantiene indemne.

Si "Dios concede la Victoria a la constancia" como lo afirmase nuestro Padre de la Patria, ganador de mil batallas y de criminales bloqueos históricos, no queda duda que nuestro Pueblo científico, desde los espacios de I+D, ha constituido una insólita fuerza de la naturaleza que ha provisto victoria tras victoria gracias a la constancia y disciplina de su perpetuo empeño. Sigamos haciendo ciencia que sostiene el futuro hermoso que Venezuela se merece.

Nicolás Maduro Moros
Presidente de la República Bolivariana de Venezuela

Presentación

El bombillo, un invento que revolucionó la forma en la que veíamos la iluminación de nuestros hogares y espacios laborales, es considerado un faro de inspiración y creatividad en el ámbito del ingenio. Cuando se produce una idea, es como si el bombillo iluminara los rincones oscuros de la mente, arropando con su manto de fulgor cálido y acogedor la transformación de los meros pensamientos en visiones de infinitas posibilidades. La deseada transformación comienza en el individuo y se mueve en el eje ontológico, humano, de la persona al grupo, a la sociedad, a la humanidad. La alegoría radiante captura el momento de la epifanía, cuando se enciende una chispa de brillo, y la mente, como una habitación llena de luz suave y dorada, se convierte en un santuario de innovación y sueños. En este espacio luminoso, cada sombra se espanta, y el corazón se hincha con la promesa de nuevos comienzos y la belleza del ingenio humano.

Durante casi una década, Venezuela ha pretendido ser sometida a una amplia gama de Medidas Coercitivas Unilaterales (MCU), lideradas principalmente por Estados Unidos, con el más firme propósito de apagar la refulgencia que, desde los espacios de Ciencia, Tecnología e Innovación, todo un pueblo es capaz de obsequiar. Estas sanciones, que suman más de 930, han sido denunciadas en todos los escenarios, incluyendo en múltiples sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas, debido a su severo impacto en la población venezolana. A pesar de estos desafíos, el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Venezuela ha implementado unas 300 soluciones que han mitigado significativamente los efectos adversos de estas medidas. Son luz que ilumina el sendero.

Este libro, escrito desde los espacios de investigación del Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Oncti), liderado por el doctor Roberto Betancourt A., examina el impacto negativo de las MCU en la vida cotidiana en Venezuela y narra la lucha habitual y excepcional, que competentes hombres y mujeres de Ciencia dan cada día, todos los días, para vivificar soluciones innovadoras fundamentadas en las pericias científicas de nuestro Estado nación e inteligentemente orientadas sobre los precedentes exitosos de otros países que han resistido asedios como el sistemático, quirúrgico y criminalmente aplicado a nuestro país buscando ensombrecerlo y, con él, al Bravo Pueblo.

Las MCU, inspiradas sobre abominables prácticas del pasado, fundamentadas sobre bloqueos y asedios claramente sancionados por todo organismo internacional que estudia, o ha estudiado, su profundo impacto sobre los más inocentes, son empleadas por enrevesados países para ejercer presión política y económica y lograr desestabilizar al sujeto de sus fantasmagóricos desvaríos. Esto ha sido confesado abierta y públicamente por una miríada de funcionarios y tomadores de decisiones de los países que aplican las MCU sobre Venezuela, que siguiendo

el axioma jurídico que reza "a confesión de partes, relevo de pruebas", libra a la contraparte de tener que probarlo. Estas medidas se han dirigido a sectores cruciales, como las finanzas, la producción industrial y los bienes y servicios esenciales, lo que ha provocado profundas dificultades socioeconómicas para el Pueblo venezolano.

Betancourt, de la mano de dos preclaras investigadoras del Oncti, las licenciadas Fabiola Ortúzar y Geraldine Jiménez, se embarca en la difícil y a la vez gratificante tarea de presentar al lector esta lucha que, a lo largo de (al menos) una década, ha producido soluciones que iluminan el quehacer productivo nacional, llevan salud y alimentos a todos los rincones del país fundamentados en las lúcidas capacidades de investigadores, investigadoras, científicos, científicas, tecnólogos, tecnólogas y toda la pléyade de héroes y heroínas que habitan los espacios científicos del territorio nacional. La narración se logra en tres capítulos.

Comienza la épica presentando, como en todo trabajo científico, los antecedentes del asedio que hoy se examina. Desde la erección de los conceptos básicos de Estado nación que ilustraron, más adelante, a los más vernáculos defensores de la Libertad de los Pueblos, la legitimidad de una revolución que reconoce a todos como iguales ante la justicia. Este recorrido comienza en 1648 con los tratados que dieron forma a la Paz de Westfalia y se entusiasma en la revisión que avanza hasta nuestros días, dejando claras evidencias del consenso global que se erige sobre, no solo el bloqueo, en cualquiera de sus formas, sino, desde el Mundo de las Ideas de Platón, que condena al asedio de los Pueblos, desde Jericó hasta Venezuela.

La ejemplificación que se hace en este primer capítulo provee evidencias del impacto criminal que tiene el bloqueo, el asedio, y hoy usado con nombres más prolijos que, a la vista de su implementación rescata las más precarias formas de ensañamiento contra un Estado nación cuando no le es posible a la hegemonía "que piense como él desea que piense", ese pensamiento único es el devorador de naciones y así se demuestra en los primeros párrafos de este estudio. Los EE. UU. y sus socios quedan bien representados en este análisis pues, como otrora, hacen lo que hacen porque lo desean mas no porque, a la luz del Derecho Internacional Público, pueden.

Siguiendo esta cuidadosa exposición, los autores se adentran en la examinación del impacto de las MCU en cada una de los escenarios pormenorizados. En este espacio del libro, se exhibe cómo el asedio perturba gravemente la estabilidad económica de Venezuela, restringiendo de forma pública y deliberada el acceso a los mercados financieros internacionales, provocando escasez de divisas e impidiendo la importación de bienes esenciales, como alimentos, medicinas e insumos industriales, afectando sensiblemente la industria, en general, y la pe-

trolera (principal fuente de ingresos de Venezuela), con particular cólera, exacerbando la crisis económica del país. La atención médica, se explica, también se ha visto afectada significativamente, pues se ha obstaculizado la importación de suministros e insumos médicos, productos farmacéuticos, repuestos, equipos especializados, lo que ha provocado escasez de medicamentos y equipos esenciales. Los hospitales se esfuerzan por proporcionar una atención adecuada, y el sistema de salud se ve sometido a una presión adicional por la escasez de recursos y el aumento de la demanda. Estos desafíos se vieron agravados por la pandemia de COVID-19, que impuso un excepcional y adicional peso a la debilitada infraestructura sanitaria que sufría ya, en 2020, cinco años de bloqueo.

Cada sección del capítulo dos, cuenta un lugar común del asedio, torpedeando el acceso, por ejemplo, a materiales educativos, tecnologías y colaboraciones internacionales, limitando las oportunidades para las y los estudiantes e investigadores. La comunidad científica se ha enfrentado a desafíos para mantener la calidad de la educación y la producción de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), lo que ha persistido en sofocar la luz del ingenio.

Pero, llega la luz. Como recitaba el poeta "La sombra no existe; lo que tú llamas sombra es la luz que no ves", el ingenio ilumina la senda y, a pesar del severo impacto de las MCU, Venezuela ha demostrado una notable resiliencia a través de su Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

El capítulo dos, provee al lector, inéditamente, una energía potente que enfoca la narrativa a las soluciones antibloqueo, esas que sentencia el título del libro: "El triunfo del ingenio: Ciencia y Tecnología ante el asedio". Liderados por el Gobierno Bolivariano y con la participación diligente, eficaz, eficiente, efectiva, expedita, solícita, hacendosa, laboriosa, trabajadora, dinámica, ágil y enérgica de instituciones científicas, universitarias, de la industria, organizaciones comunitarias y del Poder Popular organizado, las y los científicos e innovadores venezolanos han implementado aproximadamente 300 soluciones que persisten en aliviar las dificultades impuestas por las MCU, de las cuales medio centenar son detalladamente expuestas en este trabajo.

Estas soluciones antibloqueo, definida como "toda acción sistemática, de gestión pública o autogestionada desde la comunidad (organización social), o de la organización del sector privado, dirigida a mitigar, compensar y resolver problemas derivados tanto en la propia gestión como en la población venezolana ocasionadas por las MCU", se exponen organizada y rigurosamente por áreas de conocimiento, siguiendo los cánones venezolanos expuestos en el *Manual de Caracas* (obra también del Oncti).

Es emocionante leer cada una de las 42 soluciones antibloqueo que se exponen, por vez primera en un solo texto. Se dilucida el método y la metodología de

cada desafío científicamente enunciado y que, producto de la lectura, se deduce que cumple axiomáticamente con el artículo 4 de la *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación* (Locti, 2022) que define I+D+i como "la interacción de sujetos sociales y factores técnicos, materiales y financieros, de origen público, privado o mixto, con miras a la construcción del conocimiento para generar procesos, productos y servicios que redunden en la calidad de vida y beneficien a la población" y, textualmente, cumplen simultáneamente con cada una de los criterios que describe las actividades de investigación científica y tecnológica: novedosa, creativa, incierta, sistemática, transferible y reproducible.

Los casos de estudio son expuestos en secciones y estas responden a una particular área de conocimiento que le facilita al lector identificar el esfuerzo en función al ámbito y escenario que resuelve, acompañado, además, de seleccionadas imágenes que dejan constancia del esfuerzo del sistema en divulgar públicamente los hallazgos.

Aunado a ello, se ofrece un reformador concepto para la mejor comprensión de la metodología transversal destinada a la obtención de los atractivos resultados más adelante expuestos, el de la "Ciencia del Pueblo", fundamentado en el denuedo tangible y jurídico en la construcción de la letra viva de la Ciencia Ciudadana y de la Ciencia Abierta, ambos, simultáneamente y al mismo tiempo, brindan un insipiente marco definitorio que, armonizado con la mayéutica autóctona y la sonoridad venezolana, conciben soluciones, productos y procesos que se matizan en el método científico, *ergo*: "Ciencia del Pueblo".

En este orden de ideas, encontraremos en la narrativa soluciones antibloqueo de impacto nacional, como la Alianza Científico Campesina, el Plan Cayapa Heroica, ayudas a la educación y disciplinas STEM o el desarrollo de kits para el sector salud; otras, locales y con aplicación nacional como derrotar hongos y parásitos que doblegan el empeño del campesino en el campo; se añaden algunas que alivian la carga de la Seguridad y Defensa de la Nación, incluyendo la Seguridad Ciudadana; e, incluso, desarrollos de una particular disciplina que son escalables para el beneficio del Pueblo como un todo.

Sobre la base de estos éxitos, es crucial establecer un modelo que promueva el desarrollo continuo de soluciones antibloqueo innovadoras, al tiempo que invite a recolectar las evidencias de tantas otras que buscan la deseada divulgación que sostiene activamente a todo un Estado nación. Este modelo debe basarse en los principios de colaboración, movilización de recursos y prácticas éticas, lo que es adelantado como propuesta en este libro en el capítulo tres. Los hallazgos que se exponen en este capítulo subrayan, desde la perspectiva de los autores, la importancia de marcos de comunicación sólidos para fomentar la colaboración en nuestro Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. La idea que

subyace, producto de la interpretación de los resultados observados y detallados en el capítulo anterior, es que la transparencia, la confianza y la rendición de cuentas sirven como catalizadores para la cooperación entre el gobierno, la industria, la universidad y el Poder Popular, impulsando la innovación y el desarrollo social. Al adoptar los principios del diálogo abierto, la participación de las partes interesadas y la conducta ética, nuestra República Bolivariana de Venezuela puede multiplicar y aprovechar el poder transformador de una comunicación eficaz para abordar los retos nacionales y mundiales y forjar un futuro desde donde la Ciencia y la Tecnología provee todo lo necesario para triunfar sobre el asedio.

Gabriela Jiménez Ramírez
Ministra del Poder Popular para Ciencia y Tecnología

Capítulo
1 Perversa vieja práctica

Introducción

Los bloqueos han sido durante mucho tiempo una herramienta estratégica empleada por las entidades militares y políticas para ejercer control, subyugar a las poblaciones y doblegar la voluntad soberana de los Estados nación asediados. Desde la antigüedad hasta la era contemporánea, las técnicas y modalidades de los bloqueos han evolucionado, volviéndose más sofisticadas y variadas. Esta evolución ha visto la transición de los bloqueos de esfuerzos puramente militares a estrategias económicas más complejas capaces de paralizar naciones enteras. Este Capítulo profundiza en la historia de los bloqueos, su evolución a lo largo del tiempo y sus efectos más catastróficos en los últimos años, con un enfoque en los bloqueos económicos y, de ser aplicable, su impacto en las actividades científicas y tecnológicas de los países víctimas del asedio.

Antes de comenzar es necesario reconocer que el concepto de Estado nación es, en términos históricos, relativamente nuevo, por lo que -antes de abordar los aspectos asociados al bloqueo *per se*- es indispensable establecer la madurez con la que los actores, a lo largo de la historia, han definido los conceptos que hoy están establecidos en la literatura especializada.

Antecedentes históricos del Estado nación: del Tratado de Westfalia a los acuerdos modernos

El concepto de Estado nación, una entidad política caracterizada por límites territoriales definidos y un gobierno soberano, es relativamente nuevo en los anales de la historia que, lejos de considerarse un desarrollo abrupto, fue el resultado de transformaciones políticas, sociales y económicas graduales. El Tratado de Westfalia, firmado en 1648, se cita a menudo como la base del sistema moderno de Estados nación, logrando (en sí mismo) poner fin a la Guerra de los Treinta Años en el Sacro Imperio Romano Germánico y a la Guerra de los Ochenta Años entre España y la República Holandesa, marcando el fin de las guerras religiosas a gran escala en Europa, enfatizando el principio de la soberanía estatal y estableciendo la idea de que cada estado, independientemente de su tamaño, tendría igualdad de todo tipo dentro del sistema internacional.

Otro aspecto interesante es que el Tratado de Westfalia introdujo la noción de que los Estados no deben interferir en los asuntos internos de otros Estados, un principio que sigue siendo fundamental para el derecho internacional en la actualidad; reconociendo también los derechos de los gobernantes a determinar la religión de su propio Estado (*cuius regio, eius religio* o según sea la del rey,

así será la religión [del reino]), sentando así las bases para la comprensión moderna de la soberanía nacional y la autodeterminación de los pueblos. Este cambio de un sistema dominado por autoridades superpuestas, como la Iglesia Católica y el emperador del Sacro Imperio Romano Germánico, a uno de Estados independientes y soberanos fue revolucionario y sentó las bases para el desarrollo del Estado nación.

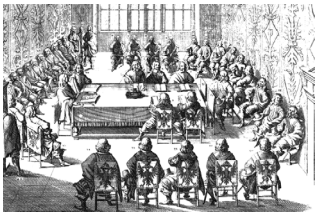
Después del Tratado de Westfalia, el concepto de Estado soberano continuó evolucionando a través de una serie de tratados clave y esfuerzos diplomáticos, pudiéndose citar la Paz de Utrecht (1713) que puso fin a la Guerra de Sucesión Española y ayudó a establecer un equilibrio de poder en Europa, un principio destinado a evitar que un solo Estado se volviera demasiado dominante. Este tratado afianzó aún más la noción de soberanía estatal y reconocimiento mutuo entre las potencias europeas. Así mismo, el Tratado de París (1763) puso fin a la Guerra de los Siete Años y marcó el ascenso del poder británico al tiempo que demostraba el declive de la influencia francesa, con implicaciones significativas para los territorios coloniales, sentando precedentes para el tratamiento futuro de las colonias y su integración en el sistema estatal internacional. Inspirado en estos mismos avances, el Congreso de Viena (1814-1815) se suma como otro momento crucial en el desarrollo del Estado nación, pues, después de las guerras napoleónicas, con el ánimo de restaurar la estabilidad y el orden, logró redibujar el mapa político del continente, equilibrando el poder y previniendo futuros conflictos, a la par que reforzó la soberanía de los Estados y estableció principios para la conducta diplomática, como el respeto a las fronteras establecidas y la legitimidad de los Gobiernos.

El siglo XIX fue testigo del surgimiento del nacionalismo, una fuerza poderosa que influyó significativamente en la formación de los Estados nación modernos, gestado sobre la idea de que un pueblo con características culturales, lingüísticas e históricas comunes debería formar su propio Estado soberano, lo que se convirtió en una fuerza de estímulo en la unificación de Italia y Alemania. A este respecto, la unificación de Italia (1861) y Alemania (1871) ejemplificó la creación de Estados nación impulsados por movimientos nacionalistas, donde los territorios fragmentados se consolidaron en estados unificados a través de guerras, diplomacia y los esfuerzos de líderes clave como Otto von Bismarck en Alemania y Giuseppe Garibaldi en Italia. Estas unificaciones demostraron el potencial del nacionalismo para transformar el panorama político de Europa.

Más adelante, la disolución de los imperios a finales del siglo XIX y principios del siglo XX contribuyó aún más a la aparición de los Estados nación. El declive de los imperios otomano, austrohúngaro y ruso después de la Gran Guerra llevó a la creación de nuevos Estados basados en la identidad nacional. Es así como el Tratado de Versalles (1919), que puso fin a esta Primera Guerra Mundial,

desempeñó un papel crucial en el rediseño del mapa de Europa y Oriente Medio, estableciendo nuevos Estados nación y ordenando la autodeterminación de varios grupos étnicos.

Algunas iniciativas históricas por el reconocimiento del concepto de Estado nación y del bloqueo como un acto criminal

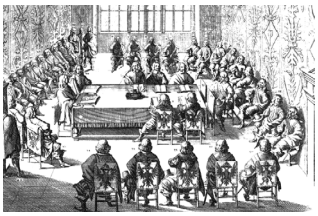


1648 Paz de Westfalia

Este tratado reconoció los principios de soberanía estatal y no injerencia en los asuntos internos. Dicho reconocimiento sentó las bases del Estado nación moderno al subrayar la importancia de fronteras definidas, una autoridad centralizada y la lealtad a una entidad política concreta.

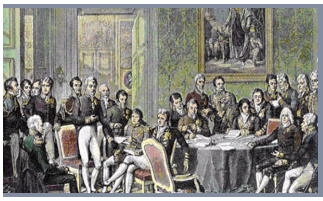
1713 Paz de Utrecht

Los tratados reconocieron la legitimidad de los Estados individuales para gobernar sus propios territorios sin injerencias externas, sentando las bases del derecho y la diplomacia internacionales modernas, contribuyendo a consolidar el marco del Estado nación moderno.



1763 Tratado de París

Reforzó la idea de fronteras nacionales fijas, el concepto de soberanía estatal e integridad territorial (elementos esenciales del Estado nación moderno). Legitimó la noción de que los estados podían negociar y resolver conflictos mediante acuerdos formales.



1815 Congreso de Viena

Consolidó el concepto de Estado nación al restablecer y legitimar las fronteras soberanas en Europa tras las guerras napoleónicas, así como su derecho a autogobernarse dentro de unas fronteras reconocidas. Introdujo mecanismos para la cooperación internacional y la resolución de conflictos.

1856 Declaración de París

Estableció principios para minimizar el impacto de la guerra naval sobre las partes neutrales y el comercio. Abolió el uso de las campañas de corso y protegió el comercio neutral, reduciendo la eficacia de los bloqueos destinados a estrangular las economías de las naciones beligerantes interrumpiendo su comercio.

1861 Consolidación nacionalista de Estados nación

Alinea las fronteras políticas con las identidades étnicas y culturales, sosteniendo que cada "nación" debía formar su propio Estado soberano. Reforzó indirectamente la resistencia contra los bloqueos al crear Estados más poderosos y centralizados capaces de defender sus intereses económicos.

1899 1ª Convención de La Haya

Refuerza la noción del Estado nación como actor principal en los asuntos internacionales, capaz de participar en la diplomacia y de adherirse a normas jurídicas mutuamente acordadas. Hace hincapié en la necesidad de un trato humano a los no combatientes y a las partes neutrales y, con ello, considera el bloqueo contrario a las normas internacionales.

1907 2ª Convención de La Haya

Reforzó la estructura jurídica de las relaciones internacionales, integrando la soberanía de los Estados nación en un marco de normas y prácticas acordadas". Nuevamente, se esforzó por regular y reducir el uso de los bloqueos económicos como instrumento de guerra (derechos de los neutrales, minimizar el sufrimiento de la población civil).

1919 Tratado de Versalles

Reconoce el principio de autodeterminación nacional, promoviendo la soberanía y legitimidad de los Estados nación. Incluyó medidas para mitigar el uso del bloqueo como instrumento de guerra, proporcionando una plataforma para la resolución de conflictos y la cooperación económica. El Pacto de la Sociedad desaconsejaba el uso de sanciones económicas.

1945 Carta de las Naciones Unidas

Hace hincapié en los principios de soberanía, integridad territorial y resolución pacífica de disputas entre los Estados miembros. La Carta institucionalizó la igualdad soberana de las naciones y promovió la idea de que los Estados debían resolver los conflictos mediante la diplomacia en lugar de acciones unilaterales como los bloqueos económicos.

1949 Convenios de Ginebra

Establece normas universales para la protección de civiles y combatientes durante los conflictos, reforzando así la soberanía y las responsabilidades de los Estados nación como garantes de los derechos humanos y el derecho humanitario. El Art. 54 de la 4ª Convención prohíbe la inanición de civiles como método de guerra, bien mediante la interrupción del suministro de alimentos y bienes esenciales (bloqueos económicos).

Ilustración Nº 1. A lo largo de la historia se ha construido un sólido marco jurídico en la construcción del concepto hoy aplicado de Estado nación acompañado del reconocimiento de las peores prácticas para doblegar la voluntad de los pueblos.

El establecimiento de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) marcó una nueva era en las relaciones internacionales, enfatizando los principios de igualdad soberana, no injerencia y promoción de los derechos humanos. En su seno, la Carta de las Naciones Unidas, firmada por 50 países en San Francisco, el 26 de junio de 1945, sentó las bases del derecho y la cooperación internacional contemporánea. Los principios de la Carta, incluida la prohibición del uso de la fuerza excepto en defensa propia y la promoción de la resolución pacífica de controversias, reforzaron la soberanía de los Estados nación. Luego, la Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948), documento histórico adoptado por la Asamblea General de las Naciones Unidas, articuló los derechos humanos fundamentales que debían protegerse universalmente y desde entonces ha servido de base

para numerosos tratados internacionales de derechos humanos y constituciones nacionales. Esta declaración enfatizó los derechos de los individuos dentro de los Estados nación y subrayó la responsabilidad de los Estados de proteger estos derechos.

En este sentido, la Carta de las Naciones Unidas y la Declaración Universal de Derechos Humanos, junto a varios otros acuerdos internacionales, han dado forma a la comprensión moderna de la soberanía de los Estados y las relaciones internacionales. Por ejemplo, los Convenios de Ginebra (1949), que comprenden cuatro tratados y tres protocolos adicionales, establecieron las normas del derecho internacional humanitario, en particular en lo que respecta al trato de los no combatientes y los prisioneros de guerra. Estas convenciones reforzaron la obligación de los Estados de adherirse a los principios humanitarios durante los conflictos.

a. Desafíos y desarrollos contemporáneos

El siglo XXI ha introducido nuevos desafíos al concepto de Estado nación, entre ellos la globalización, los avances tecnológicos y los problemas transnacionales como el cambio climático (así sentenciado por la ONU) o crisis climática (como se le ha rebautizado últimamente y que describe el calentamiento global y el cambio climático, así como sus consecuencias), el terrorismo y las pandemias que han requerido de una mayor, inusual y consensuada cooperación internacional. Estos retos, a menudo, trascienden las fronteras y requieren respuestas coordinadas, que a veces conducen a tensiones entre la soberanía nacional y la gobernanza mundial.

El auge de las organizaciones supranacionales y los acuerdos internacionales refleja la necesidad de una acción colectiva. El Acuerdo de París (2015), un tratado internacional sobre el cambio climático, ejemplifica esta tendencia, demandando que los países establezcan objetivos nacionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, al tiempo que reconocen la necesidad de cooperación mundial para abordar la crisis. Este acuerdo subraya la importancia de equilibrar los intereses nacionales con las responsabilidades mundiales.

Finalmente, a los efectos de este breve análisis de la aparición del concepto de Estado nación para la mejor comprensión de los elementos históricos del bloqueo, se menciona el principio de Responsabilidad de Proteger (R2P), aprobado por la ONU en 2005, que representa otro avance significativo al afirmar que cada Estado está en la obligación de proteger a sus poblaciones (que la ONU bautizó como primer pilar); el compromiso de la comunidad internacional de ayudar a los Estados a proteger a sus poblaciones (segundo pilar); y la responsabilidad de la comunidad internacional de proteger a las poblaciones de un Estado cuando es

evidente que este no logra hacerlo (tercer pilar), lo que incluye el genocidio, los crímenes de guerra, la limpieza étnica y los crímenes contra la humanidad. Este principio desafía la noción tradicional de soberanía absoluta, sugiriendo que la soberanía implica responsabilidades además de derechos.

b. Un mal precedente

Uno de los primeros y más notables casos de un bloqueo que violó lo que más tarde se reconocería como principios de soberanía del Estado nación y del derecho internacional ocurrió durante las guerras napoleónicas a principios del siglo XIX, conocido como Bloqueo Continental o Sistema Continental, acaecido simultáneamente con las guerras de independencia de Venezuela.

El Sistema Continental fue implementado por Napoleón Bonaparte con el Decreto de Berlín de 1806 y ampliado por el Decreto de Milán de 1807, con el objetivo principal de debilitar económicamente a Gran Bretaña impidiendo el destino la llegada de sus productos en los mercados europeos, acción que el Gobierno británico dio respuesta imponiendo su propio bloqueo, conocido como las Órdenes del Consejo, cuyo objetivo fue restringir el comercio neutral con Francia y sus aliados.

El bloqueo británico, impuesto por la *Royal Navy*, buscaba evitar que los barcos llegaran a los puertos controlados por los franceses, extendiéndose más allá de los beligerantes directos, afectando a las naciones neutrales y a su comercio con Europa. En este caso, los barcos neutrales eran interceptados, y los cargamentos eran a menudo confiscados si se descubría que estaban comerciando con Francia o sus aliados. Esta práctica interrumpió el comercio internacional y tuvo importantes repercusiones económicas, especialmente para países neutrales. Estos bloqueos (francés y británico) y las medidas de represalia constituyeron efectivamente una violación de lo que más tarde se formalizaría como principios del derecho internacional relativos a la soberanía y los derechos económicos de los Estados neutrales. Estas acciones demostraron el uso coercitivo de las Medidas Coercitivas Unilaterales (MCU) para lograr objetivos militares y políticos estratégicos, una práctica que más tarde sería objeto de escrutinio legal en virtud del derecho internacional.

Si bien los principios de soberanía y no injerencia del Estado nación no estaban completamente codificados en ese momento, el bloqueo durante las guerras napoleónicas puso de manifiesto la necesidad de regulaciones y normas más claras en las relaciones internacionales. El impacto generalizado del bloqueo sobre los estados neutrales y el comercio mundial puso de relieve las limitaciones de los marcos jurídicos existentes y contribuyó a la evolución del derecho internacional. A raíz de las guerras napoleónicas, el Congreso de Viena (1814-1815) tuvo como objetivo restaurar la estabilidad y el orden en Europa,

haciendo hincapié en la importancia de la soberanía de los Estados y sentó las bases para futuros desarrollos en el derecho internacional. Sin embargo, no fue hasta finales del siglo XIX y principios del XX que se desarrollaron marcos legales más completos que abordaban los bloqueos y las sanciones económicas.

La Declaración de París (1856), firmada por las principales potencias europeas, marcó un hito importante en la regulación de la guerra naval y los bloqueos. Esta declaración, sosteniendo el objetivo de establecer reglas para los conflictos marítimos, incluida la prohibición del corso y la protección de la navegación neutral, no resolvió por completo los problemas relacionados con los bloqueos, pero representó un paso fundamental hacia normas jurídicas internacionales más estructuradas y previsibles.

Otros avances llegaron con las Convenciones de La Haya de 1899 y 1907, que abordaron varios aspectos de la guerra, incluido el trato de los Estados neutrales y la realización de bloqueos. Estas convenciones buscaban equilibrar los intereses estratégicos de los Estados beligerantes con los derechos de las partes neutrales, reflejando una comprensión cambiante del derecho internacional y los principios de la soberanía de los Estados.

En este sentido, la evolución del Estado nación es un proceso histórico complejo moldeado por tratados, guerras, esfuerzos diplomáticos y movimientos ideológicos. Desde el Tratado de Westfalia de 1648 hasta los acuerdos internacionales contemporáneos, el concepto de Estado nación se ha redefinido y adaptado continuamente a las cambiantes realidades políticas, sociales y económicas. Tratados clave como la Paz de Utrecht, el Tratado de París, el Congreso de Viena y el Tratado de Versalles han desempeñado un papel crucial en el establecimiento y el refuerzo de los principios de soberanía estatal y derecho internacional.

La creación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la aprobación de la Declaración Universal de Derechos Humanos marcaron un avance significativo en la protección de los derechos humanos y la promoción de la cooperación internacional. Los desafíos modernos, como la globalización, la crisis climática y las amenazas transnacionales, siguen dando forma al concepto de Estado nación, lo que exige un delicado equilibrio entre la soberanía nacional y la gobernanza mundial.

A medida que la comunidad internacional navega por estos desafíos, los principios establecidos por los tratados y acuerdos históricos siguen siendo relevantes, proporcionando una base para abordar los problemas contemporáneos respetando al mismo tiempo la soberanía y los derechos de los Estados nación.

A este mismo respecto, el bloqueo británico durante las guerras napoleónicas representa una de las primeras y más significativas violaciones de principios que más tarde se formalizarían como legislación del Estado nación. Este episodio histórico puso de relieve el uso coercitivo de medidas económicas en la guerra y subrayó la necesidad de marcos jurídicos internacionales más claros para proteger la soberanía de los Estados y los derechos de los Estados neutrales.

El desarrollo posterior del derecho internacional, en particular a través de la Declaración de París y las Convenciones de La Haya, buscó abordar estos asuntos y establecer normas más predecibles para la conducta de los Estados, sentando las bases para el derecho internacional moderno y los principios del Estado nación, que continúan evolucionando en respuesta a los desafíos contemporáneos.

c. Primeros casos de bloqueos

Asedio de Jericó

El asedio de Jericó, relatado en el libro bíblico de Josué, es uno de los primeros casos documentados de bloqueo militar, según el cual, los israelitas (aproximadamente en el 1400 a. e. c.), bajo el liderazgo de Josué, rodearon la ciudad cananea de Jericó y emplearon una combinación de guerra psicológica e intervención divina para provocar su caída. Este antiguo acontecimiento, aunque envuelto en elementos religiosos y mitológicos, ofrece un ejemplo elemental del uso estratégico de los bloqueos y su profundo impacto en la población asediada. Este bloqueo, que bien pudiere considerarse eminentemente militar, pero con claros objetivos políticos y religiosos, tenía como objetivo debilitar al enemigo mediante la inanición y la presión psicológica. El asedio israelita buscaba capturar la ciudad fortificada de Jericó, que era una fortaleza estratégica en la tierra de Canaán y que servía de puerta de entrada a las regiones interiores de Canaán, que pretendían conquistar y colonizar. Al bloquear Jericó, los israelitas pretendían aislar la ciudad, cortar sus suministros y debilitar sus defensas, lo que en última instancia conduciría a su rendición o destrucción.

Las consecuencias del bloqueo de Jericó, tal como se describen en los relatos bíblicos, fueron catastróficas para los habitantes de la ciudad. Un análisis contemporáneo pone de relieve el grave impacto humanitario que tales estrategias pueden tener en las poblaciones civiles, incluyendo [1] hambruna y privaciones, pues el bloqueo provocó el agotamiento de los recursos esenciales dentro de la ciudad, por lo que los habitantes de Jericó se habrían enfrentado a una grave escasez de alimentos y agua, provocando desnutrición, hambre y enfermedades; el costo psicológico y físico de tal privación habría sido inmenso, particularmente para los grupos vulnerables como los niños, los ancianos y los enfermos; [2] trauma psicológico debido a la presencia constante de fuerzas enemigas alrededor de la ciudad, junto con la incertidumbre de la duración y el resultado del asedio que

habría infligido un estrés psicológico significativo a los habitantes; el miedo a la violencia inminente, junto con la lucha diaria por la supervivencia, habría provocado ansiedad, depresión y otros problemas de salud mental generalizados; destrucción y masacre, en virtud que -de acuerdo a la narración bíblica- la eventual caída de Jericó resultó en la destrucción completa de la ciudad y la masacre de sus habitantes (hombres, mujeres, niños e incluso ganado), poniendo de relieve las consecuencias extremas de los bloqueos que culminan en asaltos violentos, que resultan en la pérdida de vidas, la destrucción de propiedades y el trauma a largo plazo para los sobrevivientes; finalmente, un excepcional impacto cultural y económico debido a la destrucción de su infraestructura, casas y mercados, borrando un centro de actividad económica y patrimonio cultural, con repercusiones duraderas para la región, interrumpiendo el comercio, desplazando poblaciones y borrando los registros históricos.

Ilustración Nº 2. Esta visión de "La batalla de Jericó", creada por el pintor romántico alemán Julius Schnorr von Carolsfeld, muestra el asedio a la fortaleza que, según Josué 6:1-27, sus murallas cayeron después de que los israelitas marcharan alrededor de ellas una vez al día durante seis días, siete veces el séptimo día, con los sacerdotes tocando los cuernos a diario y el pueblo gritando el último día. Siguiendo la ley de Dios, los israelitas mataron a todos los hombres y mujeres de todas las edades, así como a los bueyes, ovejas y burros.

La Guerra del Peloponeso

La armada ateniense, una fuerza marítima dominante, aprovechó su superioridad naval para imponer bloqueos en la costa del Peloponeso, con el objetivo de interrumpir los recursos espartanos y alterar el curso de la guerra librada entre Atenas y Esparta entre el 431 y el 404 a. e. c. Atenas, reconociendo su destreza naval, adoptó una estrategia de contención y desgaste contra Esparta, bloqueando puertos clave y áreas costeras, y- con ello- el acceso de Esparta a recursos vitales, incluidos alimentos, suministros y refuerzos. Los bloqueos tenían la intención de debilitar el esfuerzo de guerra espartano, forzar dificultades económicas y, en última instancia, presionar a Esparta para que se sometiera.

La estrategia ateniense implicaba varios elementos clave, [1] aislar a los aliados espartanos e interrumpir sus actividades económicas, dificultando el flujo de bienes y el comercio, privando a Esparta y sus aliados de suministros esenciales; [2] evitar que los refuerzos y los suministros militares llegaran a las fuerzas espartanas, debilitando así su capacidad para sostener campañas prolongadas; finalmente, [3] incitar la disidencia interna y el malestar entre las poblaciones afectadas por los bloqueos, socavando la coalición espartana desde adentro. El impacto de estos bloqueos en las poblaciones afectadas fue severo pues las comunidades costeras, que dependían del comercio marítimo y la pesca, se enfrentaban a importantes dificultades económicas debido a la interrupción de sus medios de sostenimiento de vida. Simultáneamente, la escasez de alimentos y suministros esenciales provocó un sufrimiento generalizado, siendo los civiles los más afectados por las privaciones económicas. El hambre y las enfermedades se propagaron en las zonas sitiadas, lo que exacerbó la crisis humanitaria.

Los relatos de Tucídides detallan, una vez más, el daño psicológico para las personas sometidas a los bloqueos, en virtud a la amenaza constante de ataques navales que, junto con la escasez de recursos, creó un clima de pánico constante e incertidumbre. La moral de la población se deterioró a medida que luchaban por hacer frente al prolongado asedio y -en algunos casos- las comunidades se vieron obligadas a rendirse para evitar más sufrimientos, lo que ilustra la eficacia de los bloqueos para lograr los objetivos coercitivos previstos.

Sin embargo, el éxito de los bloqueos atenienses en la consecución de sus objetivos políticos puede analizarse a través de sus efectos a corto y largo plazo. A corto plazo, los bloqueos fueron efectivos para interrumpir las líneas de suministro espartanas y crear presión económica, por ello, varios aliados espartanos experimentaron dificultades significativas, lo que llevó a ventajas temporales para Atenas, incluyendo la capacidad de controlar rutas marítimas clave que permitió proyectar poder e influencia sobre la región, demostrando la importancia estratégica de su supremacía naval. Sin embargo, el éxito a largo plazo de los bloqueos en el logro de los objetivos políticos generales de Atenas fue limitado; si bien los bloqueos infligieron un daño considerable a los recursos espartanos y debilitaron a sus aliados, no inclinaron decisivamente la balanza de poder a favor de Atenas. Esparta, una potencia militar terrestre, fue capaz de adaptarse y contrarrestar la estrategia naval ateniense. La resistencia y la adaptabilidad estratégica de los espartanos, combinadas con los desafíos internos a los que se enfrentaba Atenas, acabaron por mitigar la eficacia de los bloqueos.

El punto de inflexión llegó con la intervención de Persia, que proporcionó apoyo financiero, tecnológico y naval a Esparta. Este apoyo permitió a los espartanos construir una competente flota capaz que desafió el dominio naval ateniense. La batalla de Egospótamos en 405 a. e. c. marcó una derrota crítica para la armada ateniense, lo que llevó a la rendición final de Atenas en 404 a. e. c.

Contemporaneidad de una pretérita estrategia

En la época medieval se seguían considerando los bloqueos como estrategias críticas; así se puede mencionar que, durante la Guerra de los Cien Años (1337-1453), los ingleses impusieron bloqueos a los puertos franceses, interrumpiendo significativamente el comercio y los suministros franceses; a esta se suma el asedio de Calais (1346-1347) como un ejemplo notable, donde el bloqueo inglés resultó en la rendición de la ciudad después de casi un año de aislamiento.

Como se comentaba más arriba, a principios de la Edad Moderna se refinaron los bloqueos navales, especialmente durante las guerras napoleónicas (1803-1815), cuando el bloqueo de los puertos franceses por parte de la *Royal Navy* británica tenía como objetivo perturbar la base económica de Napoleón, impidiendo la importación de mercancías y la exportación de productos franceses, jugando un papel decisivo en la eventual caída del imperio de Napoleón, demostrando el poder del estrangulamiento económico como táctica militar.

La Guerra Civil Americana (1861-1865) se caracterizó por uno de los bloqueos más completos y estudiados de la historia bajo el nombre de Plan Anaconda, con el que la Unión buscó sofocar la economía confederada mediante el asedio de los puertos del sur que, aunque inicialmente permeable, finalmente logró paralizar la capacidad de los estados confederados de intercambiar algodón por armas y otros suministros, convirtiéndose en un factor importante en la victoria de la Unión, mostrando el poder de la guerra económica. Al mismo tiempo, este bloqueo influyó significativamente en el desarrollo tecnológico de las fuerzas de la Unión y de la Confederación, considerando que este se extendía a lo largo de 5.600 kilómetros.

Ilustración Nº 3. A partir de una popular viñeta de un periódico, la idea del general en jefe Winfield Scott recibió el nombre de "Gran Serpiente de Scott" o "Plan Anaconda", inspirado en la serpiente que mata a sus víctimas enroscándose a su alrededor hasta asfixiarlas y romperles los huesos, de igual manera la Unión pretendía destruir y "asfixiar" la economía del Sur "aprisionando" sus territorios mediante un bloqueo.

En este sentido, la Armada de la Unión se expandió rápidamente, incorporando buques de guerra propulsados a vapor que eran más maniobrables y eficientes que los buques de vela tradicionales, con acorazados, como el *USS Monitor*, que representaron un importante salto tecnológico, ya que sus cascos blindados ofrecían mayor protección contra el fuego de artillería. El desarrollo y despliegue de estos acorazados marcó un momento crucial en la guerra naval que apoyaba este asedio, subrayando el cambio de los barcos de madera por buques de guerra de metal más duraderos y potentes. A la par, en el bando confederado, el cerco estimuló las innovaciones para intentar romper el dominio de la Unión, recurriendo a nuevas tecnologías y estrategias no convencionales, lo que llevó a la creación de los *"commerce raiders"* y los corredores de bloqueo, esto es, barcos rápidos y discretos diseñados para evadir los bloqueos de la Unión y transportar suministros cruciales para la Confederación.

Un elemento que aún se analiza en las escuelas del cambio tecnológico, fue el empleo del *CSS Hunley*, un submarino pionero, que representó un importante avance tecnológico y puso de manifiesto la voluntad de la Confederación de explorar nuevos métodos de guerra naval. Aunque el *Hunley* tuvo un historial bastante limitado, su exitoso ataque al *USS Housatonic* demostró el potencial de la tecnología submarina, que adquiriría cada vez más importancia en futuros conflictos. Las innovaciones tecnológicas impulsadas por el bloqueo durante la Guerra Civil estadounidense no solo influyeron en el esfuerzo bélico inmediato, sino que también dejaron un legado duradero en la ingeniería naval y la estrategia militar, reforzando la idea del bloqueo, más allá del sufrimiento que proporciona a las fuerzas civiles no combatientes.

El siglo XX trajo cambios significativos en la naturaleza y el impacto de los bloqueos. En diciembre de 1902, Venezuela se enfrentó a una grave crisis cuando Alemania, Inglaterra e Italia impusieron un bloqueo naval en sus costas con el pretexto de forzar el pago de una deuda y liquidar las reclamaciones pendientes. Esta acción agresiva se debió a la inestabilidad financiera de Venezuela y a su incapacidad para hacer frente a deudas externas, una situación exacerbada por la agitación interna, logrando paralizar el comercio marítimo de Venezuela, su economía y agravando las dificultades a las que se enfrentaba la población. Fuerzas militares, constituidas por unos 20 buques, bloquearon los puertos de La Guaira, Puerto Cabello y Maracaibo, lo que paralizó las importaciones y exportaciones y provocó la escasez de productos esenciales, lo que complicaba aún más la vida de los venezolanos de a pie. El bloqueo no fue una mera coacción financiera, sino un acto que perturbó profundamente la sociedad venezolana, provocando un aumento de la pobreza y del malestar social.

El bloqueo detuvo de hecho el comercio internacional de Venezuela, lo que provocó una importante escasez de productos esenciales (alimentos, medicinas

y otros suministros básicos), imposibilitó el comercio y exacerbó las dificultades económicas de las y los venezolanos, lo que se tradujo en un aumento de los precios y la escasez de artículos de primera necesidad, que afectó significativamente a la vida cotidiana de los ciudadanos de a pie. A esto se sumó el efecto devastador en la ya frágil economía venezolana ante la imposibilidad de exportar bienes, especialmente productos agrícolas y materias primas, lo que supuso una pérdida sustancial de ingresos para el país. Esta tensión económica agravó aún más la crisis financiera, contribuyendo a la pobreza generalizada y al malestar social. Estas dificultades económicas persistieron incluso después del levantamiento del bloqueo, dejando un impacto duradero en la estabilidad económica y el desarrollo de la nación.

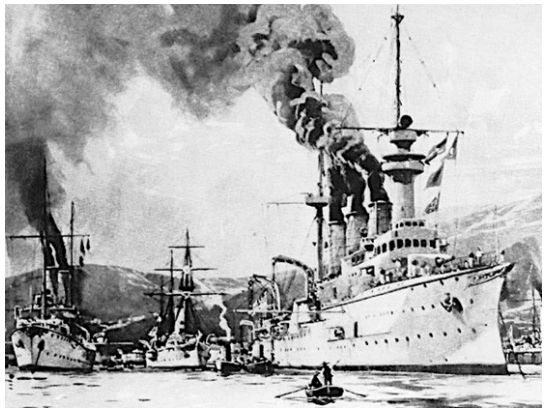


Ilustración 4. Grabado del artista alemán Willy Stöwer representando el bloqueo de los puertos venezolanos en 1902. En la imagen se observan buques alemanes: (de izquierda a derecha) el cañonero *SMS Panther*, crucero ligero S*MS Falke* y al crucero *SMS Vineta*.

En esencia, el bloqueo no solo empeoró las condiciones de vida, sino que también dañó la psique nacional, fomentando un sentimiento de vulnerabilidad y resentimiento hacia la intervención extranjera, subrayando la necesidad crítica de que Venezuela construyera una economía más autosuficiente, dando forma a futuras nuevas políticas públicas y económicas del país.

Es indispensable recordar que este bloqueo violaba varios acuerdos internacionales, especialmente la Doctrina Drago articulada por el ministro de Asuntos Exteriores argentino Luis María Drago, que se oponía al uso de la fuerza para cobrar deudas públicas. Las acciones agresivas de Alemania, Inglaterra e Italia hicieron caso omiso de estas doctrinas, socavando los principios del derecho internacional que pretendían proteger a las naciones soberanas de las prácticas coercitivas de cobro de deudas. El incidente puso de manifiesto la voluntad de las potencias imperiales de desobedecer las normas internacionales en aras de sus intereses económicos. Esta intervención subrayó la necesidad de soluciones diplomáticas frente a la agresión militar y sentó precedentes para las futuras

negociaciones internacionales sobre la deuda.

Unos años más adelante, durante la Primera Guerra Mundial, los británicos impusieron un bloqueo naval a Alemania, que restringió severamente el suministro de alimentos y materiales, lo que contribuyó a una grave escasez de alimentos y desnutrición en Alemania, afectando la moral de la población y el esfuerzo bélico.

La Segunda Guerra Mundial vio un uso aún más sofisticado de los bloqueos. El bloqueo naval aliado de Alemania, que comenzó con el inicio de la guerra en 1939, tenía como objetivo cortar el suministro esencial de alimentos, combustible y materias primas al régimen nazi que, en 1945, había paralizado gravemente el esfuerzo bélico alemán, contribuyendo a una escasez y hambruna generalizadas. El asedio, combinado con las campañas de bombardeos estratégicos, provocó el colapso de las capacidades industriales y militares alemanas que, según las estimaciones, ocasionó la muerte (según algunos historiadores) de entre 400 y 500 mil personas debidas al hambre y las enfermedades relacionadas con la malnutrición. Del mismo modo, el bloqueo de Japón, impuesto por la marina estadounidense, pretendía aislar a la nación insular de suministros vitales. El nombre de esta operación no dejaba lugar a dudas del objetivo: Operación Hambre (*Operation Starvation*, originalmente), que supuso una extensa explotación de las aguas japonesas y ataques selectivos a las rutas marítimas, que logró devastar las ciudades e infraestructuras japonesas. La escasez resultante de alimentos, medicinas y otros artículos de primera necesidad provocó un sufrimiento generalizado entre la población civil, estimándose (al final de la guerra) que la malnutrición y las enfermedades relacionadas causaron la muerte de aproximadamente 500 mil civiles japoneses.

En este orden de ideas, los avances tecnológicos intentaron paliar algunas de las consecuencias más duras del bloqueo y mejorar las capacidades bélicas, desarrollando e incorporando avances significativos en la logística y la gestión de la cadena de suministro, con métodos más eficientes para distribuir los escasos recursos. A pesar de estos esfuerzos, las innovaciones fueron insuficientes para superar el abrumador impacto de los bloqueos aliados, que desempeñaron un papel fundamental en la derrota final de las potencias del eje.

El período de la Guerra Fría marcó un giro hacia los bloqueos económicos como herramientas políticas. Estados Unidos y sus aliados emplearon sanciones económicas y bloqueos para contener la propagación de ideas diferentes a aquellas favorecidas por estos países (entre ellas el socialismo en cualquiera de sus expresiones ideológicas), ejercer presión y doblegar a aquellos Estados nación que ellos consideraban adversarios. No se trataba de un debate de ideas sino de fuerza.

El bloqueo económico impuesto por Estados Unidos a Cuba, que comenzó poco después de la Revolución Cubana de 1959, ha tenido consecuencias profundas y duraderas para la población cubana. Oficialmente denominado embargo, este bloqueo contra Cuba, comenzó el 19 de octubre de 1960, prohibiendo la exportación de todos los bienes de Estados Unidos a Cuba, excepto alimentos y medicinas. Las medidas se intensificaron el 7 de febrero de 1962, cuando el presidente John F. Kennedy amplió el embargo para incluir casi todo el comercio entre ambos países, persiguiendo aislar a Cuba económica y políticamente. El bloqueo restringió la capacidad de Cuba para comercializar con Estados Unidos y otros países aliados provocando una importante escasez de productos esenciales, incluyendo alimentos, medicinas y equipos industriales. El impacto inmediato en el pueblo cubano fue grave, ya que el bloqueo exacerbó los problemas económicos existentes y contribuyó a la penuria generalizada, entre ellas, el acceso a suministros médicos esenciales y a tecnologías avanzadas que se vio especialmente afectado, provocando un deterioro de la salud pública y un aumento de las enfermedades que se pueden prevenir y de las tasas de mortalidad.

Ilustración Nº 5. Fidel Castro se dirige a la Asamblea General de las Naciones Unidas, en septiembre de 1960. Días después, Estados Unidos impuso un embargo comercial que aún se mantiene vigente. Las relaciones diplomáticas entre ambos países se rompieron en enero de 1961 y en abril se produjo la nefasta invasión de Bahía de Cochinos. Castro, que provocó gran parte de la furia al nacionalizar empresas y propiedades estadounidenses, declaró formalmente a Cuba estado socialista el 1º de mayo de 1961.

El impacto del bloqueo en la economía y la sociedad cubanas ha sido polifacético y duradero. En los años que siguieron a su imposición, el Gobierno cubano puso en marcha sistemas de racionamiento e intentó diversificar sus relaciones comerciales con otros países. A pesar de estos esfuerzos, las restricciones del bloqueo han seguido ahogando el crecimiento económico y el desarrollo que,

en cifras provistas por las autoridades cubanas en el informe anual presentado a la Asamblea General de las Naciones Unidas, han superado los 130 millardos de dólares. Socialmente, el bloqueo ha puesto a prueba la resistencia de la población cubana, que ha tenido que adaptarse a un estado constante de escasez debido a estas MCU.

Los bloqueos económicos contemporáneos y sus efectos catastróficos

En los últimos años, los bloqueos económicos han seguido siendo una herramienta de la política internacional, con consecuencias significativas y a menudo devastadoras para las naciones afectadas.

A continuación, se presenta una brevísima exploración de verdaderos casos de estudio en los que, de manera criminal, pérfida y que anticipa evidentemente el sufrimiento del pueblo de los Estados nación, implementadas por hegemonías que -a la vista de su incapacidad ideológica- insufla su poder decadente en contubernio con sus abominables iguales. Las siguientes líneas precisan las ocurrencias que, como en Venezuela, son infringidas por los mismos actores a Irán, Rusia y Yemen.

Un buen punto de partida, después de analizar más arriba el caso de Cuba, es desde la Revolución iraní de 1979, cuando Estados Unidos ha aplicado una serie de medidas coercitivas económicas con el objetivo de reducir la influencia regional y las ambiciones nucleares de Irán. La primera oleada de sanciones comenzó inmediatamente después de la revolución y se centró en los activos de Irán en Estados Unidos y en restringir sus relaciones comerciales, intensificándose significativamente entre 1990 y 2000, con la promulgación de la Ley de Sanciones contra Irán y Libia de 1996 y la Ley Integral de Sanciones, Responsabilidad y Desinversión en Irán de 2010. Las sanciones más severas se impusieron en 2012, centrándose en las cruciales exportaciones de petróleo de Irán y en su acceso a los sistemas financieros internacionales a través de la red *Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication o Swift* (literalmente Sociedad para las Comunicaciones Interbancarias y Financieras Mundiales). Estas sanciones tuvieron un impacto devastador en la economía de Irán, provocando una caída significativa de los ingresos del petróleo, que constituyen una parte importante de la renta nacional.

Las sanciones económicas impuestas a Irán han provocado graves penurias a la población iraní, ocasionando un alza en las tasas de inflación, llegando a alcanzar el 40 % en algunos años, lo que redujo drásticamente el poder adquisitivo de las y los iraníes; la moneda nacional, el rial, cayó en picada, perdiendo más del 60 % de su valor frente al dólar entre 2011 y 2013, haciendo que el costo de los bienes im-

portados, incluidos artículos esenciales como alimentos y medicinas, elevaran sus precios. El sector salud se ha visto especialmente afectado, y la escasez de medicamentos y equipos médicos críticos se convirtió en algo habitual, a esto se sumó la educación, ya que la crisis económica provocó recortes presupuestarios y redujo el acceso a materiales y tecnologías educativas. La combinación de estos factores exacerbó las tensiones sociales y políticas en el país.

En respuesta al bloqueo económico, Irán ha aplicado diversas estrategias exitosas para mitigar el impacto de las MCU, en particular mediante la puesta en marcha de actividades de investigación y desarrollo (I+D). El gobierno iraní ha invertido sostenidamente en el desarrollo de industrias nacionales para reducir la dependencia de bienes y tecnologías extranjeras. Por ejemplo, ha realizado importantes avances en el sector farmacéutico, desarrollando una gama de medicamentos genéricos para sustituir las costosas importaciones. En el sector energético, los científicos e ingenieros iraníes se han centrado en mejorar las tecnologías de extracción de petróleo y ampliar la capacidad de refinado del país para aprovechar mejor sus recursos naturales. Además, Irán ha impulsado una floreciente industria tecnológica, fomentando la innovación en ámbitos como la biotecnología, la nanotecnología y las tecnologías de la información. Estos esfuerzos, no solo han contribuido a aliviar algunas de las presiones económicas inmediatas sino que también, han sentado las bases para una economía más autosuficiente y resiliente a largo plazo.

En este mismo orden de ideas, el inicio de las sanciones contra Rusia comenzó con medidas selectivas en 2014, poco después de la anexión de Crimea, y se intensificó en los años siguientes. Inicialmente centradas en restringir el acceso a los mercados financieros internacionales e imponer congelaciones de activos a personas y entidades consideradas responsables de acciones desestabilizadoras en Ucrania, las sanciones se ampliaron para incluir sectores económicos más amplios; por ejemplo, en 2014, Estados Unidos impuso medidas a importantes bancos y empresas energéticas rusas, limitando su capacidad de captar capital a escala internacional. Al mismo tiempo, la Unión Europea hizo lo propio con disposiciones dirigidas a bancos y empresas de defensa rusas, así como restricciones a las exportaciones de tecnología crucial para el sector energético ruso. El impacto económico de estas MCU en Rusia ha sido profundo, experimentando una fuerte contracción, agravada por la caída de los precios del petróleo y la fuga de capitales tras la imposición de las sanciones, lo que contribuyó a una devaluación significativa del rublo ruso, cuya moneda perdió aproximadamente el 50 % de su valor frente al dólar estadounidense entre 2014 y 2016. La inversión extranjera directa en Rusia también cayó mostrando un descenso de más del 60 % entre 2013 y 2015. El crecimiento económico se ralentizó considerablemente, con una contracción del PIB del 2,3 % en 2015 y -a pesar de ello- Rusia era la 12ª economía en el *ranking* de naciones.

A pesar de estos retos, Rusia ha aplicado diversas políticas públicas destinadas a mitigar el impacto de las sanciones y promover la resiliencia económica, centrándose en reducir la dependencia de las importaciones occidentales y aumentar la producción nacional en sectores clave afectados por las sanciones. Por ejemplo, en agricultura, Rusia aplicó políticas de sustitución de importaciones, lo que se tradujo en un aumento significativo de la producción nacional de productos alimenticios como carne, lácteos y cereales, reduciendo la dependencia en productos importados y ayudando a estabilizar los precios en medio de las presiones inflacionistas provocadas por las MCU.

Además, Rusia ha fomentado lazos económicos más estrechos con socios no occidentales, especialmente en Asia y Oriente Medio, para diversificar sus mercados de exportación y atraer inversiones. La Unión Económica Euroasiática (UEEA), que incluye a Armenia, Bielorrusia, Kazajistán, Kirguistán y Rusia, ha desempeñado un papel fundamental a la hora de facilitar el comercio regional y la cooperación económica en medio de las sanciones occidentales. Los acuerdos bilaterales con China, India y otros mercados emergentes han reforzado las relaciones comerciales y los flujos de inversión, proporcionando fuentes alternativas de apoyo económico.

De esta manera, aunque las MCU han afectado a la economía y la estabilidad financiera de Rusia, las políticas públicas estratégicas del país, como la sustitución de importaciones y la diversificación de las asociaciones económicas, han contribuido a paliar algunos de sus efectos más adversos facilitando sortear los retos planteados por las medidas y mantener el mejor grado de estabilidad económica en medio de las continuas tensiones geopolíticas.

Finalmente, abordaremos en este Capítulo el caso de la República de Yemen que se ha enfrentado a una de las crisis humanitarias más devastadoras agravada por las MCU y el conflicto armado. Desde 2015, una coalición liderada por Arabia Saudí, con el apoyo de Estados Unidos y otros aliados, ha impuesto un bloqueo a Yemen en un esfuerzo por debilitar a los rebeldes *Houthi* tomando el control de la capital, Saná, en 2014. Este bloqueo, que incluye restricciones a las importaciones de alimentos, combustible y suministros médicos, ha afectado gravemente a la población yemení, que ya es una de las más pobres de Oriente Medio. La ONU ha calificado la situación en Yemen como la peor crisis humanitaria del mundo, con millones de personas que se enfrentan a la hambruna y las enfermedades debido a la escasez causada por el bloqueo.

El país depende en gran medida de las importaciones para cubrir necesidades básicas como los alimentos y el combustible, y las restricciones han provocado una subida vertiginosa de los precios y una escasez generalizada. La inseguridad alimentaria afecta a más de 20 millones de yemeníes, muchos de los cuales no

pueden acceder a una nutrición suficiente, lo que provoca malnutrición e inanición, especialmente entre los niños. El sistema de salud también se ha visto gravemente afectado, y la escasez de medicamentos y equipos médicos ha exacerbado la propagación de enfermedades como el cólera. A esto se suma, que el bloqueo ha obstaculizado la entrega de ayuda humanitaria, agravando aún más la crisis humanitaria.

A pesar de estos inmensos desafíos, las comunidades yemeníes han demostrado una notable resiliencia e ingenio para hacer frente a los efectos del bloqueo. Las iniciativas locales, apoyadas por organizaciones humanitarias internacionales, se han centrado en redes descentralizadas de producción y distribución de alimentos para garantizar la seguridad alimentaria básica de las poblaciones vulnerables. Los agricultores yemeníes han adaptado las prácticas agrícolas para hacer frente a la escasez de agua y otros problemas, contribuyendo a la producción local de alimentos a pesar de las limitaciones del bloqueo. También han surgido iniciativas sanitarias dirigidas por la comunidad para proporcionar servicios médicos esenciales y apoyo a los afectados por la crisis sanitaria, basándose en los conocimientos y recursos locales para llenar los vacíos dejados por las restricciones de la ayuda internacional.

Los esfuerzos internacionales para aliviar el impacto del bloqueo han incluido negociaciones diplomáticas para el acceso de la ayuda humanitaria y apoyo financiero a las operaciones de socorro. Sin embargo, para abordar las causas profundas de la crisis humanitaria de Yemen y permitir la recuperación y la estabilidad del país a largo plazo son cruciales unos esfuerzos de paz sostenidos y un levantamiento completo del bloqueo.

Epílogo

La historia de los bloqueos revela su evolución desde simples tácticas militares hasta complejas estrategias económicas que tienen efectos devastadores en los Estados nación y sus poblaciones. Si bien los bloqueos se han utilizado para lograr objetivos estratégicos y políticos, sus efectos en la población civil a menudo plantean importantes preocupaciones éticas y humanitarias. Los ejemplos de Cuba, Irán, Rusia, Venezuela y Yemen ponen de relieve los efectos profundos y a menudo catastróficos de las MCU en los tiempos actuales. A medida que la política internacional continúa evolucionando, es lamentable y probable que persista el uso de los bloqueos como herramienta del arte de gobernar allende fronteras, lo que requiere un escrutinio continuo de sus implicaciones y letal efectividad.

Referencias Bibliográficas

Acuerdo de París (2015). Disponible en https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement. Visitado el 8 de julio de 2024.

Asamblea General de las Naciones Unidas (2021). Necesidad de poner fin al bloqueo económico, comercial y financiero impuesto por los Estados Unidos de América contra Cuba: Informe del secretario general. A/76/406. Octubre de 2021. Disponible en https://undocs.org/A/76/406. Visitado el 8 de julio de 2024.

Convenios de Ginebra (1949). Disponible en https://www.icrc.org/en/document/geneva-conventions-1949-additional-protocols. Visitado el 8 de julio de 2024.

Dehne, P. (2023). *Blockaders as humanitarians? Connecting the Allied blockade of Germany and postwar humanitarianism*, capítulo en *Humanitarianism and the Greater War*, 1914–24. Manchester University Press.

Drew, P. (2012). *An Analysis of the Legality of Maritime Blockade in the Context of Twenty-First Century Humanitarian Law. Ontario: Queen's University*. Disponible en https://qspace.library.queensu.ca/server/api/core/bitstreams/74f-7d3e7-bec9-4a8b-97c4-ddaf36cd34ac/content. Visitado el 8 de julio de 2024.

Drew, P. (2017). *The Historical Practice of Blockade*, capítulo 4 en The Law of Maritime Blockade: Past, Present, and Future, por el mismo autor. Oxford University Press.

Hecksher, E. y Westergrad, H. (1923). *The Continental System: An Economic Interpretation*. The Economic Journal, Vol. 33, No. 130 (junio de 1923), pp. 239-243.

Jarret, M. (2014). *The Congress of Vienna and its Legacy: War and Great Power Diplomacy after Napoleon* (International Library of Historical Studies). I.B.Tauris.

Bible Getaway (2024). La Santa Biblia, Josué 6. Disponible en https://www.biblegateway.com/passage/?search=Josué%206&version=RVR1960. Visitado el 8 de julio de 2024.

Organización de las Naciones Unidas (2024). Carta de las Naciones Unidas (1945). Disponible en https://www.un.org/en/about-us/un-charter. Visitado el 8 de julio de 2024.

Organización de las Naciones Unidas (2024). Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948). Disponible en https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights. Visitado el 8 de julio de 2024.

Organización de las Naciones Unidas (2024). *Responsibility to Protect* (R2P). Disponible en https://www.un.org/en/genocideprevention/about-responsibility-to-protect.shtml. Visitado el 8 de julio de 2024.

Nijs, M. (2021). *Humanizing siege warfare: Applying the principle of proportionality to sieges. Cambridge University Press* en nombre del Comité Internacional de la Cruz Roja (CICR). Disponible en https://international-review.icrc.org/sites/default/files/reviews-pdf/2021-12/applying-principle-of-proportionality-to-sieges-914.pdf. Visitado el 8 de julio de 2024.

Oppenheim, L. (1905). *International Law: A Treatise*. Longmans, Green and Co.

Organización Mundial de la Salud (2022). La salud mental en las situaciones de emergencia. Disponible en https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-in-emergencies. Visitado el 8 de julio de 2024.

Roorda, E. (1998). El dictador de al lado: La política de buena vecindad y el régimen de Trujillo en la República Dominicana, 1930-1945. Duke University Press.

El Decreto de Berlín (1806). Proyecto Avalon, Facultad de Derecho de Yale. Disponible en https://avalon.law.yale.edu. Visitado el 8 de julio de 2024.

El Decreto de Milán (1807). Proyecto Avalon, Facultad de Derecho de Yale. Disponible en https://avalon.law.yale.edu. Visitado el 8 de julio de 2024.

The Orders in Council (1807). Archivos del Parlamento Británico. Disponible en https://avalon.law.yale.edu. Visitado el 8 de julio de 2024.

Guía Práctica del Derecho Humanitario (2024). Médicos Sin Fronteras. Disponible en https://guide-humanitarian-law.org/content/article/3/blockade/. Visitado el 8 de julio de 2024.Tratado de Maastricht (1992). Disponible en https://www.britannica.com/event/Maastricht-Treaty. Visitado el 8 de julio de 2024.

Tratado de Roma (1957). Disponible en https://www.britannica.com/event/Treaty-of-Rome. Visitado el 8 de julio de 2024.

Trenin, D. (2018). *What Is Russia Up To in the Middle East?* Centro Carnegie de Moscú.

US Department of the Treasury (2024). *Sanctions Programs and Country Information: Ukraine-related Sanctions.* Disponible en https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/sanctions-programs-and-country-information/ukraine-related-sanctions. Visitado el 8 de julio de 2024.

Whang, T. (2010). *Structural estimation of economic sanctions: From initiation to outcomes. Journal of Peace Research*, 47(5), 561–573. Disponible en http://www.jstor.org/stable/20798926.

Capítulo
2 La mejor respuesta contra el asedio

Introducción

De acuerdo al Artículo 4 de la *Ley Constitucional Antibloqueo para el Desarrollo Nacional y Garantía de los Derechos Humanos* (2020), las Medidas Coercitivas Unilaterales (MCU) son disposiciones "económicas, comerciales u otras medidas adoptadas por un Estado, grupo de Estados u organizaciones internacionales que actúan de manera unilateral para obligar a un cambio de política de otro Estado o para presionar a individuos, grupos o entidades de los Estados seleccionados para que influyan en un curso de acción, sin la autorización del Consejo de Seguridad de la Organización de las Naciones Unidas"; mientras que aquellas acciones u omisiones, conexas o no con una medida coercitiva unilateral y que extiende sus efectos o se aprovecha de ella, para incumplir por acción u omisión las leyes, obligaciones u otros actos que le correspondan son consideradas como "otras medidas restrictivas o punitivas". Estas definiciones proveen el marco conceptual que permite identificar y cuantificar las más vulgares acciones que desde otros países, azuzados por el mal ejemplo de los Estados Unidos de Norteamérica (EE. UU.) e incluyéndole de primero en la nefasta lista, afectan el normal desenvolvimiento de la cotidianidad nacional atentando evidentemente contra los derechos humanos del pueblo venezolano. De acuerdo al Observatorio Venezolano Antibloqueo (OVA), el primer acto público que detona, lo que hoy se reconoce públicamente como MCU, ocurrió el 18 de diciembre de 2014 cuando el Congreso de los EE. UU. aprueba la *Ley de Defensa de los Derechos Humanos y la Sociedad Civil en Venezuela* (Ley Pública 113-278).

Hoy, muy cerca de cumplir una década de medidas sucesivas y acumuladas contra la soberanía nacional, sobre la República Bolivariana de Venezuela se han redactado, erigido e implementado 930 medidas sancionatorias -directas e indirectas- que castigan a la economía interna, las finanzas públicas, el comercio exterior, la industria petrolera, al Estado nación, produciendo inclemente impacto sobre la vida en la población venezolana.

La República Bolivariana de Venezuela, a través del Bravo Pueblo, en la búsqueda de brindar soluciones efectivas que permitan disminuir el visible impacto que las MCU intencionalmente producen, ha incorporado progresivamente formas de acción propias como mecanismo natural de supervivencia ante las tangibles amenazas. Un sector que ha levantado sus competentes brazos en defensa del país es el agrupado bajo el manto conceptual del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Sncti) que, gobernado por el órgano competente, el Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (Mincyt), ha soliviantado el asedio

de las casi un mil acciones que (aún) se ciernen sobre el Estado, dibujando en un lienzo de actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) múltiples soluciones bajo los más elevados principios éticos y ciudadanos y gualdrapeando la bandera de la inclusión social, de la participación de la mujer en la Ciencia, de la divulgación de resultados sin cortapisas, del desarrollo con el apoyo de tecnologías emergentes, apuntando sin recelo a la independencia y la soberanía científica y tecnológica del país, que redunda en la de toda la República.

En este sentido, en el mismo espíritu que provee la *Ley Constitucional Antibloqueo para el Desarrollo Nacional y Garantía de los Derechos Humanos*, a los efectos de la narrativa que acompaña este Capítulo, se define como solución antibloqueo a:

Toda acción sistemática, de gestión pública o autogestionada desde la comunidad (organización social), o de la organización del sector privado, dirigida a mitigar, compensar y resolver problemas derivados tanto en la propia gestión como en la población venezolana ocasionadas por las MCU.

En este Capítulo el lector encontrará una descripción de una selección de soluciones concretas y tangibles, desarrolladas por la comunidad intra e intersectorial de hombres y mujeres del Sncti forjadas bajo las metodologías científicas y el hacer cotidiano de I+D+i, dando respuesta a las necesidades enunciadas y garantizando la sostenibilidad de dichas acciones en el corto, mediano y largo plazo, a través del ingenio nacional en Ciencia y Tecnología como patriótica contestación al asedio puntualizado.

Surgimiento de hecho de las políticas antibloqueo

Las soluciones antibloqueo nacen en el corazón del pueblo indoblegable y contestatario, que se vale de sus conocimientos para mitigar o contrarrestar el impacto de las MCU, surgen de manera progresiva en la necesaria labor de dar continuidad a las acciones y dinámica socioproductiva interna en respuesta a la demanda explícita del Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación y sus objetivos históricos, así como su portentosa cascada de programas en él detallado.

Así mismo, el Mincyt interactúa, coopera de forma armónica, sistemática y coherente con los actores y actoras del Sncti para enunciar las políticas, objetivos, estrategias y metas, en función de una visión estratégica nacional, logrando incorporar los proyectos, acciones y recursos que se aplican para alcanzar la independencia indispensable que permite contrarrestar la acción de las MCU en todos los ámbitos del Desarrollo Integral de la Nación, procurando el desarrollo de las capacidades científicas-tecnológicas que hacen viable, potencian y aseguran la protección y atención de las necesidades del pueblo para el pleno disfrute de sus derechos irrenunciables.

El OVA ha informado que, entre 2017 y 2022, las MCU sobre Venezuela se reflejaron en sucesos que limitaron la dinámica de desarrollo natural del país, incluyendo amenazas a la seguridad alimentaria, disminución de la producción interna, amenaza al sistema de salud pública, restricciones en la importación de productos de consumo diario, restricciones de acceso a los datos e información especializada para conocer los hallazgos de la comunidad científica en el mundo, al cual se sumó la propia visibilidad de la producción científica creada en el país, restricciones comerciales a la empresa del Estado Petróleos de Venezuela S.A. (Pdvsa), restricciones en la adquisición de medicamentos y vacunas, agravado por una pandemia que cobraba vida de cientos de miles de personas, cancelación de compromisos comerciales con empresas extranjeras en deterioro de los interés de la República, deterioro de equipos tecnológicos en diferentes sectores de la sociedad, disminución de personal especializado en las instituciones clave de las actividades de I+D+i, estas entre otras innumerables dificultades, producto de instrucciones, públicamente conocidas y divulgadas por el propio Gobierno de los EE. UU., no como acciones encubiertas (que seguramente existen) sino como actividades con una clara traza administrativa que, lejos del disimulado discurso público, atentan de hecho y de derecho contra el pueblo venezolano, que cada día sufre una disminución en la productividad, el comercio, el intercambio e, incluso, la cooperación entre países aliados de Venezuela.

Adicionalmente, en agosto de 2018, el Gobierno venezolano emprende un gran esfuerzo humanitario, por retornar al país a miles de connacionales que migraron de Venezuela en busca de mejores condiciones de vida, víctimas de la manipulación generada por el bombardeo comunicacional existente en las redes sociales y que se encontraban en diferentes países de destino migratorio, en situación de vulnerabilidad, por no contar con los recursos propios para regresar al país.

En marzo de 2020, la pandemia del COVID-19, se presenta en el territorio nacional con la llegada del paciente cero, por medio de un vuelo internacional, lo que ameritó, por parte del Ejecutivo Nacional tomar medidas extraordinarias de confinamiento y cuarentena indefinida, en todo el país, con protocolos necesarios que facilitaron controlar en gran medida la situación sobrevenida.

En este contexto, fue clave la participación heroica de los profesionales de la salud, la Fuerza Armada Nacional Bolivariana y el pueblo soberano, quienes de manera conjunta generaron soluciones, de forma y fondo, que propiciaron el control de la pandemia COVID-19 ante su propagación, facilitando la atención de los pacientes contagiados en cada una de sus etapas. Esto, permitió atenuar y afrontar las consecuencias sociales y económicas que devinieron, producto del confinamiento y reducción al máximo de las actividades sociales y disminución de diferentes acciones productivas. Las soluciones surgidas se consideraron en la

categoría de análisis "soluciones antibloqueo" debido a que la prioridad era atender la emergencia sanitaria, sufriendo las limitaciones ya comentadas.

Es en este escenario polinómico, secuencialmente se estructuraron científicamente soluciones antibloqueo, autóctonas, nacionales, endógenas, algunas de las cuales eran previamente existentes, pero -en ocasiones- invisibles pues el *statu quo* dominaba (como es costumbre) el orden de las cosas, mientras que otras fueron elegantemente enunciadas para servir de brazo activo del proceso creador irreversible y necesario para la confección de políticas públicas en las diferentes áreas de conocimiento, que generan un nuevo orden para el país.

El conocimiento es ejercicio cotidiano de vida para la construcción de redes multidisciplinarias y transdisciplinarias liberadoras, que fortalezcan las capacidades de imaginar, crear y transformar; redes de innovación productiva que fomentan el desarrollo de conocimientos, métodos y metodologías que contribuyen en la construcción de condiciones dignas de vida.

El Sncti venezolano está conformado por las y los actores principales de la dinámica del Estado nación, a saber Gobierno (tanto nacional como estadales y municipales), Industria (incluyendo la pública, privada y mixta), Instituciones Universitarias y Poder Popular, que se encuentran y confluyen en el actuar cotidiano de la transformación económica y social que construye día a día al cumplimiento de las políticas públicas a través de soluciones provistas por cada uno de ellos o en conjunto; es la participación y el compromiso de cada hombre y mujer en la ciencia y la tecnología con diferentes estadios, formales e informales, de estudios, saberes y conocimientos, tanto ancestrales como ortodoxos y contemporáneos, los que hacen posible, visible y plausible el impacto de las soluciones que este capítulo se esmera en presentar.

Ciencia ciudadana como defensa ante el asedio

La imagen clásica de las actividades de I+D+i es aquella a puerta cerrada, en laboratorios de universidades, hospitales e industrias, con resultados solo revelados en publicaciones revisadas por pares, luego leídas por otras y otros científicos o protegidas en forma de propiedad intelectual o pasan a bibliotecas que nadie lee.

Sin embargo, en el marco del asedio por las MCU, la pandemia del COVID-19 expuso la enorme brecha que existe entre el público y la ciencia, sobre todo a la hora de comprender los resultados de los experimentos y sus implicaciones. Para algunos, el camino a seguir pasa por la Ciencia Ciudadana que, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), consiste en la colaboración voluntaria de las personas en la realización de I+D+i, incluyendo el diseño de experimentos, recolección de datos, análisis

de resultados y resolución de problemas. El término "ciudadana", según la misma fuente, se utiliza como sinonimía del "público en general" más que al ciudadano o ciudadana en la perspectiva del derecho que establece la Constitución en su Artículo 21 o la totalidad de su Título III. En Venezuela se ha hecho un largo, constante y político esfuerzo por evitar el uso de la expresión "público en general", en virtud de la funesta práctica según la cual el público es espectador y no héroe o heroína de su propia historia; en esencia el pueblo no es público, es poder en acción; es poder popular y actor y actora del Sncti que se seguirá mencionando en este texto. Haciendo, entonces, el ejercicio semántico, Ciencia Ciudadana es también "Ciencia del Pueblo" o "Ciencia del Poder Popular".

La idea que se destaca es que cualquiera puede participar en la "Ciencia del Pueblo", sin importar su edad o formación, siempre que disponga de tiempo, curiosidad y el fabuloso sentido de maravillarse ante la búsqueda de la verdad que la ciencia provee, sistemática en esencia y de aplicación universal.

La "Ciencia del Pueblo" tiene raíces históricas que se remontan a siglos atrás, cuando curiosos aficionados desempeñaron un papel fundamental en el avance del conocimiento científico. Es importante añadir un hecho controversial: la persona promedio hoy es más preparada y educada que hace 100 años, a lo que se suma la ubicuidad del Internet y dispositivos móviles que revolucionan el acceso al dato, pero (también) la producción de ellos (que de otro modo sería imposible obtener), permitiendo la recopilación de información a una escala sin precedentes.

Los y las científicas del poder popular también aportan una perspectiva única, con una visión de los datos que expertos podrían pasar por alto o que les elude por su proximidad a la propia investigación. En la actualidad, las iniciativas de "Ciencia del Pueblo" van desde la vigilancia del ambiente pasando por el análisis de datos astronómicos, e incluso la recolección de información geológica relevante para estudios sismológicos; esto es, desde los confines del cosmo hasta el centro de la Tierra.

La "Ciencia del Pueblo" ha sido un factor fundamental en la producción de las soluciones antibloqueo y está presente en buena parte de las soluciones aplicadas en el campo y diversas áreas de conocimiento que se leen en este capítulo. Se habla, de esta manera, de la vívida y real participación, como actores y actoras (no como público en general) del Poder Popular en la edificación de las actividades de I+D+i, que incluye invariablemente a la comunidad científica del sistema; lo que recuerda la máxima de Frank Zappa, quien solía decir que "sin desviarse de la norma, el progreso no es posible", al tiempo que "no existe una mejor prueba del progreso de una civilización que la del progreso de la cooperación" (John Stuart Mill).

Soluciones antibloqueo por áreas de conocimiento

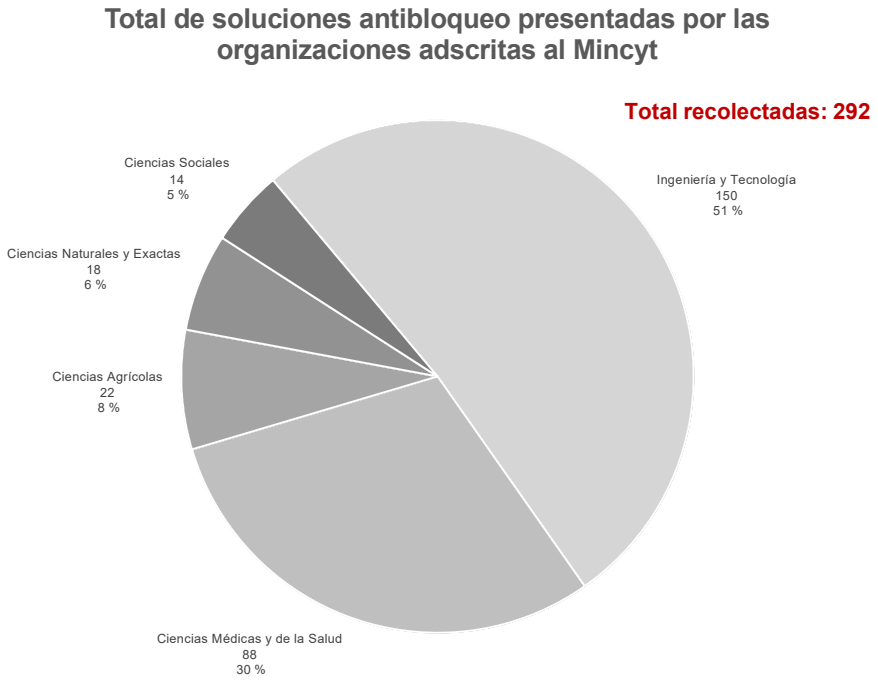
El Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (Mincyt), a través de sus entes adscritos, en esfuerzo conjunto con el amplio Sncti, incluyendo el poder popular y la inefable "Ciencia del Pueblo", ha encontrado soluciones donde otros han visto solo obstáculos. A través de competencias preexistentes y aquellas incorporadas virtuosamente gracias al camino recorrido en los últimos años se ha estructurado una política pública que ha refrendado la singular y ubicua importancia de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Son, los contenidos que leeremos más adelante, soluciones tangibles que evitan a toda costa estar represadas en los laboratorios y otros espacios de investigación, sino que es el territorio nacional la cápsula de Pietri y el talento dedicado a las actividades de I+D+i se encuentra más cerca que nunca de la utopía de construcción colectiva del Estado nación que deseamos.

En este contexto, el Mincyt ha logrado dar cumplimiento a las políticas públicas con 292 soluciones antibloqueo, que van desde el bienestar social de sus trabajadores y trabajadoras, pasando por la creación de prototipos generados en el país, generando sustitución de piezas y el diseño de estrategias y protocolos para el financiamiento de proyectos y consolidación de alianzas estratégicas internacionales en todas las áreas de conocimiento.

Vale destacar que, de acuerdo a la información recolectada y el análisis de las mismas, se destacan cinco áreas de conocimiento en las que el Sncti ha proporcionado de manera directa soluciones antibloqueo, las cuales se interrelacionan de manera multidisciplinaria y transdisciplinaria, lideradas por especialistas en cada una de ellas.

La capacidad de las instancias del Sncti para brindar soluciones, ayuda a comprender las oportunidades transdisciplinarias que posee el personal dedicado a I+D+i, así como las potencialidades de generar acciones alternativas que ayudan al Pueblo; reconociendo de esta manera, que el país tiene oportunidades tangibles de proveerse a sí mismo de un amplísimo abanico de oportunidades gracias a la cada vez más cercana Ciencia y Tecnología.

Este Capítulo se divide en cinco diferentes secciones que presentan un resumen de 42 soluciones antibloqueo de las 292 contabilizadas por el Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Oncti), desde donde se lleva el registro de "las necesidades, potencialidades, talentos, investigadoras, investigadores, científicas, científicos, innovadores, y capacidades existentes en el país en ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones" (Artículo 15 de la *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación* (2022). Cada sección está dedicada a una específica área de conocimiento que ayuda al lector a comprender con mayor soltura el esfuerzo y competencias para alcanzar la solución narrada, al



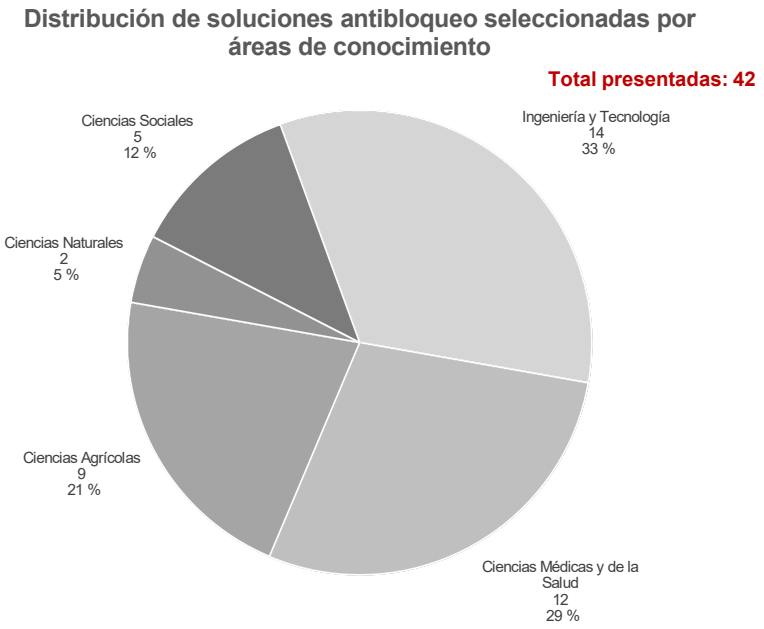


Gráfico Nº 1. Este libro dedica su especial atención a recolectar información inédita de las soluciones antibloqueo desde los espacios de Ciencia y Tecnología, a partir de los resultados tangibles, especialmente productivos, distribuidos por áreas de conocimiento (incluyendo subáreas y disciplinas) que enumera detalladamente el *Manual de Caracas*. Producto de la aplicación de rigurosos instrumentos entre todas las organizaciones adscritas al Mincyt y con la participación de todas sus máximas autoridades, se lograron representar un total de 292 soluciones antibloqueo (gráfica superior), con una distribución mayoritaria en Ingeniería y Tecnología, seguida de Ciencias Médicas. Después de efectuar el análisis e interpretación de cada una de ellas, se seleccionó un número manejable y presentable en este texto de 42 soluciones ante el bloqueo (gráfica inferior) que aquí se describe con singular detalle. Se hizo el esfuerzo de mantener las proporciones y la distribución de similar relación de soluciones por áreas de conocimiento. Son éstas la mejor evidencia de "El triunfo del ingenio: Ciencia y Tecnología ante el asedio"

tiempo que -siguiendo esta recomendación del *Manual de Caracas: Guía para la Recolección de Datos de Investigación y Desarrollo en Venezuela* (Oncti, 2023)- se puede, invariablemente, hacer seguimiento a los hallazgos científicos y tecnológicos que hoy se disfrutan.

El orden que se muestra comienza con Ingeniería y Tecnología, que -si bien transversal en varias soluciones antibloqueo- es la práctica que utiliza las ciencias naturales, las matemáticas y el proceso de diseño para resolver problemas técnicos, aumentar la eficiencia y la productividad y mejorar los sistemas, al tiempo que aplica conocimientos conceptuales para alcanzar objetivos prácticos, especialmente de forma reproducible, en esta sección se refieren los productos resultantes de los esfuerzos, incluyendo tanto herramientas tangibles, como utensilios o máquinas, como intangibles, como el *software*. Las soluciones siguen en el área de Ciencias Médicas y de la Salud, incluyendo la práctica del cuidado de los pacientes, gestionando el diagnóstico, pronóstico, prevención, tratamiento, paliación de sus lesiones o enfermedades, y promoviendo su salud, englobando una serie de prácticas sanitarias desarrolladas para mantener y restablecer la salud mediante la prevención y el tratamiento de las enfermedades; así mismo, esta área se centra en la atención sanitaria, como parte fundamental de sus investigaciones, relacionándose con múltiples disciplinas académicas, incluidas las disciplinas *STEM* (abreviatura del inglés *science, technology, engineering, and mathematics* o Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, en español) y las disciplinas emergentes de seguridad del paciente (como la investigación en atención social).

Después de estas dos áreas, se dedica una sección a las Ciencias Agrícolas, como campo multidisciplinar de la biología que abarca las partes de las ciencias exactas, naturales, económicas y sociales que se utilizan en la práctica y la comprensión de la agricultura, para -inmeditamente- presentar resultados en Ciencias Naturales, que se ocupa de la descripción, comprensión y predicción de los fenómenos naturales, basándose en pruebas empíricas procedentes de la observación y la experimentación.

Finalmente, este Capítulo culmina la exposición de años de creación de soluciones autóctonas y reproducibles con Ciencias Sociales, devota al estudio de las sociedades y de las relaciones entre los individuos que las componen, abarcando una amplia gama de disciplinas académicas, como la sociología, antropología, arqueología, economía, geografía, lingüística, administración o gerencia, estudios de comunicación, psicología, culturología, ciencia política, entre otras.

Sección 1

Revolución tecnológica con ingeniería nacional *(Soluciones en Ingeniería y Tecnología)*

Las soluciones antibloqueo brindadas en el área de conocimiento de Ingeniería y Tecnología aportan a la nación el reconocimiento de la continua y permanente presencia del Proyecto Bolivariano, con profesionales, científicos y tecnólogos, formados durante las dos primeras décadas del siglo XXI, quienes realizan investigaciones, desarrollan proyectos, innovan y buscan generar productos y servicios en un contexto que requiere de la creatividad y el ingenio de todas y todos para mantener el impulso y el desarrollo tecnológico del país.

Esta área de conocimiento es, efectivamente, transversal a otras, favoreciendo con su aporte y procesos innovadores el impulso de las acciones esenciales para atender las necesidades de la nación venezolana. Si bien un buen número de soluciones se encuentran en esta sección, el fin último es detallar la participación de los actores y actoras del Sncti demostrando su capacidad transdisciplinaria en contra del asedio.

A continuación, se presenta una selección de soluciones tangibles en esta área:

1. Cayapa Heroica

Las MCU han dificultado deliberadamente el acceso a partes, piezas y repuestos para la reparación e incluso revisión de equipos sofisticados de salud pública. Estas medidas se hicieron tangibles, a través de la negativa manifiesta de algunas empresas especializadas para suministrar, realizar mantenimiento y/o reparación de equipos médicos de crucial importancia en la preservación del bienestar de los neonatos, incluyendo -para ejemplificar- incubadoras y otros equipos.

Ejemplo de ello, es lo que ocurrió con la empresa *Mouser Electronics* (EE. UU.) en el suministro de componentes electrónicos para la reparación de equipos médicos, o *Equilab Científica* (representante autorizado de *Labconco*, EE. UU., para la venta y suministro de lubricantes para reparar el liofilizador del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel, o la contundente negativa de la empresa *Computer Simulation Technology AG* (Alemania) de renovar la licencia de *software* perpetua (adquirida en 2011), la cual garantiza los derechos de uso de una versión de manera indefinida, utilizada en el desarrollo y simulación de componentes de telecomunicaciones y electrónicos.

A esto, se sumó el sensible aumento de costos de importación de materiales, componentes y *software* utilizados en los proyectos de I+D+i con impacto en la gestión pública; como fue el caso de la licencia aportada por *Altium Designer Academic Program* que fuere presupuestada por un monto de $450,00, en 2017, e inexplicable y prohibitivamente en $7.000,00, en agosto de 2020, un aumento de 1.500 %.

En la búsqueda de soluciones, y gracias a las prolijas competencias de los profesionales del Mincyt y otras instancias del Sncti, el 26 de septiembre de 2018, se creó el Plan Nacional Cayapa Heroica para la recuperación de equipos vitales en hospitales e instituciones del país.

El Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Telecomunicaciones (Cendit) inició el abordaje con insumos y componentes disponibles en sus laboratorios, recuperando inicialmente 40 equipos, entre incubadoras y máquinas de fototerapia, como el que se muestra en la imagen. Progresivamente, en esta acción, se incorporaron más de 100 profesionales en las distintas especialidades (científicos y tecnólogos venezolanos) pertenecientes a las disciplinas estratégicas en ciencia, tecnología, salud pública, telecomunicaciones, energía eléctrica, infraestructura y agroalimentación.

Foto N° 1. El personal técnico del Cendit se afana en la recuperación de uno de los equipos de fototerapia del Hospital Victorino Santaella que esperaba la reparación por parte del sector Industria, pero que se demostró incompetente para lograr su puesta en funcionamiento. Fuente: Mincyt, diciembre de 2022.

A partir de esta experiencia positiva, se generaron estrategias de formación a un nuevo y creciente número de personal técnico para la atención a mayor escala de la demanda de equipos que se encontraban técnicamente fuera de servicio.

En virtud del éxito, el plan se extendió progresivamente a otro tipo de equipamientos y maquinarias, aumentando paulatinamente la complejidad del abordaje inicial. En la actualidad, el Plan Nacional Cayapa Heroica es conducido por varias organizaciones del Mincyt y, al momento de redactar esta sección, ha logrado recuperar 5.222 equipos en todo el territorio nacional, con la virtud que, no solo se han incluido incubadoras y equipos médicos sino también, ha logrado expandirse a otros campos como el petrolero, telecomunicaciones, agricultura, educación, minería, entre otros.

Foto N° 2. Una incubadora, como la que se observa en la imagen del Hospital Victorino Santaella, es un aparato utilizado para mantener condiciones ambientales adecuadas para un neonato, usualmente útil en partos prematuros o para algunos bebés a término. Las MCU prohibieron el acceso a partes y piezas para mantener su vida útil, creando un saldo indeseado que fue atendido con formidable éxito por especialistas del Cendit. Fuente: La Inventadera, diciembre de 2022.

Gracias a la consolidación de once brigadas nacionales de especialistas o "cayaperos" se logró la consolidación de las competencias de los profesionales en la inspección, diagnóstico, análisis y reparación de equipos sensibles, promoviendo la independencia tecnológica y generando ahorros tangibles para el Estado venezolano que, hasta el primer trimestre de 2024, ascendieron a los $45 millones. Estos logros han sido acompañados de sólidos procesos de transferencia de competencias y formación de centenares de trabajadores y trabajadoras de los campos abordados, para que -con las nuevas competencias- logren sostener el esfuerzo de mantenimiento, preventivo y correctivo, de los equipos abordados sistemáticamente.

Foto N° 3. Actividades continuas de revisión, reparación y suministro de partes y piezas de equipos fuera de servicio se realizaron en todo el Sistema Nacional de Salud para coadyuvar con sus principios de universalidad, participación, complementariedad, coordinación y calidad, como esta que se muestra con una "cayapera" recuperando el funcionamiento de una incubadora neonatal. Fuente: Mincyt, 24 de diciembre de 2020.

2. Recuperación de Empresa de Producción Social

La empresa *Alina Foods,* C.A., ubicada en Caño Tigre, estado Mérida, cerró sus puertas en 2015, alegando insuficiencia en la asignación de divisas para mantenerse activa, dejando sin trabajo o ingresos a 172 trabajadoras y trabajadores y sus 516 familiares, afectándolos de forma directa y de manera indirecta a un total de 2.800 personas en el municipio y sectores aledaños. Esta empresa procesa rubros locales como papa y plátano y se especializa en la elaboración y empaquetado de productos *snack* (aperitivos de hojuelas de papas fritas, platanitos, rizadas, entre otros).

Desde ese mismo año, las y los obreros organizados comenzaron los trámites legales para tomar el control de la planta y reactivar los procesos, convirtiendo a esta en una Empresa de Producción Social (EPS).

Foto N° 4. Conjuntamente con la fuerza laboral de *Alina Foods*, C.A., Cenditel apoyó activamente desarrollando las estrategias ingenieriles y tecnológicas como alternativas para el rescate de las líneas de producción de la empresa. Fuente: Cenditel, octubre de 2022.

En 2022, al momento de realizar el inventario de funcionamiento, de los cuatro procesos de empaquetamiento, se encontraba en funcionamiento una única línea, en virtud de que las MCU impedían contratar a empresas que otrora prestaban el servicio especializado de mantenimiento correctivo, cambio de piezas y repuestos de maquinaria y equipos, dificultando el sostenimiento efectivo de la nómina de las cuatro líneas de producción, con la disponibilidad de una sola en funcionamiento, lo que comprometía el sano funcionamiento de la empresa, a lo que se suma la repercusión en la manufactura de productos alimenticios para la población.

En este sentido, el equipo de *hardware* del Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (Cenditel) realizó un diagnóstico en comunión

con las y los trabajadores, logrando colocar los brazos mecánicos y armado de la empaquetadora y de la selladora vertical; luego de realizar su mantenimiento correctivo, cambiaron las chumaceras de una de las bandas transportadoras, se colocaron las correas de la empacadora automatizada "V Máxima B800", se avanzó en la completa reconstrucción de otra del tipo "Compak II", y se comenzó con las pruebas para la graduación del empaque, sellado y cortado. También fueron reconstruidos por completo los hornos eléctricos, utilizados en el laboratorio de control de calidad de la planta, implementándoseles una conversión, de analógicos a digitales, garantizando la exactitud de la temperatura y la posibilidad de programar el funcionamiento. Asimismo, fue construida una sección del ducto para salida de gases en uno de los freidores industriales, componente que sustituyó un tramo muy deteriorado, que había fallado en las jornadas habituales de la empresa. Finalmente, se revisaron y pusieron en marcha las unidades de aire acondicionado en las diferentes áreas del galpón.

Foto N° 5. El trabajo colaborativo entre *Alina Foods*, C.A. y el Estado venezolano data de 2015, cuando el Gobierno y los trabajadores asumieron las riendas de la empresa, luego de que los propietarios la abandonaran. Por entonces, se comenzaban a agudizar los efectos del asedio financiero internacional contra Venezuela. Los esfuerzos conjuntos del Mincyt, clase trabajadora y la comunidad científica lograron sortear los efectos de las MCU. Fuente: Cenditel, 18 de octubre de 2022.

Aunado a estos logros e recuperación integral, Cenditel proveyó una línea adicional de producción (bombo, vibradora, freidora, banda transportadora, máquina de pesaje y empaquetadora), transfirió competencias y *know-how* de los procesos de reparación y mantenimiento de equipos industriales a las y los trabajadores, logrando, además, documentar muchos de sus procesos, empleando el conocimiento empírico de la clase obrera.

Gracias a este esfuerzo científico, y eminentemente tecnológico, se logró el sostenimiento del escalamiento productivo agrícola y de procesamiento de alimentos, al tiempo de asegurar la fuente de trabajo de 172 trabajadoras y trabajadores y sus 516 familiares; y de manera indirecta a un total de 2.800 personas en

el municipio y sectores aledaños, a través de una inversión de $35.000 del Mincyt, competentes hombres y mujeres de Cenditel y del poder popular, lo que en líneas generales representa una inversión por debajo de lo estimado, en las relaciones de gastos que llevaba la empresa cuando era de propiedad privada.

Foto N° 6. Los trabajadores de *Alina Foods* C.A., organizados como una fuerza de rescate ingenieril, movilizan uno de los tambores giratorios para condimentar, después que fuere reconstruido por los talentos de Cenditel. Fuente: Cenditel, octubre de 2022.

3. Tintas y polvos para detección de huellas dactilares

Las MCU han limitado a las instituciones de seguridad ciudadana del Estado la obtención de tintas y polvos para detección de huellas dactilares que eran importadas, lo que tiene un evidente impacto en la identificación de individuos de manera precisa en escenas del crimen. Así mismo, la capacidad de identificar rápidamente a personas sospechosas o con antecedentes criminales puede ayudar a prevenir futuros delitos, considerando su importancia en el cumplimiento de protocolos indispensables en los procesos judiciales.

El Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) en coordinación con el Cuerpo de Investigaciones Científicas, Penales y Criminalísticas (Cicpc) desarrolló en sus laboratorios las tintas y polvos para detección de huellas dactilares, garantizando y fortaleciendo la cooperación interinstitucional en el seno gubernamental, así como la sustitución completa de las importaciones de tintas y polvos generado en otros países, lo que contribuye al posicionamiento del IVIC como proveedor nacional confiable a los cuerpos de seguridad ciudadana.

Desde el punto de vista económico, el desarrollo de estos componentes en el país, garantizan el fortalecimiento del modelo productivo interno, la independencia tecnológica soberana, innovando y fabricando los insumos

Foto N° 7. La comunicación, formación y transferencia de conocimientos es privilegiada entre el IVIC y el Cicpc, lo que ha permitido conocer en especial detalle las capacidades del Sncti y las competencias de los hombres y mujeres que le integran. Fuente: Prensa del IVIC, diciembre de 2023.

requeridos de seguridad que requiere el sistema de defensa soberano de la nación, lo que genera un ahorro para la nación por costo de un frasco de polvo para huellas dactilares (de 250 g) que representa una inversión $30, los cuales ahora son provistos por una organización confiable y nacional.

4. Compuesto químico luminol

El luminol es una sustancia química que presenta quimioluminiscencia, con un resplandor azul, cuando se mezcla con un agente oxidante apropiado. Los investigadores forenses utilizan el luminol para detectar trazas de sangre en las escenas del crimen, ya que reacciona con el hierro de la hemoglobina, a su utilidad se suma que los biólogos lo utilizan en ensayos celulares para detectar cobre, hierro y cianuros, así como proteínas específicas mediante *western blotting*.

Foto N° 8. Especialista del IVIC y del Cicpc verifican pruebas de luminol y fosfatasa ácida prostática, empleadas en el análisis forense. Fuente: Prensa del IVIC, mayo de 2022.

Debido a las MCU, el país fue limitado en la adquisición de luminol, así como los reactivos necesarios para el procesamiento de las evidencias, siendo imposible su importación causando el deleznable efecto en los órganos de seguridad ciudadana. Dichas acciones impulsaron al IVIC en coordinación con el Cicpc al desarrollo, en sus propios laboratorios forenses, del luminol con las especificaciones indispensables que lo hacen útil para la reconstrucción de escenas del crimen, entre otras.

La contribución del Sncti desde el aspecto científico-tecnológico para el fortalecimiento de la seguridad ciudadana, permite el trabajo en conjunto para servir a Venezuela y generar las innovaciones tecnológicas necesarias que posicionan al país en los primeros puestos a nivel mundial en el análisis de evidencias físicas.

En este sentido, la sustitución de las importaciones de luminol (cuyo costo por litro es de $50), mejora significativamente la capacidad de disposición del químico en los procesos de investigación que permite detectar y analizar la evidencia crucial en escenas del crimen, facilitando la resolución de casos, contribuyendo a la administración de justicia y a la seguridad pública en general.

Foto N° 9. El presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Nicolás Maduro Moros, observa con atención una demostración sobre el uso de luminol en los laboratorios del Cicpc, San Agustín, Caracas. Fuente: Avance, agosto de 2016.

5. Producción de imágenes satelitales

Una de las razones que impulsó al Gobierno Bolivariano a embarcarse en las demandantes tareas de diseñar e implementar una política pública en materia aeroespacial, fue el "paro sabotaje petrolero convocado por la élite meritocrática de Pdvsa, la oposición venezolana y el Gobierno de EE. UU., a partir de diciembre de 2002" (OVA, 2024). Superado este evento, tal como lo declaró el entonces presidente Hugo Rafael Chávez Frías, desde la Refinería de El Palito, el 9 de febrero

de 2003, sentenciando "Hemos derrotado el golpe petrolero, fascista, terrorista"; Venezuela se encaminó hacia la transformación aeroespacial, adquiriendo tecnología propia, a través de las alianzas estratégicas con países que respetan la soberanía de nuestro Estado nación, para apropiarse progresivamente, con sus propios especialistas venezolanos, de las tecnologías estratégicas que proporcionaran la deseada independencia y soberanía al pueblo venezolano al escudriñar su territorio y las comunicaciones en sus espacios soberanos. Así, el 29 de octubre de 2008 se lanzó el primer satélite artificial propiedad del Estado venezolano, con el objetivo de facilitar el acceso y transmisión de servicios de datos por Internet, telefonía, televisión, telemedicina y tele educación, entre otros; conllevando a la creación de una infraestructura que acompañara este esfuerzo, incluyendo una Estación Terrena de Control principal y un Telepuerto, El Sombrero, estado Guárico, y una segunda Estación de Respaldo ubicada, Luepa, estado Bolívar. A este esfuerzo le acompañaron otras iniciativas de satélites de observación terrestre.

Sin embargo, las MCU, hicieron imposible la adquisición de repuestos, mecanismos e insumos para el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas terrestres de control y aplicación satelital, debido a las restricciones impuestas para la negociación e importación de este tipo de suministros necesarios para el apropiado funcionamiento y desarrollo de proyectos tecnológicos.

Foto N° 10**.** El equipo de investigadores e investigadoras, personal técnico y de apoyo del ABAE labora todos los días del año en la producción, resguardo y monitoreo de imágenes satelitales de amplio, soberano e intrínseco valor, útiles para todos los sectores del Sncti. Fuente: ABAE, 2024.

Gracias a la labor continua y sofisticada de los competentes investigadores e investigadoras de la Agencia Bolivariana de Actividades Espaciales (ABAE) y la inversión del Ejecutivo Nacional en soluciones satelitales soberanas (incluyendo *Venezuelan Remote Sensing Satellite* o Percepción Remota Satelital Venezolana o

simplemente *VRSS*) se han multiplicado las soluciones que se producen desde sus espacios. El suministro de imágenes satelitales, *set* de datos de percepción remota de los satélites Miranda y Sucre y los productos de valor agregado, han permitido atender a organismos del Estado e instituciones públicas para la protección de reservas forestales y parques nacionales, protección de comunidades indígenas, monitoreo de áreas protegidas, supervisión de impactos causados por actividades antrópicas, revisión continua de cuencas hidrográficas, estudios en espacios acuáticos, análisis y atención de riesgos, protección agroalimentaria, exploración de minerales, estudios sobre crisis climática, protección de sistemas de energía eléctrica, incluyendo los más exactos contenidos para la defensa de la Guayana Esequiba, entre otros.

Durante la vida útil del Satélite Miranda se generaron 658.717 escenas en diez años de operaciones, que forman parte del reservorio de datos satelitales del Estado venezolano para su actual y futuro uso por los entes gubernamentales. Esta cantidad de imágenes satelitales representan un monto actual cercano a los $145 millones, sin incluir los productos temáticos que se han generado a partir de las mismas, siendo un activo del Estado que está permanentemente a la disposición de las partes que lo requieran, lo que ha evitado la adquisición de imágenes satelitales a otros proveedores internacionales con similar nivel especificaciones técnicas, con el denotado riesgo de las seguras restricciones que impondrían las MCU.

El Satélite Sucre, con más de seis años de vida útil (superando los cinco años para los cuales fue diseñado), funciona con normalidad y ha generado, hasta el momento, 913.702 imágenes satelitales, con un valor cercano a los $790 millones.

La labor útil de productos obtenidos soberanamente con ambos satélites suma más de un millón y medio de imágenes satelitales, capturadas autónomamente con un equipo altamente capacitado y bajo control del Estado nación, representando un ahorro de servicios cercano al millardo de dólares.

Dentro de las acciones implementadas para enfrentar las MCU, es importante destacar la cooperación bilateral con China, con respeto a los límites de soberanía en acceso al dato, ha sido clave en la continuidad de las operaciones satelitales y en la asistencia técnica presencial y remota para los sistemas que están instalados, además de los suministros de repuestos e insumos que no se producen a nivel nacional, incluyendo la formación profesional, conceptualización y desarrollo de nuevos proyectos relacionados con el ámbito de la percepción remota satelital y sus aplicaciones.

La prioridad del ABAE se ha concentrado en la atención a organismos públicos del Estado a través de la tecnología satelital disponible, extendiéndose servicios satelitales comerciales a todo organismo, privado o mixto, que -al

Foto N° 11. Imagen producida por el satélite venezolano Miranda, primer satélite de observación remota de Venezuela. A la fecha, los satélites de observación han producido 1,5 millones de imágenes hechas a la medida, representando un ahorro soberano cercano a los $800 millones. Fuente: Prensa del Mincyt, octubre de 2022.

mismo- provee soluciones, más allá de los espacios públicos, para el desarrollo de exploraciones en nuestro territorio. Adicionalmente, se han establecido relaciones con organismos multilaterales, con quienes se han suscrito cartas de acuerdo en proyectos como aquel del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (Minec) para la protección forestal.

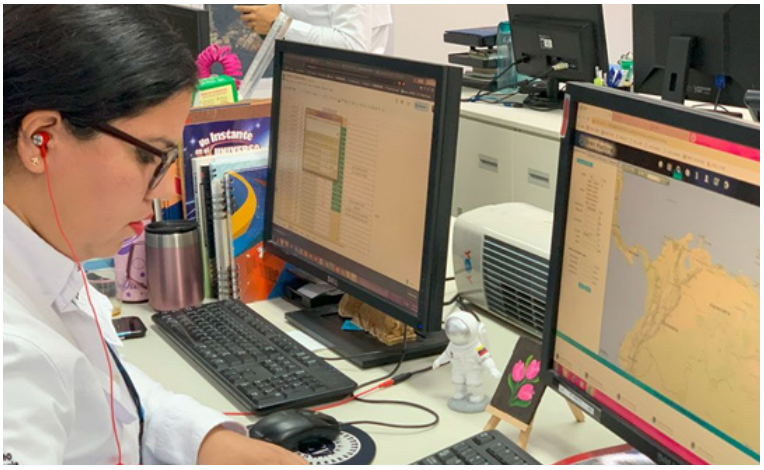


Foto N° 12. El análisis de las imágenes verifica la calidad de las mismas y proporciona la información necesaria de acuerdo a los requerimientos que orientan los contenidos de I+D+i. Las imágenes satelitales son útiles para estudiar el clima, la vegetación, la contaminación, la geología, la topografía y la planificación urbana, entre otros casos de uso; también se utilizan para hacer mapas y para monitorear desastres, como terremotos, inundaciones y huracanes. Fuente: ABAE, 2024.

6. Cartuchos especiales para aeronaves

Venezuela tiene una alta demanda de combustibles sólidos que actúan como una partícula energética que se utiliza para distintas aplicaciones, estos propergoles sólidos son una fuente de energía termoquímica que se utiliza en determinados vehículos como medio de propulsión, y que no necesita del aire atmosférico para funcionar. La Aviación Militar Bolivariana emplea los propergoles en la silla de eyección de los aviones de combate F-16, así como en el avión de entrenamiento T-27 Tucano. Estos dispositivos son perecederos y requieren de un reemplazo periódico de acuerdo a los criterios preestablecidos por el fabricante, partiendo de la naturaleza degradable de las mezclas con las que están fabricados.

Debido a la implementación de las MCU ha sido imposible acceder a estos cartuchos especializados que inciden directamente en la operación y disponibilidad de nuestras aeronaves que son inversamente proporcionales al ejercicio de la soberanía en el territorio nacional.

Foto N° 13. El presidente de Múröntö: Centro de Innovación para el Desarrollo, vicealmirante Roberto Betancourt A., Ph. D., en coordinación con el CNTQ proveyeron soluciones a los obstáculos que ha encontrado la Aviación Militar Bolivariana en la adquisición de partes y piezas para mantener sus aeronaves defendiendo la soberanía nacional. Fuente: Correo del Orinoco, mayo de 2013.

Entendiendo el positivo impacto de garantizar la disponibilidad de equipos y servicios orientados a la caracterización de los cartuchos en condiciones de oportunidad, entre 2015 y 2016, se acondicionaron y equiparon los laboratorios de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Aviación (DIDA) con el aporte y participación de Müröntö: Centro de Innovación para el Desarrollo y del Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ), para realizar los análisis requeridos para el diagnóstico de los dispositivos, junto con la adquisición de insumos y reactivos necesarios para su funcionamiento.

Adicionalmente, se realizó la formación del personal en las técnicas de laboratorio que posteriormente se emplearían en estos espacios de I+D+i. Entre los 2016 y 2023, se diagnosticó y extendió la vida útil de 364 cartuchos especiales, instalados en el sistema de eyección de las aeronaves F-16, Tucano y Karakorum-8 o K-8; así como del sistema de extinción de incendio y sistema de cohetería, empleando métodos de caracterización por diferentes técnicas instrumentales para el manteniendo del apresto operacional en defensa del territorio aéreo nacional, completamente hecho en Venezuela y con talentos venezolanos.

Foto N° 14. Los aviones caza polivalente F-16B del Grupo Aéreo de Caza N°16 "Dragones" recibieron el servicio especializado de reparación de los cartuchos de diferentes cadenas píricas, gracias a la labor científica conjunta de Müröntö, CNTQ y la transferencia tecnológica a la División de Ingeniería y Desarrollo Aeroespacial (Dida). Fuente: Aviación Militar Bolivariana, 2023.

Así mismo, se formaron a técnicos vinculados al proyecto, en materia de Manejo de Sustancias Químicas y Materiales Peligrosos; Espectroscopia de Infrarrojo (IR) con Transformada de Fourier y análisis termogravimétricos, que fortalecieron las capacidades operativas del equipo de trabajo involucrado en el proyecto, asociado a la transferencia del conocimiento que ha permitido que la Aviación Militar Bolivariana pueda operar con un mayor grado de independencia, al eliminar la necesidad de adquirir estos dispositivos en mercados restringidos alevosamente, incrementando la soberanía e independencia tecnológica en la Defensa de la Nación. Estas labores de I+D+i entre sectores del Sncti tienen un claro y evidente provecho en los sistemas de aviones F-16, Tucano y K-8 de la Aviación Militar Bolivariana, extendiendo su vida útil y manteniéndolos en el aire. Se desarrollaron 364 cartuchos de propergoles que -en otras condiciones- se hubieran tenido que importar (si las MCU lo hubieren permitido), al tiempo que se ejerció soberanía tecnológica en el sector defensa.

Los costos de estos cartuchos, con especificaciones militares, oscilan entre $500 y $5 mil cada uno, los cuales son producidos en la actualidad en los laboratorios del CNTQ por una fracción de ese precio representando un ahorro soberano de $1,8 millones, sosteniendo el esfuerzo de la vida útil de las aeronaves que defienden el territorio nacional desde los espacios aéreos.

7. Sistema Operativo Canaima GNU/Linux

La función principal del sistema operativo de las computadoras personales y portátiles es la de controlar todos los recursos de *hardware* como la gestión de memoria, almacenamiento en disco, uso de periféricos y gestión de interfaces de red y la de controlar todos los procesos y protocolos a nivel de *software* para de esta manera hacer que el sistema operativo funcione de manera correcta. Sin embargo, gran parte de los programas que facilitan el día a día en estas actividades poseen regulaciones en los aspectos más básicos de su uso. Las MCU han favorecido estas regulaciones, afectado grandemente el acceso a los sistemas operativos comerciales, limitando a diferentes sectores y a la población, al prohibir o entorpecer el acceso al *software*, dándole un carácter privativo, incluyendo sus sucesivas actualizaciones de las cuales se estima que cada año se generen unos 500 millones de licencias de sistemas operativos en el mundo.

Foto N° 15. La *Ley de Infogobierno* define *software* libre como el "Programa de computación en cuya licencia el autor o desarrollador garantiza al usuario el acceso al código fuente y lo autoriza a usar el programa con cualquier propósito, copiarlo, modificarlo y redistribuirlo con o sin modificaciones". Las actividades de I+D+i han prevenido el brutal impacto en el acceso a *softwares* privativos. Además, desde los espacios de Industria Canaima, se revisa la calidad de la integración de *software* y *hardware* de cada equipo. Fuente: CNTI, agosto, 2023.

En este sentido, el Centro Nacional de Tecnologías de Información (CNTI) desarrolló el Sistema Operativo Canaima GNU/Linux como respuesta

a la necesidad de migrar a *software* libre los sistemas, proyectos y servicios del Gobierno Nacional y como parte de los requerimientos de la comunidad de *Software* Libre, estudiantes y ciudadanía en general. A esto se suma que, desde el 17 de agosto de 2014 entró en vigencia la *Ley de Infogobierno*, norma que promueve el uso prioritario de *software* libre en la administración pública nacional, para establecer los principios, bases y lineamientos que rigen el uso de las tecnologías de información en el poder público y el poder popular, y mejorar la gestión y los servicios que recibe la ciudadanía.

Esta iniciativa redujo la dependencia tecnológica a proveedores extranjeros y garantizó el acceso a una plataforma robusta, segura y adaptable a las necesidades específicas del país.

Foto N° 16. El *software* desarrollado por el CNTI se ha hecho público y está disponible para quien lo necesite. En el acto de lanzamiento de la versión 7.0, la "ministra Gabriela Jiménez" explica que "Canaima GNU/Linux es un *software* desarrollado en términos de soberanía y de independencia para Venezuela con altos estándares en materia de Tecnología de la Información y Comunicación". Fuente: Industria Canaima, 19 de agosto de 2022.

La migración del Sistema Operativo *Software* Libre Venezolano "Canaima GNU/Linux" en sus distintas versiones proporciona diversos recursos en miras a la transformación digital del Estado venezolano y la optimización de sus procesos, los cuales contribuirán al fortalecimiento y modernización de la gestión pública nacional.

Este sistema operativo, disponible de forma libre y gratuita, brinda excepcionales beneficios a la comunidad, y constituye un reimpulso a la independencia tecnológica del país a través de la implementación de plataformas que sirven de apoyo para que las instituciones del Estado, incluyendo el Sistema Educativo Nacional, y sus dos subsistemas, como a las y los usuarios en general, y puedan desarrollar su propia versión del Sistema Operativo Canaima, adaptándola

a los requerimientos que puedan surgir, evitando gastos en la adquisición de licencias privativas y fomentando el aprendizaje colectivo.

Actualmente, se han beneficiado casi 29 mil personas, representando un ahorro en gastos de inversión en sistemas operativos del orden de los $43,5 millones.

Foto N° 17. Personal técnico y especialistas de Industria Canaima durante la participación del Taller Teórico-Práctico para el conocimiento y dominio del proceso de instalación de la nueva versión de *software*. Fuente: CNTI, agosto de 2023.

8. Desarrollo de capacidades para la fabricación de piezas y *software* de alta precisión en la industria

Uno de los efectos más inmediatos y visibles de las MCU es el deterioro de la infraestructura industrial. Las restricciones comerciales limitan la capacidad de las empresas venezolanas para importar materias primas y componentes esenciales para la producción. El asedio ha paralizado sectores industriales clave, llevando a la pérdida de empleos y la disminución de la producción interna. La imposibilidad de acceder a tecnologías y maquinaria moderna también frena el desarrollo industrial, afectando la competitividad y la innovación. Como resultado, las economías se vuelven más dependientes de industrias obsoletas, incapaces de satisfacer las necesidades de la población.

A pesar de ello, el IVIC ha fortalecido la infraestructura física y tecnológica de varias empresas a nivel nacional, mediante la actualización y modernización de plataformas y sistemas obsoletos. La solución implementada consistió en el diagnóstico exhaustivo que ha permitido identificar un inventario de equipos y materiales obsoletos y al mismo tiempo facilitó, con el personal de I+D+i del instituto, la conceptualización, migración, sustitución y modernización de plataformas.

A pesar de las MCU y las injustas dificultades asociadas, el IVIC ha encontrado soluciones para lograr decenas de acciones en apoyo al sector industrial, entre las que destacan:

a. Desarrollo de técnicas y metodologías para evaluar la calidad y el funcionamiento seguro de equipos eléctricos de aceite, así como verificar la pureza, concentración y composición de líquidos (aceites, alcoholes y solventes).

b. Caracterización de materiales y ensayos de resistencia mecánica que permiten someter las piezas a condiciones representativas de su vida útil, determinando parámetros como dureza, tracción, pandeo, torsión y resiliencia.

c. Fabricación de piezas mecánicas y componentes metálicos de alta precisión, mediante *software* de control numérico y manufactura asistida por ordenador, creando instrucciones detalladas para máquinas de control numérico por ordenador, optimizando la fabricación y agilizando el proceso de producción en el sector industrial.

Esta iniciativa, ya consolidada en las actividades de I+D+i del IVIC, ha ahorrado cientos de miles de dólares que contribuyen a los avances en el sector industrial y benefician a diversas instituciones públicas, centros de I+D+i y empresas privadas.

Igualmente, la industria de hidrocarburos, farmacéuticos, agricultura, entre otros, se han beneficiado de los ensayos desarrollados, a la medida, por el IVIC, así como la optimización, fabricación y aceleración en el proceso de producción, extendiendo la vida útil de maquinarias, equipos, modelos de negocios, rescatando y creando, por extensión, puestos de trabajo.

Foto N° 18. Técnico del IVIC, parte del sistema de I+D+i, dedicado a la fabricación y reparación de equipos empleados tanto en el instituto, como para la empresa pública, privada y mixta. Fuente: IVIC, enero de 2021.

9. Sistema de control de ascensores eléctricos

Las MCU tienen un profundo impacto en la calidad de vida de la población venezolana, a menudo de forma inesperada y generalizada. Las mal llamadas sanciones económicas han obstaculizado gravemente la capacidad de importar piezas y equipos necesarios para el mantenimiento y la reparación de infraestructuras críticas, incluidos los ascensores de edificios residenciales y comerciales. Los ascensores, aunque a menudo se dan por sentados, son cruciales para la comodidad diaria y la accesibilidad de millones de personas, especialmente en las estructuras de gran altura comunes en las zonas urbanas.

A medida que las MCU limitan la disponibilidad de tecnologías y maquinaria modernas, el mantenimiento de la infraestructura existente se hace cada vez más difícil, lo que provoca averías frecuentes y cortes prolongados. Esta situación no es un mero inconveniente, sino que afecta significativamente a la vida cotidiana de los residentes, en particular de los ancianos, los discapacitados y las personas con problemas de salud que dependen de los ascensores para desplazarse por los edificios de varias plantas. La imposibilidad de reparar o sustituir las piezas defectuosas de los ascensores deja a muchas personas varadas en sus casas o las obliga a emprender extenuantes subidas, lo que agrava el estrés físico y emocional. Este declive de la fiabilidad de las infraestructuras pone de relieve un problema más amplio de reducción de la competitividad y la innovación en el sector.

Además de los desafíos físicos tangibles, no se puede subestimar el impacto psicológico de vivir en tales condiciones. La incertidumbre constante y el deterioro de los servicios básicos fomentan un sentimiento de impotencia y frustración entre la población. Además, la carga económica que supone reparar o sustituir infraestructuras sin acceso a piezas asequibles presiona aún más las finanzas familiares, ya de por sí al límite por la inflación y la escasez. Así pues, el efecto de las MCU va más allá de las estadísticas económicas, impregnando profundamente la vida cotidiana de los ciudadanos y erosionando la calidad de vida en general al limitar el acceso a servicios y tecnologías esenciales.

En este escenario, la Fundación Instituto de Ingeniería para Investigación y Desarrollo Tecnológico (FII) creó un sistema de control inteligente de ascensores, completamente diseñado y construido con talento y materiales nacionales, incluyendo los subsistemas de apertura y cierre de puertas, frenado, iluminación, llamado de ascensor, en suma, el control del ascensor. Este sistema marca una importante etapa hacia la consolidación de un sistema nacional de producción científico tecnológica, ya que el mismo fue ensamblado con partes y piezas que se consiguen en el mercado venezolano, lo cual replantea la lógica de resolución de problemas, la respuesta del Estado y del Sncti a la demanda nacional.

Foto N° 19. El sistema de control inteligente garantiza el uso adecuado de los ascensores, elevando la calidad de vida de los usuarios en diferentes espacios, desde la seguridad hasta la tranquilidad del fácil acceso a los espacios y del manejo seguro de los mismos. Fuente: Oncti, julio de 2024.

La expresión de la solución aportada es la exitosa incorporación de este sistema de control en los ascensores de hospitales y centros de salud del país, mejorando la calidad del servicio en el traslado de pacientes, con impacto significativo en el bienestar de la población atendida en dichos centros.

Otra gran ventaja funcional, consiste en que el diseño del sistema de control fue pensado de manera modular, por lo que el cambio o reparación de uno de los módulos es menos costoso que el de una tarjeta completa, marcando así una invalorable ventaja en la optimización de los recursos de la nación.

10. Rescate de la red sismológica de banda ancha

Las MCU que impiden el acceso a partes, piezas y componentes especializados afectan gravemente las redes sismológicas del país. Estas redes son de especial importancia y cruciales para la detección y monitoreo de la actividad sísmica en todo el territorio nacional, y dependen de tecnologías hechas a la medida y mantenimiento regular. Sin la posibilidad de adquirir o reparar los equipos necesarios debido a las restricciones impuestas por las MCU, muchas estaciones sismológicas caen en la obsolescencia programada, lo que reduce drásticamente la precisión y fiabilidad de los datos sismológicos, comprometiendo la capacidad de detectar y analizar movimientos sísmicos en tiempo real.

Este deterioro en las capacidades de monitoreo sismológico tiene serias implicaciones para la población y el sistema de gestión de riesgos, pues sin información precisa y oportuna sobre la actividad sísmica, se dificulta la emisión de alertas tempranas, esenciales para la preparación y respuesta ante terremotos. A esto se adiciona, que la ausencia de alertas adecuadas aumenta la vulnerabilidad de las comunidades, que no pueden tomar medidas preventivas ni evacuar a tiempo en caso de terremotos destructores. Además, la falta de datos fiables impide la planificación efectiva y la implementación de políticas de mitigación del riesgo sísmico, exponiendo a la población a mayores peligros y potenciales pérdidas humanas y materiales.

Foto N° 20. Sismólogos de Funvisis y del equipo de instrumentación electrónica inspeccionan y reparan, con ingenio venezolano, la estación sismológica de Puerto La Cruz. Fuente: Funvisis, noviembre de 2023.

La red sismológica venezolana de banda ancha, junto a las redes acelerográficas, geodésicas y locales, fueron erigidas luego de una millonaria inversión en los primeros tres años de Gobierno del presidente Hugo Rafael Chávez Frías, estimadas con una vida útil de 15 años. La negativa de las empresas como *Nanometrics* (Canadá) y *Güralp* (Reino Unido) para proveer presupuestos destinados a

partes, piezas y equipos de las redes, ha afectado sensiblemente su funcionamiento y disponibilidad.

Ante este escenario, el equipo de I+D+i de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis) desarrolló un sistema de reparación de sensores con repuestos y talentos venezolanos que han logrado extender sensiblemente la vida útil de la red sismológica de banda ancha de 15 años a 22 años. A este meticuloso sistema se une la formación y comunicación con países aliados en la investigación sismológica que, a la vez, ha permitido la actualización de aplicaciones de análisis de la forma de onda, *software* que también está bloqueado al país.

Foto N° 21. Funvisis necesita diferentes modelos de estaciones sismológicas para monitorear el amplio sistema de fallas geológicas del país, para lo que ha distribuido varias decenas de sismómetros de banda ancha con comunicación satelital en lugares agrestes. Lamentablemente, los pocos proveedores de equipos especializados se han negado a proveer materiales y equipos. Fuente: Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis), mayo de 2023.

Gracias a la labor permanente y sin descanso del equipo de Funvisis, la red sismológica de banda ancha, cuyo tiempo de vida útil estaba considerada hasta 2018, se mantiene en funcionamiento con 14 estaciones mantenidas por los investigadores e investigadoras de Funvisis, al tiempo que el centro de datos y análisis se encuentra en funcionamiento logrando disminuir los tiempos de análisis de 20 minutos a 14 minutos en promedio y una sólida comunicación (redundante por varias vías) con el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo. De esta manera, gracias a las experticias de los sismólogos venezolanos, se ha extendido la vida útil de la red sismológica de banda ancha otros siete años.

11. Desarrollo soberano de aplicaciones hechas a la medida del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

Las MCU tienen efectos significativos en el desarrollo y sostenimiento de aplicaciones y otros *softwares*, en virtud de que los desarrolladores pierden acceso a herramientas especializadas, bibliotecas, *frameworks* y plataformas que son esenciales para crear y mantener aplicaciones; incluyendo herramientas de desarrollo de *software*, servicios de nube y plataformas de distribución de aplicaciones. Así mismo, sin acceso a actualizaciones y parches, el *software* se vuelve vulnerable a fallos de seguridad y *bugs* que no pueden ser corregidos, lo que puede poner en riesgo tanto a los desarrolladores como a los usuarios finales del *software*. A esto se suma que las licencias de *software*, que a menudo requieren renovaciones periódicas, pueden expirar y no ser renovables debido a las limitaciones impuestas por las MCU, obligando al Gobierno y empresas a buscar alternativas menos eficaces o más costosas, o incluso operar sin licencias, lo que puede ser ilegal. Además, las restricciones en plataformas de distribución (como *Apple Store* o *Google Play*) pueden limitar la capacidad de los desarrolladores para distribuir sus aplicaciones a una audiencia global, afectando potencialmente los ingresos y la sostenibilidad del proyecto.

Para el Sncti, en las filas de investigadores e investigadora del Mincyt, se desarrollaron las siguientes soluciones:

a. Registro Nacional de Investigadores e Investigadoras (ReNII), en su primera versión, y el renovado Registro Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación (Recitven), segunda y mejorada versión, que permite identificar las competencias del talento humano capaz de construir soluciones científicas y tecnológicas a problemas complejos y encontrar las respuestas a las necesidades reales y sentidas de la población, actuales y futuras.

b. Sistema de ficha técnica personal de la ciencia, que facilita el registro de información relacionada con el personal científico del órgano competente en Ciencia, Tecnología e Innovación, recopilando datos personales, información profesional y académica, detalles del núcleo familiar, historial laboral, experiencia relevante, área de I+D+i, reconocimientos y publicaciones. Además, se incluyen detalles sobre los proyectos en los que participa, su línea de I+D+i y el progreso alcanzado hasta el momento.

c. Sistema registros de capacidades informáticas, empleado para la captación de talento humano en las áreas de informática y ciencias de la computación en territorio venezolano.

Todas estas aplicaciones y soluciones tecnológicas, además del positivo impacto en el desarrollo continuado y soberano de aplicaciones útiles para el Gobierno Nacional y la deseada Transformación Digital que facilita los procesos

indispensables y elimina la burocracia, resuelven problemas a las organizaciones beneficiadas, estableciendo una relación ubicua con el pueblo venezolano, al tiempo que impulsa las actividades de I+D+i, dándole una inusitada visibilidad que, como círculo virtuoso, apoya la acción bidireccional: Pueblo y Gobierno.

Foto N° 22. Imagen de la plataforma del Recitven, desarrollado por un equipo de especialistas de la Dirección de Transformación Digital del Mincyt, junto al Oncti, para identificar las competencias del talento humano capaz de construir soluciones científicas y tecnológicas a problemas complejos como los que se exponen en el presente Capítulo, facilitando así la articulación de científicas y científicos, tecnólogas y tecnólogos en la red de I+D+i más grande del país. Fuente: Oncti, mayo de 2024.

Un caso emblemático es la visibilidad del personal dedicado a I+D+i que, al momento del lanzamiento del ReNII, se encontraba en 16 mil investigadores e investigadoras (período 2013 a 2022), una herramienta tecnológica que le brindó visibilidad y voz a otros 18 mil hombres y mujeres de las ciencias que, actualmente y con el lanzamiento de la Gran Misión Ciencia, Tecnología e Innovación Dr. Humberto Fernández-Morán, suman un aproximado de 34 mil personas dedicadas a I+D+i bajo el nombre de Recitven, destacándose como el único registro a nivel nacional que recopila, categoriza y sistematiza los datos referidos al personal de investigación, apoyo y administrativo que tributa a nivel nacional a la investigación e innovación en Venezuela.

Además, se ha fortalecido el cumplimiento de los aportes de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones estableciendo la mejor comunicación posible con la industria, la universidad y el propio Gobierno.

12. Desarrollo soberano de plataformas en otros campos del Gobierno

Los servicios *web* y las plataformas en línea también se ven gravemente afectados por las MCU, provocando el bloqueo de servicios de registro de dominios, plataformas de alojamiento y proveedores de infraestructuras en la nube, lo que interrumpe la disponibilidad y fiabilidad de los sitios *web*. Esto, no solo afecta

a las empresas, sino que también dificulta el acceso a servicios en línea fundamentales para la población, como el comercio electrónico, la educación en línea y los servicios gubernamentales.

Venciendo las MCU, se logró el diseño y desarrollo de páginas *web* con información detallada sobre la institución, su misión, visión, funciones, servicios, y cualquier otro contenido relevante en las siguientes organizaciones: Mincyt, Telecom Venezuela, Sistema de Aporte del Fondo de Investigación y Desarrollo de las Telecomunicaciones (Fidetel) (abreviado Safid), Sociedad de Venezolana de Microscopía y Microanálisis, Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Fundacite) Trujillo, Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas (Inzit), Centro Biotecnológico para la Formación en la Producción de Semillas Agámicas (Cebisa) y, adicionalmente, al Congreso de Seguridad de la Información (Consi).

Igualmente, se desarrolló el servicio de correo electrónico para la comunicación y colaboración dentro y entre las instituciones, brindando una plataforma segura, con capacidad de almacenamiento e integración con herramientas institucionales, políticas de retención y control administrativo, en Fidetel, Fundacites a nivel nacional, Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (Celac) y al Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel (Inhrr).

Foto N° 23. Especialista técnico del CNTI programando tecnologías libres, seguras y de calidad, apoyando la gestión de la Aministración Pública Nacional, la comunidad organizada y al poder popular, además de contribuir con la creación de una sólida industria nacional de *software* bajo los principios de la soberanía nacional. Fuente: Mincyt, abril de 2023.

El desarrollo local de páginas *web* para instituciones públicas y la creación y administración de servicios de correo electrónico para entes estratégicos del Gobierno Nacional, en el contexto de un brutal bloqueo, ofrece ventajas significativas al reducir la dependencia de servicios fuera del país y garantizar la seguridad

y el control de la información sensible. Estas iniciativas promueven la autonomía tecnológica y la eficiencia en la comunicación y difusión de información, facilitando el acceso público a servicios gubernamentales y promoviendo la transparencia y la participación ciudadana en la gestión estatal. Además, contribuyen al desarrollo de talentos locales en tecnologías de la información y la comunicación, fortaleciendo la capacitación y empleabilidad de profesionales en el sector digital.

13. Fabricación de cascos para pilotos de aviones de combate y helicópteros

Las MCU han originado un incremento significativo en los precios de los insumos y una inusual e indeseada dificultad para la adquisición internacional de equipos de apoyo a las operaciones militares, dentro de los cuales se encuentra el casco de vuelo, implemento que garantiza la protección del piloto evitando o reduciendo las lesiones en la cabeza; llegando inclusive, a salvar la vida humana en ciertas circunstancias.

Foto N° 24. El CNTQ junto a la División de Ingeniería y Desarrollo Aeroespacial de la Aviación Militar Bolivariana, desarrollaron la fabricación de cascos de alto vuelo, que requieren los pilotos de los componentes de toda la Fuerza Armada Nacional Bolivariana. En la foto se puede observar al personal técnico en labores de desarrollo del casco. Fuente: CNTQ, julio de 2023.

Además de proteger su cabeza de golpes, sobre todo en caso de eyección, los cascos de las aeronaves van equipados con una máscara de oxígeno (que suministra este elemento en la proporción adecuada en función de la altura de vuelo), equipada con una válvula de inhalación y una válvula de exhalación. El piloto se pone esta máscara en cuanto se cierra la cabina, se la mantiene puesta durante el vuelo y no se la quita hasta que la cabina se vuelve a abrir. La máscara de oxígeno incluye un micrófono, conectado al sistema de comunicaciones del avión,

al igual que sendos auriculares situados en el interior del casco. Su empleo en las operaciones aéreas es obligatorio.

En 2022, en un esfuerzo conjunto entre el CNTQ y la Aviación Militar Bolivariana, se consolidó el desarrollo de un proyecto que logró la fabricación de un total de 40 cascos de vuelo, que cumplen con los estándares nacionales e internacionales, junto a mejoras importantes para la optimización de su diseño (peso ideal, sistemas integrados de comunicación y detalles de acabado final).

El diseño, desarrollo, fabricación y certificación de los cascos de combate y de helicóptero que son utilizados por el grupo de entrenamiento aéreo N° 14 en el curso de formación de los pilotos de combate de la Aviación Militar Bolivariana con las capacidades instaladas en el país fue desarrollado en tres fases, logrando la fabricación de 40 prototipos a un costo de $700 cada uno, contra el precio en el mercado de $2.300, acumulando un ahorro de $65.800; pudiendo ahora, con la experiencia y competencias ganadas, escalarse hacia otras áreas de protección con especificaciones militares, incluyendo futuras órdenes para las nuevas promociones de oficiales y técnicos de toda la fuerza armada.

Foto N° 25. Durante años, estos cascos fueron comprados por Venezuela a empresas extranjeras, especialmente aquellos destinados para pilotos de aviones caza como los F-16. El mantenimiento desde Venezuela estaba asignado a los técnicos especialistas en protección a las tripulaciones, pero las MCU hicieron que la realidad diera un giro y promovió que la necesidad se convirtiera en una oportunidad para la creación, innovación y fortalecimiento de la unión cívico-militar-científica. Fuente: CNTQ, julio de 2023.

14. Fabricación del conjunto de paracaídas de frenado para los Sukhoi 30MK2

Las MCU perturban gravemente el sector de la aviación al restringir el acceso a piezas de repuesto esenciales para las aeronaves, lo que provoca la inmovilización de estas, compromete la seguridad y genera ineficiencias operativas.

Las implicaciones más amplias de estas restricciones ponen de relieve la naturaleza interconectada de las cadenas mundiales de suministro y la importancia crítica de mantener un acceso abierto a los recursos tecnológicos e industriales para la seguridad y fiabilidad del transporte aéreo. Además, el asedio afecta sensiblemente el presupuesto nacional, perturbando la adecuada preservación de los equipos que custodia el Gobierno Bolivariano. Tal es el caso del inventario de los paracaídas de frenado del sistema Sukhoi 30MK2, que ha disminuido a niveles críticos y con mínimas posibilidades de lograr reemplazos por el fabricante a corto o mediano plazo. La Aviación Militar Bolivariana contaba con siete paracaídas en existencia ya dispuestos para su uso en aviones activos y se estimaba que podían estar operativos hasta noviembre de 2024. Esta situación afecta directamente la disponibilidad del sistema de seguridad, limitando el número de vuelos que emplea cada aeronave, comprometiendo la capacidad de respuesta para la defensa de los espacios aéreos del Estado nación.

Foto Nº 26. Un paracaídas de frenado está diseñado para desplegarse desde una aeronave en rápido movimiento para reducir la velocidad, proporcionar control y estabilidad al aterrizar. En comparación con un paracaídas convencional, este es más alargado y tiene una superficie mucho menor; puede desplegarse a velocidades a las que los paracaídas convencionales se desgarrarían. En la imagen, un avión Sukhoi 30Mk2 muestra su paracaídas de frenado desplegado luego del aterrizaje. Fuente: Aviación Militar Bolivariana, 21 de julio de 2020.

En la búsqueda de soluciones prácticas y factibles a la problemática, el CNTQ, en conjunto con la Aviación Militar Bolivariana, diseñó, desarrolló y fabricó varios conjuntos de paracaídas de frenado con materia prima disponible en los anaqueles del mercado nacional para mantener el apresto operacional de los Sukhoi 30MK2.

El desarrollo del prototipo de paracaídas de frenado de este sistema de armas representa un verdadero ahorro de divisas, con un costo de adquisición 85 % menor al paracaídas comercial, que demandaba de una inversión de $25.667,00 cada uno, contra el costo de desarrollo individual por los científicos venezolanos de $3.850,00.

Otra ventaja significativa es que el tiempo de fabricación es menor al tiempo de procura al adquirir los paracaídas mediante un proceso de importación. Por ahora, se estima una demanda de un par de docenas de paracaídas al año, lo que -hechos en Venezuela- significa un ahorro de $500 mil anuales.

Sección 2

Ingenio patriótico por la salud del pueblo
(Soluciones en Ciencias Médicas y de la Salud)

Durante los primeros 12 años de la Revolución Bolivariana, se trazó un número significativo de planes, programas y proyectos que posicionaron el área de Ciencias Médicas y de la Salud, como uno de los sectores necesariamente privilegiados y accesibles del mundo, incluyendo la incorporación de profesionales de la salud provenientes de Cuba, como parte del Convenio Bilateral Cuba Venezuela, con el objetivo de brindar atención directa a la población de los sectores vulnerables, y la formación de profesionales con una visión humanista desde la medicina preventiva. Esta estrategia trastocó todos los espacios, más allá de la atención directa al paciente, invitando a los profesionales del Sncti a realizar investigaciones en esta área del conocimiento, fortaleciendo diferentes centros de investigación del país y promoviendo la creación de otras instancias afines en la materia, potenciando las capacidades de hospitales, hospitales universitarios, laboratorios, clínicas, instituciones universitarias, entre otros.

Los avances y procesos que se venían gestando en la primera década del siglo XXI apuntaban hacia un sistema de salud incluyente, por lo que el desarrollo científico y tecnológico en el área de las Ciencias Médicas y de la Salud registraban procesos hacia el mismo horizonte, es decir, gradualmente Venezuela estaba desarrollando una dinámica que favorecía la salud pública en una lógica capitalista. Sin embargo, estos avances no pudieron soslayar el impacto de las MCU, mermando el impulso que sostenía el país en la materia, disminuyendo significativamente la presencia de profesionales altamente capacitados en la República, así como el deterioro del equipamiento, espacios y calidad de los procesos. Un ejemplo se abordó en la sección anterior, al reconocer la situación actual que encontró la Cayapa Heroica en material médico especializado.

Las MCU tienen un impacto profundo y a menudo devastador en el sector salud, creando (criminal y deliberadamente) escasez de medicamentos esenciales, equipos médicos y acceso a tecnologías que compromete considerablemente la atención a los pacientes, aumenta las tasas de mortalidad y agrava las crisis de salud pública. Las graves consecuencias de estas medidas ponen de relieve la urgente necesidad de mitigar sus efectos adversos sobre la salud y el bienestar del pueblo.

De acuerdo al OVA (2021), a raíz del bloqueo y las medidas coercitivas aplicadas contra el país, se han generado impedimentos de transferencia a bancas para poder ejecutar contratos y convenios que están vigentes, sin poderse honrar la cláusula de desembolsos de anticipo para la adquisición de medicamentos anti tuberculosos, medicamentos hospitalarios y crónicos, reactivos de

laboratorio y banco de sangre, planta de osmosis, hemodiálisis, insumos para el Hospital Cardiológico Infantil Latinoamericano Dr. Gilberto Rodríguez Ochoa, insumos para la reactivación y fortalecimiento de la empresa del estado Quimbiotec, vehículos, vacunas, medicamentos y reactivos para banco de sangre, a través de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Para octubre 2020 se mantenían bloqueados cerca de $18,5 millones que estaban destinados específicamente a la adquisición de insumos y equipos. Por otra parte, grandes laboratorios de las trasnacionales como Bayer, Pfizer, Sanofis, Novartis cerraron operaciones en el país dejando carente al mercado nacional de fármacos.

Sin embargo, la multidisciplinariedad y la transdisciplinariedad de distintas áreas de conocimiento y sus profesionales en esta área de conocimiento en I+D+i han brindado significativos aportes para la sostenibilidad.

A continuación, se describe una selección de soluciones antibloqueo que destacaron por las características que, en esta área de conocimiento, representa un aporte de extraordinaria envergadura a la salud, bienestar y resguardo del pueblo venezolano, así como un aporte al desarrollo científico y tecnológico del Estado nación.

1. Planta de irradiación de rayos Gamma

La falta de acceso a la esterilización de productos desechables de uso médico, farmacéutico, cosmético y de alimentos, es una variable de elevado impacto en el ámbito de la salud, y las MCU parecen estar redactadas para convulsionar este importante sector de la sociedad venezolana.

La esterilización es un proceso crucial que asegura que los instrumentos y herramientas estén libres de microorganismos patógenos, garantizando la seguridad y eficacia en su uso. La ausencia de este proceso puede tener múltiples y graves consecuencias en una suerte de espiral en el aumento de infecciones nosocomiales, complicaciones en procedimientos quirúrgicos, deterioro de la atención en cuidados intensivos, impacto en la administración de medicamentos, producción y control de calidad en la industria farmacéutica, contaminación en productos cosméticos y de alimentos, repercusiones en el control de epidemias, reducción de la eficiencia de los organismos de salud de la República e impacto psicológico en el personal sanitario, por mencionar solo algunas.

Es el caso que la Planta de Esterilización por Rayos Gamma (Pegamma), del IVIC, se ha visto afectada por la pospuesta repotenciación y adquisición del radioisótopo Cobalto 60, lo que ocasiona, entre otras, el retraso en la entrega de material médico quirúrgico estéril, daños al material y la posible pérdida de una infraestructura de calidad competitiva y única en el país. A pesar de ello, los científicos y científicas del IVIC lograron saldar los obstáculos y sostener las capaci-

dades radiactivas proveyendo un sistema completamente operativo y funcional, minimizando las afectaciones de los servicios; siendo que hoy Pegamma tiene activo todos los servicios, contribuyendo con las respuestas al país en el sector industrial, salud, farmacéutico, cosmético, entre otros. Así mismo, junto a la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA), se coordinó la transferencia de conocimiento en el área y posible financiamiento para la obtención de los lápices de cobalto.

En términos de futuribles, estas acciones impulsadas por el Mincyt detuvieron el potencial aumento de infecciones nosocomiales en el país, evitó las complicaciones en procedimientos quirúrgicos, impidió el deterioro de la atención en cuidados intensivos, sostuvo la producción y control de calidad en la industria farmacéutica, al tiempo que frenó cualquier contaminación en productos cosméticos y de alimentos, manteniendo la eficiencia del sistema de salud del país. Salvar vidas es el efecto más visible y deseado.

Foto N° 27. Inspectores de Salvaguardia del Organismo Internacional de Energía Atómica validando la calidad de los espacios de Pegamma, ubicada en el Centro de Física del IVIC, para asegurar los protocolos de seguridad del espacio. La radiación gamma es una onda electromagnética que atraviesa el producto sin dejar energía ni cambiar sus propiedades. Solo afecta a los organismos vivos. Fuente: Prensa IVIC, octubre de 2021.

2. Desarrollo de la prueba Helicotest (despistaje de *Helicobacter pylori*)

Las MCU han demostrado el impacto significativo en la disponibilidad de las pruebas de detección del *Helicobacter pylori* (*H. pylori*), como la prueba del antígeno fecal del *Helicobacter pylori* (HpSA), la prueba del aliento con urea y otras herramientas de diagnóstico. En el caso que ocupa el desarrollo de esta solución antibloqueo, la bacteria *H. pylori* es una bacteria que infecta al estómago, tiene la capacidad de afectar la capa protectora que recubre el revestimiento del estómago y del intestino delgado, y es el principal agente bacteriano asociado a diversas enfermedades gastrointestinales, como las úlceras pépticas y el cáncer

gástrico; siendo una de las bacterias patógenas más comunes, con una alta prevalencia reportada en Venezuela (de 38 % a 95 % de la población). La detección y el tratamiento eficaces son cruciales para prevenir estas afecciones y mejorar los resultados en materia de salud pública. El asedio ha dificultado el acceso a estas pruebas diagnósticas esenciales de varias maneras, incluyendo la interrupción de las cadenas de suministro de diagnósticos médicos, lo que tiene consecuencias negativas para la salud de las poblaciones afectadas. Las medidas han restringido la importación de los reactivos, kits y equipos necesarios para realizar las pruebas de detección de *H. pylori*.

Foto N° 28. Investigadora del IVIC realiza un análisis a las muestras tomadas con la Prueba Helicotest (despistaje de *H. pylori*) por medio del microscopio electrónico. Fuente: Prensa del IVIC, 2023.

Las MCU han afectado el acceso a medicinas y equipos de salud sofisticados. La importación de medicamentos esenciales y la disponibilidad de tecnología médica avanzada se vuelve imposible, afectando la capacidad de los organismos de salud para ofrecer tratamientos adecuados. Enfermedades crónicas que requieren medicamentos constantes, como la arriba mencionada, se convierten en sentencias de muerte para aquellos que no pueden obtener sus medicinas.

El diagnóstico de la infección se realiza, frecuentemente, en biopsias gástricas mediante PCR; mientras que el jugo gástrico y las biopsias esofágicas podrían ser utilizados también como muestras alternativas para determinar la infección. En respuesta a estos retos, el IVIC desarrolló una prueba cualitativa rápida que acompaña la detección en biopsias gastroesofágicas tomadas por endoscopio (médico gastroenterólogo) llamada Helicotest. Esta prueba se fundamenta en una reacción enzimática, en el cual, la presencia de la bacteria (enzima ureasa) en el tejido gastroesofágico es observada por un cambio de coloración en el medio de fabricación (sustrato urea) de amarillo (negativo) a fucsia (positivo) en 15 mi-

nutos a temperatura ambiente. Pruebas comerciales similares han sido diseñadas en Estados Unidos de Norteamérica y Europa, pero sus costos son elevados, en comparación con Helicotest.

La fabricación local de kit Helicotest en tejidos gástricos infectados, ha significado un acceso, sin precedente, a soluciones hechas en los laboratorios de I+D+i del Sncti, al tiempo que significa un ahorro sustancial en la adquisición de otros métodos de diagnóstico más costosos. El método venezolano se desarrolló pensando en la población más vulnerable.

3. Desarrollo del kit de diagnóstico serológico de la enfermedad de Chagas o Mal de Chagas

Otro efecto devastador de las MCU se aprecia en la red hospitalaria del país, sean de fondos públicos o privados, enfrentando una escasez de suministros básicos, donde las cirugías y tratamientos avanzados se vuelven inaccesibles. En este sentido, la mortalidad infantil y materna aumenta, y las enfermedades prevenibles resurgen debido a la falta de vacunas y atención médica adecuada.

Foto N° 29. Investigadora del Laboratorio de Fisiología de Parásitos del Centro de Biofísica y Bioquímica del IVIC, experimenta para el desarrollo del kit de diagnóstico serológico de la enfermedad de Chagas o Mal de Chagas. Fuente: Prensa del IVIC, 2022.

Ante este escenario, el equipo de I+D+i de la Corporación para el Desarrollo Científico y Tecnológico (Codecyt) junto a Diagnóstico y Genética, Diagen, C.A., desarrolló el kit *CruziELISA* para el diagnóstico serológico de la enfermedad de Chagas en humanos. Ésta es una enfermedad infecciosa causada por un parásito protozoario (*Trypanosoma cruzi*). Sin embargo, esta afección es el resultado de un problema de salud complejo típico de las enfermedades tropicales desatendidas y de las enfermedades socialmente determinadas. Un diagnóstico erróneo o tar-

dío con un tratamiento y seguimiento inexistentes o incompletos puede hacer que esta infección sea potencialmente letal. La enfermedad de Chagas afecta a entre seis y siete millones de personas, la mayoría de ellas en América Latina.

La implementación de estos kits ha permitido la producción nacional de pruebas ampliamente necesitadas por la organización de salud del país, significando -además- un ahorro sustancial de divisas y un incentivo a la producción nacional desde el sector farmacéutico.

Foto N° 30. Los *Triatominos* son los únicos vectores de la Enfermedad de Chagas en el hombre (enfermedad inflamatoria e infecciosa) producida por el protozoo *Tripanosoma cruzi*. Estadísticamente hablando, al menos tres de cada diez personas infectadas de Chagas desarrollan daños cardíacos, que les impiden actividades sencillas como subir escaleras; en tanto, otro 10 % de los infectados sufre agrandamiento en el esófago, la vesícula o el colon. Fuente: Instituto de Medicina Tropical de la Universidad de Venezuela, 2022.

4. Desarrollo del kit de diagnóstico serológico de *leishmaniasis visceral*

Las MCU han provocado importantes dificultades para acceder a suministros médicos, incluidas pruebas diagnósticas siendo capaces de proveer tratamientos subóptimos para diversas afecciones. La falta de un cribado oportuno y preciso puede hacer que las infecciones no tratadas progresen a enfermedades más graves, aumentando la carga del sistema de salud y afectando negativamente a otros pacientes.

La *leishmaniasis visceral* es una enfermedad parasitaria sistemática que afecta principalmente a grupos de edad más vulnerables como los niños menores de cinco años y los mayores de 50 años, así como, a los adultos con presencia

de comorbilidades o condiciones de inmunosupresión como VIH-SIDA; según la Organización Panamericana de la Salud (2023) si no es tratada de forma oportuna, puede evolucionar con una tasa media de letalidad del 8,2 %.

Foto N° 31. El doctor Gustavo Benaim, jefe de la Unidad de Señalización Celular y Bioquímica de Parásitos de la Dirección de Salud de la Fundación Instituto de Estudios Avanzados (IDEA), realiza análisis de muestras de sangre, extraídas con el kit de diagnóstico serológico de *leishmaniasis visceral*. Fuente: IDEA, agosto de 2023.

Ante estas circunstancias, expertos en la materia del Mincyt, junto a Diagnóstico y Genética, Diagen, C.A., lograron la producción nacional del kit *LeishVElisa* (humana) como ensayo inmunoenzimático para detectar *in vitro* anticuerpos IgG específicos contra *leishmaniasis visceral* en muestras de suero y plasma de humanos. Este logro ofrece ventajas significativas y tangibles, particularmente en el contexto criminal de las MCU, reduciendo la dependencia de importaciones costosas y sujetas a restricciones, generando ahorros sustanciales en los costos de salud pública. Además, permite una distribución más rápida y accesible, facilitando el diagnóstico temprano y el tratamiento oportuno, lo cual es crucial para salvar vidas. Estos beneficios se reflejan en una disminución de la mortalidad y morbilidad asociada a esta enfermedad parasitaria, mejorando la salud y el bienestar de la población afectada y aliviando la carga sobre el sistema sanitario.

5. Desarrollo del kit de diagnóstico serológico de *leishmaniasis visceral* canino

La escasez de suministros básicos es uno de los efectos de las MCU, donde pruebas de diagnóstico y tratamientos en general se vuelven inaccesibles. En este sentido, la mortalidad infantil y materna aumenta, y las enfermedades prevenibles resurgen debido a la falta de vacunas y atención médica adecuada a las personas con mayor índice de vulnerabilidad.

Como se adelantaba en la solución anterior, la *leishmaniasis visceral* es una enfermedad infecciosa de evolución crónica, causada por un protozoario, *Leishmania infantum*, que afecta al hombre y a los caninos. Es transmitida principalmente por la picadura del vector *Lutzomyia longipalpis*.

Foto N° 32. De acuerdo a estudios en la materia, la *leishmaniasis visceral* canina es endémica en la mayor parte del país siendo los perros jóvenes adultos entre 2 y 8 años de edad los más susceptibles de adquirir la enfermedad. El kit desarrollado en Venezuela facilita el ensayo para el despistaje en canes domésticos que podrían ser reservorios del parásito. En la imagen se observa los efectos en un paciente. Fuente: Jacal Mothe, 9 de mayo de 2008.

El desarrollo en nuestro país del kit *LeishVElisa* (canino) como ensayo inmunoenzimático para detectar *in vitro* anticuerpos IgG específicos contra *Leishmaniasis visceral*, en muestras de suero y plasma de caninos facilita el ensayo para el despistaje en perros domésticos que podrían ser reservorios del parásito en zonas endémicas, para el seguimiento y evolución de la enfermedad en perros.

Nuevamente, el desarrollo de este kit de diagnóstico serológico reduce la dependencia de importaciones y los costos asociados, generando ahorros sustanciales para el sistema de salud pública, permitiendo una distribución más rápida y accesible, facilitando -además- el diagnóstico temprano y el tratamiento adecuado para perros, que son reservorios clave de la enfermedad. Esto no solo mejora la salud animal, sino que también reduce la transmisión a humanos, salvando vidas y mitigando el impacto de la *leishmaniasis visceral* en la comunidad, aliviando así la presión sobre los recursos sanitarios.

6. Desarrollo del kit de diagnóstico de COVID- 19 *in vitro* anticuerpos IgG

El 11 de marzo de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS), dado los niveles alarmantes de propagación y gravedad de la epidemia de la COVID-19, decidió decretar el estado de pandemia, en el entendido que no era solo una cri-

sis de salud pública, sino una crisis que afectaría a todos los sectores, por lo que cada sector y cada individuo debía participar de manera activa en la lucha, y se requería la necesaria la coordinación entre los gobiernos y sociedad, construyendo una estrategia integral para prevenir infecciones, salvar vidas y minimizar el impacto. A pesar de las recomendaciones de distintas instancias de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y los llamamientos para el levantamiento de las medidas restrictivas, la política de agresión de los EE. UU. y otros Gobiernos contra de Venezuela recrudeció en el contexto de la pandemia causada por la COVID-19, mediante la aplicación de nuevas y agresivas medidas coercitivas unilaterales en contra del Estado nación y el Gobierno Bolivariano.

Foto N° 33. Equipo de investigadores del Centro de Biología Molecular del IVIC, trabajando en los estudios y evaluación del comportamiento del virus SARC-CoV2 o COVID-19 en las distintas etapas de evolución para el desarrollo del kit de diagnóstico. Fuente: Mincyt, 2021.

En este sentido, enfrentar la pandemia en esas condiciones acarreaba un riesgo mayor de mortalidad, ya que, al no contar con los ingresos suficientes para comprar los medicamentos o las pruebas para realizar los diagnósticos, se enfrentaba un altísimo contagio. Ante este reto, la comunidad científica de expertos del IVIC investigó detalladamente el comportamiento del SARC-CoV2 o COVID-19 en el territorio, para ampliar la capacidad de diagnóstico de la enfermedad; estudios que fueron clave en la caracterización del virus desde el punto de vista molecular y virológico, para medir la actividad neutralizante del virus. A partir de estas investigaciones, se crean en el país las "Pruebas para SARC-CoV2 o COVID-19" facilitando el diagnóstico de este virus en los pacientes, principalmente venezolanos y venezolanas que arribaran al país desde diferentes partes del mundo.

A partir de estas actividades de I+D+i se desarrolla e implementa el kit *GAMÆlisa*® SARS-CoV-2 (COVID-19) IgG únicamente para uso de diagnóstico *in vitro*, formulado para la detección de anticuerpos IgG contra el SARS-CoV-2 (COVID-19) en suero o plasma humano.

El desarrollo en laboratorios nacionales de este kit de diagnóstico ofreció y ofrece significativas ventajas, redujo la dependencia de importaciones costosas, aseguró el suministro continuo de herramientas de diagnóstico cruciales para el despistaje y aplicación de los tratamientos necesarios. Además de los ahorros sustanciales en los costos de salud pública, la priorización de una detección rápida y accesible de la población, facilita la toma de decisiones informadas sobre medidas sanitarias y vacunación. La disponibilidad local de estos kits mejora la capacidad de respuesta ante brotes, resguarda las vidas del Pueblo venezolano al identificar rápidamente quienes han sido expuestos al virus, y contribuyó (y sigue asistiendo) a contener la propagación de COVID-19, aliviando la presión sobre el sistema de salud.

7. Desarrollo del kit de diagnóstico de COVID-19 *in vitro* anticuerpos IgM

En este mismo orden de hallazgos científicos en el país y como solución antibloqueo, destaca el desarrollo e implementación del kit GAMÆlisa® SARS-CoV-2 (COVID-19) para uso de diagnóstico *in vitro*, formulado para la detección de anticuerpos IgM contra el SARS-CoV-2 (COVID-19) en suero o plasma humano.

Foto N° 34. Durante la pandemia, el equipo de investigadores del Centro de Biología Molecular del IVIC, en articulación con el Sistema de Salud Pública Nacional, se mantuvo activo para hacer llegar a todos los rincones de Venezuela el kit de diagnóstico de COVID-19 *in vitro* con anticuerpos IgM y garantizar una atención de calidad a la población venezolana. Fuente: IVIC, 2022.

La principal diferencia entre el diagnóstico de COVID-19 *in vitro* para anticuerpos IgM y el de anticuerpos IgG radica en el momento de la infección en el que se detectan y lo que indican sobre la respuesta inmunitaria del paciente. El diagnóstico de COVID-19 basado en anticuerpos IgM se utiliza para identificar infecciones recientes o activas, mientras que el diagnóstico basado en anticuerpos IgG es útil para determinar infecciones pasadas y evaluar la inmunidad adquirida.

Ambos tipos de pruebas son complementarios y pueden proporcionar una visión más completa de la situación epidemiológica y la respuesta inmunitaria en la población.

8. Desarrollo del kit para la detección de anticuerpos IgG contra *Toxoplasma gondii*

Las MCU han afectado singularmente al acceso y uso de kits de diagnóstico para detectar *Toxoplasma gondii*, una infección parasitaria que puede causar graves problemas de salud, especialmente en mujeres embarazadas y personas inmunodeprimidas, que requiere un diagnóstico oportuno y preciso para prevenir complicaciones graves como la toxoplasmosis congénita y las infecciones sistémicas graves. Este parásito produce consecuencias como *coriorretinitis* (inflamación de la coroide, un recubrimiento de la retina profunda en el ojo) hidrocefalia, calcificaciones y retardo psicomotor, así como un cuadro visceral (*hepatoesplenomegalia, ictericia),* sepsis, entre otros perjuicios.

Una de las principales formas en que el asedio afecta al acceso a los kits de detección de *Toxoplasma gondii* es interrumpiendo las cadenas de suministro de diagnósticos médicos, afectando a los sectores financiero y comercial, dificultando la importación de suministros médicos esenciales, incluidos los kits de diagnóstico. Estos kits, que incluyen reactivos, anticuerpos y equipos especializados, suelen proceder de proveedores internacionales. Las restricciones financieras impiden las transacciones necesarias para adquirir estos kits de prueba, mientras que las barreras comerciales pueden retrasar o detener los envíos.

Foto N° 35. El doctor Juan Luis Concepción, creador de Diagen, C.A., afirma que "no es desarrollar un sistema de diagnóstico; es vencer la barrera psicológica que nos lleva a pensar que no podemos hacer nada. Cuando comparas este kit con cualquier sistema de diagnóstico, alemán, estadounidense o chino, no hay diferencia en el resultado, y es hasta mejor". Fuente: La Inventadera, 24 de junio de 2024.

Gracias al financiamiento que el Gobierno Bolivariano otorgó, a través del Mincyt, para la creación en 2016 de la empresa nacional Diagnóstico y Genética, Diagen, C.A., fundada por los doctores Juan Luis Concepción y Ana Cáceres, reconocidos investigadores de la Universidad de Los Andes, se logró desarrollar el kit *ToxoElisa*-IgG, en el diagnóstico *in vitro* para la detección de anticuerpos IgG contra *Toxoplasma gondii* en suero o plasma humano. La prueba en cuestión es un análisis de sangre que detecta anticuerpos contra el parásito *Toxoplasma gondii*.

El sistema de defensa natural del cuerpo (sistema inmunitario) produce estos anticuerpos si es que el individuo ha sido infectado por este diminuto parásito. La cantidad y el tipo de anticuerpos que tenga la muestra determinan si la infección es reciente o se produjo en el pasado. Si el paciente tiene el tipo de anticuerpos IgG, significa que la infección ocurrió en el pasado y el bebé no tiene ninguna posibilidad de contraer la infección. Si tiene el tipo de anticuerpos IgM, significa que la infección es reciente y el bebé tiene probabilidades de contraer la infección.

Foto N° 36. El kit ToxoElisa-IgG es un ensayo inmunoenzimático utilizado para la determinación cualitativa de anticuerpos IgG específicos contra el parásito *T. gondii* en muestras de suero y/o plasma humano como metodología para el diagnóstico de la infección por *T. gondii.* Este kit es utilizado especialmente en la población de mujeres durante el período de gestación y en individuos con algún tipo de inmunosupresión. Fuente: Prensa Polo Científico Tecnológico Venezolano, febrero de 2024.

La producción de este kit fortalece el sistema de salud público proveyendo herramientas de soberanía e independencia, dando prioridad a la detección rápida y accesible de infecciones pasadas por toxoplasmosis, crucial para la protección de mujeres embarazadas, pacientes inmunocomprometidos, salvando vidas al identificar la tipología de la enfermedad y del paciente y gestionando adecuadamente los riesgos asociados.

9. Desarrollo soberano de aplicaciones hechas a la medida del sistema de salud

El asedio que sufre Venezuela producto de las MCU imposibilita, por ejemplo, acceder a las actualizaciones de *software* y parches de seguridad necesarios que suponen un riesgo crítico. El desarrollo de aplicaciones depende de actualizaciones periódicas para mejorar la funcionalidad y la seguridad y, cuando los desarrolladores no pueden acceder a estas actualizaciones, sus aplicaciones y sistemas se vuelven vulnerables a brechas de seguridad y ciberataques, que pueden comprometer tanto los datos personales como la seguridad nacional. Además, las restricciones a las transacciones financieras internacionales dificultan a los desarrolladores la compra de licencias de alta calidad o la suscripción a servicios esenciales, lo que limita aún más sus capacidades y ahoga el potencial de innovación de los talentos dedicados a las actividades de I+D+i.

En aras de enfrentar el cerco restrictivo, los entes adscritos al Mincyt construyen alternativas para el acceso libre con *software* no privativos que trascienden las restricciones en plataformas de distribución permitiendo el acceso de sus aplicaciones a una amplia audiencia global. A continuación se enumeran las aplicaciones que están en uso como apoyo a las actividades de investigación en Ciencias Médicas y de la Salud, especialmente útiles en la recolección y sistematización de la información que demandan las actividades científicas y tecnológicas.

a. Sistema de Registro de VPH, permite el registro de las personas que han sido diagnosticadas con infección por el Virus de Papiloma Humano (VPH), incluyendo el tipo de VPH detectado, el estado de la infección, el tratamiento a recibir y el seguimiento de los pacientes.

Foto N° 37. La ministra del Poder Popular para Ciencia y Tecnología, licenciada Gabriela Jiménez, presentó la plataforma de *software* libre del sistema nacional de personas que viven con VPH, que recolecta datos e información de orden epidemiológico que fortalezcan la formulación de políticas públicas, protegiendo la privacidad y confiabilidad de todos los pacientes. Fuente: Prensa del Mincyt, diciembre de 2022.

b. Sistema de Registro Nacional de Cáncer, que tiene como objetivo recopilar información precisa y completa sobre los casos de cáncer, incluyendo la ubicación del tumor, la etapa del cáncer, el tipo de tratamiento recibido y el resultado del tratamiento. La información recopilada en este sistema se utiliza para identificar patrones y tendencias en la incidencia del cáncer, así como para evaluar la eficacia de los programas de prevención y tratamiento de esta enfermedad. También puede ayudar a las y los investigadores a identificar factores de riesgo para el cáncer y a desarrollar nuevas estrategias de prevención y tratamiento.

c. Sistema de Registro y Seguimiento de VIH, utilizado para monitorear y rastrear la incidencia y la prevalencia de la infección por el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) en una población determinada. Este sistema también se utiliza para recopilar información sobre los resultados de las pruebas de VIH, el tratamiento y el seguimiento de las personas que viven con VIH. Así mismo, el sistema desempeña un papel crucial al generar informes médicos y el récipe electrónico garantizando un proceso más ágil y preciso en la gestión de su salud.

d. Aplicación móvil de registro de pacientes VIH, que facilita el proceso de recopilación y gestión de información esencial sobre los pacientes vinculados a un centro de salud. Permite registrar de manera eficiente datos fundamentales, como información personal, detalles de ubicación, dirección de residencia y datos de contacto de los pacientes. Este sistema proporciona una herramienta integral para mantener un registro completo y actualizado.

Foto N° 38. Inicio formal al proceso de inducción para el uso de la plataforma tecnológica del Registro Nacional de Cáncer en Venezuela, liderado por Gabriela Jiménez y la ministra del poder popular para la Salud, Abg. Magaly Gutiérrez, con la participación de representantes de 23 hospitales cuyos servicios oncológicos están a la disposición del pueblo venezolano. Fuente: Mincyt, 2024.

e. Página *web* y Sistema Nacional de Información sobre Donación y Trasplantes (Sinidot), que permite llevar un control, registro y auditoría de las solicitudes de trasplante de diferentes tipos, así como dar la facilidad a los ciudadanos de manifestar en vida su voluntad de ser donantes o no donantes.

f. Sistema Nacional de Telemedicina, utiliza tecnologías de la información y la comunicación para proporcionar servicios de atención médica a distancia, permitiendo la comunicación entre profesionales de la salud y pacientes en diferentes ubicaciones geográficas, permitiendo la realización de consultas médicas, diagnósticos, tratamiento y seguimiento de pacientes a través de medios electrónicos como videoconferencias, aplicaciones móviles, plataformas *web*, entre otros.

Foto N° 39. La plataforma creada por el Mincyt, Sistema Nacional de Telemedicina, es parte de un dilatado esfuerzo que cuenta con la *Ley de Telesalud*, publicada en Gaceta Oficial, en diciembre de 2015 y que fuere ampliamente debatida en la Asamblea Nacional en 2014. El asedio recibió una proporcional respuesta con investigaciones en servicios como este. Fuente: Asamblea Nacional, 2024.

Estas aplicaciones forman parte del esfuerzo continuo y soberano del Gobierno Nacional y los procesos de transformación digital que facilitan y eliminan la burocracia, para la resolución de problemas en las organizaciones e instituciones estableciendo una relación ubicua con el pueblo venezolano, al tiempo que impulsa las actividades de I+D+i, dándole una inusitada visibilidad que, como círculo virtuoso, apoya la acción bidireccional: Pueblo y Gobierno.

10. Pesquisa neonatal

Las MCU afectan significativamente a los programas de pesquisa neonatal, que son esenciales para la detección precoz y el tratamiento de enfermedades metabólicas, genéticas e infecciosas en los recién nacidos. Estas medidas pueden interrumpir las cadenas de suministro de equipos de cribado, reactivos y opciones

de tratamiento, provocando retrasos en el diagnóstico y la atención, lo que puede tener consecuencias graves y a largo plazo para la salud de los recién nacidos.

La pesquisa suele consistir en realizar pruebas a los recién nacidos para detectar diversas afecciones poco después del nacimiento, como fenilcetonuria, hipotiroidismo congénito, fibrosis quística y anemia falciforme, entre otras. El éxito de estos programas depende de la disponibilidad de herramientas de diagnóstico avanzadas y del acceso oportuno al tratamiento. Lamentablemente, el continuo asedio impide el acceso a estos recursos críticos al restringir las importaciones de suministros esenciales y complicar las transacciones financieras necesarias para adquirirlos.

En Venezuela, las sanciones han provocado la escasez de reactivos y equipos especializados utilizados en las pruebas de manchas de sangre, que son un método habitual para la pesquisa, dando lugar a diagnósticos retrasados u omitidos que impiden una intervención temprana que es crucial para gestionar muchas afecciones congénitas.

Foto N° 40. Toma de muestra de sangre del talón de un neonato, procedimiento de las pesquisas para la detección de infecciones de transmisión sexual. Fuente: Polo Científico Tecnológico Venezolano, 2023.

Las tareas de las pesquisas se agravan aún más por la imposibilidad de acceder a tecnologías de diagnóstico avanzadas que suele requerir equipos sofisticados, como espectrómetros de masas para espectrometría de masas en tándem, que se utilizan para pesquisa de múltiples trastornos metabólicos simultáneamente. Las sanciones han restringido la importación de equipos como estos, lo que obliga a los profesionales a recurrir a métodos menos eficaces y precisos. Esto puede dar lugar a tasas más elevadas de falsos positivos o falsos negativos, lo que complica el proceso de diagnóstico y tratamiento y puede acarrear graves consecuencias para la salud de los lactantes afectados.

A pesar de los esfuerzos del Gobierno Bolivariano, las MCU limitan la capacidad de los profesionales de la salud para recibir capacitación y actualización

en las mejores prácticas y nuevas tecnologías para esta especialidad, incluyendo el intercambio de conocimientos con otros países y organizaciones internacionales, impidiendo el acceso a avances en técnicas y tratamientos. En esencia, la incapacidad para realizar una pesquisa neonatal efectiva puede llevar a un aumento en la mortalidad y morbilidad infantil, ya que las enfermedades que podrían haberse tratado de manera temprana pasan desapercibidas; exacerbando las desigualdades existentes, con poblaciones rurales o de bajos ingresos siendo las más afectadas por la falta de acceso a programas de pesquisa neonatal.

Ante el asedio, el personal dedicado a las actividades de I+D+i del IDEA desarrolló el Programa Nacional de Pesquisa Neonatal para lograr la detección temprana de enfermedades, silenciosas al principio, que afectan cada año a cientos de recién nacidos en nuestro país, y producen daño severo e irreversible si no son detectadas y tratadas precozmente, porque brinda una oportunidad única para su terapéutica efectiva.

Foto N° 41. El programa social de pesquisa neonatal se realiza en los primeros días de vida del neonato, es una política estratégica del Gobierno Bolivariano implementada a través del Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS), con apoyo del IDEA. Fuente: IDEA, 2023.

El programa de pesquisa endocrino-metabólica, desarrollado a pesar de los escollos arriba mencionados, se fundamenta en la realización de un análisis bioquímico utilizando muestras de sangre obtenidas del talón de todos los recién nacidos, con el objeto de identificar, diagnosticar e iniciar un pronto tratamiento de las enfermedades endocrino-metabólicas. El procedimiento implementado consiste en extraer unas gotas de sangre después de las 48 horas del nacimiento, preferiblemente antes del séptimo día de vida en el centro asistencial donde nació el bebé.

Desde el IDEA se continúan las actividades de I+D+i para el desarrollo de los insumos para realizar estas pruebas en el país. Además, se han implementado

gradual y sostenidamente una serie de tareas que han brindado acceso a miles de familias venezolanas al Programa Nacional de Pesquisas Neonatales que, entre 2021 y 2024, logró procesar 62 mil muestras con una efectividad de 97 % en -al menos- diez estados del país a través de la red hospitalaria nacional.

El costo de una pesquisa neonatal puede variar significativamente dependiendo de varios factores, incluyendo la cantidad y tipo de enfermedades que se buscan, los métodos utilizados y los costos asociados con el equipamiento y personal. En este sentido, el costo promedio de una pesquisa neonatal oscila entre $30 y $153 por bebé, dependiendo de la extensión del panel de pruebas realizadas. Estas pruebas se realizan completamente gratuitas y han representado una inversión de $9,5 millones por parte del Gobierno Bolivariano, logrando al mismo tiempo sortear los riesgos producidos por las MCU.

11. Sistema de Vigilancia Genómica Nacional

La genómica es un campo de la biología que se centra en el estudio de todo el ADN de un organismo, su genoma. Esa tarea incluye identificar y caracterizar todo los genes y elementos funcionales, así como la forma en que interactúan. Las MCU afectan gravemente la creación y funcionamiento de un sistema de vigilancia de genómica al limitar el acceso a equipos de secuenciación avanzada, reactivos y al *software* especializado necesarios para el análisis genético; restringiendo la formación y colaboración internacional con expertos y organizaciones que podrían ofrecer apoyo técnico y capacitación; y reduciendo los recursos financieros disponibles para invertir en infraestructura y personal capacitado, por lo cual ralentiza la detección y respuesta a emergencias sanitarias, disminuye la capacidad de monitorear y controlar enfermedades emergentes, y compromete la salud pública a largo plazo.

El IVIC, en su afán de I+D+i, creó protocolos para identificar, monitorear y determinar el grado de dispersión de las variantes virales a lo largo de la pandemia del SARS-CoV2, ampliándolo a genomas completos de virus emergentes de interés nacional, como el virus de la Viruela Símica (MPOX) y la Influenza Aviar, así como otros virus de importancia en salud pública como VIH, virus de hepatitis y arbovirus, todo ello mediante la implementación del indispensable Sistema de Vigilancia Genómica Nacional.

Las tareas del personal dedicado a I+D+i en esta área de conocimiento resaltaron que la búsqueda, detección y caracterización molecular de las variantes circulantes en Venezuela, permitió la toma de decisiones en relación al manejo de casos positivos, basados en las recomendaciones e informaciones emanadas por la OMS en relación a las características de estas variantes.

Foto N° 42. La doctora Flor Pujol, jefa del Laboratorio de Virología Molecular del Centro de Microbiología y Biología Celular del IVIC, avanza en los estudios sobre influenza aviar H5N1 y H5N2. Fuente: Mincyt, 2023.

La implementación del Sistema de Vigilancia Genómica Nacional ha permitido la detección temprana y precisa de patógenos emergentes y variantes de enfermedades, facilitando respuestas rápidas y efectivas a brotes y pandemias por parte del Gobierno Bolivariano, gracias a la disponibilidad inmediata de datos genéticos detallados. Los hallazgos científicos sólidos han permitido optimizar estrategias de vacunación, tratamientos y medidas de contención. Esto no solo ha mejorado la gestión de emergencias sanitarias, sino que también ha prevenido la propagación de enfermedades, reduciendo la mortalidad y morbilidad, y salvando numerosas vidas al permitir intervenciones basadas en evidencia y adaptadas a las necesidades específicas de la población.

12. Desarrollo de tratamientos terapéuticos con células madre

Las actividades I+D+i dedicadas al estudio de tratamientos con células madre, y de células estromales mesenquimales, son de los principales estudios afectados por la unilateral implementación de medidas coercitivas, entorpeciendo el acceso a recursos científicos y tecnológicos de vanguardia, como equipos especializados y materiales de laboratorio, debido a restricciones en la importación o adquisición de estos productos.

Así mismo, estas medidas obstaculizan deliberadamente la colaboración internacional y el intercambio de conocimientos entre investigadores, limitando el avance en la comprensión y aplicación de los tratamientos con células madre. Esto tiene un impacto negativo en la capacidad de desarrollar terapias efectivas y seguras basadas en células madre para una variedad de condiciones médicas. En última instancia, estas limitaciones pueden retrasar el avance científico y médico

en este campo, afectando la capacidad de los pacientes de beneficiarse de tratamientos innovadores y prometedores.

Foto N° 43. Primera operación a nivel mundial de pseudoartrósis congénita de tibia, con aplicación de células madre, a una niña de cuatro años de edad, la cual fue atendida en el Hospital Pediátrico de Yaracuy, por la Unidad de Terapia Celular del IVIC. Fuente: Mincyt, 20 de abril del 2023.

Por encima de estos escollos, desde 2021, la Unidad de Terapia Celular del IVIC promueve la investigación científica de alternativas de tratamientos (únicos en el mundo) a través de células madre, como opción vanguardista que permite la curación de heridas, quemaduras y daños causados por enfermedades degenerativas como la diabetes, Alzheimer y Parkinson. Desde estos laboratorios se trabaja con células estromales mesenquimales, que tienen características únicas, ya que de un cultivo se pueden hacer células de huesos, osteoblastos, adipocitos, condrocitos, y células endoteliales. Si bien comenzó con regeneración de huesos fue derivando a la regeneración de piel en quemados, huesos en enfermedad peridental, pulpa dental, córnea, entre otros.

Venezuela es vanguardia a nivel latinoamericano en el tratamiento de células madre, siendo uno de los pocos países que desarrolla estos procesos. Una de las principales ventajas de la investigación, desarrollo y aplicación de tratamientos con células madre, específicamente células estromales mesenquimales, es su capacidad para regenerar tejidos y modular respuestas inmunitarias, que tiene una ventaja especial en el tratamiento de una amplia gama de enfermedades y lesiones, desde trastornos musculoesqueléticos hasta enfermedades autoinmunes y degenerativas. Las células estromales mesenquimales también muestran potencial en terapias avanzadas y regenerativas para enfermedades cardiovasculares, lesiones cerebrales y trastornos metabólicos, lo que hace que su investigación y desarrollo sean áreas de gran interés en la medicina regenerativa.

A estas soluciones, producto de la obstinada determinación de los y las científicas del Sncti, se añade la creación e inauguración, en octubre de 2023, de

la Sala Blanca de la Unidad de Terapia Celular del IVIC, instalación con infraestructura altamente especializada destinada a la fabricación de medicamentos estériles para uso humano.

Foto N° 44. El Dr. José Cardier, jefe de la Unidad de Terapia Celular, y la Dra. Olga Witting, ambos científicos del IVIC, son los responsables del programa de tratamiento regenerativo a partir de células madre en el país. Dos investigadores venezolanos que realizan un excepcional aporte a la Nación y al mundo, con un valioso conocimiento y sentido de la vida, para brindar servicios de alta tecnología destinada a la salud al alcance del pueblo. Fuente: Mincyt, 2023.

El número de personas que pueden beneficiarse de los tratamientos con células madre, incluidas las células estromales mesenquimales, es potencialmente grande y puede variar según la enfermedad o la lesión específica. Se estima que estos tratamientos podrían beneficiar a millones de personas en todo el mundo que sufren de una amplia gama de enfermedades y lesiones, desde lesiones musculoesqueléticas hasta enfermedades autoinmunes, degenerativas y trastornos metabólicos.

Sección 3

Cultivando éxitos: soluciones creativas contra las adversidadesen el campo

(Soluciones en Ciencias Agrícolas)

El quirúrgico asedio ha interrumpido las cadenas de suministro de insumos agrícolas, limitando el acceso a los mercados internacionales y creando restricciones financieras que dificultan la productividad y la sostenibilidad agrícolas, provocando una menor disponibilidad de alimentos, un aumento de los precios y una mayor vulnerabilidad de la población a la inseguridad alimentaria.

Una de las principales formas en que las MCU afectan a la agricultura es restringiendo el acceso a insumos agrícolas esenciales, como semillas, fertilizantes, pesticidas y maquinaria. Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018), estas restricciones han contribuido a reducir el rendimiento de los cultivos y la productividad agrícola, lo que ha repercutido en el suministro general de alimentos en el país.

La interrupción del comercio y de los mercados internacionales es otro impacto crítico de las MCU en la agricultura, reduciendo la capacidad para exportar productos agrícolas, y con ello los ingresos generados por estas exportaciones y repercutiendo en los medios de subsistencia de los agricultores y los trabajadores del campo. Además, la pérdida de mercados de exportación puede provocar un exceso de oferta de determinados cultivos a nivel nacional, haciendo que los precios bajen y que la agricultura sea menos rentable.

En el ámbito de interés de este libro, las MCU también afectan la capacidad para acceder a tecnologías e innovaciones agrícolas avanzadas, pues la agricultura moderna depende en gran medida de los avances tecnológicos, como la agricultura de precisión y los sistemas de riego eficientes, para mejorar la productividad y la sostenibilidad.

El efecto combinado de estas perturbaciones es capaz de provocar la reducción de la productividad agrícola, el aumento de los costos de los insumos y el acceso limitado a los mercados internacionales pueden reducir la disponibilidad de alimentos y aumentar sus precios.

En respuesta a estos retos, el Sncti ha desarrollado capacidades locales de producción agrícola y de los insumos necesarios que sostengan el esfuerzo y garantizan la seguridad alimentaria de los venezolanos y venezolanas. Se han realizado esfuerzos para aumentar la producción nacional de insumos agrícolas, invertir en I+D+i agrícola y establecer relaciones comerciales con otros países aliados para mitigar las consecuencias del bloqueo.

1. Alianza Científico-Campesina

El libre acceso de la población a los alimentos es uno de los aspectos vulnerables que es atacado directamente por las MCU, ya que -históricamente- estas están diseñadas para hacer colapsar los sistemas sociales desde las necesidades básicas.

La capacidad del país para importar alimentos se ve severamente limitada, lo que puede llevar a una vulnerabilidad alimentaria generalizada. Los productos básicos desaparecen de los estantes y los precios de los alimentos que están disponibles se disparan. Las familias se ven obligadas a gastar una mayor proporción de sus ingresos en alimentos, dejando menos recursos para otras necesidades básicas. En los casos más graves, esto puede llevar a la malnutrición, especialmente entre los grupos más vulnerables como niños y ancianos.

Foto N° 45. Tecnólogo inspecciona los germinados para garantizar las condiciones correctas de cada selección de semillas, como parte del programa de semillas para el rescate de alimentos autóctonos y contribuir a la soberanía alimentaria. Fuente: Mincyt, 2023.

Atacar la producción agrícola del país limitando el acceso a la adquisición de semillas e insumos, usualmente importados, genera un quiebre en el sector primario y en la dinámica productiva de los campesinos, lo que evidencia un impacto negativo directo sobre el Pueblo venezolano.

Frente a esta amenaza surge la Alianza Científico Campesina (ACC), acompañada principalmente, pero no exclusivamente, por la Corporación para el Desarrollo Científico y Tecnológico (Codecyt), para defender el acceso a la semilla, su protección y la de las familias de campesinos y campesinas.

Con el propósito de consolidar un espacio soberano donde se intercambian conocimientos, técnicas, la inventiva del campo, su productividad y cultura,

esta alianza es un esfuerzo conjunto en el que se conjuga un binomio esencial de independencia: "Pueblo y Ciencia" o "Ciencia del Pueblo", como se relataba al comienzo de este Capítulo, por el rescate y multiplicación de las semillas autóctonas del país, mediante la apropiación de tecnologías que aportan a la construcción de la soberanía agroalimentaria.

En 2019, ante el desplome de la producción nacional de alimentos y la falta de semillas importadas, el Ejecutivo Nacional declara cultivos y crías de guerra para la producción de determinadas semillas de especies vegetales.

Con el trabajo articulado de la ACC se logró integrar centros de reproducción vegetal (incluyendo al Centro Biotecnológico para la Formación en la Producción de Semillas Agámicas, CEBISA), para la producción de semillas de papa, ajo, batata y ñame. Bajo convenios directos con el Instituto de Biología Experimental de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y del Banco de Germoplasma del IDEA, se estableció un plan para la reproducción de semillas soberanas. La producción de semillas biotecnológicas como la de ajo, papa, café, fresa, batata, ñame y ají por sistemas aeropónicos. Estos alimentos se encuentran hoy en las mesas de los venezolanos, para abastecer a las familias.

Foto N° 46. Revisión a cuatro manos, agricultor y científicos supervisan el crecimiento de las plantas para evaluar las condiciones óptimas para ser trasplantadas. Este proceso conjuga la comprensión de la naturaleza desde los saberes ancestrales y los aportes complementarios desde el conocimiento sistemático y reproducible de la ciencia. Fuente: Mincyt, 2023.

Dentro de la estrategia para el rescate de la semilla de la ACC, están los núcleos semilleristas y de ensemillamiento como el de maíz amarillo, mejorado por comunidades campesinas del país; Además del fitomejoramiento participativo. El movimiento ha iniciado, con distintos convenios con organismos, públicos, privados e internacionales, un proceso de escalamiento de la producción familiar

de rubros locales, no sólo de papa, sino de maíz blanco de altura, trigo, batata, ñame, pira, quinua, arvejas, habas, acelga, apio españa, cebollín grande, perejil, cilantro, lechuga y rábano.

En el programa de semillas se integran las experiencias de las y los productores y las y los investigadores que en él participan y está conformado por dos fases: una primera de mejoramiento genético de plantas y la segunda de multiplicación de la semilla que se obtiene en el mejoramiento genético.

Incluyendo, la importante independencia y soberanía nacional en semilla de papa y de creación autóctona de un proceso preclaro y eficiente que puede extenderse a otras áreas, la ACC tributa con al menos 12 objetivos de los 17 Objetivos de Desarrollo Sustentable enunciados por la ONU. En la Tabla Nº 1 se presentan algunos de los efectos más destacados de la ACC:

Tabla Nº 1 Efectos destacados de la Alianza Cientifico- Campesina

• Se han logrado $400 millones de ahorros en semilla de papa por año, que, en los últimos cinco años, es el equivalente a $2 millardos.
• Solo en 2023, se cosecharon 39 mil kg de semilla soberana de papa, un mil kg de maíz y otros un mil kg de cereales, hortalizas y leguminosas.
• Los núcleos semilleristas están presentes en 20 estados del país y crecieron de cuatro (en el 2015) a 217 (en el 2023), un aumento del 5.400 %. El mayor porcentaje de estos núcleos son de semilla de papa (135 o 62 %), seguido de cereales, hortalizas y leguminosas (49 o 23 %) y maíz (23 u 11 %). Solo en 2023, se conformaron 43 nuevos núcleos, 20 % del total acumulado, distribuidos en 30 de papa, 11 de maíz y dos de cereales, hortalizas y leguminosas.
• El total de tubérculos de semilla entregados para conformar núcleos semilleristas de papa creció de 20.030 (en 2019) a 219 mil (en 2023), un crecimiento de 1.100 %.
• El total de participantes creció exponencialmente de 405 personas (en 2019) a 3.400 (en 2023), un significativo aumento y presencia de 840 %.
• La presencia de la mujer es destacada, ocupando el 65 % del total de personas de la ACC, con 140 productoras en 15 estados del país para conservar y multiplicar las semillas de hortalizas (60 % mujeres), maíz (21 % mujeres) y papa (19 % mujeres). La mujer es la principal guardiana de nuestra semilla soberana.
• La ACC ha realizado en los últimos 5 años más de 8.600 acompañamientos técnicos para la producción nacional de semilla de alta calidad genética, física, fisiológica y sanitaria.
• Durante 2024 se han colectado, juntos los productores, 180 muestras de agua y suelo para su correspondientes análisis físico-químicos y microbiológicos, logrando beneficiar a 77 productores de los estados Carabobo, Falcón, Guárico, La Guaira, Mérida, Miranda, Monagas y Portuguesa.
• En el período 2023-2024, se han formado 4.368 personas, en su mayoría adultos entre 30-59 años de edad (61 %). En este tiempo se han llevado a cabo 125 actividades de formación en su mayoría productores (29 %), investigadores (21 %) y técnicos (14 %). Siendo constante la mayor participación femenina (58 %).

Foto N° 47. Expositores en el encuentro entre campesinos y productores de ocho estados del país, realizado en el estado Mérida, donde mostraron el trabajo de los científicos y científicas, técnicos, campesinos y campesinas para seguir consolidando una agricultura sostenible para el desarrollo de Venezuela. La ACC es una muestra del compromiso del Gobierno Bolivariano con el desarrollo científico y tecnológico del país. Fuente: Mincyt, 2023.

En el rubro papa, se han distribuido 23 variedades en todo el territorio nacional. Entre enero y mayo de 2024, se entregaron 1.480 kg de semilla y se han constituido 9 núcleos semilleristas en los estados Carabobo, Lara, Monagas, Aragua y Nueva Esparta, este último se encuentra en fase de evaluación para confirmar su adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la zona.

Foto N° 48. Trabajador de la tierra, orgulloso en la exposición del fruto de su trabajo, brindando un aporte a la soberanía alimentaria del Pueblo, con el apoyo y la organización de la ACC y el Gobierno Bolivariano que apoya integralmente a productores del país en pro de la soberanía alimentaria a pesar del quirúrgico asedio. Fuente: Mincyt, 2023.

Con relación al rubro maíz, se conformaron dos nuevos núcleos semilleristas en La Guaira, Cojedes, con la entrega de 463 kg de semilla. Adicionalmente, al cierre del ciclo norte-verano 2023-2024, se cosecharon 32.152 kg de semilla categoría certificada de las variedades Turén 2000, INIA7 e INIA S7. Sumado a esto, se ha puesto a la disposición del Consejo Federal de Gobierno a través de convenio la cantidad de 35 mil sacos de semilla de maíz (20 kg/saco) de los cuales a la fecha se han distribuido 19.698 sacos (393.960 kg) entre semilla de maíz blanco y amarilla, categoría certificada, de las variedades distribuidas: INIA 7, Guanape, Turén 2000 y XPRO 156, condicionadas por las plantas industriales Sehiveca, Seminaca e Inagro con el tratamiento biológico producido en convenio con la UCV y la empresa *Agrobiotechs*, en sustitución del tratamiento químico convencional.

Foto N° 49. El Gobierno Bolivariano, Codecyt, red de Productores Integrales del Páramo, (Proinpa) y la Unidad Técnica de Investigación, Capacitación y Extensionismo (Uticex), cosecharon, en 2019, semilla de papa nacional con un rendimiento óptimo entre 40 y 70 toneladas por hectárea (t ha-1), en comparación con la semilla importada, que solo generaba entre 15 y 22 t ha-1. Materialización del aporte del Gobierno con políticas públicas que se desarrollan desde los espacios de I+D+i capaces de proveer soluciones ante el asedio. Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Comunicación y la Información, 18 de julio de 2019.

2. Desarrollo soberano de aplicaciones hechas a la medida del sector agrícola

El efecto general de las MCU sobre el desarrollo de aplicaciones y los servicios *web* es una ralentización significativa del progreso tecnológico y la innovación en el país. La necesidad de encontrar y desarrollar soluciones alternativas puede consumir inexistentes recursos y tiempo, lo que se traduce en un aumento de los costos y una reducción de la eficiencia. Este impuesto aislamiento tecnológico no solo repercute en el crecimiento económico y las tecnologías de la información aplicadas al campo, sino que también obstaculiza la transformación digital más amplia de la sociedad, limitando las oportunidades de educación, negocios y comunicación en un mundo cada vez más conectado.

Foto N° 50. En abril de 2022, la ministra del Poder Popular para Ciencia y Tecnología, Gabriela Jiménez Ramírez, explicó que se entregaron 15 mil semillas soberanas de papa, de alta calidad genética, producidas dentro de la ACC, un programa innovador, alternativo y agroecológico para potenciar la producción de alimentos sanos en Venezuela, en el cual convergen la institucionalidad científica y los saberes populares. Fuente: Cenditel, 4 de abril de 2022.

Haciendo frente a las limitaciones impuestas, el sector agrícola se benefició con el Sistema de Registro de Certificación de Semillas (SRCS), desarrollado desde los laboratorios del Mincyt, facilitando la inscripción de todas las personas jurídicas dedicadas a la producción, importación, distribución y comercialización de semillas de cualquier rubro cultivable en el país. Además, permite la inscripción de personas naturales con la condición de multiplicadores facultados para la producción de semillas certificadas, fitomejoradores autorizados y representantes técnicos que actúan como enlace con la Comisión Nacional de Semillas (Conasem), garantizando el cumplimiento de requisitos técnicos. Esta estructura asegura la calidad y conformidad con estándares en la producción y distribución de semillas de diversos rubros.

El SCRS desempeña un papel fundamental en la agricultura moderna al establecer normas y procedimientos que rigen la producción, las pruebas y la distribución de semillas. Al tiempo que garantiza que las semillas cumplan las normas de calidad específicas, como la pureza genética, el índice de germinación y el estado físico. Las semillas certificadas se prueban y verifican para garantizar que están libres de contaminantes, enfermedades y plagas, proveyendo a los agricultores semillas de alta calidad que tienen más probabilidades de producir cosechas sanas y robustas. Así mismo, las semillas de alta calidad son un factor crítico para lograr un alto rendimiento de los cultivos y mejorar la productividad agrícola, logrando que los agricultores tengan acceso a semillas certificadas, un SCRS ayuda a aumentar la probabilidad de cosechas exitosas, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de las comunidades agrícolas venezolanas.

Finalmente, es más probable que los agricultores adopten variedades de semillas nuevas y mejoradas si confían en la calidad y el rendimiento de las semillas certificadas, por ello el SCRS proporciona esta garantía, animando a los agricultores a experimentar y adoptar cultivos de mejor rendimiento.

3. Kit de diagnóstico rápido para evitar la propagación de la enfermedad dragón amarillo

El bloqueo aplicado a Venezuela restringe la importación de herramientas y tecnologías agrícolas apropiadas, que son esenciales para diagnosticar y gestionar las enfermedades de los cítricos. Ejemplificando, no se dispone de sofisticados kits de diagnóstico, herramientas de biología molecular y equipos de laboratorio necesarios para detectar patógenos en fases tempranas, lo que retrasa la identificación de brotes de enfermedades, permitiendo que se extiendan más ampliamente antes de ser controladas. La gestión eficaz de las enfermedades de los cítricos requiere un suministro constante de insumos agrícolas de alta calidad, como pesticidas y fertilizantes, que es lamentablemente interrumpido, dificultando el acceso de los agricultores a los materiales necesarios para proteger sus cultivos. En el país, las MCU han provocado la escasez de productos químicos y equipos agrícolas esenciales, agravando los problemas de plagas y enfermedades.

Foto N° 51. El ingeniero agrónomo Matías Hernández, investigador del IDEA, participó en la creación del kit para que los productores venezolanos puedan combatir el HLB que afecta los cultivos de naranja, mandarina, limón y otros cítricos del país. Fuente: Correo del Orinoco, 27 de mayo de 2023.

Las MCU afectan significativamente al sector agrícola, en particular a la I+D y al acceso a las herramientas necesarias para combatir enfermedades graves en el cultivo de cítricos. Las enfermedades de los cítricos, como el *Huanglongbing* (HLB), también conocido como enverdecimiento de los cítricos, el cáncer de los

cítricos o el virus de la tristeza de los cítricos, suponen graves amenazas para la producción citrícola nacional. Las MCU han obstaculizado los esfuerzos para controlar y erradicar estas enfermedades a través de perversos mecanismos.

A nivel mundial, el dragón amarillo es la enfermedad más grave de la citricultura, y está clasificada como una de las principales plagas transfronterizas emergentes identificada en los últimos años en América Latina y el Caribe.

Las plantas de cítricos pueden presentar la enfermedad afectando la producción en general, fuente importante de ingreso en el mercadeo de este rubro, por lo cual el Gobierno Bolivariano ha priorizado los recursos para atender este caso tan particular, desde la fase de diagnóstico, como parte importante en el manejo de la enfermedad y la toma de decisiones para mitigar sus efectos a nivel de vivero y campo.

Foto N° 52. Presentación del kit móvil para la detección temprana de HLB, tal como se presentó en transmisión nacional desde los espacios del parque científico tecnológico Más Ciencia. Fuente: Prensa del IVIC, febrero de 2023.

Esta enfermedad es causada por la bacteria *Candidatus Liberibacte*r spp. transmitida por insectos vectores y por medio de injertos, actualmente no tiene un tratamiento efectivo hasta la fecha. Esta enfermedad es devastadora, capaz de afectar a las plantaciones de cítricos en todo el mundo, en Brasil causó pérdidas de más de 34 millones de árboles; en México, la producción se redujo al 50 %. En Venezuela fue detectada en 2017, aunque no se tienen cifras oficiales se estima que las pérdidas superan el 80 % de la producción, cuyo abordaje y atención a gran escala ha sido pospuesto debido a las limitaciones causadas por las MCU.

La bacteria *Candidatus Liberibacter* spp. causante del HLB, se aloja en los conductos que transportan los nutrientes elaborados por la planta (floema), estos conductos se tapan, acumulando una cantidad excesiva de almidón en las ho-

jas, evitando que los nutrientes lleguen a las diferentes partes de la planta. Entre los métodos actuales para el diagnóstico y monitoreo se incluyen: la observación visual de los síntomas, el análisis molecular, reacción almidón-yodo (RAI), entre otros.

Debido a la problemática ocasionada por la aparición del HLB y su dificultad en la evaluación, a pesar del asedio, un equipo de investigadores e investigadoras del IDEA desarrolló una estrategia de valoración con yodo, lo que condujo a la formulación del primer kit de diagnóstico rápido del HLB de los cítricos en Venezuela.

El almidón se puede detectar mediante su reacción con el yodo, donde se forma un complejo de color oscuro tendiendo a negro, lo que es válido para el almidón acumulado en los tejidos afectados en las plantas con HLB. Este principio incorporado en el desarrollo de un kit puede diagnosticar indirectamente la enfermedad, de una forma económica, rápida, eficiente y accesible para su uso en campo por parte del campesino.

Después de registrar una pérdida de cosecha del 60 % de producción de cítricos del país, la puesta en práctica del kit de diagnóstico rápido de HLB, dio un vuelco a la metodología, facilitando el diagnóstico temprano en la salud de la planta. En 2023, gracias a la sencilla aplicación de este kit, se obtuvieron cosechas de 320 mil Tn de naranja, 151 mil Tn de mandarina y 83 mil Tn de limón.

Foto N° 53. De acuerdo a los desarrolladores del kit, los diversos prototipos se pusieron a prueba junto a los productores de cítricos del campo y comprobaron que era capaz de discriminar entre plantas enfermas y plantas sanas. De esta manera, fue posible, en comunión con el hombre y la mujer de la Ciencia del Pueblo, pasar a la fase de producción nacional del kit para la detección temprana del dragón amarillo. Fuente: Mincyt, 2023.

Este desarrollo es de muy bajo costo y representa una alternativa para un diagnóstico masivo in situ, rápido y económico que contribuye con el conocimiento de la dispersión de la enfermedad y su manejo, mediante el monitoreo y divulgación oportuna de información, salvando millones de árboles, así como asegurando una próspera producción nacional de cítricos y, con ella, la alimentación de los venezolanos y venezolanas. Actualmente se produce desde los espacios del Parque Científico y Tecnológico Más Ciencia.

4. Diagnóstico y prevención eficaz de enfermedades en rebaños

Las MCU y otros factores externos impactan negativamente en la realización de servicios vitales para el sector ganadero, como el diagnóstico efectivo de patógenos anemizantes en rebaños y la identificación precisa de agentes infecciosos de la tripanosomiasis en especies bovinas. Estas enfermedades, si no son detectadas y tratadas a tiempo, pueden provocar graves pérdidas económicas y afectar la producción ganadera, incluyendo la leche, carne y animales de trabajo. Las MCU han perturbado el acceso a insumos, restricciones en la importación de equipos y tecnología, así como la limitada disponibilidad de recursos y formación especializada que obstaculizan la prevención y control de estas enfermedades, poniendo en riesgo la estabilidad económica y la salud del sector ganadero y, en última instancia, la economía nacional.

Foto N° 54. La investigadora del equipo de expertos en los estudios de enfermedades de rebaño se traslada al campo para tomar muestras de sangre periférica de los animales, para trasladarlos al laboratorio realizar el análisis respectivo y determinar la presencia o no de los parásitos. Fuente: Mincyt, 2023.

Tras buscar conexiones nacionales para dar solución, los talentos de I+D+i del IVIC lograron una notable mejoría en los servicios de diagnóstico de patógenos anemizantes en los rebaños y la identificación precisa de agentes infecciosos que causan la tripanosomiasis en especies bovinas. Los avances han sido funda-

mentales para el control de enfermedades en el ganado, lo que ha llevado a una reducción significativa en las pérdidas de animales y ha contribuido a estabilizar la producción ganadera de leche, carne y animales de trabajo.

La solución antibloqueo se comprobó a plenitud mediante la implementación de estrategias preventivas, basadas en la detección temprana y en la prevención de la tripanosomiasis, lo que ha generado resultados positivos en el sector productor, disminuyendo las pérdidas económicas y fortaleciendo la economía nacional. Estos avances demuestran el impacto positivo que puede tener un diagnóstico efectivo y la identificación precisa de enfermedades en el sector ganadero, ampliando el camino hacia la mitigación de pérdidas y el desarrollo sostenible en este importante sector.

Foto N° 55. La profesional el Centro de Biofísica y Bioquímica del IVIC, junto al ganadero, extraen una muestra de sangre de la vaca para ser analizadas y realizar el diagnóstico y prevención eficaz de enfermedades en rebaños; estos estudios garantizan y resguardan la productividad. Fuente: Mincyt, 2023.

El mejoramiento en el servicio de detección temprana, logrado por el IVIC ha tenido un positivo efecto en la salud de los rebaños mejorando el diagnóstico de patógenos anemizantes y la identificación de agentes infecciosos de tripanosomiasis en el ganado, reduciendo las pérdidas económicas y promoviendo al sector ganadero más saludable y sostenible.

5. Control de la Palometa Peluda (*Hilesya metabus*)

Las MCU restringen el acceso a insumos necesarios para la fumigación y el control de plagas con un impacto profundo y negativo en la salud pública, la agricultura, y el ambiente. Un ejemplo específico es el caso de la *Hilesya metabus* o palometa peluda, una plaga devastadora que afecta gravemente a las viviendas,

áreas forestales y agrícolas. Las restricciones económicas y comerciales en el acceso a productos de fumigación adecuados incentivan la proliferación de plagas y daños ecológicos, lo que afecta de forma negativa la agricultura y la seguridad alimentaria, promoviendo el aumento de los costos de control alternativo y la erosión del suelo y degradación del terreno.

Una de las consecuencias más visibles y sensibles es la afectación en la salud pública que ocasiona, pues las larvas de esta plaga están cubiertas de pelos urticantes que pueden causar reacciones alérgicas severas en humanos, incluyendo irritaciones en la piel, problemas respiratorios y, en casos extremos, reacciones anafilácticas. La proliferación desmedida de esta plaga aumentó la exposición de la población a estos riesgos, especialmente en las áreas rurales, desde el Golfo de Paria, estado Sucre, hasta los estados Monagas y Delta Amacuro, especialmente en los municipios Cajigal, Mariño, Libertador y Benítez.

Foto N° 56. El presidente del Codecyt, Juan Blanco, en reunión con el director general de Salud Ambiental del Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS), coronel Ángel González Gotta, establece las coordinaciones interinstitucionales para las actividades de I+D+i para fortalecer las estrategias de vigilancia y control de la palometa peluda. Blanco informó que "los biocontroladores que se están utilizando para las labores de aspersión, fueron desarrollados la UCV, que ha venido trabajando directamente con el Mincyt para el desarrollo de los mismos". Fuente: Mincyt, mayo de 2023.

La *Hilesya Metabus* (o Palometa Peluda), es un insecto nocturno que es atraído por la luz, incluyendo aquella que generan los bombillos de las viviendas, lo que hace que los habitantes de las zonas donde se encuentra el insecto sean muy vulnerables. Este ataque del insecto se mantuvo durante años, obligando a la población a esconderse en las noches para evitar los efectos dañinos producto de la exposición, amén de vivir en las penumbras.

Ante la necesidad de una estrategia estructural para el control biológico y holístico de la palometa peluda, se articularon todas las capacidades científico-tecnológicas del Sncti y se constituyó un equipo multidisciplinario, liderado por el MPPS, con la activa participación del Mincyt, a través del IVIC, IDEA, Codecyt

Foto N° 57. El equipo multidisciplinario trasladó bioinsumos para el control de la palometa peluda en el municipio Perdernales, Delta Amacuro. La entrega forma parte del plan de control del insecto desarrollado desde los espacios de Ciencia y Tecnología, y en el que también se incluyeron 400 hectáreas de cinco municipios de Sucre y Monagas. El plan de control incluyó la aspersión aérea de biocontroladores en las zonas en las que se reproduce el insecto, antes de que se convierta en mariposa. Los trabajos comenzaron a finales de marzo de 2023. Fuente: Mincyt, 8 de abril de 2023.

y la FII, entre otros, contando con el apoyo de las gobernaciones, alcaldías, el poder popular organizado, las universidades, institutos de I+D+i e instituciones de los estados abordados. De esta manera, fue posible construir el plan de acción científico que logró preservar el equilibrio del ciclo de vida del insecto, proveyendo una solución efectiva al problema en estudio. Las actividades de investigación, en laboratorios y en el campo, se detallan en la Tabla Nº 2.

Tabla Nº 2. Actividades de I+D+i cumplidas que lograron resolver el problema enunciado de la palometa peluda en el área de estudio

• Aplicación de fórmula con esporas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, que fue aislado de larvas de *Hylesia* en una epizootia observada en Caño Ajies, en el marco del proyecto Reto *Hylesia*, financiado por el Mincyt. Esta presentación denominada *Beauver* es producida por la UCV.
• Aspersión con solución de jabón líquido en concentración de 15 a 25 ml/l de agua, aplicado directamente sobre masas de larvas para producir mortalidad por falta de oxígeno por bloqueo de espiráculos causado por el jabón.
• Plan fluvial integral para la aplicación del bioinsecticida *Beauver* en bosques de manglares del golfo de Paria y sus ramificaciones.
• Aspersión terrestre de la solución jabonosa biodegradable en áreas infestadas de todos los municipios afectados.
• Empleo de comunicaciones satelitales, actualización de los programas de Sistemas de Información Geográfica para el seguimiento y control de la palometa.
• Colocación de barreras de luz en zonas lejanas a la población, con reflectores conocidos como Metal Halide, esto incluye aspectos de atracción UV e IR con generadores eléctricos de 6,5 kVA.

- Provisión de medicamentos, medidas y terapias alternativas seguras, eficaces y asequibles para tratar las afecciones alérgicas generadas por la palometa en la población.
- Estudios socioeconómicos relacionados tanto por el impacto en la población, como de los métodos de control aplicados para disminución de las poblaciones de mariposas.
- Estudios ecológicos de la fauna y flora asociada a la palometa y el impacto de los métodos de control en los diferentes ecosistemas.

La proliferación de la Palometa Peluda fue controlada y los habitantes, después de años de diferentes acciones poco efectivas, viven sin el terror del insecto, llevando una vida normal, garantizando la salud pública de más de 70 mil habitantes de las poblaciones que se extienden desde el Golfo de Paria, estado Sucre, hasta los estados Monagas y Delta Amacuro.

Esta experiencia evidencia las capacidades interdisciplinarias y transdisciplinarias que poseen las áreas de conocimiento y en las cuales el personal dedicado a I+D+i y el Pueblo soberano poseen las potencialidades para generar procesos conjuntos que generen independencia tecnológica para la mejora en la calidad de vida de los ciudadanos.

6. Control del Hongo Escoba de Bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Otro ejemplo, de soluciones antibloqueo en las Ciencias Agrícolas es el abordado con el hongo escoba de bruja, que afecta grandes extensiones de terreno y gran cantidad de plantas de cacao, una de las principales fuentes de ingreso de los estados Sucre, Monagas y Delta Amacuro. El Hongo Escoba de Bruja, o *Moniliophthora perniciosa,* es un hongo que desencadena un desequilibrio hormonal en los cacaoteros que lleva al crecimiento excesivo de los tejidos infectados. Las limitaciones causadas por las MCU, especialmente en el acceso a los biocontroladores de este hongo, hacen de la enfermedad la más importante de todas las que atacan al árbol de cacao, haciendo que su presencia en los cacaotales sea temida por todos los productores, significando la ruina de las plantaciones en donde se ha establecido.

Este hongo actúa en dos etapas, en la fase biotrófica, las esporas minúsculas del hongo penetran la planta de cacao saludable a través de heridas superficiales o pequeños espacios; luego, el hongo expande micelios con forma de zarcillos entre las células de la planta y se alimenta del tejido vivo, los brotes infectados se transforman en tallos cenceños e hinchados, o "escobas", que dan el nombre al hongo; de esta forma, el hongo desvía la energía de la planta del crecimiento efectivo y, finalmente, provoca la muerte celular. La fase necrotrófica ocurre entre dos y tres meses después de la infección, cuando los micelios co-

mienzan a alimentarse de las células muertas de la planta y las escobas cambian de verde a marrón, en esta fase se les conoce comúnmente como escobas secas. En las vainas infectadas aparecen áreas podridas y es probable que no sirvan para el consumo o para cultivar nuevos árboles.

Foto N° 58. El agente biológico para erradicar el Hongo Escoba de Bruja fue creado por científicas y científicos venezolanos de la UCV, USB e IVIC con el apoyo de Codecyt y presentado al país con la participación activa del poder popular y los gobiernos estadales y municipales en apoyo a los cacaoteros de las zonas afectadas. En la imagen el equipo de investigadores es acompañado por la alcaldesa del municipio Cajigal, Johany Terimar Carias Torres (con el micrófono). Fuente: Últimas Noticias, 20 de abril de 2024.

Ante la necesidad de una estrategia estructural para el control biológico y holístico del hongo, se implementó una labor colaborativa liderada por el Mincyt e integrada por (en orden alfabético): Academia de Ciencias Agrícolas de Venezuela (ACAV), Centro de Agricultura Tropical, Codecyt, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), IVIC, Laboratorio de Mejoramiento Genético de Plantas de Interés Agrícola, UCV y la Universidad Simón Bolívar (USB).

La proliferación del Hongo Escoba de Bruja afectó, solamente en el estado Sucre, más del 70 % de la zafra de cacao de 2022. Un equipo de científicos venezolanos desarrolló y aplicó biocontraladores y un plan de trabajo que comprende la renovación de las plantaciones, manejo y control del Hongo Escoba de Bruja, potenciando las capacidades organizativas y técnicas de los productores que reducirá sensiblemente el impacto de este hongo y aumentará la producción de cacao en la región.

El plan de acción para el control y manejo de la escoba de bruja consistió en la aplicación de un producto biotecnológico desarrollado bajo el liderazgo de los investigadores e investigadoras del Codecyt, denominado *Tricorelum,* basado en un hongo que "compite" con la escoba de bruja, causando su eventual desaparición. Solo en la primera fase se abordaron a más de 8 mil productores y 18 mil

hectáreas de cultivo de cacao en el país, incorporando en las actividades a una red científico-campesina de más de 70 mil familias. En términos de la integralidad del método científico se incluyó la formación permanente, el acompañamiento a los productores, productoras y familias campesinas directamente por los científicos y científicas de los entes participantes, con la Ciencia del Pueblo asegurando la transferencia de competencias.

7. Producción de fertilizantes y biocontroladores para las comunas

La aplicación de fertilizantes y biocontroladores es esencial para mantener la productividad agrícola. La reducción en la disponibilidad de estos insumos puede llevar a un aumento en los precios de estos productos, lo que a su vez incrementa los costos de la cadena de producción, y -en muchos casos- al consumidor final.

De igual manera, la falta de acceso a fertilizantes adecuados puede llevar al uso de alternativas menos efectivas o más dañinas, lo que puede tener efectos negativos en la calidad del suelo y el ambiente, llevando -en algunos casos- al incremento en el uso de pesticidas químicos, que resultan más dañinos para los ecosistemas locales.

De manera directa, esta reducción del rendimiento de los cultivos en la producción agrícola y su calidad intrínseca alimenta una espiral de escasez de alimentos, desnutrición (especialmente entre los grupos más vulnerables como niños, niñas, ancianos y personas de bajos ingresos) y otras consecuencias sentidas directamente en el Pueblo venezolano.

Las acciones en respuesta al bloqueo están dirigidas a garantizar la seguridad alimentaria venezolana, por medio del fortalecimiento del sector agroalimentario con impulso al desarrollo de nuestra soberanía. En ese sentido, se realizó la formulación, producción y distribución nacional de un paquete de fertilizantes (mineral-orgánicos) en combinación con controladores biológicos de plagas y enfermedades. Productos amigables con el ser humano y el medio ambiente y de menor costo, para abarcar un total de 61.000 hectáreas cultivadas por agricultores pertenecientes a diversas comunas productivas distribuidas en todo el territorio nacional.

Para ello, el CNTQ elaboró y distribuyó a nivel nacional un lote de 1.000 kits que contienen tres formulaciones de fertilizantes líquidos para cada fase de cultivo, el fertilizante edáfico BioNitro y los controladores biológicos. El kit de fertilizantes y biocontroladores se configuró para dosificar 30 hectáreas de cultivo y fueron entregados a 1.000 comunas distribuidas en 14 estados del país, con el apoyo de los Fundacites y gobernaciones para el almacenamiento, distribución de los productos y organización de las comunas participantes.

Foto N° 59. El método científico está omnipresente en cada uno de los espacios de I+-D+i, siendo ejecutados y supervisados por competentes hombres y mujeres del Sncti, tal y como se observa a la investigadora en la producción novedosa, creativa, sistemática, transferible y reproducible de fertilizantes y biocontroladores para ser empleados por el poder popular. Fuente: Correo del Orinoco, octubre, 2023.

El proceso de siembra llevado a cabo entre 2023 y 2024, fue de buenos rendimientos a nivel nacional, con una reducción significativa de costos en la aplicación de fertilizantes por hectárea de 78 %, en comparación a los productos comerciales. No se observó presencia ni desarrollo de plagas. Las plantas de maíz evolucionaron sin problemas, a pesar de las condiciones adversas. Se sustituyó el uso de pesticidas químicos, que son nocivos para el agricultor, el medio ambiente y los consumidores finales, por controladores biológicos de plagas.

El paquete de fertilizantes desarrollado en los laboratorios del CNTQ utiliza el tratamiento óptimo para la fertilización de una gran cantidad de rubros agrícolas de importancia para la Soberanía Agroalimentaria. Identificando los criterios básicos de costo/beneficio, se establecieron formulaciones que permiten combinar la Solución A (Macroelementos) y la Solución B (Microelementos) con las soluciones de inicio, desarrollo y floración/fruto, basadas en las soluciones de sales de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) de uso común, particularmente en las triple 15, con los acondicionadores de suelo llamados ácidos húmicos y fúlvicos para que la aplicación de los fertilizantes líquidos sea más manejables para los agricultores, sustituyendo así el uso de cinco fórmulas por el uso de tres fórmulas más completas y concentradas.

El desarrollo local de fertilizantes y biocontroladores con precios significativamente más bajos que los importados, además de evitar el empleo de pesticidas químicos, en el contexto de un brutal bloqueo, ofrece ventajas económicas y ambientales sustanciales. Estos productos más accesibles promueven la rentabilidad y sostenibilidad de la agricultura local, al reducir los costos de producción,

lo que beneficia a los agricultores y a la seguridad alimentaria del país.

Además, al evitar el uso de pesticidas químicos, se protege el ambiente y la salud pública al reducir la contaminación del suelo, agua y alimentos, mejorando así la calidad de vida de la población y fortaleciendo la soberanía alimentaria.

En esta primera fase se han beneficiado, desde la base comunal, a 1.000 comunas de 14 estados. Estas buenas prácticas representan un significativo impulso para la producción nacional en el campo.

Foto N° 60. Investigador del parque científico tecnológico Más Ciencia realiza estudios a las muestras tomadas de los suelos una vez aplicados los productos para conocer el efecto esperado y de ser necesario aplicar los correctivos necesarios. En Venezuela se producen fertilizantes mineral-orgánicos que mejoran la calidad de los suelos y la absorción de nutrientes. Fuente: Mincyt, 2024.

8. Desarrollo nacional de nano y biofertilizantes

Entre los impactos y las implicaciones de la imposición de las MCU en el país, podemos evidenciar cómo se vulneran los sectores productivos a lo largo de la cadena, partiendo de la obtención de insumos para el desarrollo de la misma, en cualquiera de sus etapas. Los obstáculos que enfrenta la República, en la decisión soberana de importar materias primas necesarias para la fabricación de biofertilizantes, limita la disponibilidad de estos productos en el mercado local. Además, restringen la transferencia de tecnología y conocimiento necesario para desarrollar y producir nanofertilizantes y biofertilizantes a nivel nacional, ralentizando los procesos en las actividades de I+D+i de estos productos.

Esto a la vez afecta la capacidad de los agricultores para adoptar prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes, lo que tiene un impacto negativo en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria.

El desarrollo nacional de nanofertilizantes, biofertilizantes y otras formas nutricionales, desde los laboratorios del IVIC en colaboración con otras universidades, han contribuido significativamente a la soberanía alimentaria mejorando la eficiencia de absorción de nutrientes por las plantas, lo que puede aumentar los rendimientos agrícolas con menores cantidades de fertilizantes, reduciendo así la dependencia de insumos importados; al mismo tiempo optimiza la disponibilidad de nutrientes en el suelo, promoviendo un crecimiento saludable de las plantas y aumentando la producción agrícola de manera sostenible.

Las tareas de I+D+i han tenido un sinigual impacto en la reducción de costos debido a su alta eficiencia disminuyendo la cantidad de fertilizante necesario y con ello los costos para el Pueblo en el campo, aumentando su autosuficiencia; a esto se suma que el desarrollo local de nanofertilizantes y biofertilizantes ayuda a las plantas a ser más resistentes a condiciones adversas como sequías y enfermedades, lo que es fundamental para mantener la producción de alimentos en un clima cambiante.

Desde los laboratorios de I+D+i del IVIC se promueve la eficiencia y sostenibilidad en la agricultura con productos innovadores que permiten una mejor absorción de nutrientes por parte de las plantas, aumentando la productividad y reduciendo el uso de fertilizantes químicos. Además, los biofertilizantes contribuyen a mejorar la salud del suelo al fomentar la actividad microbiana beneficiosa, lo que resulta en cultivos más saludables y resistentes a enfermedades, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental. Estos hallazgos, tangibles, fortalecen la autonomía agrícola del país, promueven la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental, y contribuyen al bienestar económico y social de la población. Con un considerable rendimiento económico en la soberanía alimentaria incluyendo ahorros en el orden de los $21.543.560,00.

Sección 4

Resiliencia química: creación de materiales en tiempos de crisis
(Soluciones en Ciencias Naturales)

Las medidas restringen el acceso a recursos esenciales, perturban las colaboraciones internacionales, reducen las oportunidades de financiamiento y aislan a las comunidades científicas de los avances mundiales. Uno de los efectos inmediatos de las MCU es la restricción del acceso a recursos y equipos científicos críticos, incluyendo laboratorios avanzados e instalaciones de investigación que dependen de un suministro constante de reactivos de alta calidad, equipos especializados y tecnologías avanzadas. El bloqueo limita gravemente la importación de estos materiales, obligando a las y los investigadores a depender de herramientas a veces inadecuadas, lo que obstaculiza la calidad y el progreso de la investigación científica.

En nuestro país, el asedio continuado ha dificultado a las organizaciones científicas del Sncti la adquisición de reactivos de laboratorio de calidad e instrumentos científicos de interés, especialmente en campos como Biología Molecular, Química y Física, donde la tecnología más adecuada es esencial para lograr avances significativos.

La Ciencia se nutre de la colaboración internacional y el libre intercambio de ideas, se han visto sensiblemente afectados aislando a las y los científicos de la socialización académica, impidiéndoles participar pluralmente en conferencias internacionales, encuentros de I+D+i y proyectos de colaboración. Este aislamiento limita la exposición a los últimos avances científicos y a las mejores prácticas, que son fundamentales para el avance de su propia investigación.

En términos de priorización, las organizaciones de I+D+i dedicadas a Ciencias Naturales han sufrido recortes presupuestarios y restricciones financieras debido a las sanciones económicas, lo que ha perjudica su capacidad para llevar a cabo investigaciones, mantener las instalaciones de los laboratorios y apoyar la formación y la educación científicas. A estos aspectos, se une el deficiente acceso a publicaciones y datos científicos para la investigación y el desarrollo en curso, debido a la prohibición de ingreso a revistas internacionales, bases de datos y redes de I+D+i, significando ello un pobre conocimiento a los últimos descubrimientos, obstaculizando la capacidad para aprovechar los conocimientos existentes y contribuir al progreso científico.

A pesar de estos retos, el Sncti ha realizado importantes esfuerzos para desarrollar las capacidades locales, centrándose en el desarrollo científico autóctono, dando lugar a notables logros en ámbitos interdisciplinarios como la investigación con células madre y la biotecnología descrita en otras secciones de este libro. Sin embargo, estos esfuerzos se ven a menudo limitados por los efectos más amplios de las MCU.

1. Suministro de nitrógeno líquido

El nitrógeno líquido es un componente crítico en muchas aplicaciones científicas debido a su temperatura extremadamente baja, que permite conservar, enfriar y manipular materiales biológicos y químicos.

Como se ha explicado anteriormente, las MCU afectan las cadenas de suministro de materiales claves para las tareas de I+D+i, especialmente en Ciencias Naturales, en este caso el nitrógeno líquido, al imponer restricciones a la importación y exportación de gases industriales y equipos conexos.

El nitrógeno líquido se utiliza para la crioconservación, un proceso que consiste en congelar muestras biológicas a temperaturas extremadamente bajas para preservarlas y almacenarlas a largo plazo. Esto es crucial en campos como la genética, la biología molecular y la biomedicina. También se utiliza para conservar líneas celulares, tejidos y órganos para investigación y trasplantes; en la investigación agrícola se recurre al nitrógeno líquido para conservar semillas y material genético en bancos de semillas.

Foto Nº 61. El físico Ismardo Bonalde, jefe del Laboratorio de Temperatura Bajas del Centro de Física del IVIC, explica la importancia del suministro de nitrógeno líquido y de licuefacción del gas helio disponible en ese organismo. Fuente: Red IVIC, 30 de noviembre de 2018.

Así mismo, el nitrógeno líquido desempeña un papel vital en la criogenia, el estudio de materiales a temperaturas muy bajas, con aplicaciones en física, ciencia de materiales e ingeniería. Otros usos del nitrógeno líquido incluye alcanzar y mantener las bajas temperaturas necesarias para diversos montajes experimentales y procesos industriales; refrigeración de detectores y reducir el ruido

térmico en microscopios electrónicos y espectrómetros; manipular y conservar compuestos reactivos o inestables que deben almacenarse a bajas temperaturas para evitar su degradación o reacciones; congelar y pulverizar muestras para análisis químicos y bioquímicos; molienda criogénica para procesar materiales sensibles al calor sin alterar sus propiedades; para la criocirugía y la dermatología; para eliminar verrugas, papilomas cutáneos y ciertos tipos de cáncer; entre un más amplio espectro de aplicaciones.

En esta coyuntura, el IVIC puso en práctica un plan de acción para proveer nitrógeno líquido y cumplir con solicitudes que evitaran la cancelación de procesos de investigación o industriales, previniendo, incluso, el cierre de empresas. Para ello, logró adquirir los insumos necesarios, piezas de calidad y suministros para mantener activo su planta de nitrógeno líquido que, para más señas, es la más grande de Venezuela, y funciona en el Laboratorio de Temperaturas Bajas de la Unidad de Gases Licuados del Centro de Física, proveyendo un abastecimiento de nitrógeno líquido para la producción de fertilizantes, ácido nítrico, nylon, tintes, explosivos para la industria, tareas del sector salud, incluyendo el diagnóstico de una amplia gama de enfermedades de herencia mendeliana, entre otros; disminuyendo los efectos del asedio.

Gracias al desarrollo implementado por el IVIC, se mantuvieron en operación procesos clave de diferentes fuerzas vivas de la salud, la producción y de las propias actividades de I+D+i, evitando el colapso de actividades que, en muchos casos, garantizaron la producción de alimentos y la salud de cientos de venezolanos y venezolanas.

2. Fortalecimiento de la capacidad analítica para la transferencia de tecnologías para la evaluación de comportamientos ambientales (agua, aire y suelos)

Las MCU afectan el acceso a equipos, tecnologías y cooperación internacional necesarios para la vigilancia del medio ambiente a través de instrumentos analíticos, sensores y programas informáticos avanzados para medir con precisión la calidad del aire, el agua y el suelo. El bloqueo obstaculiza la importación de estas herramientas críticas, dando lugar a equipos anticuados o insuficientes que no cumplen las normas medioambientales modernas. Por ejemplo, la evaluación de la calidad del aire depende de instrumentos de alta precisión para detectar contaminantes en concentraciones muy bajas. Sin acceso a estas herramientas, se pueden tener dificultades para controlar con precisión los niveles de contaminación atmosférica, lo que conduce a una comprensión incompleta de la salud ambiental y a la apropiada redacción de políticas públicas eficaces.

Los retos medioambientales mundiales, como el cambio climático y la contaminación, requieren esfuerzos coordinados y conocimientos compartidos

más allá de las fronteras. Este aislamiento de facto obstaculiza la capacidad de comparar y validar los parámetros de rendimiento medioambiental con las normas mundiales, lo que da lugar a evaluaciones potencialmente sesgadas o incompletas.

Foto Nº 62. Un equipo multidisciplinario realiza investigaciones científicas para evaluar y enunciar las medidas para el rescate del Lago de Maracaibo. En estas labores de I+D+i del Sncti participa el Inzit junto al Mppes, la Universidad del Zulia y el Iclam. Fuente: Inzit, 2 de agosto de 2023.

El Inzit cuenta con un Laboratorio de Ambiente para la evaluación de suelos (sedimentos, lixiviados), agua (superficiales, subterráneas) y calidad de aire. Ante el asedio, este laboratorio mantiene la prestación de servicios especializados, contando con la certificación del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (Mppes) para realizar análisis de aguas, desechos y calidad de aire. Este laboratorio sirve de brazo tecnológico en la evaluación de ecosistemas acuáticos y forma parte de la Comisión Científico Tecnológica para la Conservación, Recuperación y Rescate del Lago de Maracaibo, en conjunto con el Centro de Investigaciones del Agua de la Universidad del Zulia, y el Instituto para la Conservación de la Cuenca del Lago de Maracaibo (Iclam).

Además, el Inzit participa activamente en el Proyecto RLA 7026 "Evaluación de la contaminación orgánica e inorgánica de ecosistemas acuáticos de América Latina, y su impacto en la proliferación de cianobacterias productoras de cianotóxinas", siendo responsable del análisis de los parámetros fisicoquímicos para la determinación del índice de estado trófico.

A pesar de las coercitivas medidas que penden sobre el país, a finales de 2023, se fortaleció la capacidad analítica de este laboratorio con la adquisición de equipos para dar respuesta a los proyectos de investigación, a la comisión del Lago de Maracaibo, así como a la industria, en la prestación de servicios en la evaluación de efluentes, sedimentos, desechos.

Esta solución se hace productivamente tangible a través de 1.850 análisis en cumplimiento con los compromisos con la comisión del Lago de Maracaibo. Estos análisis se realizaron en muestras de agua y sedimentos de los puntos de muestreo estratégicos del Lago de Maracaibo.

Igualmente, se ejecutaron 4.423 análisis agrupados en un total de 409 muestras recibidas tanto de aguas, suelos, y calidad de aire. El trabajo y esfuerzo en la dedicación y mantenimiento del servicio por parte del personal de I+D+i en el laboratorio se consolidó con el apoyo del Mincyt en la renovación de equipos, minimizando gastos de importación y aumentando sensiblemente la atención en las solicitudes en el área.

Sección 5

Creación y libertad para las respuestas sociales: desafiando las barreras impuestas

(Soluciones en Ciencias Sociales)

El área de las Ciencias Sociales es tanto transversal como multidisciplinaria; en ella se conjugan disciplinas que al estar ligadas a los individuos es tan dinámica y cambiante como el ser humano mismo, es por ello que esta área se erige como esencial en el seguimiento de procesos y la planificación, ya que en muchas ocasiones los escenarios cambian y con ellos las tendencias.

Las y los investigadores en las Ciencias Sociales, incluyendo educación, derecho, gerencia y economía del cambio tecnológico dependen de conjuntos de datos exhaustivos, herramientas analíticas avanzadas y colaboración mundial para comprender y analizar la dinámica de la innovación tecnológica y su impacto económico. El asedio que se sostiene sobre Venezuela afecta el acceso a las bases de datos internacionales, el financiamiento de la investigación y las herramientas tecnológicas, que son esenciales para llevar a cabo una investigación exhaustiva y precisa. Esta restricción obstaculiza la capacidad de las y los científicos sociales para reunir pruebas empíricas, comparar tendencias internacionales y desarrollar teorías sólidas sobre la economía del cambio técnico.

Además, las MCU provocan inestabilidad económica y una reducción de la inversión en I+D+i, lo que repercute directamente en el estudio del cambio técnico. Las ciencias sociales prosperan con el intercambio de ideas y la investigación colaborativa más allá de las fronteras, y el bloqueo aísla al personal de I+D+i impidiéndoles participar en conferencias internacionales, proyectos de investigación conjuntos y redes de investigación, perjudicando su adecuada exposición a perspectivas y mejores prácticas globales, esenciales para avanzar en el estudio de las disciplinas de esta área del conocimiento. En consecuencia, la calidad general y el alcance de la investigación se ven mermados.

Muy a pesar de estas afectaciones, los hombres y mujeres del sistema demuestran el triunfo del ingenio a través de actividades de Ciencia y Tecnología que soliviantan ante el asedio. A continuación, se presentan soluciones antibloqueo en Ciencias Sociales.

1. Desarrollo de ayuda de instrucción para la educación básica con herramientas computacionales

El impacto de las MCU es multifactorial y crea círculos impregnados de vicios, especialmente en su impacto en la infraestructura educativa, que se ve afectada paulatinamente por la indisponibilidad a materiales e insumos para la educación básica y universitaria. La falta de inversión por la priorización producto

de los reducidos ingresos al erario público, severamente afectado, llevan al deterioro de la infraestructura, materiales y equipos educativos, con un nocivo impacto en la calidad educativa en los centros escolares. Las ciencias que se enseñan en educación básica son la semilla que rendirá frutos en formación de futuros científicos y científicas del país, la generación de relevo de I+D+i, por lo que la calidad de esta enseñanza se ve afectada ingentemente por las MCU.

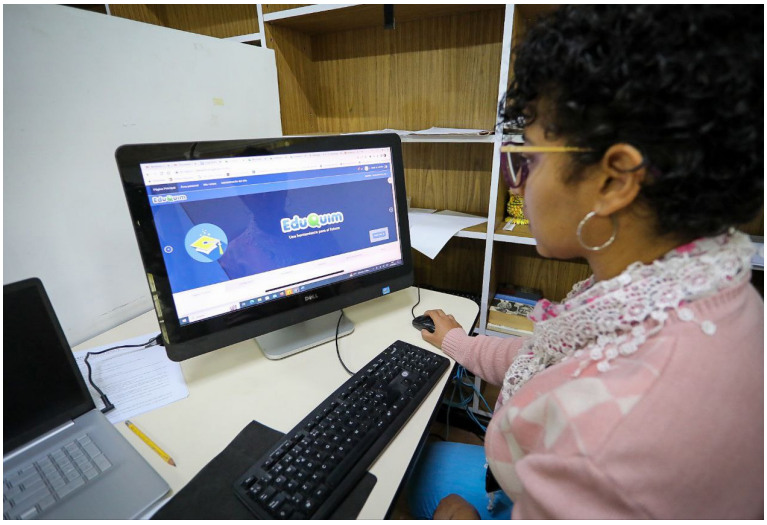


Foto Nº 63. Especialista en informática del IVIC verifica el desempeño de EduQuim, que es una herramienta *web* para fomentar la enseñanza y el aprendizaje de la química en educación media, está orientado para profesores y alumnos de 3º, 4º y 5º año de bachillerato que también pueden hacer retos del conocimiento con juegos en el aula y fuera de clases. Fuente: Mincyt, febrero de 2023.

El IVIC, a través de su Laboratorio de Química Computacional, desarrolló una herramienta asistida por computadora para la enseñanza de la Química a estudiantes de educación media, bautizada con el nombre EduQuim. Esta plataforma fue creada en 2011, en el proyecto Cuba-Venezuela, ante la necesidad de tener un espacio accesible para aprender los aspectos fundamentales de la Química, y fue aprobado en 2022 por el Mincyt. EduQuim, creado completamente con ingenio venezolano, usa teorías modernas de aprendizaje interactivo mediado por computadoras, tomando como apoyo los contenidos programáticos del Ministerio del Poder Popular para la Educación (MPPE).

El acceso a nuevas ayudas de instrucción para el Subsistema de Educación Básica se ha visto favorablemente asistida por este desarrollo que, en la asignatura Química, crea un círculo virtuoso que forma a los jóvenes talentos para que, en el futuro cercano, sean quienes pueblen los espacios de I+D+i del país, y continuarán aportando soluciones como ésta. Las y los usuarios de EduQuim lo valoran como un admirable aporte de la ciencia venezolana al Sistema Educativo Nacional, que en su fase actual comparte y nutre conocimientos con el MPPE, que aprueba los

contenidos que divulga la plataforma inspirada en el programa de educación de ese ente rector. Siendo un gran aporte interdisciplinario entre la ingeniería y tecnología, humanidades y artes y las ciencias sociales.

2. Producción de Canaimas y Canaimitas para la educación

En 2016, Industria Canaima, empresa socialista encargada de la fabricación y comercialización de equipos de informática y de telecomunicaciones, es reconocida por Intel, el mayor fabricante de circuitos integrados del mundo y que provee la tarjeta madre de las computadores portátiles y tabletas producidas por Canaima, en virtud de la excepcional cantidad de equipos entregados, cerca de 6 millones. A pesar de ello, las MCU impidieron la posibilidad de continuar con los contratos derivados del Memorando de Entendimiento, incluyendo la adquisición de materia prima a la empresa portuguesa *Youtsu Ace*, deteniendo el ritmo productivo desarrollado hasta ese momento.

A esta abrupta acción se une que, hasta 2017, se contó con la asesoría del personal técnico de *Youtsu Ace*, quienes se retiraron a raíz de los hechos violentos causados por la oposición en las inmediaciones de la planta de Canaima (ubicada en la Base Aérea Generalísimo Francisco de Miranda). La violación del derecho a la educación se exacerbó durante la pandemia de COVID-19, erigiéndose la educación a distancia como una estrategia vital para facilitar el proceso y alcanzar los objetivos educativos; lo que se vio afectado dado el nuevo ritmo de producción como consecuencia del bloqueo y la capacidad de entregar equipos a niños, niñas y jóvenes venezolanos al ritmo disfrutado antes del asedio.

Foto Nº 64. Reparación de Canaimas y Canaimitas en los espacios de las escuelas con el apoyo del Pueblo organizado y el acompañamiento de especialistas del Mincyt. Fuente: Mincyt, 2019.

Una de las más sensibles afecciones de las MCU se percibe en la reducción de la vital fuerza laboral de Industria Canaima, que pasó de 455 hombres y mu-

jeres, en 2020, a 195, en 2024, una disminución del 57 %. Debido a estas atroces medidas, la producción de computadoras Canaima, modelo 5 (portátil), pasó de 276 mil unidades, en 2016, a 19 mil, en 2019; mientras que la producción de tabletas modelo 2, pasaron de 107 mil, en 2016, a 13 mil, en 2020; una reducción del 94 % y 88 %, respectivamente.

Ante la imposibilidad de adquirir partes y piezas nuevas para ensamblar equipos, se implementaron procesos de reutilización de equipos dañados para recuperar computadores portátiles y ser entregados a niños, niñas y jóvenes, incluyendo el aumento de las competencias en diagnósticos, recuperación, despiece y reparaciones de otras unidades tecnológicas Canaima (computadoras portátiles y tabletas) dañados, lo que ha permitido continuar con la ejecución del Programa de Fortalecimiento Tecnológico mediante sustitución de equipos Canaima.

Foto Nº 65. Las trabajadoras de Industria Canaima trabajan con la firme convicción de hacer su labor con esfuerzo y dedicación, para mejorar y ampliar los servicios de reparación y mantenimiento de portátiles Canaima como política sostenible de mantenimiento de equipos electrónicos. Fuente: Mincyt, 2023.

Así mismo, se implementó el ensamblaje de equipos con remanentes de partes y piezas que se encontraban en los almacenes de Industria Canaima y en la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (Cantv). Aunado a ello, se incorporó el Servicio de Atención al Poder Popular, adecuando las formas de asistir a las y los usuarios para que la distancia no fuere una barrera con la industria, traduciéndose en un acercamiento entre las comunidades más necesitadas dando respuestas rápidas y eficientes al proceso de recuperación y/o reparación de equipos para que los más jóvenes cumplan el proceso socio formativo.

Finalmente, a pesar del impacto de las MCU, la capacidad instalada de la industria se sostiene en un 100 % de operatividad, incluyendo 3.300 m^2 de área de producción y logística (almacén), climatizados y con iluminación LED; capacidad de ensamblaje de aproximadamente 1.000 equipos electrónicos por línea por día;

y cuatro líneas de producción automatizadas que funcionan de manera neumática, manejadas por un controlador lógico programable.

La producción ha sido sensiblemente afectada por las MCU; sin embargo, gracias a las competencias de los hombres y mujeres de Industria Canaima y un plan ambicioso se ha mantenido una producción remanente que garantiza el entrenamiento de la fuerza de trabajo y provee equipos computacionales a las y los venezolanos.

La persistencia del equipo de Industria Canaima ha permitido entregar 149.338 equipos en los últimos tres años, a lo que se suma la reparación y ensamblaje de equipos recuperados, un total de 117.826 unidades.

Foto Nº 66. En busca de brindar un aporte y dar continuidad al Proyecto Canaima Educativo y al desarrollo de las Tecnologías Libres en el país, desde 2017, jóvenes técnicos se forman y a la vez aportan al mejoramiento y refacción de equipos con piezas útiles de otros equipos Canaima en los espacios del Laboratorio Don Luis Zambrano. Fuente: Mincyt, 2019.

3. Desarrollo soberano de aplicaciones hechas a la medida del Gobierno Bolivariano

El desarrollo y sostenimiento de aplicaciones y otros *softwares* desarrollados para el uso específico del Gobierno Bolivariano, son vulneradas por las acciones derivadas de las MCU, contando con innumerables ciberataques por diferentes agresores que invalidan las actualizaciones y parches, creando a fallos de seguridad y *bugs* que no pueden ser corregidos, poniendo en riesgo tanto a los desarrolladores como a los usuarios finales del *software*. A pesar de estas limita-

ciones, en esta área del conocimiento se han implementado 21 soluciones que, en algunas ocasiones son contratadas allende frontera, a saber:

- Sistema Expo Feria Científico Tecnológica Industrial Irán-Venezuela, permitió el registro, solicitud y control de citas a empresas nacionales para la rueda de negocios con las empresas iraníes.

- Sistema Expo Feria Qatar-Venezuela, que facilitó el registro, solicitud de entrevistas y control de empresas nacionales para la rueda de negocios con las empresas qataríes.

Foto Nº 67. Especialista de Codecyt presenta a estudiantes y público general los avances tecnológicos desarrollados por la institución en la Expo Feria Científica Tecnológica Industrial Irán-Venezuela, organizada por el Gobierno Bolivariano a través del Mincyt, en la que se empleó con éxito el sistema de registro diseñado por investigadores venezolanos y fue disfrutado por iraníes y venezolanos, asegurando el éxito de las rondas de negocios. Fuente: Mincyt, 2022.

- Sistema de registro de motores, diseñado para los 18 motores productivos de la Agenda Económica Bolivariana, donde se identificaron las capacidades y necesidades en materia de Ciencia y Tecnología de todos los actores a nivel nacional que componen cada uno de los motores productivos, con el propósito de impulsar planes, programas, proyectos, productos y líneas de I+D+i, en todos los sectores de cada motor.

- Sistema de registro de cámaras de comercio, dedicado a identificar las capacidades y necesidades en materia de Ciencia y Tecnología de las propias cámaras de comercio.

- Sistema de gestión de gobierno SIG, es una herramienta para la gestión, seguimiento y control, de las actividades y proyectos desarrollados en alcaldías, gobernaciones, ministerios, entes adscritos, instituciones del Estado, en todos los niveles del Gobierno.

Foto Nº 68. Niños y niñas muestran con alegría los resultados de la III Consulta Nacional de Logros de Aprendizajes. El objetivo del proyecto es revisar el desarrollo de los estudiantes en áreas de conocimiento específicas del Subsistema de Educación Básica, entre ellas: Matemáticas, lectoescritura, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, por medio de un programa sistematizado que valora las capacidades expresadas por las niñas, niños y jóvenes de las escuelas impulsando a fortalecer sus capacidades. Fuente: Radio Miraflores, mayo, 2024.

- Sistema de Aporte del Fondo de Investigación y Desarrollo de Telecomunicaciones (Fidetel), diseñada para facilitar el registro y declaración de contribuciones de los aportantes, en conformidad con las disposiciones establecidas por la *Ley Orgánica de Telecomunicaciones*, proporcionando una interfaz para que los contribuyentes cumplan con sus obligaciones de manera transparente, contribuyendo así al desarrollo y financiamiento del sector de las telecomunicaciones.

- Sistema para la Declaración del Aporte en Ciencia, Tecnología e Innovación (Sidcai), que permite el registro y declaración de los aportantes, así como su evaluación por parte del ente rector para su aprobación y emisión del certificado Locti, se desarrolla bajo las directrices de la renovada *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación* (Locti, 2022).

- Sistema para pruebas sobre logro de aprendizaje nacional a estudiantes (Planes), creada para realizar pruebas que evalúan el rendimiento educativo de estudiantes a nivel nacional, abarcando diversas áreas de aprendizaje y permitiendo medir el logro académico mediante pruebas estandarizadas. Proporciona una herramienta integral para evaluar y analizar el desempeño educativo a nivel nacional, brindando datos valiosos para mejorar la calidad y eficacia del sistema educativo.

- Plataforma de cursos y talleres del 20º Congreso Venezolano de Microscopía y Microanálisis 2024, que facilita la capacitación en diversas áreas de la microscopía, técnicas de microanálisis y sus distintas aplicaciones, así como también permite el registro para participar en el congreso.

Foto Nº 69. El equipo de alto nivel del Tribunal Supremo de Justicia evalúa las actualizaciones de la plataforma digital que realizaron de manera coordinada con la Comisión Especial de Tecnología y Digitalización de los Procesos (Cetydip), en las que expertos del ámbito tecnológico del país presentaron propuestas en materia de cableado, base de datos, digitalización de los procesos y expedientes electrónicos, en la continuación del avance de la sistematización de los procesos judiciales que adelanta el máximo tribunal del país. Fuente: Tribunal Supremo de Justicia, 8 de mayo de 2024.

- La Plataforma EduQuim, ya mencionada en esta sección, está orientada a la enseñanza de Química de 3º a 5º año de educación media, implementando teorías modernas de aprendizaje interactivo mediante el uso de computadoras.

- Sistema en línea de la Inspectoría General de Tribunales (IGT) II Fase, permite registrar las denuncias en cualidad de víctima, familiar y/o apoderado, apoderada legal que recibe día a día la Inspectoría General de Tribunales, así como el monitoreo integral de los procesos de investigación de las denuncias en tiempo real. En esta segunda fase contempla la gestión interna del proceso en la inspectoría que corresponde a procesamiento de las denuncias, creación de tribunales, jueces, actos administrativos y estadísticas.

- Sistema Servicio de Bienes Recuperados, es una plataforma integral diseñada para el registro, administración y seguimiento de bienes incautados. Su principal objetivo es optimizar la gestión de estos bienes desde el momento de su incautación hasta su disposición final, garantizando transparencia, eficiencia y control en todo el proceso.

- Plataforma Infocentro en un Clic, plataforma en la que las y los ciudadanos ingresan online desde su casa, trabajo y/o asistiendo directamente a los infocentros disponibles a nivel nacional para acceder a los diferentes servicios entre los que se encuentran: poder comunal en línea, infoaprendizaje, infobiblioteca digital.

- Poder comunal en línea, que persigue empoderar al poder comunal de las tecnologías de la información y la comunicación desde una plataforma didáctica que les permita organizar, gestionar y controlar los procesos de manera automatizada en los consejos comunales y comunas, tales como el censo poblacional, los reportes para la solicitud de los beneficios del CLAP, servicio de gas comunal, abordaje de la población vulnerable y el reporte de las averías en los servicios básicos provistos por el Estado. Creando una participación activa de las comunidades en los procesos de transformación digital desde Infocentro en un Clic, todo esto bajo el amparo del apoyo técnico de los infocentros y sus equipos de trabajo, disminuyendo así, la brecha digital en las comunidades

Foto Nº 70. Trabajadoras de Telecomunicaciones Gran Caribe reciben inducción para el uso correcto y manejo de herramientas tecnológicas. Los cursos son gratuitos y están disponibles en la plataforma digital MujerTI como parte de los programas que lleva adelante el Mincyt que fortalecen los conocimientos de la mujer venezolana. Fuente: Mincyt, 2023.

- Encuesta La Guaira, diseñada para facilitar la evaluación y retroalimentación directa de los residentes en el estado La Guaira respecto a la calidad de los servicios públicos ofrecidos en la región, con la que las y los ciudadanos tienen la oportunidad de expresar sus experiencias y opiniones sobre diversos aspectos relacionados con los servicios esenciales, tales como agua, electricidad, transporte entre otros.

- Plataforma InfoAprendizaje, es un proyecto educativo en línea apalancado en las tecnologías de información y comunicación localizadas en territorio venezolano, para favorecer la inclusión digital de todas y todos mientras se promueve la formación profesional presencial y/o en línea, además de la productividad a través de un amplio y diverso catálogo de contenidos.

• Infobiblioteca Digital, que permite el acceso a la información en línea de fuentes validadas y certificadas por especialistas, abarcando diversas categorías como tecnología, educación, salud, facilitando la I+D+i y la generación de saberes.

Foto Nº 71. Presentación del estadio de La Guaira al ministro del Poder Popular para el Deporte, Mervin Maldonado, (izq.) por el gobernador del estado, José Terán, en los que se desarrollaron los Juegos Deportivos del Alba 2023, en el marco del cual se desarrolló soberanamente, desde los laboratorios del Mincyt la aplicación que mejoró sensiblemente la experiencia deportiva. Fuente: Últimas Noticias, 20 de abril de 2023.

• Sistema MujerTI, que ofrece capacidades formativas en materia de telecomunicaciones e informática, tanto en modalidad en línea como presencial, dirigido a la población femenina interesada en conocer herramientas o plataformas tecnológicas que puedan ser de utilidad en su campo laboral o de estudio, así como también garantizar la certificación de dichas experiencias formativas.

• El registro de innovación para los Consejos Productivos de Trabajadoras y Trabajadores (CPTT), que permite la consulta de datos de entidad de trabajo y actualización de datos básicos, de contacto y condición actual dentro del CPTT de las y los voceros, así como también permite registrar sus experiencias productivas, proyectos de innovación y planes de formación académica.

• Sistema de Acreditaciones, genera de forma automática las credenciales correspondientes a los atletas, comité organizador, voluntarios, prensa, transporte, alimentación, jueces y árbitros para los juegos del alba y juegos centroamericanos y del caribe escolares.

• Aplicación Juegos del ALBA, diseñada para brindar una experiencia completa durante los eventos deportivos, permitiendo el *streaming* en vivo de cada disciplina, proporcionando información detallada sobre el calendario y las sedes de los juegos, así como ofreciendo un seguimiento actualizado del medallero.

4. Democratización del acceso a Internet y herramientas digitales

El bloqueo dificulta la importación de equipos de red de alta calidad, *software* y tecnologías relacionadas que son esenciales para mantener conexiones a Internet robustas y fiables, dando lugar a una infraestructura anticuada e ineficiente, con la consiguiente disminución de la velocidad de Internet, cortes frecuentes y ancho de banda reducido. En regiones donde el acceso a Internet ya es limitado, estas interrupciones agravan la brecha digital, dejando a estudiantes y educadores sin un acceso fiable a los recursos en línea.

Las restricciones impuestas por las MCU también afectan la disponibilidad de contenidos y plataformas educativas. Las instituciones educativas allende frontera y los proveedores de contenidos han demostrado tener prohibido ofrecer sus servicios a Venezuela, lo que dificulta el acceso a una amplia gama de cursos en línea, libros electrónicos, artículos de I+D+i y entornos virtuales de aprendizaje. Esta privación restringe la capacidad de las y los estudiantes para acceder a materiales educativos diversos y de alta calidad, impidiendo su progreso académico y la ampliación de sus conocimientos. Además, el bloqueo obstaculiza la participación de las y los estudiantes y educadores venezolanos en redes académicas internacionales, conferencias en línea y proyectos de investigación en colaboración, aislándolos de la comunicación académica mundial.

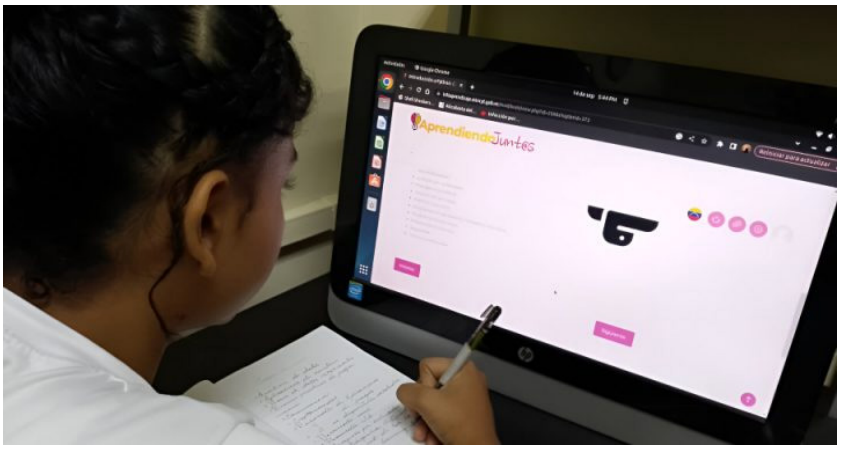


Foto Nº 72. Niña de 12 años hace uso del Internet para realizar sus tareas, gracias a los esfuerzos del Gobierno Bolivariano para acercar a las comunidades al uso de las tecnologías de la información y la comunicación en Venezuela. Fuente: Fundación Infocentro, 2023.

En este mismo orden de ideas, el acceso de la población a las herramientas de cómputo y educativas basadas en computadoras, así como el acceso a Internet, especialmente en los sectores más vulnerables de la población son un derecho inalienable de la población venezolana. Las MCU violentan este derecho y aumentan los costos de importación de dispositivos tecnológicos y servicios de Internet, lo que hace que estas herramientas sean inaccesibles para quienes tienen recursos limitados. Como resultado, las personas y comunidades más humildes se enfrentan a decisiones difíciles entre destinar sus ingresos limitados a

Al eliminar el costo de acceso a Internet, se reduce una barrera importante que limita el acceso a información y servicios esenciales para las personas de bajos ingresos. Este acceso ilimitado permite a más personas participar en la creación y consumo de contenidos de prensa digital, promoviendo el periodismo ciudadano y una mayor diversidad de perspectivas en la cobertura mediática.

Adicionalmente, se formó un amplio contingente de hombres y mujeres de la Fundación Infocentro para instruir a la población en diferentes herramientas ofimáticas y comunicaciones alternativas, en todo el país.

Con la ampliación y actualización de la Fundación Infocentro, se dispone de 728 infocentros en todo el país, de los cuales 585 espacios comunitarios fueron recientemente modernizados, poniendo a la disposición de todas las comunidades del país 4.350 computadoras de escritorios, con 72 % de ellas modernizadas por equipos de la empresa Venezolana de Industria Tecnológica, C.A. (VIT).

También, se han establecido en áreas neurálgicas y de fácil acceso puntos de conexión a la *World Wide Web,* facilitando a la población 34.800 horas diarias de conexión, atendiendo mensualmente a 700 mil venezolanos y venezolanas en estos espacios de comunicación.

Foto Nº 73. Las computadoras de escritorio VIT son la herramienta principal de los infocentros. Son utilizadas a diario por gran parte de la población nacional, para la capacitación y el empoderamiento digital de la nación. Fuente: Fundación Infocentro, 2024.

A manera de resumen, en los últimos cinco años, se ha disfrutado de 63 millones de horas de acceso gratuito a Internet en los infocentros, representando una inversión desde el Gobierno Bolivariano de $203 millones, para el beneficio de millones de venezolanos y venezolanas que asisten a más de 700 infocentros muy cerca del Sistema de Educación Nacional y de las familias venezolanas. El acceso gratuito a Internet proporciona a estudiantes y docentes recursos

educativos ilimitados, como cursos en línea, libros electrónicos y materiales de investigación que se vuelven accesibles para todos. A esto se añade que, las herramientas educativas en línea, como simulaciones interactivas y videos educativos, pueden mejorar significativamente el aprendizaje y la comprensión de conceptos complejos.

Finalmente, y entre otros logros visibles se encuentra la formación de la población en herramientas de ofimática. En el último año se ha atendido un total de 254 mil personas, a través de recursos en línea que mejoran sus habilidades, aumentando la productividad y eficiencia en el lugar de trabajo, lo que es esencial en una economía cada vez más digitalizada. A esto se le suma la creación de 152 brigadas comunicacionales en los infocentros, entre enero y mayo de 2024, con un manejo de 152.983 contenidos comunicacionales.

5. Implementación de la robótica como educación transversal

Las MCU han dificultado las tareas asociadas a la educación en ciencias y tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la robótica, limitando el acceso a recursos educativos y tecnológicos de vanguardia, como libros de texto, software especializado y equipos de laboratorio. Esto dificulta que las instituciones educativas, en el país, proporcionen una formación actualizada y de alta calidad en estas disciplinas. Además, las restricciones comerciales dificultan la colaboración internacional y el intercambio académico, reduciendo las oportunidades de los estudiantes y profesores de participar en programas de I+D+i conjuntos. Esta condición disminuye la preparación de las y los estudiantes para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades en un mundo donde cada vez más la tecnología tiene relevante presencia.

No obstante, por encima de estos obstáculos que sufren millones de conciudadanos, se han creado 150 núcleos de robótica educativa y otros 14 laboratorios de robótica, implementando sistemáticamente la enseñanza de la robótica lo que tendrá un significativo impacto en el futuro de las vocaciones STEM captando el interés de los estudiantes desde una edad temprana mediante la combinación de aspectos lúdicos y educativos, al interactuar con robots y tecnologías asociadas, los niños, niñas y jóvenes venezolanos desarrollan una curiosidad natural por las disciplinas STEM.

El amplio acceso a las disciplinas STEM tienen un muy positivo impacto en las vocaciones científicas futuras, creando un círculo virtuoso y de innovación en el país. La robótica enseña habilidades prácticas esenciales como la programación, el diseño y la construcción demandando que los estudiantes enfrenten y resuelvan problemas complejos, lo que fortalece su capacidad para analizar situaciones, pensar críticamente y desarrollar soluciones innovadoras.

Foto Nº 74. Jóvenes se dedican al ensamblaje de un robot, aprendiendo los conceptos básicos de la robótica. Esta actividad es gracias al programa de Semillero Científico, por medio del cual la Fundación Infocentro imparte los talleres de robótica educativa que se ofrecen en diferentes núcleos del país. Fuente: Infocentro, abril de 2024.

Los estudios señalan que el acceso a la robótica aumenta significativamente las posibilidades de que los niños y las niñas se dediquen a vocaciones científicas, proporcionándoles experiencias de aprendizaje prácticas y atractivas que despiertan el interés por las disciplinas STEM. La robótica fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad, habilidades esenciales para la investigación científica. Mediante la construcción y programación de robots,

Foto Nº 75. La robótica introduce a los estudiantes a tecnologías avanzadas y de vanguardia, como la inteligencia artificial, la automatización y los sistemas de control, proporcionando una base sólida para futuras carreras en estos campos. Fuente: Mincyt, 15 de mayo de 2024.

las y los alumnos adquieren conocimientos prácticos de ingeniería, informática y matemáticas, haciendo que los conceptos abstractos sean tangibles y emocionantes. Además, la participación en competiciones y clubes de robótica ofrece entornos de colaboración que fomentan el trabajo en equipo y la perseverancia. Estas experiencias pueden inspirar una pasión de por vida por la ciencia y la tecnología, motivando a los estudiantes a explorar más estudios y carreras en estas áreas.

Agradecimiento

En el panorama del avance científico y tecnológico contemporáneo, el Sncti se erige En como un espacio fundamental para fomentar las actividades de I+D+i en diversos sectores, a través de la comunicación continua entre actores y actoras, como pieza clave capaz de ensamblar el rompecabezas, de las complejas y multifactoriales tareas, que dibujan y crean el retrato fiel de la soberanía científica y tecnológica para la producción de bienes y servicios como los descritos en este Capítulo.

Para la recolección de los datos que alimentaron el análisis, impacto productivo en todos sus matices e interpretación de los resultados, se realizaron esfuerzos concertados con numerosas organizaciones que contribuyeron extraordinaria y pacientemente en la recopilación y elucidación de los resultados de casi 300 soluciones innovadoras, con más de cuatro decenas de ellas aquí expuestas.

En la síntesis de este exhaustivo capítulo se enuncian organizaciones que interactúan en los diferentes sectores de la sociedad, tales como: instituciones universitarias, organismos gubernamentales, instituciones de investigación, empresas, tanto públicas como privadas y mixtas, Poder Popular; todas fundamentales en la configuración del curso de la investigación científica y la innovación tecnológica. Los esfuerzos de colaboración de estas entidades ponen de relieve su compromiso con el avance del conocimiento y el impulso de soluciones impactantes en diversas áreas del conocimiento y ámbitos del Desarrollo Integral de la Nación.

Cada entidad aporta perspectivas y competencias esenciales en un sorprendentemente obcecado marco de colaboración, enriqueciendo el discurso sobre la innovación y fomentando asociaciones sinérgicas. La plenitud de sus inextinguibles esfuerzos se resumió en las líneas que anteceden como muestra y homenaje a la resiliencia de los hombres y mujeres de ciencia, incluyendo a quienes participan activamente en la Ciencia Ciudadana o Ciencia del Pueblo. Este compendio sirve no sólo como testimonio del ingenio colectivo, sino también como hoja de ruta para futuros esfuerzos encaminados a aprovechar el conocimiento en beneficio del Pueblo y el desarrollo sostenible.

A continuación, se enumeran, en orden alfabético, las organizaciones que son mencionadas o que bien proveyeron información detallada, sistematizada, verificable y plasmada en sendos trabajos científicos que atestiguan la reproducibilidad de sus hallazgos para la comunidad científica, por un lado, y, especialmente, para todo un país que triunfa con ingenio, desde los espacios de Ciencia y Tecnología, ante el asedio.

- Academia de Ciencias Agrícolas de Venezuela (ACAV).
- Agencia Bolivariana de Actividades Espaciales (ABAE).

- Empresa de Producción Social Alina Foods, C.A.
- Aviación Militar Bolivariana (AMB).
- Centro Biotecnológico para la Formación en la Producción de Semillas
- Agámicas (Cebisa).
- Centro de Agricultura Tropical IVIC.
- Centro de Investigaciones del Agua de la Universidad del Zulia.
- Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (Cenditel).
- Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Telecomunicaciones (Cendit).
- Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ).
- Centro Nacional de Tecnologías de Información (CNTI).
- Comisión Nacional de Semillas (Conasem).
- Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (Cantv).
- Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (Celac).
- Corporación para el Desarrollo Científico y Tecnológico (Codecyt).
- Correo del Orinoco.
- Cuerpo de Investigaciones Científicas, Penales y Criminalísticas (Cicpc).
- Dirección de Investigación y Desarrollo de la Aviación (DIDA).
- Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Fonacit).
- Fondo de Investigación y Desarrollo de Telecomunicaciones (Fidetel).
- Fuerza Armada Nacional Bolivariana (FANB).
- Fundación Instituto de Estudios Avanzados (IDEA).
- Fundación Instituto de Ingeniería para Investigación y Desarrollo Tecnológico (FII).
- Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis).
- Fundación para la Unificación Técnica de la Investigación, Capacitación y Extensionismo en el Fortalecimiento del Sector Agroalimentario Nacional (Uticex).
- Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Fundacite) estado Trujillo.
- Fundación Infocentro.
- Hospital Pediátrico "Niño Jesús" estado Yaracuy.
- Hospital Victorino Santaella. estado Miranda.
- Industria Canaima.
- Instituto de Medicina Tropical (UCV).
- Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel (Inhrr).
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).
- Instituto para la Conservación de la Cuenca del Lago de Maracaibo (Iclam).
- Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).
- Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas (Inzit).
- Instituto Postal Telegráfico de Venezuela (Ipostel).
- Instituto de Biología Experimental (UCV).
- Laboratorio Diagnóstico y Genética, Diagen, C.A.

- Ministerio del Poder Popular para la Comunicación y la Información (Minci).
- Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (Mincyt).
- Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (Minec).
- Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS).
- Ministerio del Poder Popular para Educación (MPPE).
- Ministerio del Poder Popular para Relaciones Interiores, Justicia y Paz (Mpprijp).
- Movilnet.
- Müröntö: Centro de Innovación para el Desarrollo.
- Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Oncti).
- Observatorio Venezolano Antibloqueo (OVA).
- Petróleos de Venezuela, S.A. (Pdvsa).
- Productores Integrales del Páramo (Proinpa).
- Superintendencia de Servicios de Certificación Electrónica (Suscerte).
- Telecom Venezuela, C.A.
- Telecomunicaciones Gran Caribe, S.A.
- Telecomunicaciones Movilnet, C.A. (Movilnet).
- Universidad Simón Bolívar (USB).
- Universidad del Zulia.
- Universidad Central de Venezuela (UCV).
- Venezolana de Industria Tecnológica, C.A. (VIT).
- Venezolana de Televisión (VTV).

Referencias Bibliográficas

Bolívar, M. (2022). Hoy culmina la Expo Feria Irán Venezuela. Prensa elsiglo.com.ve Disponible en: https://elsiglo.com.ve/2022/09/19/hoy-culmina-expo-feria-iran-venezuela/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Bravo, S. (2023). Venezuela a la vanguardia en tratamiento regenerativo de células madre. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/venezuela-vanguardia-tratamiento-regenerativo-celulas-madre/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Carabobo Libre, Colectivo Tecnopolítico (2019). Carabobo Libre e Industria Canaima una alianza estratégica. Disponible en: https://ccarabobolibre.wordpress.com/2019/07/12/carabobo-libre-e-industria-canaima-una-alianza-estrategica/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Carabobo Libre, Colectivo Tecnopolítico (2023). Jornada Piloto de Reparación y Migración Canaima. Colectivo Carabobo Libre. Disponible en: https://ccarabobolibre.wordpress.com/2023/04/25/jornada-piloto-de-reparacion-y-migracion-canaima/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Chacín, G. (2024). Gobierno Bolivariano inicia inducción para Sistema Nacional del Registro de Personas que Viven con VIH. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/gobierno-bolivariano-inicia-induccion-sistema-nacional-registro-personas-viven-vih/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Correo del Orinoco (2023). CNTQ aporta soluciones a través de la química y la tecnología. Disponible en: http://www.correodelorinoco.gob.ve/cntq-soluciones-quimica-y-la-tecnologia/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Correo del Orinoco (2023a). Desarrollan en Venezuela kit que detecta enfermedad en plantaciones de cítricos conocida como dragón amarillo. Disponible en: http://www.correodelorinoco.gob.ve/desarrollan-en-venezuela-kit-que-detecta-enfermedad-en-plantaciones-de-citricos-conocida-como-dragon-amarillo/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Czarnik, G. (2023). Canaima lanzó la versión 7.2 del sistema operativo Canaima GNU/Linux. Noticias CNTI. Disponible en: https://www.cnti.gob.ve/noticias/actualidad/cnti.html?start=40. Visitado el 8 de julio de 2024.

Czarnik, G. (2023a). Así fue la agenda formativa del CNTI en la V Convención de Comunicación y Tecnologías de Información Libres. Noticias CNTI. Disponible en: https://www.google.com/url?q=https://www.cnti.gob.ve/noticias/actualidad/cnti.html?start%3D40&sa=D&source=editors&ust=1721018163185342&usg=AOvVaw23lWxYO7Z_lwJF21XY1gSJ. Visitado el 8 de julio de 2024.

Depablos, K. (2022). Venezuela impulsa certificación formal de semilla de papa soberana de alta calidad. Prensa Mincyt. Disponible en: https://www.cenditel.gob.ve/portal/2022/04/04/np-04042022-2/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Diario Avance (2016). Moderna sede del CICPC cuenta con la tecnología más avanzada en criminalística. Avance Periodismo de Soluciones. Disponible en: diarioavance.com/moderna-sede-del-cicpc-cuenta-con-la-tecnologia-mas-avanzada-en-criminalistica/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (2022). 22 años de la Instalación de la primera estación sismológica de banda ancha de la Red Sismológica Satelital. Noticias Funvisis. Disponible: http://www.funvisis.gob.ve/old/noticia.php?id=2472. Visitado el 8 de julio de 2024.

García, E. (2022). IVIC apoya investigación en criminología en Venezuela. Noticias IVIC. Disponible en: https://lawebdelasalud.com/ivic-apoya-investigacion-en-criminologia-en-venezuela/. Visitado el 8 de julio de 2024.

García, E. (2023a). Estudiantes conocen sobre química divertida con la plataforma EduQuim. Noticias IVIC. Disponible en: https://ivic.gob.ve/estudiantes-conocen-sobre-quimica-divertida-con-la-plataforma-eduquim/. Visitado el 8 de julio de 2024.

García, E. (2024). IVIC desarrolla proyecto de diagnóstico y evaluación de prevalencia de hemoparásitos con impacto económico en el sector agropecuario. Noticias IVIC. Disponible en: https://ivic.gob.ve/ivic-desarrolla-proyecto-de-diagnostico-y-evaluacion-de-prevalencia-de-hemoparasitos-con-impacto-economico-en-el-sector-agropecuario/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Granados, Y. (2024). Fundación Infocentro: Empoderando comunidades a través de las tecnologías de la información y la comunicación en Venezuela. Prensa Infocentro Barinas. Disponible en: https://www.infocentro.gob.ve/index.php/2024/05/07/fundacion-infocentro-empoderando-comunidades-a-traves-de-las-tecnologias-de-la-informacion-y-la-comunicacion-en-venezuela/#:~:text=La%20democratizaci%C3%B3n%20del%20acceso%20a,de%20otra%20manera%20ser%C3%ADan%20inaccesibles. Visitado el 8 de julio de 2024.

Gutiérrez, V. (2023). CNTQ y Aviación Militar Bolivariana: mano a mano con la innovación tecnológica venezolana. Prensa CNTQ. Disponible en: http://www.cntq.gob.ve/?p=5196. Visitado el 8 de julio de 2024.

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (2018). IVIC produce líquidos criogénicos para conservación de muestras biológicas. RED IVIC Canal de divulgación científica Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas Ministerio del PP para Ciencia y Tecnología. Entrevista disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=0WEFdQUYULk. Visitado el 8 de julio de 2024.

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (2023). Unidad de Terapia Celular del IVIC regenera pierna de niña yaracuyana mediante trasplante de células madres. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/regeneran-transplante-celulas-madres/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Maza, J. (2023). V Juegos Deportivos del ALBA: ¿Qué es y cuándo se realizará este evento en Venezuela? Diario La República. Disponible en: https://larepublica.pe/datos-lr/venezuela/2023/04/09/juegos-deportivos-del-alba-que-es-y-cuando-se-realizara-este-evento-en-venezuela-v-juegos-alba-juegos-alba-2023-juegos-del-alba-mppre-mervin-maldonado-venezuela-lrtmp-731718. Visitado el 8 de julio de 2024.

Medina, I. (2023). Importancia de la ciencia en la investigación del delito. Noticias IVIC. Disponible en: https://ivic.gob.ve/importancia-de-la-ciencia-en-la-investigacion-del-delito/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Ministerio del Poder Popular de Ciencia y Tecnología (2005). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Construyendo un futuro sustentable 2005-2030. Venezuela.

Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (2022). Instalada comisión para combatir la "escoba de bruja" en cultivos de cacao en Sucre. Prensa Ecosocialismo (Minec). Disponible en: http://www.minec.gob.ve/instalada-comision-para-combatir-la-escoba-de-bruja-en-cultivos-de-cacao-en-sucre/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Ministerio del Poder Popular de Ciencia y Tecnología (2023). Investigadores de Venezuela producen fertilizantes mineral-orgánicos que mejoran la calidad de los suelos y la absorción de nutrientes. [Fotografía]. Instagram. Disponible en: https://www.instagram.com/mincyt.ve/p/Cogd9QattNq/?img_index=5. Visitado el 8 de julio de 2024.

Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología. (2023a). Fortalecen estrategias de vigilancia y control de la Palometa Peluda en Delta Amacuro, Sucre y Monagas. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/vigilancia-control-palometa-peluda/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología. (2023b). Gobierno Nacional entrega bioinsumos para el control de la palometa peluda en Delta Amacuro. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/gobierno-nacional-entrega-bioinsumos-para-el-control-de-la-palometa-peluda-en-delta-amacuro/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Ministerio del Poder Popular de Ciencia y Tecnología (2024). Ampliarán ruta de Pesquisa Neonatal en Aragua. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/ampliaran-ruta-de-pesquisa-neonatal-en-aragua/#:~:text=El%20Plan%20Nacional%20de%20Pesquisa,de%20garantizar%20una%20mayor%20atenci%C3%B3n. Visitado el 8 de julio de 2024.

Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2020). Impacto de las medidas coercitivas unilaterales en ciencia, tecnología e innovación. Conferencistas: Diputado Jesús Farías y Dr. Andrés Giuseppe. Cuaderno de Debate n° 17. Ediciones Oncti. Disponible en: https://www.oncti.gob.ve/medidas-coercitivas/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021). El viaje de una semilla. Entrevista realizada a Gabriela Jiménez, ministra del Poder Popular para Ciencia y Tecnología por el periodista Ernesto Villegas Cuaderno de Debate n° 20. Ediciones Oncti. Disponible en: https://www.oncti.gob.ve/semilla/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021b). Geopolítica de la pandemia. Entrevista realizada al Dr. Gregorio Leopoldo Sánchez por la periodista Isbemar Jiménez. Cuaderno de Debate n° 21. Ediciones Oncti. Disponible en: https://www.oncti.gob.ve/geopolitica/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021c). Vacunas contra variantes del SARS-CoV-2 en Venezuela. Videoconferencia dictada por la Dra. Flor Pujol, bióloga del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Cuaderno de Debate n°27. Ediciones Oncti. Disponible en: https://www.oncti.gob.ve/vacunas-variantes/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021). Las vacunas anti - SARS-CoV-2 en Venezuela. Entrevista realizada a la Dra. Fernanda Correa Bioquímica del Instituto de Medicina Experimental de la Universidad Central de Venezuela. Cuaderno de Debate n°28. Ediciones Oncti. Disponible en: https://www.oncti.gob.ve/vacuna/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2022). El Bloqueo en la Ciencia y la Tecnología. Medidas unilaterales en Venezuela, impactos y respuestas. Colaboradores: William Castillo, Francisco Durán, Manolo De Los Santos, Miguel Ángel Núñez, Gloria Carvalho y Carlelines Gavidia. Caracas. Ediciones Oncti. Disponible en: https://www.oncti.gob.ve/publicaciones/libros/libro-el-bloqueo/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2023). Manual de Caracas. Guía para la Recolección de Datos de Investigación y Desarrollo en Venezuela. Caracas: Ediciones Oncti. Disponible en: https://t.ly/UFKjP. Visitado el 8 de julio de 2024.

Ortega O., R. (2023). Centro de Agricultura Tropical del IVIC en Mérida desarrolla líneas de investigación enfocadas en la soberanía agroalimentaria. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/centro-agricultura-tropical-ivic-merida-desarrolla-investigacion-enfocadas-soberania-agroalimentaria/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Ortega O., R. (2023a). Eduquim: plataforma educativa para niños, niñas y jóvenes de la Patria. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/eduquim-plataforma-educativa-para-ninos-ninas-jovenes-patria/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Ovalles M. y Moncada, C. (2022). Cayapa Heroica desde el principio (otra vez). La Inventadera. Disponible en: https://lainventadera.com/2022/12/12/cayapa-heroica-desde-el-principio-otra-vez. Visitado el 8 de julio de 2024.

Palacios, A. (2023). Alianza Científico-Campesina apoya integralmente a productores del país en pro de la soberanía alimentaria. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/alianza-cientifico-campesina-soberania-alimentaria/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Palacios, A. (2024). Venezuela cuenta con herramientas científicas para la vigilancia genómica de microorganismos relacionados con zoonosis. Noticas Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/venezuela-cuenta-con-herramientas-cientificas-para-la-vigilancia-genomica-de-microorganismos-relacionados-con-zoonosis/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Palacios, A. (2024a). IVIC desarrolla proyectos para el control y diagnóstico de mal de chagas y hemoparasitosis en animales. Noticas Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/ivic-desarrolla-proyectos-para-el-control-y-diagnostico-de-mal-de-chagas-y-hemoparasitosis-en-animales/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Perico, A. (2024). Tercer Mega Núcleo de Robótica Educativa abre sus puertas en Miranda para impulsar la formación científica de jóvenes. Prensa Infocentro. Disponible en: https://www.infocentro.gob.ve/index.php/2024/04/26/tercer-mega-nucleo-de-robotica-educativa-abre-sus-puertas-en-miranda-para-impulsar-la-formacion-cientifica-de-jovenes/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Quintero, P. (2023). Imágenes satelitales de Venezuela para el mundo. Noticias Mincyt. Disponible en: https://www.infocentro.gob.ve/index.php/2023/03/20/imagenes-satelitales-de-venezuela-para-el-mundo/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Quintero, P. (2024). Kit nacional de diagnóstico de toxoplasmosis: importante herramienta preventiva. Prensa Polo Científico Tecnológico Venezolano. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/kit-nacional-diagnostico-toxoplasmosis-herramienta-preventiva/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Ramírez, N. (2023). IVIC promueve la Ciencia Abierta en Venezuela y el mundo. Prensa IVIC. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/ivic-promueve-la-ciencia-abierta-en-venezuela-y-el-mundo/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Ramírez, Y. (2022). Cenditel completó 1° etapa de soporte tecnológico para la empresa Alina Foods de Mérida. Prensa Cenditel. Disponible en: https://www.cenditel.gob.ve/portal/2022/10/18/np-18102022-1/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Rojas G., N. (2023). Kit venezolano para detectar al Dragón Amarillo garantiza cítricos de alta calidad fitosanitaria. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/kit-venezolano-detectar-dragon-amarillo-garantiza-citricos-alta-calidad-fitosanitaria/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Rojas, N. (2023a). Alianza Científico-Campesina: producción para la soberanía alimentaria. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/alianza-cientifico-campesina-produccion-soberania-alimentaria/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Rojas, N. (2023b). La OMS pone fin a la emergencia sanitaria por COVID-19. Venezuela en la batalla por la vida. Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/la-oms-pone-fin-a-la-emergencia-sanitaria-por-covid-19/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Rojas, N. (2024). CNTI nació para consolidar tecnologías de información libres, seguras y de calidad. Noticias Mincyt con información del Centro Nacional de Tecnologías de Información (CNTI). Disponible en: https://mincyt.gob.ve/cnti-consolidar-telecomunicacion-libre-segura-calidad/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Rojas, N. (2024a). Inauguran XX Congreso Venezolano de Microscopía y Microanálisis (CONVEMI). Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/inauguran-congreso-venezolano-microscopia-microanalisis-convemi-2024/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Rojas, N. (2024b). Inician cursos gratuitos a través de la plataforma digital "Mujer, la Innovación está en Ti". Noticias Mincyt. Disponible en: https://mincyt.gob.ve/inician-cursos-plataforma-digital-mujer-innovacion-ti/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Ruiz, R. (2023). Científicos analizan diversos medicamentos como tratamientos alternativos para combatir la leishmaniasis. Prensa IDEA. Disponible en: https://idea.gob.ve/index.php/2023/08/28/cientificos-analizan-diversos-medicamentos-como-tratamientos-alternativos-para-combatir-la-leishmaniasis/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Torrelles, M. (2022). Presidente Maduro celebró la realización de Expo Feria Irán-Venezuela en su último día. Yvke Radio Mundial. Disponible en: http://radiomundial.com.ve/presidente-maduro-celebra-realizacion-de-expo-feria-iran-venezuela-en-su-ultimo-dia/. Visitado el 8 de julio de 2024.

Tribunal Supremo de Justicia (2024). TSJ avanza en la sistematización de los procesos judiciales en el país. Prensa TSJ. Disponible en: http://www.tsj.gob.ve/-/tsj-avanza-en-la-sistematizacion-de-los-procesos-judiciales-en-el-pais. Visitado el 8 de julio de 2024.

Venezuela, República Bolivariana de (1999). Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (30 de diciembre de 1999). Gaceta Oficial N° 36.680 [Extraordinario] 24 de marzo de 2000. Caracas.

Venezuela, República Bolivariana de (2002). Ley de Semillas. (2002). Material para la reproducción animal e insumos biológicos. 2002. Decreto de La Asamblea Nacional de la República de Venezuela, Gaceta Oficial, (37.552), de fecha 18 de octubre de 2002. Caracas.

Venezuela, República Bolivariana de (2013). Ley de Infogobierno. Gaceta Oficial N° 40.274 de fecha 17 de octubre de 2013.Caracas.

Venezuela, República Bolivariana de (2016). Decreto N° 825. Gaceta Oficial N° 36.955, de fecha 10 de mayo de 2000. Caracas.

Venezuela, República Bolivariana de (2016a). Decreto sobre Organización General de la Administración Pública Nacional. Gaceta Oficial No. 6.238 [Extraordinario] 3 de julio de 2016. Caracas.

Venezuela, República Bolivariana de (2019). Decreto N° 3824. Gaceta Oficial Extraordinario N° 6.450, de fecha 17 de abril de 2019. Caracas.

Venezuela, República Bolivariana de (2019a). Proyecto Nacional Simón Bolívar: Tercer Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2019-2025. Gaceta Oficial N° 6.446 [Extraordinario] 8 de abril de 2019. Caracas.

Venezuela, República Bolivariana de (2020). Decreto N° 4.160. Gaceta Oficial Extraordinaria de la República Bolivariana de Venezuela N° 6.519, de fecha 13 de marzo del 2020. Caracas.

Venezuela, República Bolivariana de (2020a). Ley Constitucional Antibloqueo para el Desarrollo Nacional y la Garantía de los Derechos Humanos. Gaceta Oficial N° 6.583 [Extraordinario] 15 de octubre de 2020. Caracas.

Venezuela, República Bolivariana de (2022). Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. Gaceta Oficial Nro. 6.693 Extraordinario [Extraordinario] 1º de abril de 2022. Caracas.

Capítulo
3 Más y mejor comunicación para el ingenio

Introducción

Más allá de las criminales medidas que se mantienen sobre la sociedad venezolana en forma de un asedio permanente que acumula una década de perversas acciones que entorpecen todas las actividades, tanto cotidianas como excepcionales de Investigación y Desarrollo (I+D), en el actual panorama mundial en rápida evolución, el impulso de la innovación y el avance tecnológico se ha convertido en una piedra angular de las estrategias nacionales de desarrollo. Las soluciones que desde los espacios de Ciencia y Tecnología han hecho visibles la comunidad que habita los laboratorios del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Sncti), demanda la mejor comprensión de los entresijos del sistema como un aspecto crucial para los responsables de la toma de decisiones, de las y los investigadores y de líderes empresariales que buscan mejorar la competitividad e impulsar un crecimiento económico sostenible de nuestro Estado nación. Este Capítulo profundiza los enfoques utilizados para estudiar y analizar los sistemas nacionales de innovación más allá de nuestras fronteras, arrojando luz sobre el papel fundamental de la comunicación y la colaboración entre las partes interesadas en el fomento del ingenio nacional y, con este, la innovación.

El concepto de sistemas nacionales de innovación subraya la interconexión e interdependencia de los diversos actores de la suerte de biocenis del ingenio. Desde las empresas hasta las universidades y los institutos de investigación gubernamentales, el flujo de tecnología e información entre estas entidades constituye la base del proceso de innovación. Al reconocer la interacción dinámica entre estos actores y actoras, las y los tomadores de decisiones pueden identificar puntos de apoyo para reforzar el rendimiento innovador y la competitividad general en la escena mundial.

Un elemento central del discurso sobre los sistemas de interés es la noción de que el éxito de la creación depende de las relaciones e interacciones entre las diversas partes interesadas. A través de una compleja red de creación, difusión y aplicación de conocimientos, los agentes del sistema contribuyen a impulsar el progreso tecnológico.

Las características de los sistemas nacionales de innovación esbozadas en este Capítulo subrayan la naturaleza dinámica de los procesos y los contextos institucionales que los configuran. Desde la naturaleza interactiva hasta el papel fundamental de los marcos institucionales, la comprensión de estas características clave proporciona un marco holístico para comprender la intrincada dinámica de

los ecosistemas de producción y -con ella- de innovación. Al profundizar en los matices de los sistemas de innovación, las partes interesadas pueden comprender mejor la compleja interacción de los sectores, actores, instituciones y procesos que impulsan el progreso tecnológico y la prosperidad económica.

Además, el establecimiento de un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Sncti), declarado en la *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación* (Locti) en Venezuela, subraya las implicaciones prácticas de los debates universitarios sobre los propios sistemas. Al formalizar la estructura y los mecanismos para fomentar el desarrollo tecnológico, Venezuela se está posicionando para robustecer el potencial transformador en ecosistemas de innovación robustos.

En conclusión, este Capítulo ofrece una visión global de los fundamentos metodológicos y los principios clave que sustentan el estudio de los sistemas de innovación estimulado por los logros materializados, desde los laboratorios hasta el campo donde las soluciones son útiles, en consideración a la energía patriótica que emerge del genio de los científicas y científicas venezolanas atizada por un bloqueo que ha exteriorizado lo mejor que tienen que ofrecer los hombres y mujeres del sistema. Este Capítulo hace hincapié en la importancia de la comunicación, la colaboración y los marcos institucionales para impulsar la innovación; al mismo tiempo, contribuye al discurso sobre la mejora intrínseca e indispensable del criollo Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y -con este- la patria toda.

Metodología

Para estructurar la mejor forma de acción para recopilar información y datos para la tarea científica asociada a identificar el mejor funcionamiento de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) y corroborar su aplicación al sistema que se aplica, de derecho, en Venezuela, se estructuró una metodología fundamentada en una adecuada combinación de enfoques descriptivos, inductivos y comparativos; incluyendo la revisión exhaustiva de la literatura existente sobre los SNI, los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación, las estrategias de comunicación y las interacciones entre las partes interesadas, siendo esta una metodología eminentemente descriptiva, ya que implicó resumir y sintetizar el conocimiento existente sobre los sistemas de innovación, al tiempo de comprender y documentar las prácticas de comunicación.

Así mismo, se empleó una metodología comparativa en el análisis de estudios de casos de estrategias de comunicación exitosas en diferentes contextos permitiendo un análisis contrapuesto de aprendizajes y resultados, usando la validación cruzada y triangulación de datos; extrayéndose lecciones aprendidas y mejores prácticas de ejemplos reales de comunicación efectiva entre los actores y sectores del sistema.

Finalmente, se realizaron estudios de observación para escrutar la dinámica de la comunicación y las interacciones entre las partes interesadas en los sistemas examinados, documentando patrones de comunicación, barreras y facilitadores a través de la observación directa y el análisis.

La metodología mixta esbozada es eminentemente cualitativa para explorar el fenómeno en estudio, orientando las tareas para recopilar información y datos sobre la comunicación en los sistemas nacionales de innovación y los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación.

Sistemas Nacionales de Innovación

Los expertos coinciden al señalar que un sistema nacional de innovación se refiere a la red de instituciones, organizaciones, individuos y recursos implicados en la generación, difusión y utilización de nuevos conocimientos y tecnologías dentro de un contexto geográfico o sectorial específico. Abarca un amplio abanico de agentes, como organismos gubernamentales, instituciones de investigación, universidades, empresas industriales, inversores de capital riesgo y organizaciones sin ánimo de lucro, entre otros. Así mismo, se hace hincapié en que los sistemas de innovación operan en el marco de la interdependencia y las interacciones entre estos agentes, así como en los contextos institucionales y políticos que configuran los procesos de innovación.

El legajo teórico sugiere que el objetivo último del sistema de investigación es la innovación, y que el sistema forma parte de una estructura más amplia compuesta por sectores como el gobierno, la universidad y la industria y su entorno, que hace hincapié en las relaciones entre los componentes o sectores, como la "causa" que explica el rendimiento de los sistemas de innovación.

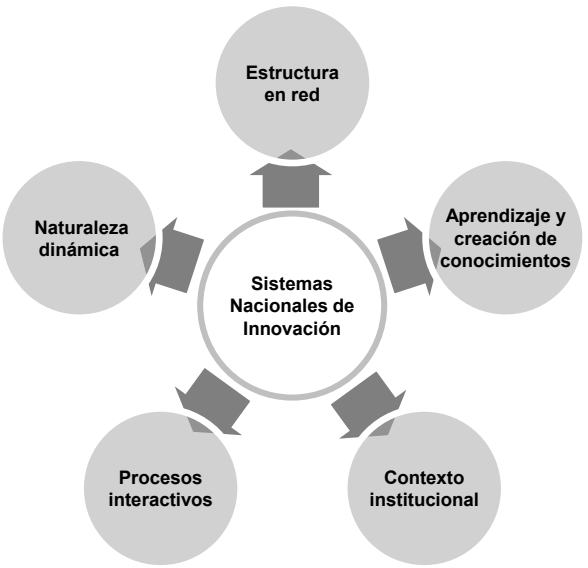


Ilustración Nº 1. Resumen de las características clave de los Sistemas Nacionales de Innovación

El enfoque de los sistemas nacionales de innovación subraya que los flujos de tecnología e información entre personas, empresas e instituciones son fundamentales para el proceso innovador, que son el resultado de un complejo conjunto de relaciones entre los actores del sistema, que incluye empresas, universidades e institutos de investigación gubernamentales.

Para los tomadores de decisiones en los niveles gubernamentales, la comprensión del Sistema Nacional de Innovación puede ayudar a identificar los puntos de apoyo para mejorar el rendimiento innovador y la competitividad general; puede ayudar a detectar desajustes dentro del sistema, tanto entre instituciones como en relación con las políticas gubernamentales, que pueden frustrar el desarrollo tecnológico y la innovación. En este contexto, son muy valiosas las políticas encaminadas a mejorar la comunicación entre los agentes y las instituciones del sistema y a aumentar la capacidad innovadora de las empresas (privadas, públicas o mixtas), en particular su capacidad para identificar y absorber tecnologías.

Después de una revisión exhaustiva de la obra puntera en la materia, es posible considerar las características clave de los sistemas de innovación que se resumen en la Ilustración 1 e incluyen [1] estructura en red, pues consisten en una compleja red de actores interconectados a través de diversos canales de comunicación, colaboración e intercambio de conocimientos; [2] aprendizaje y creación de conocimientos, en virtud de que facilitan procesos de aprendizaje a través de los cuales nuevos conocimientos son creados, difundidos y absorbidos por diferentes actores, lo que conduce a la innovación continua y al avance tecnológico; [3] contexto institucional, debido a que el entorno institucional, incluidas las políticas gubernamentales, las normativas y los mecanismos de apoyo, desempeña un papel crucial en la configuración de la dinámica de los sistemas de innovación e influye en los comportamientos e incentivos de los agentes; [4] procesos interactivos, dado que se caracterizan por este tipo de procesos en los que los bucles de retroalimentación, las interacciones y los mecanismos de retroalimentación facilitan la coevolución de las tecnologías, los mercados y las instituciones; y, [5] la naturaleza dinámica, ya que son entidades en constante movimiento y en evolución, que se adaptan continuamente a los cambios en las condiciones tecnológicas, económicas, políticas y sociales. En ellos influyen factores como la globalización, las perturbaciones tecnológicas y los cambios en las preferencias de los usuarios y usuarias.

En general, el concepto de SNI proporciona un marco holístico para comprender la compleja dinámica de la innovación y la interacción de los diversos agentes, instituciones y procesos que intervienen en el impulso del progreso tecnológico y el desarrollo económico.

Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

En atención a estas afirmaciones de otros autores, en Venezuela, la *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación* (Locti) (Venezuela, 2022) establece la creación e impulso de un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Sncti) en lugar del arriba explorado (Sistema Nacional de Innovación). En este sentido, el Artículo 12 de esta Ley lo define como "el conjunto de subsistemas y los actores que interactúan y cooperan de forma armónica entre sí de acuerdo con principios y normas para priorizar, direccionar y articular las políticas públicas a los fines de incrementar la capacidad científica, tecnológica, de innovación y sus aplicaciones, con visión de transformación productiva e industrial que contribuyan al desarrollo económico y social del país". Más adelante, el mismo texto enumera los sujetos del Sncti (Art. 3) y que se detallan en la Tabla 1 en contraste con los actores de los sistemas enunciados por autores que sostienen la visión ortodoxa de la innovación, entre otros.

De acuerdo al instrumento jurídico el rol más preponderante parece descansar en el sector Gobierno, donde el Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología ejerce las funciones como "órgano rector" en la materia, junto a la competencia de "dirigir y articular el Sncti" (Art. 19), siendo además acompañado por todos los otros ministerios del gobierno central, incluyen adicionalmente a "Todas las instituciones, personas jurídicas y públicas que generen, desarrollen y transfieran los conocimientos científicos, tecnológicos, de innovación y sus aplicaciones" (Art. 3). En ese marco, se enfatiza como requisito que estas organizaciones sean capaces de generar, desarrollar y transferir conocimientos, lo que -forzosamente- excluye a aquellas que no tengan estas competencias, tanto corporativa, técnica o legalmente, incluyendo por extensión y expresamente, que tenga entre sus activos tecnologías registradas a su nombre.

En este sentido es importante la marcada diferencia que existe, en la literatura especializada en la materia, entre "Transferencia Tecnológica" (TT) y difusión tecnológica", en virtud que la primera es una actividad acordada entre las partes e incluye detalladamente un transferidor (dueño de una tecnología, lo que incluye intangibles y otros elementos explícitos) y un receptor, mientras que la segunda estudia cómo se extienden nuevos productos, servicios e ideas a través de la adopción acumulativa de tecnologías (de cualquier tipo) a lo largo del tiempo que suele seguir una curva en forma de S a medida que el producto avanza por su ciclo de vida; los adoptantes están clasificados en cinco segmentos: innovadores, adoptadores tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados, en función de cómo adoptaban sucesivamente la tecnología a lo largo de las etapas del ciclo de vida del producto. Es por ello, que se denota la sensible diferencia entre la capacidad de transferir a un potencial receptor y la de difundir, basado (esencialmente) en las características demográficas y psicográficas de los potenciales adoptantes.

En este mismo análisis destaca el Poder Popular como un sujeto adicional (como persona natural) que fuere capaz de realizar actividades de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones.

Tabla Nº 3. Sujetos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acuerdo a la Locti (2022) en contraste con los actores de los sistemas más ortodoxos

N°	Gobierno	Industria	Universidad	Poder Popular
1	Ministerio del Poder Popular con competencia en materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones, sus órganos y entes adscritos.			
2	Todas las instituciones, personas jurídicas y públicas que generen, desarrollen y transfieran los conocimientos científicos, tecnológicos, de innovación y sus aplicaciones.	Todas las instituciones, personas jurídicas, públicas y privadas que generen, desarrollen y transfieran los conocimientos científicos, tecnológicos, de innovación y sus aplicaciones.	Todas las instituciones, personas jurídicas, públicas y privadas que generen, desarrollen y transfieran los conocimientos científicos, tecnológicos, de innovación y sus aplicaciones.	Todas las personas naturales que generen, desarrollen y transfieran los conocimientos científicos, tecnológicos, de innovación y sus aplicaciones.
3	Todos los sujetos que favorezcan el desarrollo económico y mejoramiento de los procesos de producción de bienes y servicios de la Nación.	Todos los sujetos que favorezcan el desarrollo económico y mejoramiento de los procesos de producción de bienes y servicios de la Nación.	Todos los sujetos que favorezcan el desarrollo económico y mejoramiento de los procesos de producción de bienes y servicios de la Nación.	Todos los sujetos que favorezcan el desarrollo económico y mejoramiento de los procesos de producción de bienes y servicios de la Nación.
4	Los ministerios del Poder Popular que comparten, con el Ministerio del Poder Popular con competencia en materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones, la construcción de las condiciones sociales, científicas y tecnológicas para la implementación del Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación.			
5				Las organizaciones sociales e instancias del Poder Popular que realicen actividades de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones.

Diferencias sustantivas

A pesar que ambos términos, SNI y Sncti, pudieren utilizarse indistintamente o como sinónimos, existen sutiles diferencias entre ambos que, producto del análisis que aquí se expone, se muestran en la tabla Nº 4 más adelante.

Mientras que los SNI y Sncti se refieren a los acuerdos e interacciones institucionales que impulsan la innovación dentro de un país, el Sncti destaca específicamente el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación en la configuración del desarrollo económico y social de una nación.

Los ejemplos presentados en la tabla Nº 4 demuestran cómo los países pueden adoptar distintos enfoques de la política de innovación, haciendo hincapié en el ecosistema de innovación (SNI) o en las dimensiones específicas de la ciencia, la tecnología y la innovación (Sncti) en función de sus prioridades socioeconómicas y contextos institucionales.

Comunicación y acción

La relación triádica entre el Gobierno, la Universidad y la Industria constituye la piedra angular de los ecosistemas de innovación, en los que la comunicación eficaz sirve de eje para la innovación colaborativa; por lo que es de especial importancia desentrañar la intrincada interacción de la dinámica de la comunicación dentro de esta terna, dilucidando casos en los que unos canales de comunicación sólidos han catalizado la innovación colaborativa, examinando críticamente los contraejemplos a la afirmación de algunos autores, ofreciendo ideas sobre las complejidades y los retos inherentes a la consecución de una comunicación fluida entre estos sectores mencionados reiteradamente en la *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación*.

La comunicación eficaz fomenta una cultura de intercambio de conocimientos, en la que las partes interesadas intercambian ideas, experiencias y mejores prácticas para estimular la innovación. Por ejemplo, las iniciativas de investigación en colaboración entre las universidades y la industria, como los centros de investigación conjuntos o los programas de TT, facilitan la transmisión de conocimientos universitarios a aplicaciones comerciales tal como se ha hecho evidente en el Capítulo dedicado a la presentación detallada de logros del Sncti venezolano, del mismo modo que entes de investigación financiados por el Gobierno sirven como plataformas para el intercambio de conocimientos interdisciplinarios, la facilitación acordada de recursos y conocimientos para hacer frente a complejos retos sociales.

Tabla Nº 4. Comparación entre ambos sistemas (SNI y Sncti)

Nº	Sistema	Ámbito	Énfasis	Políticas en la toma de decisiones	Objetivo	Ejemplos
1	Sistema Nacional de Innovación (SNI)	Un SNI se refiere a la red interconectada de instituciones, organizaciones y personas que participan en la creación, difusión y utilización de conocimientos y tecnología en un país o región concretos. El SNI abarca una gama más amplia de actividades relacionadas con la innovación que van más allá de la ciencia y la tecnología, incluyendo la educación, la industria, las finanzas y las políticas gubernamentales. Hace hincapié en los resultados globales de innovación de un país en múltiples sectores.	El SNI hace hincapié en el ecosistema de innovación más amplio que va más allá de la ciencia y la tecnología, abarcando diversos sectores como la industria, la educación, las finanzas y el gobierno. Incluye a los agentes que participan en actividades que van desde la investigación y el desarrollo (I+D) hasta la comercialización y el espíritu empresarial.	Las políticas del SNI suelen hacer hincapié en la creación de un entorno favorable a la innovación en diversos sectores, incluidas medidas para promover el espíritu empresarial, la educación y la competitividad industrial. Trata de fomentar una cultura de la innovación y el espíritu empresarial.	Los SNI se centran en el rendimiento general de la innovación de un país, incluida su capacidad para generar nuevas ideas, tecnologías y productos, así como su capacidad para traducir estas innovaciones en beneficios económicos y sociales.	Suecia ha sido reconocida por su gran énfasis en la innovación en múltiples sectores, con políticas dirigidas a fomentar la colaboración entre el gobierno, la industria, el poder popular y el sector de educación universitaria. El SNI de Alemania se caracteriza por una estrecha colaboración entre la industria, las instituciones de investigación y los organismos gubernamentales, centrada en la competitividad industrial y la excelencia tecnológica.
2	Sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (Sncti)	Un sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación abarca el subconjunto del SNI que se refiere específicamente a las actividades relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación. Se centra específicamente en las actividades relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación, destacando el papel de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en el impulso del crecimiento económico y el progreso de la sociedad. Se centra en las dimensiones científicas y tecnológicas de la innovación.	El Sncti hace hincapié en el papel de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación para impulsar el crecimiento económico, la competitividad y el progreso de la sociedad. Incluye instituciones como universidades, espacios de investigación, laboratorios, parques tecnológicos y centros de innovación.	Las políticas del Sncti hacen mayor hincapié en las inversiones en investigación científica, desarrollo tecnológico e iniciativas impulsadas por la innovación, centrándose en la mejora de las capacidades científicas y tecnológicas de un país. Da prioridad al financiamiento de la I+D y al desarrollo de infraestructuras.	Mientras que los SNI consideran una gama más amplia de actividades de innovación más allá de la ciencia y la tecnología, el Sncti se centra específicamente en las dimensiones científicas y tecnológicas de la innovación y su integración en el ecosistema general de la innovación.	Corea del Sur ha dado prioridad a las inversiones en ciencia, tecnología e innovación como motor clave del desarrollo económico, con iniciativas como los Planes Quinquenales de Ciencia y Tecnología (Kim, 2006). Singapur ha invertido estratégicamente en el desarrollo de sus capacidades científicas y tecnológicas a través de iniciativas como el plan de Investigación, Innovación y Empresa (RIE) 2020, con el objetivo de posicionarse como centro mundial de innovación.

En este sentido, los canales de comunicación sólidos permiten la movilización de diversos recursos entre los sectores, lo que refuerza las capacidades de innovación. Las Asociaciones Público-Privadas (APP), ejemplificadas por iniciativas como el Programa de Asociación Industria-Academia de los Institutos Nacionales de Salud (*NIH*, por sus siglas en inglés), aprovechan el financiamiento gubernamental para catalizar proyectos de I+D en colaboración entre la universidad y la industria. Además, los consorcios entre la industria y la universidad, como los centros de investigación de semiconductores, aprovechan los recursos colectivos para avanzar en programas de investigación precompetitivos, impulsando los avances tecnológicos.

Apple, conocida por su tecnología de punta y su persistente innovación, ha aprovechado el financiamiento público y los proyectos de colaboración para desarrollar diversos componentes y programas informáticos para sus dispositivos *iPhones* y *Macs*; aunque la naturaleza propietaria de *Apple* a menudo limita la divulgación pública de detalles específicos de los proyectos, hay casos en los que iniciativas financiadas por el Gobierno han contribuido al desarrollo de productos de *Apple*. Un ejemplo de ello es el Fondo de Fabricación Avanzada que, en 2017, dotó con un millardo de dólares para fomentar la innovación y la creación de empleo en Estados Unidos. Este fondo ha apoyado varios proyectos centrados en el desarrollo de procesos de fabricación avanzados para componentes utilizados en *iPhones* y *Macs*.

En este mismo orden de ideas, *Apple* recibe habitualmente ayudas y subvenciones públicas para proyectos de investigación y desarrollo (I+D) destinados a avanzar en tecnología e impulsar la innovación. Aunque los detalles específicos de estos proyectos suelen ser confidenciales, se sabe que el financiamiento gubernamental ha apoyado los esfuerzos de I+D de *Apple* en áreas como la tecnología de baterías, la investigación de semiconductores y la inteligencia artificial.

Así mismo, los programas de educación y desarrollo de la mano de obra financiados por el gobierno han desempeñado un papel en la formación de la reserva de talento esencial para el ecosistema de desarrollo de productos de *Apple*, quien se ha asociado con instituciones educativas y centros de formación profesional respaldados por iniciativas gubernamentales para ofrecer formación especializada en ingeniería de *software*, diseño de *hardware* y procesos de fabricación. A través de iniciativas como academias de programación, programas de prácticas y becas tecnológicas, *Apple* ha cultivado una mano de obra cualificada capaz de contribuir al diseño, desarrollo y producción de componentes y *software* para *iPhones* y *Macs*. Estos esfuerzos han ayudado a cultivar una cantera de talento vital para mantener la cultura de innovación de *Apple*.

Aunque no se han revelado públicamente ejemplos concretos de proyectos financiados por el gobierno debido a acuerdos de confidencialidad o considera-

ciones de propiedad intelectual, es evidente que el apoyo gubernamental desempeña un papel importante en el ecosistema de desarrollo de productos de *Apple* y con ella la vívida comunicación entre la tríada de sectores, industria-gobierno-universidad. Aprovechando el financiamiento público, las asociaciones de colaboración y las iniciativas educativas, *Apple* sigue superanado los límites de la innovación, ofreciendo productos que redefinen la experiencia del usuario y dan forma al futuro de la tecnología.

Una vez más, la comunicación eficaz cultiva un entorno propicio a la innovación colaborativa, en el que las partes interesadas crean conjuntamente soluciones a retos complejos. Las plataformas de innovación abierta, como las que se enumeran más abajo, facilitan el *crowdsourcing* de soluciones de diversas partes interesadas, trascendiendo los límites organizativos para impulsar la innovación. Además, las redes de innovación colaborativa, como los centros de innovación o las agrupaciones tecnológicas, facilitan las interacciones fortuitas y la difusión de conocimientos, fomentando una cultura de la innovación. Los siguientes ejemplos proveen contexto a la afirmación sobre la cual se fundamenta el intrínseco valor de la comunicación entre los sectores para asegurar la producción desde las actividades de I+D.

- *Kickstarter,* fundada en 2009, es una conocida plataforma de *crowdfunding* que ha facilitado la innovación abierta al proporcionar a sus creadores un entorno para mostrar sus proyectos y recaudar fondos de patrocinadores de todo el mundo, lo que le ha permitido que una amplia gama de proyectos, incluidas innovaciones tecnológicas, esfuerzos creativos e iniciativas sociales, accedan al financiamiento y el apoyo de una comunidad mundial de patrocinadores.

- Otro arquetipo es *Indiegogo*, destacada plataforma de *crowdfunding* que apuesta por la innovación abierta democratizando el acceso a fondos para emprendedores, innovadores y creadores. Desde su creación en 2008, *Indiegogo* ha facilitado recursos a una amplia gama de proyectos que abarcan la tecnología, el cine, el arte y las causas sociales, permitiendo a los innovadores dar vida a sus ideas con el apoyo de una comunidad mundial de patrocinadores.

- Finalmente, *GoFundMe* es una plataforma líder de *crowdfunding* que permite a particulares, organizaciones y variadas causas recaudar fondos para fines personales, médicos, educativos y benéficos. *GoFundMe* opera bajo los principios de la innovación abierta, permitiendo a los recaudadores de fondos aprovechar las redes sociales y las plataformas digitales para solicitar el apoyo de donantes de todo el mundo, lo que ha facilitado numerosas y exitosas campañas, demostrando el poder de la innovación abierta en la movilización de recursos para una amplia gama de iniciativas, a través de una ágil comunicación entre la trinidad de sectores de I+D y el poder popular.

Estas plataformas ejemplifican el potencial transformador de la innovación

abierta para democratizar el acceso al financiamiento y permitir la innovación de base en diversos ámbitos.

Sin embargo, a pesar de los beneficios inherentes a una comunicación eficaz, sigue habiendo dificultades para lograr una colaboración sin fisuras entre los sectores del Gobierno, la Universidad, la Industria y el Poder Popular. Es necesario insistir en señalar que las culturas organizativas aisladas, los obstáculos burocráticos y los incentivos divergentes impiden a menudo el libre flujo de información y dificultan los esfuerzos de colaboración. Por ejemplo, los conflictos de intereses entre socios industriales e investigadores universitarios pueden comprometer la integridad de los resultados de la investigación, minando la confianza y la colaboración. Del mismo modo, las normativas gubernamentales y los regímenes de derechos de propiedad intelectual pueden actuar como barreras para el intercambio de conocimientos y la TT, sofocando los esfuerzos de innovación colaborativa.

Interacción sinérgica

La innovación se reconoce cada vez más como un esfuerzo de colaboración, alimentado por interacciones sinérgicas entre diversas partes interesadas, a través de canales de comunicación eficaces que desempeñan un papel fundamental a la hora de facilitar el flujo de conocimientos, permitiendo el intercambio de ideas, experiencias implícitas y recursos esenciales para el descubrimiento científico y los avances tecnológicos. En varios países, las iniciativas destinadas a mejorar la comunicación entre el sector de educación universitaria, el poder popular, la industria y el gobierno han dado resultados notables, impulsando la innovación en diversos sectores.

En este sentido, las redes de colaboración y los consorcios sirven como puntos focales para la cocreación de conocimientos, reuniendo a las partes interesadas de la trinidad de sectores para abordar retos complejos. Proyectos como *Horizonte 2020*, iniciativa de la Unión Europea que integró por primera vez todas las fases desde la generación del conocimiento hasta las actividades más próximas al mercado: investigación básica, desarrollo de tecnologías, proyectos de demostración, líneas piloto de fabricación, innovación social, TT, pruebas de concepto, normalización, apoyo a las compras públicas precomerciales, capital riesgo y sistema de garantías con un presupuesto de 77 millones de euros, fomentan la investigación y la innovación colaborativas a través de programas de financiamiento que estimulan la cooperación interdisciplinar. Por ejemplo, el proyecto *Graphene Flagship*, financiado por la Unión Europea durante diez años por un monto de un millardo de euros, reúne a más de 70 instituciones académicas y socios industriales de 17 países para avanzar en la investigación sobre el grafeno y materiales afines. A través de canales de comunicación mejorados, las

y los investigadores colaboran entre disciplinas, acelerando los descubrimientos científicos y allanando el camino para aplicaciones tecnológicas revolucionarias.

Las plataformas de intercambio de conocimientos y las iniciativas de innovación abierta democratizan el acceso a la información y la experiencia, fomentando la colaboración y la cocreación de conocimientos. En Europa, plataformas como *Eureka* facilitan la colaboración transfronteriza poniendo en contacto a innovadores, investigadores y empresarios de todos los países miembros. Por ejemplo, el programa *Eurostars* (el mayor programa internacional de financiamiento para pequeñas y medianas empresas, PYME, que deseen colaborar en proyectos de I+D que crean productos, procesos o servicios innovadores para su comercialización) proporciona una plataforma para el intercambio de conocimientos y la colaboración, acelerando el ritmo de la innovación, permitiendo a las PYME aprovechar la experiencia de sus socios universitarios e industriales para desarrollar tecnologías de vanguardia alcanzando una inversión, desde 2014, cercana a los 1,75 millardos de euros.

En este orden de ideas, las iniciativas de investigación interdisciplinar saldan las fronteras de las áreas de conocimiento tradicionales, fomentando interacciones sinérgicas que impulsan la innovación. En Europa, instituciones como el Consejo Europeo de Investigación (CEI) financian proyectos de investigación pioneros que trascienden los silos disciplinarios. A modo de ejemplo, el Proyecto Cerebro Humano, financiado por el *European Research Council* (ERC), reúne a neurocientíficos, informáticos e ingenieros para avanzar en nuestra comprensión del cerebro y desarrollar nuevas tecnologías para la informática inspirada en el cerebro.

Modelos como los citados, también ocurren exitosamente en América Latina, pudiendo citarse la Red Latinoamericana de Cooperación Académica (RLA), destinada a promover la colaboración y el intercambio de conocimientos en toda la región, a través de proyectos conjuntos de investigación, intercambios universitarios e iniciativas de colaboración interdisciplinar centrada principalmente en la cooperación académica; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) en México, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (*CNPq*) en Brasil, y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) en Colombia, son destacadas agencias que apoyan iniciativas de investigación científica e innovación, a menudo con socios internacionales, en programas de cooperación regional para fomentar la innovación y la TT. Aunque estos pueden no reflejar la estructura o la escala de iniciativas como *Eureka* o *Eurostars*, reflejan el creciente énfasis en la colaboración, la innovación y la TT en América Latina. Al fomentar las asociaciones, apoyar la I+D y alimentar los ecosistemas de innovación, estas iniciativas contribuyen al avance de la ciencia, la tecnología y el crecimiento económico en la región.

A través de la colaboración interdisciplinaria facilitada por canales de comunicación mejorados, las y los investigadores aprovechan diversas perspectivas y conocimientos para abordar desafíos científicos complejos, acelerando el ritmo de los descubrimientos y los avances tecnológicos.

Marcos sólidos de comunicación con gobernanza

Los SNI dependen de marcos de comunicación eficaces para facilitar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre el Gobierno, la Industria y el Sector de Educación Eniversitaria. La transparencia, la confianza y la rendición de cuentas son elementos esenciales que sustentan el éxito de la colaboración dentro de estos sistemas, mitigando los fallos de coordinación y fomentando una cultura de cooperación. En las siguientes líneas se examina cómo algunos marcos de comunicación sólidos contribuyen a la colaboración dentro de los Sncti en América Latina, Europa y Asia, aportando ideas extraídas de investigaciones empíricas y estudios de casos.

En América Latina, iniciativas como la Alianza para el Gobierno Abierto (AGA o OGP, por sus siglas en inglés) promueven la transparencia y la rendición de cuentas en las políticas gubernamentales y los procesos de toma de decisiones. AGA es una iniciativa multilateral, lanzada formalmente el 20 de septiembre de 2011 durante una reunión de la Asamblea General de las Naciones Unidas, que se fundamenta en la idea de que un Gobierno abierto es más accesible, más receptivo y más responsable ante las y los ciudadanos, y que la mejora de la relación entre las personas y su Gobierno tiene beneficios exponenciales a largo plazo para todos. Funciona como una amplia asociación que incluye miembros a nivel nacional y local y miles de organizaciones del poder popular, que trabajan conjuntamente para crear planes de acción bienales con medidas concretas -compromisos- en una amplia gama de áreas que incluye: gobernanza digital, clima y ambiente, entre otras. De esta manera, al fomentar el diálogo abierto y la participación ciudadana, las iniciativas de AGA aumentan la confianza entre el gobierno y los sectores del sistema, sentando las bases para las asociaciones de colaboración en Ciencia, Tecnología e Innovación. Por ejemplo, en Brasil, el programa Ciencia sin Fronteras facilitó la colaboración entre agencias gubernamentales, universidades y socios industriales para promover el intercambio internacional de investigación e innovación, fomentando la confianza y la cooperación.

A este mismo respecto, en Europa, mecanismos como el marco de Investigación e Innovación Responsables (RRI) de Horizonte Europa promueven la rendición de cuentas y la conducta ética en las actividades de I+D, a través del compromiso de las partes interesadas y los procesos participativos, las iniciativas de RRI garantizan que los esfuerzos de investigación e innovación se ajusten a las necesidades y los valores de la sociedad, aumentando la confianza y la

legitimidad. Por ejemplo, el Consejo Europeo de Investigación (CEI) exige una evaluación y un seguimiento rigurosos de los proyectos financiados, fomentando la responsabilidad y la transparencia en los resultados de la investigación.

Con este mismo espíritu, en Asia, iniciativas como el Plan Básico de Ciencia y Tecnología de Japón facilitan la coordinación y la colaboración entre los organismos gubernamentales, las instituciones de investigación y las partes interesadas de la industria. Al establecer objetivos claros y mecanismos de coordinación, el Plan Básico permite la inversión estratégica en prioridades de investigación e innovación, fomentando la alineación y la sinergia entre sectores.

Dinámica de la comunicación

La naturaleza dinámica de las sociedades contemporáneas requiere mecanismos de comunicación sólidos entre los principales actores del ecosistema de innovación. Una comunicación eficaz es imprescindible para aprovechar las sinergias, alinear los recursos e impulsar la innovación con el fin de abordar los acuciantes retos sociales. Al fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos es posible optimizar la utilización de los recursos de financiamiento y del personal dedicado a I+D en todos los sectores.

Un elemento esencial son los canales de comunicación transparentes, los cuales constituyen la base de una colaboración eficaz dentro de la suerte de biocenis de innovación. Países como Suecia han adoptado políticas de acceso abierto para la investigación financiada por el gobierno, promoviendo la transparencia y la difusión del conocimiento. Del mismo modo, iniciativas como la ya citada, Horizonte 2020 Europa de la Unión Europea, priorizan las prácticas de Ciencia Abierta, facilitando el acceso a los datos de investigación y fomentando la colaboración entre las partes interesadas, al adoptar la transparencia y la comunicación abierta, los países crean un entorno propicio para la colaboración, lo que permite a las partes interesadas aprovechar los conocimientos y recursos compartidos para la innovación.

Para alcanzar los exitosos fines es esencial lograr la participación de las partes interesadas para la creación conjunta de soluciones a retos complejos dentro del SNI que pasa por una redacción minuciosa de todos y cada uno de ellos. Los Países bajos establecieron asociaciones público-privadas, como *Top Consortia for Knowledge and Innovation* (TKIs), para facilitar la colaboración entre la industria, el sector de educación universitaria, el poder popular y el gobierno en sectores prioritarios. Lo mismo ocurre en Singapur con el plan de Investigación, Innovación y Empresa (RIE) 2020 que hace hincapié en la participación de las partes interesadas a través de consorcios liderados por la industria y proyectos colaborativos de

I+D. Al implicar a las partes interesadas en el proceso de cocreación, los países aprovechan diversas perspectivas y conocimientos, impulsando la innovación y abordando las necesidades de la sociedad con eficacia.

Finalmente, se suma la alineación estratégica de objetivos como piedra angular para optimizar la utilización de los recursos de financiamiento, el personal dedicado a I+D y los espacios devotos a cumplir estas labores. Un ejemplo es Alemania que ha puesto en marcha estrategias nacionales de innovación que alinean las prioridades de gasto público con las necesidades de la industria y los retos de la sociedad o Corea del Sur que, con los Planes Quinquenales de Ciencia y Tecnología, priorizan la inversión estratégica en I+D en sectores tecnológicos clave, impulsando el crecimiento económico y la innovación. Al alinear los objetivos y las prioridades entre el gobierno, la industria y el sector universitario, los países optimizan la asignación de recursos y fomentan la colaboración hacia objetivos comunes.

Con el fin de concretar algunas formas de acción que provean mecanismos de comunicación efectivo entre los actores de los sectores venezolanos, la Tabla 3 presenta una lista de las doce formas de acción que más se repiten, en la literatura especializada, que son consideradas como exitosas en su aplicación conjunta por los sectores de un SNI y del Sncti, que sirven como aporte y hallazgo esencial de este trabajo de investigación y que condensa en este texto para ampliar los resultados del sistema a través de la interacción entre los sectores que son mencionados con especial detalle en los capítulos anteriores haciéndose eco de investigaciones previas que demuestran su aplicabilidad en el sistema venezolano ciencia, tecnología e innovación que es enunciado en la Locti.

La Tabla 5 detalla cada forma de acción a través de una descripción pormenorizada que da paso a los componentes clave que aseguran la puesta en práctica de la sesuda recomendación acompañada de las actividades de liderazgo que impulsan y monitorean a través de apropiados indicadores clave de desempeño la integralidad de los cursos de acción que proveen contenidos científicamente validados para la mejor comunicación entre los sectores del Sncti con impacto medible y reproducible en la producción de I+D y de productos y servicios innovadores en el territorio nacional.

Tabla 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
1	Creación de comités consultivos mixtos.	Una estrategia eficaz para mejorar la comunicación y la colaboración dentro del SNI es el establecimiento de comités consultivos mixtos que sirvan como plataformas para que los representantes del gobierno, la universidad y la industria se reúnan, discutan y coordinen actividades relacionadas con las prioridades de I+D, las estrategias de innovación y la implementación de políticas. Estos comités consultivos mixtos desempeñan un papel crucial en el fomento de la colaboración interdisciplinaria, la alineación de los intereses de las partes interesadas y el seguimiento del progreso hacia los objetivos compartidos.	Composición: Los comités consultivos conjuntos deben incluir representantes de las organizaciones gubernamentales responsables de la política científica y tecnológica, las instituciones universitarias de las áreas de conocimiento priorizadas y las partes interesadas de la industria. La composición debe ser diversa e inclusiva, y representar una amplia gama de conocimientos y perspectivas. Mandato: El mandato del comité debe estar claramente definido, delineando sus objetivos, el alcance de las actividades y la autoridad para la toma de decisiones. Esto incluye delinear las prioridades de I+D, identificar áreas de colaboración y recomendar intervenciones políticas para apoyar la innovación. Proceso deliberativo: Los comités deben participar en deliberaciones abiertas, transparentes y participativas, que permitan a las partes interesadas intercambiar ideas, expresar preocupaciones y negociar soluciones basadas en el consenso. Este proceso promueve el entendimiento mutuo, la confianza y la aceptación entre los participantes. Planificación estratégica: Los comités consultivos mixtos desempeñan un papel clave en el desarrollo de planes estratégicos y hojas de ruta para las actividades de I+D e innovación. Esto incluye establecer objetivos a corto y largo plazo, definir indicadores clave de desempeño y asignar recursos de manera efectiva para lograr los resultados deseados. Monitoreo y evaluación: Los comités deben establecer mecanismos para monitorear el progreso y evaluar el impacto de las iniciativas de colaboración. Los informes periódicos, las revisiones del desempeño y los ejercicios de evaluación comparativa ayudan a evaluar la eficacia de las intervenciones e identificar áreas de mejora.	La dirección de los comités consultivos mixtos puede variar según el contexto específico y los arreglos institucionales. En muchos casos, los organismos gubernamentales responsables de la política de ciencia, tecnología e innovación pueden tomar la iniciativa en la convocatoria y coordinación de estos comités. Sin embargo, un liderazgo eficaz suele implicar la responsabilidad compartida y la colaboración entre todas las partes interesadas, con funciones y responsabilidades claras asignadas a cada parte.	El éxito de la creación y el funcionamiento de los comités consultivos mixtos puede medirse mediante varios indicadores: Participación de las partes interesadas: Participación activa y compromiso de los representantes del gobierno, la universidad y la industria en las actividades del comité. Iniciativas de colaboración: Desarrollo e implementación de proyectos colaborativos de I+D, esquemas de financiamiento conjunto y acuerdos de TT. Impacto en las políticas: Adopción de recomendaciones de políticas y reformas regulatorias informadas por las deliberaciones de los comités y los procesos de creación de consenso. Resultados de innovación: Resultados tangibles como nuevos productos, tecnologías, patentes y startups resultantes de los esfuerzos de colaboración dentro del ecosistema de innovación.

Tabla Nº 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
2	Proporcionar capacitación conjunta y desarrollo de capacidades (talleres y conferencias intersectoriales).	Un poderoso enfoque para fomentar la comunicación y la colaboración dentro del Sncti es proporcionar capacitación conjunta y desarrollo de capacidades a través de talleres y conferencias intersectoriales. Estas iniciativas ofrecen una plataforma para el intercambio de conocimientos, la creación de redes y la resolución colaborativa de problemas entre las partes interesadas del gobierno, la universidad, la industria y el poder popular. Al facilitar las interacciones interdisciplinarias y el desarrollo de competencias, las actividades conjuntas de formación y creación de capacidad contribuyen a crear un ecosistema más cohesionado e innovador.	Diseño y contenido: Los talleres y conferencias intersectoriales deben diseñarse cuidadosamente para abordar las necesidades e intereses de las diversas partes interesadas. Los temas pueden incluir tecnologías emergentes, mejores prácticas en la gestión de la innovación, habilidades empresariales y perspectivas de políticas. El contenido debe ser relevante, atractivo y procesable, con un enfoque en aplicaciones prácticas y desafíos del mundo real. Enfoque interdisciplinario: Enfatizar un enfoque interdisciplinario para la formación y el desarrollo de capacidades, alentando a los participantes de diferentes sectores a colaborar y aprender unos de otros. Las sesiones de trabajo, los ejercicios grupales y los estudios de casos pueden facilitar la colaboración intersectorial y el intercambio de conocimientos. Facilitación experta: Involucrar a facilitadores competentes con experiencia en colaboración interdisciplinaria, gestión de la innovación y metodologías de aprendizaje de adultos. Los facilitadores deben crear un entorno propicio e inclusivo que favorezca el diálogo abierto, la creatividad y el aprendizaje mutuo. Oportunidades de trabajo e I+D en redes: Busca proporcionar amplias oportunidades de creación de redes para que los participantes se conecten, intercambien ideas y establezcan relaciones. Las sesiones de redes (también conocidas como *networking*), las pausas para el café y los eventos sociales fomentan las interacciones informales y las posibles oportunidades de colaboración más allá del taller o la conferencia. Evaluación y retroalimentación: Incorporar mecanismos para evaluar la eficacia de las actividades de capacitación y fortalecimiento de capacidades; recopilando comentarios de los participantes para evaluar los resultados del aprendizaje, los niveles de satisfacción y las áreas de mejora. Los datos de evaluación pueden emplearse para refinar los diseños de talleres futuros y mejorar el impacto general.	La organización y el liderazgo de las actividades conjuntas de capacitación y creación de competencias pueden ser colaborativos y descentralizados, con la participación de las partes interesadas del gobierno, la universidad, la industria y las organizaciones intermediarias. Si bien las instituciones gubernamentales o las asociaciones de la industria pueden tomar la iniciativa en la organización de estos eventos, las asociaciones con académicas y otras sin fines de lucro pueden mejorar su alcance e impacto. Un comité directivo compuesto por representantes de diferentes sectores puede proporcionar supervisión y orientación, asegurando que las actividades de capacitación se alineen con objetivos y prioridades de innovación más amplios.	El éxito de las iniciativas conjuntas de capacitación y fomento de las competencias puede evaluarse mediante diversos indicadores, incluyendo: Participación: Asistencia activa e intervención de las partes interesadas del gobierno, la universidad, el poder popular y la industria en talleres y conferencias. Transmisión de conocimientos: Adquisición de nuevas habilidades, conocimientos y mejores prácticas por parte de los participantes a través de sesiones de capacitación y ejercicios interactivos. *Networking* y colaboración: Formación de nuevas asociaciones, colaboraciones y proyectos conjuntos entre participantes de diferentes sectores. Impacto en la innovación: Traducción de los resultados del aprendizaje en resultados tangibles de innovación, como el desarrollo de nuevos productos, servicios o intervenciones en la toma de decisión efectiva.

Tabla Nº 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
3	Crear oficinas de transferencia tecnológica (OTT).	El establecimiento de OTT es una iniciativa estratégica destinada a cerrar la brecha entre la investigación universitaria y la industria, facilitando la comercialización de los resultados de I+D y fomentando la innovación impulsada por la tecnología. Las OTT sirven como intermediarios entre las universidades, las instituciones de investigación y los socios de la industria, facilitando la transferencia de conocimientos, propiedad intelectual y tecnologías innovadoras de la universidad al mercado. Al proporcionar una serie de servicios, mecanismos de apoyo y oportunidades de creación de redes, las OTT desempeñan un papel crucial en la catalización de la TT y la promoción del desarrollo económico.	Creación y mandato: Las universidades y las instituciones de investigación establecen organizaciones de propiedad intelectual con un mandato claro para gestionar la propiedad intelectual, facilitar los acuerdos de concesión de licencias de tecnología y apoyar los esfuerzos de comercialización. El mandato también puede incluir la promoción del espíritu empresarial, el fomento de asociaciones industriales y la facilitación del desarrollo de ecosistemas de innovación. Gestión y protección de la propiedad intelectual: Las OTT ayudan a los investigadores y a los miembros del profesorado a identificar, proteger y comercializar la propiedad intelectual derivada de las actividades de investigación. Esto incluye la presentación de patentes, derechos de autor y marcas comerciales para salvaguardar las invenciones e innovaciones, así como la negociación de acuerdos de licencia con socios de la industria. Participación de la industria: Las OTT se comprometen activamente con las partes interesadas de la industria para identificar oportunidades de mercado, evaluar las necesidades de la industria y facilitar las asociaciones de TT. Esto implica la organización de eventos de divulgación de la industria, actividades de emparejamiento y foros de colaboración para conectar a los investigadores con posibles socios de la industria. Apoyo al emprendimiento: Las OTT proporcionan servicios de apoyo y recursos para fomentar las actividades empresariales entre investigadores y estudiantes; lo que puede incluir capacitación empresarial, programas de tutoría, instalaciones de incubación de empresas emergentes y acceso a financiamiento de capital de riesgo. Asistencia para la comercialización: Las OTT ofrecen orientación y apoyo durante todo el proceso de comercialización, desde la evaluación de la viabilidad del mercado y el desarrollo de estrategias comerciales hasta la negociación de acuerdos de licencia y el lanzamiento de empresas derivadas. Actúan como enlaces entre la universidad y la industria, facilitando la TT y el intercambio de conocimientos.	El liderazgo de las OTT suele residir dentro de la institución universitaria, con el apoyo de los administradores universitarios de alto nivel, los directores de I+D y los profesionales de la TT. Si bien las OTT operan de forma autónoma, colaboran estrechamente con otros departamentos y unidades dentro de la universidad, así como con partes interesadas externas, como asociaciones industriales, agencias gubernamentales y capitalistas de riesgo. Un director o gerente dedicado a la OTT supervisa las operaciones diarias, la planificación estratégica y las actividades de participación de las partes interesadas, asegurando la alineación con las metas y objetivos institucionales.	El éxito de las OTT puede evaluarse en función de varios indicadores clave de desempeño: Cartera de propiedad intelectual: Crecimiento del número de patentes, derechos de autor y otras formas de propiedad intelectual gestionadas por la OTT. Ingresos por licencias: Generación de ingresos por acuerdos de licencia de tecnología, regalías y participaciones en el capital de empresas derivadas. Asociaciones de la industria: Número de colaboraciones, proyectos de investigación conjuntos y asociaciones de TT establecidas con socios de la industria. Creación de *startups*: Número de empresas *spin-off* creadas en base a la investigación universitaria, así como su crecimiento y éxito en el mercado.

Tabla Nº 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
4	Fomentar las asociaciones entre la industria y la universidad.	El fomento de las asociaciones entre la industria y la universidad es una iniciativa estratégica destinada a cultivar relaciones mutuamente beneficiosas entre el sector académico y la industria. Estas asociaciones incluyen proyectos de investigación colaborativos, iniciativas de financiamiento conjunta y pasantías patrocinadas por la industria, lo que facilita la TT, el intercambio de talentos y la innovación. Al aprovechar las fortalezas y los recursos complementarios, las asociaciones entre la industria y la universidad impulsan la investigación colaborativa, promueven el intercambio de conocimientos y aceleran la traducción de los descubrimientos de la investigación en aplicaciones del mundo real.	Proyectos de investigación colaborativos: Las asociaciones entre la industria y la universidad implican proyectos de investigación conjuntos que abordan desafíos compartidos, aprovechan la experiencia complementaria y producen soluciones innovadoras. La investigación colaborativa permite a los investigadores universitarios obtener información sobre las necesidades de la industria, mientras que los socios de la industria se benefician del acceso a capacidades de investigación de vanguardia y experiencia académica. Iniciativas de financiamiento conjunta: El establecimiento de mecanismos de patrocinamiento conjunto, como subvenciones de colaboración, programas de investigación costeados por la industria y consorcios tecnológicos, proporciona apoyo financiero para las actividades de investigación colaborativa. Estas iniciativas incentivan la participación de la industria, facilitan el intercambio de recursos y promueven asociaciones a largo plazo entre la universidad y la industria. Pasantías y programas de capacitación patrocinados por la industria: Las asociaciones entre la industria y la universidad ofrecen oportunidades para que los estudiantes e investigadores adquieran experiencia práctica a través de pasantías patrocinadas por la industria, programas cooperativos e iniciativas de capacitación. Estos programas brindan una exposición práctica a las prácticas de la industria, fomentan la TT y mejoran la empleabilidad de los estudiantes. Transferencia y comercialización de tecnología: Las asociaciones entre la industria y la universidad facilitan la TT y la comercialización de los descubrimientos de I+D a través de acuerdos de licencia, empresas emergentes y OTT. Los proyectos de investigación colaborativa a menudo conducen al desarrollo de propiedad intelectual que puede comercializarse con socios de la industria, generando valor económico e impacto social. Intercambio de conocimientos y creación de redes: Las asociaciones entre la industria y la universidad promueven el intercambio de conocimientos y las oportunidades de creación de redes entre investigadores universitarios, profesionales de la industria y responsables de la formulación de políticas. Las actividades de colaboración, como talleres, seminarios y conferencias entre la industria y el mundo académico, facilitan el diálogo, fomentan los ecosistemas de innovación y fortalecen el flujo de innovación.	El liderazgo de las asociaciones entre la industria y la universidad puede variar según el contexto específico y los objetivos de la colaboración. Las instituciones universitarias a menudo toman la iniciativa en el inicio y la gestión de las actividades de asociación, con el apoyo de los administradores universitarios, los directores de investigación y las oficinas de enlace con la industria. Los socios de la industria desempeñan un papel activo en la configuración de las agendas de investigación, proporcionando financiamiento y contribuyendo con la experiencia de la industria. Las organizaciones gubernamentales, las asociaciones industriales y las instituciones intermediarias también pueden facilitar la formación de asociaciones y brindar apoyo a las iniciativas de colaboración.	El éxito de las asociaciones entre la industria y la universidad puede evaluarse en función de varios indicadores clave de desempeño: Número y calidad de las asociaciones: Crecimiento en el número de proyectos de I+D colaborativos, iniciativas de financiamiento conjunta y pasantías patrocinadas por la industria. Resultados e impacto de la investigación: Publicación de los resultados de la investigación, las patentes y las actividades de TT resultantes de las colaboraciones de las asociaciones. Desarrollo de talento: Número de estudiantes e investigadores que participan en pasantías, programas de capacitación y actividades de TT patrocinados por la industria. Compromiso e inversión de la industria: Nivel de compromiso de la industria, inversión y compromiso a largo plazo con las actividades asociativas.

Tabla Nº 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
5	Establecer asociaciones público-privadas (APP).	El establecimiento de APP es un enfoque estratégico destinado a catalizar iniciativas colaborativas de I+D para abordar los desafíos sociales e impulsar la innovación. Las APP reúnen a entidades gubernamentales, empresas del sector privado y otras partes interesadas para aprovechar recursos, conocimientos y redes complementarias, fomentando el desarrollo tecnológico, el intercambio de conocimientos y un ideal impacto socioeconómico. Al incentivar la colaboración y alinear los incentivos, las APP facilitan la creación conjunta de soluciones innovadoras que aportan valor a la sociedad y estimulan el crecimiento económico.	Alineación estratégica: Las APP deben estar alineadas con las estrategias nacionales o regionales de innovación, las políticas industriales y las agendas de desarrollo. La identificación de áreas prioritarias y desafíos sociales que requieren esfuerzos colaborativos de I+D garantiza que las APP contribuyan a objetivos socioeconómicos más amplios y aborden necesidades apremiantes. Estructura de gobernanza: Establecer una estructura de gobernanza sólida es esencial para una gestión y toma de decisiones efectivas de las APP. Esto incluye la definición de roles, responsabilidades y procesos de toma de decisiones para las partes interesadas participantes, así como mecanismos para la rendición de cuentas, la transparencia y la resolución de conflictos. Mecanismos de financiamiento: Los gobiernos pueden incentivar las APP ofreciendo subvenciones, subsidios, incentivos fiscales y otros mecanismos de apoyo financiero para estimular la inversión del sector privado en iniciativas colaborativas de I+D. Los fondos deben asignarse en función del mérito del proyecto, la alineación estratégica y el posible impacto social. Riesgo compartido: Las APP implican compartir riesgos y recompensas entre socios del sector público y privado para garantizar una participación equitativa e incentivar la colaboración. Los mecanismos de distribución de riesgos pueden incluir acuerdos de participación en la financiamiento de los gastos, financiamiento basada en hitos y acuerdos de gestión de la propiedad intelectual que equilibren los intereses de todas las partes interesadas. TT y comercialización: Las APP facilitan la TT y la comercialización de los resultados de I+D a través de acuerdos de licencia, empresas derivadas e iniciativas de adopción de tecnología. Los marcos claros para la gestión de la propiedad intelectual, la concesión de licencias tecnológicas y la distribución de los ingresos garantizan que los resultados de la investigación y el desarrollo se traduzcan eficazmente en productos y servicios listos para el mercado.	El liderazgo de las APP suele implicar a entidades gubernamentales, asociaciones industriales, instituciones de investigación y organizaciones intermediarias que colaboran para impulsar las actividades de asociación. Los gobiernos, en particular a nivel nacional, desempeñan un papel central en la puesta en marcha, la coordinación y la financiamiento de las APP a través de organismos especializados, fondos de I+D e instrumentos de política. Los socios de la industria aportan experiencia específica del sector, financiamiento y conocimientos de mercado, mientras que las instituciones de investigación proporcionan conocimientos científicos, capacidades técnicas y apoyo a la infraestructura. Las organizaciones intermediarias, como las OTT, los centros de innovación y las incubadoras de empresas, pueden facilitar el establecimiento de contactos, la gestión de proyectos y las actividades de creación de capacidad para apoyar las APP.	El éxito de las APP puede evaluarse en función de varios indicadores clave de desempeño: Número y calidad de las asociaciones: Crecimiento en el número de APP establecidas, así como en la diversidad y relevancia estratégica de las partes interesadas participantes. Resultados e impacto innovadores: Generación de productos, tecnologías y soluciones innovadoras con potencial impacto social, así como la adopción y difusión de resultados de I+D en el mercado. Beneficios económicos: Contribución al crecimiento económico, la creación de empleos y la competitividad de la industria a través de actividades de I+D respaldadas por APP y esfuerzos de comercialización de tecnología. Influencia de las políticas: Influencia en la formulación de políticas y los marcos regulatorios para crear un entorno propicio para las APP y fomentar el crecimiento impulsado por la innovación.

Tabla Nº 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
6	Aprovechar las plataformas de innovación abierta.	Aprovechar las plataformas de innovación abierta es un enfoque estratégico destinado a aprovechar la inteligencia colectiva, la creatividad y los recursos de diversas partes interesadas para impulsar los esfuerzos de I+D. Las plataformas de innovación abierta proporcionan un espacio colaborativo para el crowdsourcing de ideas, experiencia y soluciones, lo que permite a las organizaciones aprovechar las redes de conocimiento externas, acelerar los ciclos de innovación y abordar desafíos complejos de manera más efectiva. Al adoptar la apertura, la transparencia y la colaboración, las plataformas de innovación abierta mejoran la eficiencia y la eficacia de los procesos de I+D, lo que conduce a innovaciones revolucionarias y a una ventaja competitiva sostenible.	Diseño y funcionalidad de la plataforma: Las plataformas de innovación abierta deben diseñarse para facilitar la generación de ideas, el intercambio de conocimientos y la colaboración entre los participantes. Funciones como los foros en línea, los portales de presentación de ideas y las herramientas de gestión de proyectos permiten a las partes interesadas contribuir, colaborar y cocrear soluciones de forma transparente y estructurada. Participación y divulgación de la comunidad: Construir una comunidad vibrante y diversa de participantes es esencial para el éxito de las plataformas de innovación abierta. Los esfuerzos de divulgación, las campañas de *marketing* y los eventos de creación de redes pueden atraer a colaboradores de diferentes orígenes, disciplinas e industrias, fomentando la polinización cruzada de ideas y experiencia. Mecanismos de incentivos: La implementación de mecanismos de incentivos, como recompensas, reconocimientos y concursos, fomenta la participación activa y el compromiso en las plataformas de innovación abierta. Los desafíos de premios, los *hackatones* y los premios a la innovación incentivan a los colaboradores a compartir sus mejores ideas y soluciones, impulsando la creatividad y la motivación. Gestión del conocimiento y propiedad intelectual: Establecer directrices y protocolos claros para la gestión de los derechos de propiedad intelectual, la propiedad de los datos y la confidencialidad es fundamental para generar confianza y garantizar la equidad en las plataformas de innovación abierta. Los participantes deben comprender sus derechos y responsabilidades con respecto al uso y la difusión del contenido contribuido. Desarrollo de ecosistemas colaborativos: Las plataformas de innovación abierta sirven como catalizadores para construir ecosistemas colaborativos que trascienden los límites organizacionales y los sectores industriales. Las asociaciones con universidades, instituciones de investigación, empresas emergentes y organizaciones sin fines de lucro enriquecen el ecosistema de innovación, ampliando el acceso a diversos conocimientos, recursos y conocimientos del mercado.	El liderazgo de las plataformas de innovación abierta puede variar en función del alcance, los objetivos y la estructura de gobernanza de la plataforma. En muchos casos, las organizaciones que inician y operan la plataforma toman la iniciativa en su gestión y coordinación. Esto incluye departamentos corporativos de I+D, agencias gubernamentales, consorcios industriales e intermediarios de innovación. Los gerentes o coordinadores de plataformas dedicados supervisan las operaciones diarias, las actividades de participación comunitaria y las asociaciones estratégicas, lo que garantiza la alineación con los objetivos de la organización y las expectativas de las partes interesadas.	El éxito de las plataformas de innovación abierta puede evaluarse en función de varios indicadores clave de desempeño: Compromiso con la comunidad: Crecimiento en el número de participantes activos, contribuciones y colaboraciones en la plataforma. Generación de ideas y calidad: Cantidad y calidad de ideas, soluciones e innovaciones generadas a través de la plataforma, así como su impacto potencial y viabilidad. Proyectos colaborativos: Número de proyectos colaborativos iniciados, asociaciones formadas y productos y/o servicios desarrollados como resultado de las interacciones de la plataforma. Adopción e impacto en el mercado: Adopción y comercialización de innovaciones, patentes presentadas, penetración en el mercado e impacto social logrado a través de esfuerzos de innovación abierta.

Tabla Nº 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
7	Mejorar los mecanismos de intercambio de datos.	La mejora de los mecanismos de intercambio de datos es una iniciativa estratégica destinada a fomentar la transparencia, la interoperabilidad y la colaboración al facilitar el intercambio de resultados de I+D, conjuntos de datos y mejores prácticas entre las partes interesadas del gobierno, la universidad y la industria. El intercambio de datos mejora la accesibilidad, la reutilización y la reproducibilidad de los resultados de la investigación, lo que conduce a descubrimientos científicos más sólidos, una toma de decisiones informada y una innovación acelerada. Al establecer protocolos, estándares y plataformas de intercambio de datos, las organizaciones pueden superar las barreras para el acceso a los datos, promover la investigación basada en datos y desbloquear todo el potencial de los datos como un activo estratégico para impulsar el progreso socioeconómico.	Políticas y protocolos de intercambio de datos: Las organizaciones deben desarrollar políticas y protocolos de intercambio de datos claros, completos y aplicables que describan los derechos, responsabilidades y procedimientos para el intercambio de datos. Estas políticas deben abordar cuestiones como la propiedad de los datos, la privacidad, la seguridad, la atribución y la citación, al tiempo que promueven el acceso abierto, la transparencia y la equidad. Infraestructura y plataformas de datos: Invertir en infraestructura y plataformas de datos, como repositorios de datos, lagos de datos (o *data* lake) y portales de intercambio de datos, proporciona la infraestructura técnica necesaria para almacenar, administrar y compartir datos de investigación. Estas plataformas deben admitir la interoperabilidad, la escalabilidad y la facilidad de uso, lo que permite un intercambio de datos y una colaboración fluidos a través de los límites de la organización. Estándares de datos y metadatos: El establecimiento de estándares de datos, formatos y especificaciones de metadatos garantiza la coherencia, la interoperabilidad y el control de calidad en diversos conjuntos de datos. Adherirse a formatos de datos estandarizados y esquemas de metadatos facilita el descubrimiento, la integración y la reutilización de datos, al tiempo que reduce el riesgo de fragmentación y duplicación de datos. Desarrollo de capacidades y capacitación: Proporcionar capacitación, recursos y apoyo a investigadores, administradores de datos y otras partes interesadas es esencial para promover la alfabetización de datos, las mejores prácticas y la gestión responsable de datos. Las iniciativas de creación de capacidad deben abarcar temas como la planificación de la gestión de datos, la conservación de datos, la ética del intercambio de datos y los principios de gobernanza de datos. Compromiso y colaboración de la comunidad: Fomentar una cultura de intercambio de datos y colaboración requiere el compromiso y la participación activos de la comunidad investigadora, las agencias de financiación, los socios de la industria y otras partes interesadas. Los esfuerzos de divulgación, los talleres y los proyectos de colaboración pueden crear conciencia, generar confianza y estimular iniciativas colaborativas de intercambio de datos.	El liderazgo de las iniciativas de intercambio de datos puede involucrar a múltiples partes interesadas, incluidas agencias gubernamentales, instituciones de investigación, organismos de financiamiento y asociaciones industriales. Si bien los organismos gubernamentales suelen desempeñar un papel central en el establecimiento de políticas y el financiamiento del desarrollo de infraestructuras, la colaboración entre las partes interesadas es esencial para una aplicación y una gobernanza eficaces. Los comités de gobernanza de datos, las oficinas de gestión de datos y los grupos de trabajo interdisciplinarios pueden proporcionar supervisión, orientación y coordinación de las actividades de intercambio de datos, asegurando la alineación con los objetivos de la organización y los intereses de las partes interesadas.	El éxito de la mejora de los mecanismos de intercambio de datos puede evaluarse sobre la base de varios indicadores clave de desempeño: Adopción y cumplimiento: Adopción de políticas, protocolos y estándares de intercambio de datos por parte de investigadores, instituciones y agencias de financiamiento, así como el cumplimiento de los requisitos de intercambio de datos y las mejores prácticas. Accesibilidad y usabilidad de los datos: Disponibilidad de datos de investigación, conjuntos de datos y metadatos a través de repositorios y plataformas de acceso abierto, así como facilidad de descubrimiento, recuperación y reutilización de datos por parte de las partes interesadas. Colaboración interdisciplinaria: Aumento de las colaboraciones interdisciplinarias, los proyectos de investigación conjuntos y las actividades de intercambio de conocimientos facilitadas por las iniciativas de intercambio de datos. Impacto e innovación: Uso de datos compartidos para descubrimientos científicos, formulación de políticas, innovación en la industria e impacto social, así como evidencia de mejores resultados de investigación y ciclos de innovación acelerados.

Tabla Nº 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
8	Promover centros de investigación interdisciplinarios.	La promoción de centros de investigación interdisciplinarios es una iniciativa estratégica destinada a fomentar la colaboración, la integración del conocimiento y la innovación en campos dispares para abordar desafíos sociales complejos. Estos centros sirven como centros de investigación multidisciplinaria, reuniendo a expertos de diversas disciplinas, sectores y antecedentes para abordar problemas apremiantes que requieren soluciones holísticas y transversales. Al promover la colaboración interdisciplinaria, fomentar una cultura de innovación y facilitar el intercambio de conocimientos, los centros de investigación interdisciplinarios catalizan el desarrollo de soluciones innovadoras que impulsan el progreso socioeconómico y mejoran el bienestar social.	Visión estratégica y liderazgo: Establecer una visión estratégica y una estructura de liderazgo es esencial para el éxito de los centros de investigación interdisciplinarios. Un liderazgo sólido, objetivos claros y mecanismos de gobernanza eficaces garantizan la alineación con las prioridades institucionales, las expectativas de las partes interesadas y las necesidades de la sociedad. Agenda de investigación interdisciplinaria: Definir una agenda de investigación interdisciplinaria que aborde los grandes desafíos, las tendencias emergentes y las áreas prioritarias de impacto social. Involucrar a las partes interesadas de la universidad, el gobierno, la industria y el poder popular en la definición de prioridades de investigación, el establecimiento de objetivos estratégicos y la identificación de oportunidades de colaboración. Colaboración interdisciplinaria: Fomentar una cultura colaborativa que fomente la colaboración interdisciplinaria, el intercambio de conocimientos y los enfoques de ciencia en equipo para crear oportunidades para que investigadores de diferentes disciplinas interactúen, colaboren y co-creen conocimiento a través de proyectos conjuntos, seminarios interdisciplinarios y talleres colaborativos. Asignación de recursos y apoyo: Asignar recursos y proporcionar mecanismos de apoyo para facilitar las actividades de investigación interdisciplinarias. Esto incluye oportunidades de financiamiento, infraestructura de investigación, experiencia técnica y apoyo administrativo para permitir que los equipos interdisciplinarios lleven a cabo proyectos e iniciativas de investigación innovadores. Integración y traducción del conocimiento: Promover la integración y la traducción del conocimiento facilitando el diálogo interdisciplinario, sintetizando diversas perspectivas y traduciendo los resultados de la investigación en soluciones viables. Desarrollar mecanismos para difundir los resultados de la investigación, involucrar a las partes interesadas e impulsar el impacto en el mundo real a través de la promoción de políticas, la TT y la participación de la comunidad.	El liderazgo de los centros de investigación interdisciplinarios puede implicar la colaboración entre instituciones universitarias, agencias gubernamentales, socios de la industria y organizaciones sin fines de lucro. Las universidades suelen tomar la iniciativa en el establecimiento y funcionamiento de centros de investigación interdisciplinarios, con el apoyo de administradores sénior, directores de investigación y coordinadores de investigación interdisciplinarios. Las agencias gubernamentales y los organismos de financiamiento pueden proporcionar apoyo, orientación política y dirección estratégica para iniciativas de investigación interdisciplinarias. Los socios de la industria contribuyen con experiencia en el dominio, financiamiento y acceso a desafíos del mundo real, mientras que las organizaciones sin fines de lucro pueden brindar defensa, participación comunitaria y apoyo para la creación de asociaciones.	El éxito de la promoción de centros de investigación interdisciplinarios puede evaluarse en función de varios indicadores clave de desempeño: Resultados e impacto de la investigación: Publicación de resultados de investigación interdisciplinaria, patentes y soluciones innovadoras que aborden los desafíos sociales y promuevan el conocimiento científico. Asociaciones de colaboración: Formación de equipos de investigación interdisciplinarios, asociaciones de colaboración y consorcios que aprovechan la experiencia y los recursos diversos para abordar problemas complejos. Integración del conocimiento: Integración de diversas perspectivas, metodologías y conocimientos de diferentes disciplinas para generar nuevos conocimientos, teorías y enfoques que trascienden las fronteras disciplinarias. Impacto y compromiso social: Traducción de los resultados de la investigación en aplicaciones del mundo real, recomendaciones de políticas e impacto social, así como compromiso con las partes interesadas, los usuarios finales y las comunidades afectadas por los resultados de la investigación.

Tabla Nº 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
9	Creación de espacios seguros de diálogo (*sandboxes*).	La creación de espacios seguros para el diálogo, a menudo denominados *sandboxes*, es una iniciativa estratégica destinada a fomentar la experimentación, la innovación y la colaboración entre las partes interesadas del gobierno, la industria, la universidad y el poder popular. Los *sandboxes* proporcionan entornos controlados para probar nuevas ideas, tecnologías y marcos regulatorios en un contexto seguro y de apoyo, lo que permite la creación rápida de prototipos, el aprendizaje iterativo y la formulación de políticas basadas en evidencia. Al facilitar el diálogo abierto, el intercambio de conocimientos y la cocreación, los sandboxes promueven la confianza, la transparencia y el cumplimiento normativo, al tiempo que catalizan soluciones impulsadas por la innovación para desafíos sociales complejos.	Marco regulatorio y supervisión: Establecer un marco regulatorio claro y un mecanismo de supervisión para las iniciativas de *sandbox* para garantizar el cumplimiento de los estándares legales, éticos y de seguridad. Definir el alcance, los objetivos y los lineamientos para la participación, así como los mecanismos de monitoreo, evaluación y gestión de riesgos. Compromiso y participación de las partes interesadas: Involucrar a las partes interesadas del gobierno, la industria, la universidad y el poder popular en el diseño, la implementación y la evaluación de las iniciativas de *sandbox*. Fomentar una cultura colaborativa que fomente el diálogo abierto, el intercambio de conocimientos y la creación conjunta de soluciones innovadoras para abordar los desafíos y oportunidades compartidos. Entorno experimental e infraestructura: Proporcionar la infraestructura, los recursos y los servicios de apoyo necesarios para crear un entorno experimental propicio para la innovación y la colaboración. Esto puede incluir instalaciones físicas, equipos técnicos, experiencia legal y apoyo administrativo para permitir que los participantes experimenten, iteren y validen nuevas ideas y tecnologías. Desarrollo de competencias y capacitación: Ofrecer programas de desarrollo de capacidades, talleres de capacitación y recursos educativos para equipar a las partes interesadas con el conocimiento, las habilidades y las herramientas necesarias para participar de manera efectiva en las iniciativas de *sandbox*. Capacite a los participantes para que naveguen por los requisitos normativos, evalúen los riesgos e implementen las mejores prácticas para la innovación responsable. Intercambio y difusión de conocimientos: Promover el intercambio, la difusión y el aprendizaje de conocimientos a través de iniciativas de *sandbox* documentando y compartiendo ideas, lecciones aprendidas y mejores prácticas con las partes interesadas, los responsables de la formulación de políticas y la comunidad en general. Crear mecanismos para capturar retroalimentación, solicitar aportes e incorporar las perspectivas de las partes interesadas en los procesos de toma de decisiones.	El liderazgo de las iniciativas de *sandboxes* puede variar en función del contexto, los objetivos y la estructura de gobernanza específicos de cada *sandbox*. Las agencias gubernamentales, los organismos reguladores o los centros de innovación suelen tomar la iniciativa en la coordinación y gestión de las iniciativas de *sandbox*, con el apoyo de equipos interdisciplinarios, comités asesores o paneles de expertos. La colaboración entre las partes interesadas es esencial para garantizar la aceptación, la legitimidad y la sostenibilidad de las iniciativas de *sandbox*, con roles, responsabilidades y procesos de toma de decisiones claros establecidos para guiar la implementación y la gobernanza.	El éxito de la creación de espacios seguros para el diálogo (*sandboxes*) puede evaluarse en función de varios indicadores clave de desempeño: Resultados de innovación: Generación de soluciones, productos o servicios innovadores a través de actividades de experimentación, creación de prototipos y validación de *sandbox*. Compromiso de las partes interesadas: Nivel de compromiso, participación y colaboración de las partes interesadas en las iniciativas de *sandbox*, así como diversidad e inclusión de la representación de las partes interesadas. Cumplimiento normativo: Cumplimiento de las normas y directrices que rigen las actividades de *sandbox*, así como la mitigación de los riesgos y responsabilidades asociados a la experimentación. Impacto de las políticas: Influencia en el desarrollo de políticas, la reforma regulatoria y el cambio institucional en función de las lecciones aprendidas y la evidencia generada a través de las iniciativas de *sandbox*.

Tabla Nº 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
10	Cultivar una cultura de intercambio de conocimientos.	Cultivar una cultura de intercambio de conocimientos es una iniciativa estratégica destinada a fomentar la colaboración, el aprendizaje y la innovación entre las partes interesadas del gobierno, la universidad, la industria y el poder popular. Este enfoque enfatiza la importancia de compartir la experiencia, las mejores prácticas y los conocimientos para acelerar el ritmo de los descubrimientos, impulsar la innovación y maximizar el impacto de las inversiones en I+D. Al promover la comunicación abierta, la colaboración y el intercambio de conocimientos, las organizaciones pueden crear un entorno de apoyo en el que las personas se sientan empoderadas para compartir sus conocimientos, aprender de los demás y abordar colectivamente los complejos desafíos que enfrenta la sociedad.	Estructuras de incentivos: Establecer estructuras de incentivos que reconozcan y recompensen los comportamientos de intercambio de experiencias, como el reconocimiento de los compañeros, los premios, los ascensos y las oportunidades de avance profesional. Animar a las personas a contribuir con su experiencia, conocimientos y lecciones aprendidas al acervo de conocimientos colectivos, fomentando un sentido de propiedad y orgullo por sus contribuciones. Mecanismos de reconocimiento: Implementar mecanismos de reconocimiento que destaquen y celebren ejemplos exitosos de intercambio de conocimientos y colaboración. Mostrar estudios de casos, historias de éxito y métricas de impacto para demostrar el valor y el impacto de las iniciativas de intercambio de conocimientos, inspirando a otros a emular y aprovechar estos éxitos. Plataformas de difusión de conocimientos: Proporcionar plataformas accesibles y fáciles de usar para compartir y difundir conocimientos, como foros en línea, espacios de trabajo colaborativos y repositorios digitales. Estas plataformas deben admitir contenido multimedia, discusiones interactivas y funciones de redes sociales para facilitar el compromiso, la interacción y el intercambio de conocimientos entre las partes interesadas. Capacitación y desarrollo de capacidades: Ofrecer programas de capacitación, talleres y seminarios para mejorar las habilidades y capacidades de las personas en el intercambio de conocimientos, la comunicación y la colaboración. Equipar a las partes interesadas con herramientas, técnicas y mejores prácticas para compartir de manera efectiva su experiencia, capturar el conocimiento tácito y aprovechar la inteligencia colectiva para impulsar la innovación y la resolución de problemas. Liderazgo y modelos a seguir: Cultivar comportamientos de liderazgo y modelos a seguir que prioricen y promuevan el intercambio de conocimientos como un valor central de la organización. Animar a los líderes y lideresas a predicar con el ejemplo, participando activamente en actividades de intercambio de conocimientos y fomentando una cultura de apertura, confianza y colaboración dentro de sus equipos y organizaciones.	El liderazgo de cultivar una cultura de intercambio de conocimientos puede implicar la colaboración entre los altos ejecutivos, los gerentes de talento humano, los especialistas en gestión del conocimiento y los expertos en desarrollo organizacional. El liderazgo sénior establece el tono y la dirección de las iniciativas de intercambio de conocimientos, defendiendo la importancia de la colaboración, el aprendizaje y la innovación como imperativos estratégicos para la organización. Los gerentes de talento humano desempeñan un papel fundamental en el diseño e implementación de estructuras de incentivos, programas de reconocimiento e iniciativas de capacitación para apoyar los comportamientos de intercambio de conocimientos y reforzar las normas culturales deseadas.	El éxito de cultivar una cultura de intercambio de conocimientos puede evaluarse en función de varios indicadores clave de desempeño: Comportamientos de intercambio de conocimientos: Adopción y utilización de plataformas de intercambio de conocimientos, participación en actividades colaborativas y frecuencia de las interacciones de intercambio de conocimientos entre las partes interesadas. Calidad y relevancia del conocimiento compartido: Relevancia, precisión y utilidad de los activos de conocimiento compartidos, las ideas y las mejores prácticas para abordar los desafíos y oportunidades organizacionales. Resultados colaborativos: Impacto de las iniciativas de intercambio de conocimientos en los resultados colaborativos, como la innovación, la resolución de problemas y la eficacia de la toma de decisiones. Cultura y clima organizacional: Percepción de la cultura y el clima organizacional como propicios para el intercambio de conocimientos, la colaboración y el aprendizaje continuo entre los empleados y las partes interesadas.

Tabla Nº 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
11	Desarrollar agendas y hojas de ruta conjuntas de I+D.	El desarrollo de agendas y hojas de ruta conjuntas de I+D es una iniciativa estratégica destinada a fomentar la colaboración, la alineación y la sinergia entre las partes interesadas del gobierno, la universidad, la industria y el poder popular. Al trabajar juntos para definir prioridades de investigación compartidas, objetivos de desarrollo tecnológico y hojas de ruta de innovación a largo plazo, los actores del ecosistema de innovación pueden aprovechar sus fortalezas, recursos y experiencia complementarios para abordar desafíos comunes, aprovechar las oportunidades emergentes y acelerar el progreso hacia objetivos compartidos. Las agendas conjuntas de I+D y las hojas de ruta proporcionan un marco estratégico para coordinar las inversiones I+D, guiar la toma de decisiones y maximizar el impacto de los esfuerzos de colaboración en la innovación, el crecimiento económico y el bienestar social.	Planificación estratégica y alineación: Iniciar un proceso de planificación estratégica colaborativa que involucre a las partes interesadas clave del gobierno, la universidad, la industria y el poder popular para definir agendas y hojas de ruta compartidas de I+D. Identificar áreas prioritarias de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que se alineen con las prioridades nacionales o regionales, las oportunidades de mercado y las necesidades de la sociedad. Participación y consulta de las partes interesadas: Involucrar a las partes interesadas en un proceso consultivo para solicitar aportes, comentarios y aceptación sobre el desarrollo de agendas y hojas de ruta conjuntas de I+D. Llevar a cabo talleres, grupos focales y consultas con las partes interesadas para recopilar diversas perspectivas, ideas y prioridades, garantizando la inclusión, la transparencia y la legitimidad en el proceso de toma de decisiones. Toma de decisiones basada en datos: Basar las decisiones en la evidencia, los datos y el análisis para informar el desarrollo de agendas y hojas de ruta conjuntas de I+D. Llevar a cabo evaluaciones de mercado, análisis de tecnología y ejercicios de previsión para identificar tendencias, brechas y oportunidades emergentes que justifiquen la atención y la inversión en I+D. Establecimiento de metas e hitos colaborativos: Establecer metas, objetivos e hitos colaborativos para lograr los objetivos descritos en las agendas y hojas de ruta conjuntas de I+D. Definir objetivos y plazos claros y medibles para las actividades de I+D, los proyectos de desarrollo tecnológico y las iniciativas de innovación para realizar un seguimiento del progreso, evaluar el rendimiento y ajustar las estrategias según sea necesario. Asignación de recursos y mecanismos de financiamiento: Asignar recursos y movilizar fondos para apoyar la implementación de agendas y hojas de ruta conjuntas de I+D. Identificar fuentes de financiamiento, prioridades de inversión y mecanismos de financiamiento para apoyar proyectos colaborativos de I+D, pilotos de demostración de tecnología y clústeres de innovación alineados con las prioridades estratégicas y las oportunidades de mercado.	El liderazgo en el desarrollo de agendas y hojas de ruta conjuntas de I+D puede implicar la colaboración entre agencias gubernamentales, instituciones de investigación, asociaciones industriales e intermediarios de innovación. Un comité directivo o grupo de trabajo compuesto por altos ejecutivos, responsables de la formulación de políticas y expertos en la materia puede proporcionar liderazgo, supervisión y coordinación del proceso de planificación estratégica. La colaboración entre las partes interesadas es esencial para garantizar la aceptación, la apropiación y el compromiso con la implementación de agendas y hojas de ruta conjuntas de I+D, con roles, responsabilidades y procesos de toma de decisiones claros establecidos para guiar la colaboración y la gobernanza.	El éxito del desarrollo de agendas y hojas de ruta conjuntas de I+D puede evaluarse en función de varios indicadores clave de desempeño: Alineación y coordinación: Grado de alineación y coordinación entre las partes interesadas en la definición de prioridades de investigación compartidas, objetivos de desarrollo tecnológico y hojas de ruta de innovación. Impacto estratégico: Contribución de las agendas conjuntas de I+D y las hojas de ruta para avanzar en las prioridades nacionales o regionales, abordar las necesidades del mercado y fomentar el crecimiento impulsado por la innovación. Resultados colaborativos: Entrega de resultados tangibles, tales como proyectos colaborativos de I+D, prototipos tecnológicos y *clústeres* de innovación, como se describe en las agendas y hojas de ruta conjuntas de investigación y desarrollo. Impacto en el ecosistema de innovación: Influencia de las agendas conjuntas de I+D y las hojas de ruta en el ecosistema de innovación más amplio, incluidas las reformas políticas, los cambios institucionales y las transformaciones de la industria.

Tabla Nº 5. Resumen de tareas asociadas para lograr la mejor dinámica comunicacional entre los actores de los sectores del sistema

No	Forma de acción	Descripción	Componentes clave	Liderazgo y supervisión	Efecto deseado
12	Alinear los marcos de medición de resultados.	La alineación de los marcos de medición del desempeño es una iniciativa estratégica destinada a promover la coherencia, la transparencia y la comparabilidad de los indicadores clave de desempeño para las actividades de I+D en todo el ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. Al colaborar para desarrollar marcos de indicadores clave de desempeño armonizados, el gobierno, las universidades y las partes interesadas de la industria pueden mejorar la rendición de cuentas, la toma de decisiones y los procesos de asignación de recursos, al tiempo que fomentan una cultura de excelencia en el desempeño y mejora continua. Los marcos de medición del desempeño alineados permiten a las partes interesadas realizar un seguimiento del progreso, evaluar el impacto y comparar el desempeño con estándares y objetivos comunes, impulsando así la efectividad, la innovación y la competitividad de la organización.	Desarrollo de un marco de colaboración: Establecer un grupo de trabajo o grupo de trabajo de múltiples partes interesadas compuesto por representantes del gobierno, las universidades, la industria y las partes interesadas relevantes para desarrollar marcos armonizados de medición del desempeño para las actividades de I+D. Definir objetivos, métricas e indicadores comunes que reflejen las prioridades, metas y resultados estratégicos del ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, asegurando la alineación con las políticas y prioridades nacionales o regionales de Ciencia, Tecnología e Innovación. Métricas y definiciones estandarizadas: Estandarizar métricas, definiciones y metodologías para medir los indicadores clave de desempeño del+D para garantizar la consistencia y comparabilidad de los datos en diferentes sectores y organizaciones. Acordar definiciones, métodos de cálculo y formatos de informes comunes para los indicadores clave de desempeño, como los resultados de la investigación, el impacto de la innovación, la TT y la eficacia de la colaboración. Mecanismos de recopilación de datos y presentación de informes: Establecer mecanismos sólidos de recopilación de datos y presentación de informes para recopilar datos relevantes sobre el desempeño de las agencias gubernamentales, las instituciones de investigación, los socios de la industria y otras partes interesadas. Desarrollar acuerdos y protocolos de intercambio de datos y plantillas de informes para agilizar los procesos de recopilación de datos, minimizar la duplicación y garantizar la calidad e integridad de los datos. Desarrollo de capacidades y capacitación: Proporcionar capacitación, orientación y apoyo a las partes interesadas sobre cómo recopilar, analizar e informar datos de desempeño utilizando los marcos de medición alineados. Ofrecer talleres de desarrollo de competencias, seminarios web y recursos para mejorar la alfabetización de datos de las partes interesadas, las habilidades de gestión del rendimiento y la comprensión de los indicadores clave de desempeño y las métricas de rendimiento. Monitoreo y evaluación continuos: Implementar un sistema de monitoreo y evaluación continuos del desempeño de la I+D basado en los marcos de medición alineados. Establecer objetivos de desempeño, puntos de referencia y umbrales para realizar un seguimiento del progreso, identificar tendencias y evaluar la eficacia de las inversiones, políticas y programas de investigación y desarrollo. Llevar a cabo revisiones, auditorías y evaluaciones periódicas para identificar áreas de mejora e informar la toma de decisiones estratégicas.	El liderazgo de la alineación de los marcos de medición del desempeño puede implicar la colaboración entre las agencias gubernamentales, los consejos de investigación, las asociaciones de la industria y los organismos de normalización. Un comité directivo o grupo de trabajo compuesto por altos ejecutivos, responsables de la formulación de políticas y expertos en la materia puede proporcionar liderazgo, supervisión y coordinación del proceso de desarrollo del marco. La colaboración entre las partes interesadas es esencial para garantizar la aceptación, la apropiación y el compromiso con la implementación de marcos de medición del desempeño alineados, con roles, responsabilidades y procesos de toma de decisiones claros establecidos para guiar la colaboración y la gobernanza.	El éxito de la alineación de los marcos de medición del desempeño se puede evaluar en función de varios indicadores clave de desempeño: Consistencia y comparabilidad: Grado de consistencia y comparabilidad de los datos y métricas de rendimiento en diferentes sectores, organizaciones y regiones dentro del ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. Toma de decisiones y rendición de cuentas: Uso de datos y métricas de desempeño para informar la toma de decisiones, la asignación de recursos y los procesos de formulación de políticas, así como para mejorar la rendición de cuentas y la transparencia en la gestión de las inversiones y programas de investigación y desarrollo. Mejora del rendimiento: Evidencia de mejora, optimización o innovación del rendimiento como resultado del uso de marcos de medición alineados para identificar las mejores prácticas, abordar los cuellos de botella e impulsar la mejora continua en las actividades de investigación y desarrollo. Satisfacción de las partes interesadas: Retroalimentación, percepciones y niveles de satisfacción de las partes interesadas con respecto a la usabilidad, relevancia y eficacia de los marcos de medición del desempeño alineados para respaldar sus necesidades y objetivos.

Epílogo

La literatura sometida a extensa revisión en este Capítulo establece que los fines de los SNI, conformados por un conjunto de instituciones distintas, persigue contribuir (conjunta e individualmente) al desarrollo y la difusión de nuevas tecnologías y que proporcionan el marco en el que los gobiernos formulan y aplican políticas para influir en el proceso de innovación; mientras que aquellos de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación apuntan a una visión de transformación productiva e industrial que contribuyan al desarrollo económico y social. En líneas generales, ambos sistemas persiguen los mismos fines, conformados por los mismos sujetos, actores y sectores, pero con diferentes metodologías que (también) coinciden en la importancia de las interacciones entre los actores.

El concepto de sistemas nacionales de innovación se basa en la premisa de que la comprensión de los vínculos entre los sectores que intervienen en la innovación es clave para mejorar los resultados tecnológicos. La innovación y el progreso técnico son el resultado de un complejo conjunto de relaciones entre actores que producen, distribuyen y aplican diversos tipos de conocimientos. El rendimiento innovador de un país depende en gran medida de cómo se relacionan estos actores entre sí como elementos de un sistema colectivo de creación y uso de conocimientos, así como de las tecnologías que utilizan.

La comunicación eficaz entre el Gobierno, Industria, Educación Universitaria y Poder Popular sirve de catalizador para la innovación colaborativa, facilitando el intercambio de conocimientos, la movilización de recursos y la resolución sinérgica de problemas. Aunque numerosos ejemplos dan fe del potencial transformador de unos canales de comunicación sólidos, los retos y las limitaciones ponen de relieve la necesidad de aunar esfuerzos para superar las barreras y fomentar una cultura de colaboración. Al adoptar prácticas de comunicación integradoras y alinear los incentivos, las partes interesadas pueden aprovechar la inteligencia colectiva de la relación triádica para impulsar la innovación y abordar los apremiantes retos sociales.

Los ejemplos presentados en este Capítulo demuestran el poder transformador de los canales de comunicación mejorados para fomentar interacciones sinérgicas e impulsar la cocreación de conocimientos en otros países. Las redes de colaboración, las plataformas de intercambio de conocimientos y las iniciativas de investigación interdisciplinares actúan como catalizadores de la innovación y permiten a las partes interesadas colaborar eficazmente entre sectores y disciplinas. Al fomentar una cultura de colaboración e intercambio de conocimientos, como se observó en algunos países de Europa, sigue liderando la investigación científica y el desarrollo tecnológico, aprovechando los canales

de comunicación mejorados para acelerar el ritmo de la innovación y abordar los retos más acuciantes de la sociedad.

Los hallazgos que se exponen en este Capítulo subrayan la importancia de marcos de comunicación sólidos para fomentar la colaboración dentro de los SNI. En toda América Latina, Europa y Asia, la transparencia, la confianza y la rendición de cuentas sirven como catalizadores para la cooperación entre el gobierno, la industria y la universidad, impulsando la innovación y el desarrollo social. Al adoptar los principios del diálogo abierto, la participación de las partes interesadas y la conducta ética, los países pueden aprovechar el poder transformador de una comunicación eficaz para abordar los retos mundiales y forjar un futuro sostenible.

Por último, la comunicación efectiva entre los actores clave del ecosistema de innovación es indispensable para impulsar la innovación y abordar los desafíos sociales lo que multiplicará los logros observados por las y los actores del Sncti en la construcción de sólidos resultados visibilizados en el marco de las MCU. Adoptando las mejores prácticas de todo el mundo, los países, incluyendo Venezuela, pueden construir puentes de comunicación que faciliten la colaboración, optimicen la utilización de los recursos y aceleren la innovación, siguiendo las formas de acción detalladas en esta investigación. Los canales de comunicación transparentes, la participación de las partes interesadas y la alineación estratégica de los objetivos son componentes esenciales de un ecosistema de innovación próspero. Al fomentar una cultura de apertura, confianza y colaboración, los países pueden aprovechar la experiencia y los recursos colectivos del Gobierno, la Industria, la Educación Universitaria y el Poder Popular para lograr un desarrollo socioeconómico sostenible y mejorar el bienestar de la sociedad en su conjunto.

Referencias Bibliográficas

Amunts, K. *et al*. (2016). *The Human Brain Project: Creating a European Research Infrastructure to Decode the Human Brain*. Neuron, 92 (3), pp. 574-581.

Apple Inc. (2017). *Apple* acelera la inversión y la creación de empleo en Estados Unidos. Disponible en https://www.apple.com/newsroom/2017/05/apple-accelerates-us-investment-and-job-creation/. Visitado el 29 de abril de 2024.

Audretsch, D. y Feldman, M. P. (2004). *Knowledge spillovers and the geography of innovation. Handbook of Regional and Urban Economics*, 4, pp. 2.713-2.739.

Belleflamme, P. *et al*. (2019). *Crowdfunding: Tapping into the right crowd. Journal of Business Venturing*, 34 (5), pp. 1-13.

Belleflamme, P., *et al.* (2019a). *Regulatory Sandboxes in Fintech: Global Perspectives and Regulatory Challenges. Journal of Financial Regulation and Compliance*, 27 (3), 305-327.

Betancourt, R. (2015). Fundamentos Teóricos del Sistema Nacional de innovación para la Defensa. Caracas: Dirección General de Investigación Científica, Tecnológica y Educativa del Ministerio del Poder Popular para la Defensa.

Betancourt, R. (2022a). Emprendimiento en la universidad a través de las actividades de extensión. Caracas.

Betancourt, R. (2023) Identificación de los elementos deontológicos y epistemológicos de la transferencia tecnológica en Venezuela. Caracas: Ediciones Oncti.

Borgman, C. (2012). *The Conundrum of Sharing Research Data. Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63 (6), pp. 1059-1078.

Breschi, S., y Lissoni, F. (2001). Knowledge spillovers and local innovation systems: A critical survey. Industrial and Corporate Change, 10 (4), pp. 975-1005.

Brinkerhoff, D. y Brinkerhoff, J. (2011). *Public–private partnerships: Perspectives on purposes, publicness, and good governance. Public Administration and Development*, 31(1), pp. 2-14. Disponible en https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pad.584. Visitado el 6 de mayo de 2024.

Carayannis, E. y Campbell, D. (2006). *Mode 3 and Quadruple Helix: Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. International Journal of Technology Management*, 34 (3-4), pp. 119-130.

Carayannis, E. y Campbell, D. (2012). *Mode 3 knowledge production in quadruple helix innovation systems. 21st-century democracy, innovation, and entrepreneurship for development*, 1, pp. 1-25.

Carayannis, E. y Campbell, D. (2012). *Mode 3: Knowledge production in quadruple helix innovation systems. Democracy, innovation and entrepreneurship for 21st century development*, 1, pp. 1-25.

Chesbrough, H. (2003). *The era of open innovation. MIT Sloan Management Review*, 44(3), pp. 35-41.

Chesbrough, H. (2006). *Open innovation: A new paradigm for understanding industrial innovation. Open innovation: Researching a new paradigm*, pp. 1-12.

Cornejo, R., Hernández, E. A. y Vargas, V. (2016). La alianza de Gobierno abierto en América Latina: Perspectivas desde la región. Springer.

Edquist, C. (1997). *Approaches to innovation systems: their emergence and characteristics. In Innovation Systems: Technologies, Institutions and Organisations* (pp. 1-35). Pinter Publishers.

Edquist, C. (1997). *Systems of innovation approaches. En Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter Publishers. pp. 1-35.

Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000). *The Dynamics of Innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. Research Policy, 29 (2), pp. 109-123.

Eurostars. (sf). About Eurostars. Disponible en https://eurekanetwork.org/programmes/eurostars/. Visitado el 29 de abril de 2024.

Freeman, C. (1987). *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter: Londres.

Gibbons, M. *et al*. (1994). *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. SAGE.

Gobierno de Singapur. (2020). *Research, Innovation and Business Plan (RIE) 2020*. Disponible en https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/media-releases/2020/rie-2020-plan---19feb2020.pdf. Visitado el 30 de abril de 2024.

Goddard, J. y Puukka, J. (2012). T*he Role and Effectiveness of Research Councils*. Policy Brief, 2012(3), pp. 1-14.

Godin, B. (2009). *National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective*. Science, Technology, & Human Values, Vol. 34, No. 4 (July 2009), pp. 476-501.

Green, R. *et al.* (2015). *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. Elsevier, pp. 145-151.

Johnson, D. (2013). *Europe Invests €1 Billion to Become Graphene Valley*. IEEE. Disponible en https://spectrum.ieee.org/europe-invests-1-billion-to-become-graphene-valley. Visitado el 29 de abril de 2024.

Kim, L. (2006). *Korean national innovation system: A Perspective on the Role of Government*. Ciencia, Tecnología y Sociedad, 11 (2), pp. 207-234.

Leydesdorff, L. y Etzkowitz, H. (1998). *The Triple Helix as a model for innovation studies*. Science and Public Policy, 25 (3), pp. 195-203.

Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers.

Lundvall, B. (2010). *National Innovation Systems. Analytical Concept and Development Tool*. Industry and Innovation, 14 (1), pp. 95-119.

Molas-Gallart, J., *et al.* (2002). *Evaluation of the impact of national research programmes: a methodology based on bibliometric indicators*. Research Evaluation, 11 (3), pp. 149-160.

Mollick, E. (2014). *The Dynamics of Crowdfunding: An Exploratory Study. Journal of Business Venturing*, 29 (1), pp. 1-16.

Mowery, D. y Sampat, B. (2005). *The Bayh-Dole Act of 1980 and University-Industry Technology Transfer: A Model for Other OECD Governments? Journal of Technology Transfer*, 30, pp. 115-127.

Mowery, D. y Sampat, B. (2005). *Universities in National Innovation Systems*. Oxford University Press.

Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. Nueva York: Oxford University Press.

Novoselov, K. *et al*. (2012). *A roadmap for graphene*. Nature, 490(7419), pp. 192-200.

Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Oncti) (2023). Manual de Caracas: Guía para la Recolección de Datos de Investigación y Desarrollo en Venezuela. Caracas: Ediciones Oncti.

Ordanini, A. *et al*. (2011). *Crowd-funding: Transforming customers into investors through innovative service platforms*. Journal of Service Management, 22(4), pp. 443-470.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (1997). *National Innovation Systems.* París: OECD. Disponible en https://shorturl.at/tzCJN. Visitado el 6 de mayo de 2024.

Owen, R. e*t al*. (2012). *Responsible research and innovation: From science in society to science for society, with society*. Science and Public Policy, 39(6), pp. 751-760.

Patel, P. y Pavitt, K. (1994). *The Nature and Economic Importance of National Innovation Systems*. STI Review, No. 14. París: OECD.

Perkmann, M. *et al*. (2013). *Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations*. Research Policy, 42(2), pp. 423-442.

Perkmann, M. *et al*. (2013a). *How should companies evaluate the success of university-industry partnerships? A performance measurement system*. Research and Development Management, 43(5), pp. 413-432.

Ranga, M., Etzkowitz, H. y Deakin, M. (2018). *The Triple Helix Model of the Smart Specialisation Strategy: Learning Experience in the European Union*. Journal of the Knowledge Economy, 9(2), pp. 646-667.

Stokes, D. E. (1997). *The Pasteur Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*. Brookings Institution Press.

Venezuela, República Bolivariana de (2022). Ley Orgánica de Reforma Parcial del Decreto con Rango, Valor y Fuerza de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. Gaceta Oficial No. 6.693 1 de abril de 2022, Caracas.

Walters, R. y Dos Santos, C. (2016). Science Without Borders: Internationalizing Brazil's Knowledge Economy. Springer.

Yoshikawa, K. y Tsuji, M. (2009). *Toward strategic industry-academia-government partnerships in Japan: Case studies of research consortia*. Technovation, 29(8), pp. 546-556.

EL TRIUNFO DEL INGENIO
CIENCIA Y TECNOLOGÍA ANTE EL ASEDIO

Esta obra examina el impacto negativo de las medidas coercitivas unilaterales en la vida cotidiana en Venezuela y narra la excepcional lucha que, competentes hombres y mujeres de Ciencia dan cada día, todos los días, triunfando con soluciones innovadoras fundamentadas en las pericias científicas y tecnológicas de nuestro Estado nación contra el asedio sistemático, quirúrgico y criminalmente aplicado a nuestro país buscando ensombrecerlo y, con él, al Bravo Pueblo.

Conoce la **Autoría del libro**

Dr. Roberto Betancourt A., Ph. D.

Doctor en Políticas de Investigación en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de la Universidad de Manchester (Inglaterra) y magíster en Gerencia Empresarial de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Fundó el Centro de Investigación Estratégico Nacional en Ciencias y Artes (CIENCiA), en la Universidad Militar Bolivariana de Venezuela, de la que también fue pionero, y Múröntö: Centro de Innovación para el Desarrollo, en el seno de la FANB y como enlace con el Mincyt. Experto en transferencia tecnológica, diseño dominante de la industria, políticas de los sistemas nacionales de la innovación y otras disciplinas en el ámbito de la Economía del Cambio Tecnológico. Se desempeñó como director de la Escuela de Posgrado de la Armada Bolivariana y Escuela Superior de Guerra Naval. Actualmente ocupa el cargo de presidente del Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Oncti) y de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis).

Lic. Fabiola Ortúzar M.

Licenciada en Letras de la Universidad del Zulia (LUZ). Gerente de Divulgación del Oncti, donde se dedica a la producción de contenidos bibliográficos y hemerográficos que están al servicio de los investigadores, investigadoras y la comunidad en general que participa en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Especialista en ediciones científicas, coordinadora y asesora de las publicaciones científicas.

Lic. Geraldine Giménez R.

Licenciada en Educación y en Letras de la Universidad Central de Venezuela (UCV), 2006 y 2016. Gerente de Formación del Oncti, con diplomados en las áreas de planificación estratégica pública, en la Escuela Venezolana de Planificación y en la Escuela de Gobierno de la República Popular China y de edición de libros en la UCV (2016) y en la Universidad Nacional Experimental de las Artes (Unearte), 2019. Es educadora, editora, poeta y asesora en el Instituto Confucio de la Universidad Bolivariana de Venezuela.