



Hoja de Ruta de Innovación

PARAGUAY MÁS PROTEGIDO Y RESILIENTE

Representantes del Gobierno Autoridades Nacionales

- **Marianna Saldivar**
Ministra - Secretaria de la Unidad de Gestión de la Presidencia de la República
- **Gustavo Villate**
Ministro de Tecnología de la Información y Comunicación
- **Dr. Benjamín Barán**
Ministro presidente del CONACYT

Equipo Técnico

- **Cynthia Facciuto**
Directora General de Innovación y Economía Digital del MITIC
- **Ana Lucía Giménez**
Coordinadora General de la Estrategia Nacional de Innovación
- **Cynthia Delgado**
Secretaría Ejecutiva del CONACYT
- **Yenny Marín**
Directora de Innovación y Desarrollo Tecnológico del CONACYT

Equipo Consultor

- **César Yammal**
Consultor Internacional
- **Jaime Jara**
Consultor Nacional
- **Fernando Espínola Prieto - Luciano Marambio**
Equipo CONSORCIO INNOVOS GROUP PY-AR

- **Cecilia Rojas**
Diseñadora Gráfica
- **David Bueno Villafañe**
Ilustrador

La presente publicación fue elaborada en el marco del decreto 2314/ 19 con el apoyo de la CAF - Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe en el marco de la Cooperación Técnica no Reembolsable



Hoja de Ruta de Innovación

PARAGUAY MÁS PROTEGIDO Y RESILIENTE





ÍNDICE

Resumen ejecutivo	06
Capítulo 1. El Proceso para la elaboración de la Hoja de Ruta	10
Capítulo 2. Visión de futuro. Alcance y propósito	16
Capítulo 3. Megatendencias y tendencias nacionales	20
Capítulo 4. Impulsores. Retos, programas y acciones	34
Capítulo 5. Factores habilitantes. Capacidades y recursos de CTI	60
Capítulo 6. Hoja de Ruta. Línea temporal, actores e indicadores	82
Acrónimos y Términos Especiales	92
Metodología	96
Participantes	101
Referencias	103



RESUMEN EJECUTIVO

- Cada vez es más frecuente observar en los programas y acciones de organismos y agencias nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), prácticas que diferencian entre instrumentos de política dedicados al desarrollo de capacidades básicas y difusión, y aquellos **orientados a misiones** específicas.

La Estrategia Nacional de Innovación (ENI) inició en el año 2019 el camino hacia el diseño participativo de estrategias de CTI con ese enfoque, dando como primer paso el establecimiento de **desafíos nacionales de innovación**, los cuales fueron definidos como “laboratorios vivientes” en donde poder crear capacidades científico-tecnológicas para el desarrollo sostenible del Paraguay.

El siguiente paso trata de la elaboración de **la primera hoja de ruta para la CTI en Paraguay**, la cual se realiza para uno de los desafíos nacionales: **Paraguay más Protegido y Resiliente**. A través de esta primera experiencia en el país, se recogen lecciones aprendidas de modo a impulsar, además de instrumentos neutrales en cuanto a su temática, otras herramientas que se enfoquen en **prioridades** temáticas, para la siguiente generación de herramientas de la Política de CTI.

A fines del año 2023 comenzaron las tareas preparatorias y las primeras consultas con referentes de organismos públicos y privados, con personas expertas en distintas disciplinas y áreas de actuación, tanto en el ámbito académico como en el empresarial y gubernamental. Se revisaron documentos normativos y estratégicos, estudios sectoriales, se realizaron visitas, entrevistas y finalmente, se llevaron a cabo cuatro talleres consecutivos con especialistas, emprendedores y gestores públicos, para aplicar una metodología estándar de construcción de hoja de ruta (*roadmapping*). Esta metodología parte de la revisión de tendencias, el establecimiento de una visión de futuro deseado, el reconocimiento de brechas entre la situación actual y futura de las capacidades científicas, tecnológicas y creativas disponibles en el país, así como la manera de incidir en el ámbito de aplicación.



- Una hoja de ruta puede entenderse en términos generales, como una herramienta analítica que aprovecha la capacidad colectiva para co-crear, pronosticar, analizar y visualizar desarrollos potenciales de soluciones, tecnologías, productos y servicios, aplicables al contexto de la gestión estratégica de la CTI. Este instrumento apoya la alineación estratégica de programas, proyectos, acciones y perfiles institucionales, con el soporte de un modelo visual que organiza datos y apreciaciones de participantes en perspectivas funcionales, en el campo económico, social o ambiental.
- El ciclo de vida para el desarrollo y gestión de la hoja de ruta de innovación considera tres períodos: (a) uno con un horizonte de 5 años (que incluye el corto plazo y abarca los primeros 18 meses de implementación), (b) un horizonte de 10 años (que incluye el mediano plazo, entre 5 y 7 años) y (c) un plazo de 15 años (largo plazo).
- Por la forma en la cual se desarrollan las capacidades de CTI, de forma acumulativa y sostenida, el hablar del **futuro** es recurrente. Sin embargo, es importante señalar, que las acciones previstas consideran el corto plazo, están alineadas a un gran objetivo y poseen la mirada puesta en una visión de largo plazo.
- Teniendo en cuenta el desafío de un “Paraguay más protegido y resiliente”, en base a la revisión de literatura especializada, documentos sectoriales relevantes y la interacción con quienes participaron en los talleres, se estableció como **visión de futuro**:

Aspirar a una sociedad con mayor cohesión social, en donde nadie sea excluido, por medio del fomento de la participación activa de una población más sana, creativa, productiva y emprendedora; más resiliente y preparada, desde la educación básica y media, con una cultura favorable para enfrentar desafíos futuros relacionados con los riesgos de desastres; con una cultura de largo plazo, de prevención, de inclusión social y responsabilidad intergeneracional; en donde todos sus integrantes participen plena y activamente en todos los aspectos de la vida social, económica y política, sin discriminaciones de origen, género, discapacidad, y otras características; con una mayor confianza en la democracia, menor propensión al autoritarismo y populismo; una población con capacidad de pensamiento crítico, con menores errores de razonamiento y menos vulnerable a la manipulación y desinformación; en donde la variable científico-tecnológica adquiera un valor preponderante en el debate de políticas públicas relacionadas con el desarrollo económico y social sostenible del Paraguay.



Para ello, se busca:

Promover un crecimiento económico que aproveche al máximo el potencial del capital humano, con menores tensiones sociales y políticas, que aumente la demanda agregada del país e incentive la inversión y el emprendimiento; con ciudades inteligentes y resilientes, con mayor participación ciudadana en la toma de decisiones, apoyadas por nuevos medios basados en tecnologías y conocimiento; con políticas públicas sostenibles basadas en conocimiento y datos, que resulten de una gobernanza adecuada y sostenible del sistema de atención primaria de salud, con énfasis en enfermedades crónicas no transmisibles y epidemias por enfermedades contagiosas, con foco en grupos y zonas vulnerables; con un sistema de atención primaria de la salud con cobertura superior al promedio regional, con capacidad tecnológica y de comunicación adecuada, que facilite el acceso y ordene el flujo de atención sanitaria, colaborando con la vigilancia de la salud; con una cobertura de seguro de salud superior al promedio de países de la región, con un sistema de seguridad social contributiva y no contributiva, parte de un modelo sostenible basado en un colchón financiero y espacio fiscal adecuados; con un sistema de actores del sistema de protección social y del ecosistema I+D+i articulados, con una regulación, estructuras y capacidades para sostener mejores políticas de protección social, con mejor capacidad de respuesta del sistema de salud, a riesgos de desastres y emergencias.

Para los próximos años, se espera consolidar al desafío estratégico (Paraguay Protegido y Resiliente) como **laboratorio de innovación social** (a nivel público y privado), para **resolver nuestros problemas**, lograr **nuestras aspiraciones**, atraer, gestionar y exportar talento y, basándonos en nuestra experiencia de éxito, contribuir con otros países y sociedades que aspiren a construir una visión de futuro similar.

- La identificación de los recursos y capacidades en CTI requiere de un esfuerzo de **anticipación** que parte de la detección e interpretación de señales fuertes y débiles en el ámbito geopolítico, ambiental, social y tecnológico. **Las megatendencias** (cambios a gran escala) que ejercen una influencia significativa y duradera en la mayoría de las actividades, procesos y percepciones humanas a nivel global, son una fuente valiosa para esta tarea. Algunos de estos patrones se pueden ver con cada vez mayor incidencia en el Paraguay, en forma de factores de riesgo que se agudizan y se vuelven crónicos, con efectos en la población y el sector productivo.

Entre las tendencias más importantes se destacan las relacionadas con el **cambio climático** (el aumento de las temperaturas promedio, las olas de calor, las sequías, las precipitaciones intensas y los incendios forestales), los **cambios demográficos** (con un envejecimiento de la población que comienza a acelerarse), el **aumento**



de la probabilidad de epidemias y la prevalencia de enfermedades crónicas que ponen a prueba la capacidad de respuesta del sistema sanitario. Otras tendencias tienen que ver con procesos de **urbanización acelerada**, el **deterioro institucional** y la **disminución de la confianza en los gobiernos**, amplificada por una ubicua presencia de **nuevos medios basados en tecnologías digitales**.

- La hoja de ruta para el desafío “Paraguay protegido y resiliente”, que se presenta en este documento, propone un marco de trabajo, el cual está compuesto, por un lado, por ejes verticales o **impulsores** (que contiene programas, proyectos y acciones). La implementación de acciones de la Hoja de Ruta considera 3 grandes etapas: la creación de capacidades e información, el pilotaje y aprendizaje, y la difusión de capacidades de CTI. Por otro lado, se consideran los ejes transversales o **factores habilitantes**, dentro de los cuales se agrupan los recursos y capacidades necesarios para responder a los retos específicos de la hoja de ruta a lo largo del tiempo. En base a la interacción con los especialistas y la revisión de literatura, emergieron dos grupos de factores transversales **esenciales** (capital humano, infraestructura y recursos de información) y tres de **soporte** (cooperación internacional, financiamiento, gobernanza sostenible y marco normativo estratégico).
- El proceso de construcción de la hoja de ruta adoptó una definición del término “tecnología” en un sentido amplio, es decir, “conocimiento” o “ciencia de la técnica” aplicada a sistemas sociales, biológicos o de ingenierías, “tecnologías sociales”, de gestión y organización, nuevos medios de comunicación de contenidos, así como dispositivos, infraestructura y artefactos de ingeniería. Además de los métodos de investigación científica, de aplicación de tecnologías disponibles, de prácticas de gestión organizacional, de procesos y proyectos, de I+D e innovación, se prestó particular atención a dos grupos de **tecnologías clave** para proteger a la población en el presente y el futuro: las tecnologías de información y comunicación (TIC), y las tecnologías genómicas y multi-ómicas.
- A partir del trabajo realizado con científicos, expertos de la práctica empresarial, tecnólogos y gestores públicos, así como con autoridades de las diferentes organizaciones gubernamentales, se puede concluir que está demostrado el potencial que existe en el país, luego de varios años de invertir en el desarrollo de capacidades básicas en CTI y en la formación de capital avanzado, para plantear y ejecutar estrategias prioritarias dentro de un abordaje de políticas **orientadas a misión**. En este sentido, el presente documento ilustra una experiencia piloto que puede ser replicada y adaptado para los demás desafíos nacionales de innovación (de interés público), así como para el ámbito de la innovación industrial y productiva del Paraguay.





CAPÍTULO

01

**CTI orientada a misión.
El proceso.**

CAPÍTULO

01

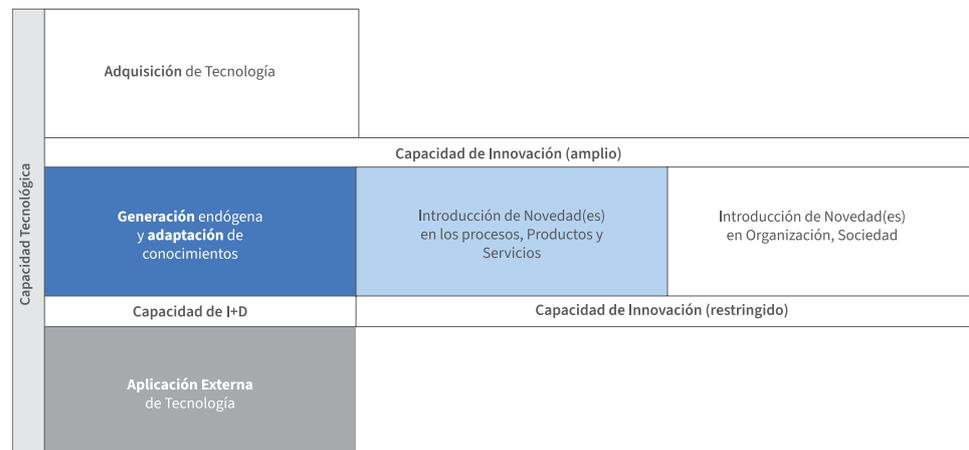
CTI orientada a misión. El proceso.

En un contexto global, con necesidades crecientes, sujeto a shocks, megatendencias sociales, ambientales, geopolíticas y ambientales, tanto las organizaciones privadas y públicas, como los países y territorios, deben tomar decisiones sobre la manera más eficaz y eficiente de asignar sus recursos y capacidades de modo a avanzar hacia una prosperidad sostenible. Las estrategias de ciencia, tecnología e innovación (CTI) suelen ser transversales a las estrategias de desarrollo social y económico. Estas estrategias sostienen ventajas productivas y comerciales a lo largo del tiempo, establecen decisiones relacionadas con la formación y gestión de capital humano, y las vinculan a fuentes de financiamiento, modelos de gobernanza, entre otros aspectos.

La misión fundamental de la Política Nacional de CTI es “crear, mantener y aumentar las capacidades nacionales en investigación, desarrollo tecnológico e innovación”. Estas capacidades se adquieren y se fortalecen a través del aprendizaje individual y organizacional, es decir, mediante la implementación de proyectos y actividades de CTI financiados con fondos públicos y privados¹. Las capacidades de investigación y desarrollo, capacidades tecnológicas y capacidades de innovación se pueden definir y relacionar, como se muestra en la **Ilustración 1**.

Ilustración 1.

Capacidades de Investigación y Desarrollo, Tecnológica y de Innovación



Fuente: Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. CONACYT.

¹ Cohen y Levinthal (1990) demostraron empíricamente la relación entre la capacidad de asimilar nuevas tecnologías de fuentes externas inclusive, con los propios esfuerzos para hacer I+D. Para que un sistema organizacional tenga capacidades de absorber dinámicamente los avances técnicos, es imprescindible invertir en esfuerzos propios de I+D.



La **capacidad de investigación y desarrollo (I+D)** es la habilidad de generar, de forma endógena, conocimientos científicos y técnicos, así como poder validar y adaptar conocimientos obtenidos de fuentes externas. La capacidad **tecnológica** implica la habilidad de tomar decisiones acertadas en relación a la adquisición de fuentes externas de conocimientos técnicos, equipos e infraestructura, así como poder transferir conocimientos a usuarios o beneficiarios externos, por ejemplo, a través de distintas formas de licenciamiento. La capacidad de innovación se refiere a poder introducir novedades en productos, servicios y procesos, así como en las formas de organización y en los beneficios para la sociedad. Realizar cambios en el diseño, las formas de uso, en la aplicación de tecnologías existentes (como las digitales) puede traducirse en ahorros y ganancias en productividad de las organizaciones o en la inclusión de personas en actividades y beneficios que antes les eran inaccesibles. En un sentido amplio, la capacidad para generar y adaptar conocimiento a través de la investigación científica, con el objetivo de mejorar la oferta de nuevos o mejorados productos, servicios, prácticas organizativas, así como impactar positivamente en la sociedad y el medio ambiente, es de central interés para las estrategias nacionales de CTI.

De las fallas de mercado a las misiones estratégicas.

Cada vez es más frecuente observar en los programas y acciones de organismos nacionales de CTI, prácticas que diferencian entre instrumentos de política dedicados al **desarrollo de capacidades básicas y difusión**, y aquellos orientados a **misiones** específicas. El primer grupo de instrumentos suele incluir mecanismos competitivos, como los llamados o convocatorias horizontales para el financiamiento de proyectos de I+D e innovación. La lógica dominante se centra en superar “fallas de mercado”, facilitar el acceso al financiamiento o conectar oferta y demanda de conocimiento. El segundo grupo de instrumentos, implementado en paralelo con el primero, se refiere a mecanismos con **prioridades** consensuadas, en los cuales se intensifica la asignación de recursos y esfuerzos, se crean organizaciones especializadas (ej. programas y centros de I+D estratégicos) y se realizan adecuaciones normativas para atender estrategias verticales o sectoriales. Las estrategias

orientadas a misión se justifican debido a la disponibilidad de **recursos y capacidades** acumuladas en un país, la existencia condiciones de singularidad en recursos y la posición ventajosa frente a otras organizaciones o países. Las prioridades, más allá de sectores o áreas de conocimiento, tratan más bien de cuáles son los “laboratorios vivientes” en donde creemos que podremos desarrollar capacidades científico-tecnológicas imprescindibles y distintivas.

El proceso.

La Estrategia Nacional de Innovación (ENI) inició en el año 2019 el camino hacia el diseño participativo de estrategias de CTI orientadas a misión. Esta dependencia de la Unidad de Gestión de la Presidencia de la República organizó talleres en Asunción y el interior del país ese año, de forma a iniciar la definición de desafíos estratégicos con el objeto de atender prioridades sectoriales para el desarrollo del país. Esto teniendo en cuenta que las agencias de CTI se concentraban exclusivamente en instrumentos horizontales o neutrales en cuanto a su foco temático. A través de la movilización de empresarios, emprendedores, gestores públicos, creativos, tecnólogos y miembros de la comunidad científica (investigadores), emergieron 5 ejes temáticos a partir de 305 oportunidades para la innovación (creativa y tecnológica) identificadas.

Los primeros “Desafíos Nacionales de Innovación” fueron aprobados por un Grupo Impulsor público-privado, cotejando sus atributos con una lista acotada de criterios. Estos fueron los siguientes:

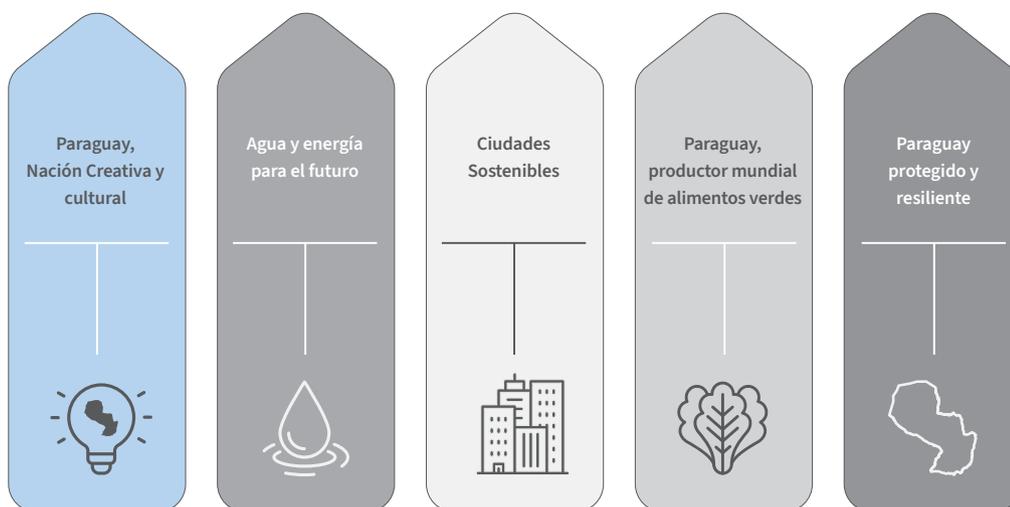
Tener la capacidad de responder a una condición singular del país; orientarse a propósitos que respondan a problemas o necesidades relevantes, tanto de nivel sectorial como intersectorial, transversal, multidisciplinario; potencial de “crear valor” para el mundo; poder justificar la necesidad de una intervención especial del sector público, especialmente con la dedicación de recursos públicos; contribuir de forma positiva a la sostenibilidad ambiental y al capital social nacional; contribuir al desarrollo de la innovación y desarrollo tecnológico, sirviendo de marco de aprendizaje - país.



En la siguiente ilustración, se pueden ver los desafíos nacionales impulsados por la ENI.

Ilustración 2

Desafíos estratégicos de la Estrategia Nacional de Innovación



Fuente: Estrategia Nacional de Innovación (ENI).

Durante el año 2020 y posteriores, los esfuerzos de la sociedad, el sector productivo y el Gobierno se concentraron en contener los efectos de la pandemia de COVID-19. Es así que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) realizó un primer llamado “temático” para el financiamiento de proyectos de I+D y conformó comités de científicos para colaborar en varios ámbitos de la emergencia sanitaria.

A fines del año 2022, el CONACYT aprobó una Agenda Nacional de CTI, con un componente de orientación a misiones estratégicas, adoptando y profundizando en base a los “**desafíos nacionales de innovación**” de la ENI. A ellos se agregaron un eje vertical enfocado a las ciencias básicas y un eje transversal de vinculación a las políticas públicas a través de las ciencias sociales.

El desafío nacional de innovación “Paraguay Protegido y Resiliente”

La pandemia de COVID-19 puso a prueba el grado de preparación del país en cuanto a dar respuestas inmediatas a retos en lo social y económico. Hoy podemos hacer un repaso de las siguientes preguntas:

¿Estaba la población adecuadamente protegida cuando se iniciaron las cuarentenas? ¿Se contaba con suficiente espacio fiscal o colchón financiero para solventar las medidas adoptadas? ¿Había suficientes camas de terapia intensiva por cada cien mil habitantes? ¿Fueron los sistemas productivos y los procesos educativos suficientemente resilientes? ¿Cómo nos ayudaron la innovación tecnológica, el conocimiento y la



creatividad a preservar la salud y la vida de la población? ¿Lo podríamos haber hecho mejor?

De igual forma hemos sido testigos de otras perturbaciones, tensiones geopolíticas, guerras comerciales, ciberataques y conflictos militares (Ej. El conflicto entre Ucrania y Rusia, y sus consecuencias sobre la seguridad alimentaria mundial). Además, eventos climáticos han afectado la logística de abastecimiento de insumos y productos esenciales para el país, sin alternativas comparables a lo ofrecido por los ríos en términos de costos.

La elaboración de la primera hoja de ruta para la CTI en Paraguay, en torno al desafío “Paraguay Protegido y Resiliente” intenta aportar lecciones aprendidas e instalar nuevas prácticas para el diseño de estrategias orientadas a misión.

Para ello, a partir de fines del año 2023 se iniciaron trabajos de consulta a personas expertas en distintas disciplinas y áreas de actuación, todas afines a dicho desafío.

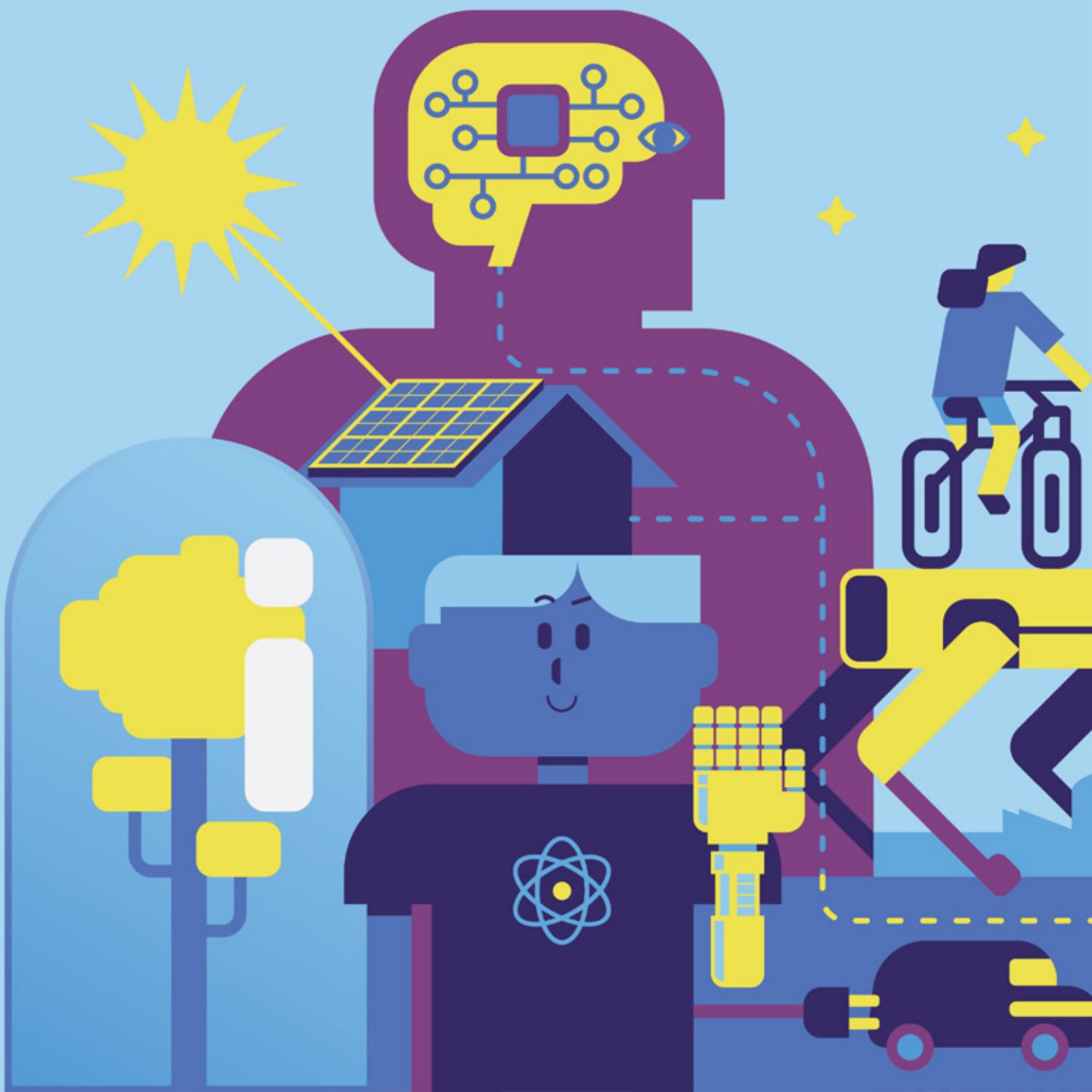
Se revisaron documentos normativos y estratégicos, estudios sectoriales. Se realizaron visitas a organismos y agencias oficiales. Se realizaron entrevistas. Finalmente se llevaron a cabo 4 talleres consecutivos con especialistas, emprendedores y gestores públicos, para aplicar una metodología estándar de “roadmapping” (ver METODOLOGÍA), que parte de la revisión de tendencias, el establecimiento de una visión de futuro deseado, el reconocimiento de brechas entre la situación actual y futura de las capacidades científicas, tecnológicas y creativas disponibles en el país.

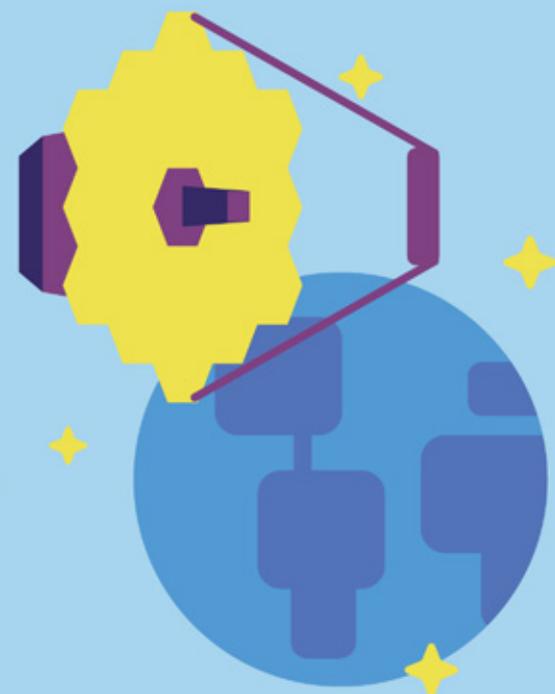
De esta forma, fue posible plantear un conjunto acotado de programas y acciones, agrupados de acuerdo a un marco conceptual y de trabajo que se presenta en los siguientes capítulos.

Ilustración 3

Algunos de los científicos, tecnólogos, emprendedores y gestores públicos que participaron en los talleres de roadmapping.







CAPÍTULO

02

**Visión de futuro.
Alcance y propósito.**

CAPÍTULO

02

Visión de futuro. Alcance y propósito.

Una **hoja de ruta** de innovación es una herramienta analítica que permite la colaboración entre personas expertas afines a un eje temático, para co-crear, diseñar, pronosticar, analizar, visualizar y decidir acerca de desarrollos probables de soluciones, tecnologías, productos y servicios necesarios para un sector o país.

El trabajo realizado se inició con la identificación, agrupamiento y revisión del conocimiento experto disponible, de modo a realizar previsiones y responder a escenarios tendenciales probables. Como objetivo final se consideró establecer lineamientos específicos para las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) orientadas a una misión o desafío estratégico, de modo a poder **crear y desarrollar recursos y capacidades de investigación**, desarrollo e innovación (I+D+i). En términos prácticos, la hoja de ruta busca contribuir con las agencias nacionales de CTI de modo a que estas puedan realizar llamados temáticos para el financiamiento de proyectos y acciones, utilizando este producto como patrón de cotejo consensuado y como complemento para los mecanismos horizontales habituales.

El ciclo de vida para el desarrollo y gestión de la Hoja de Ruta de Innovación considera tres períodos: (a) uno con un horizonte de 5 años (incluyendo el corto plazo, que abarca los primeros 18 meses de implementación), (b) un horizonte de 10 años (incluyendo el mediano plazo, entre 5 y 7 años) y (c) un plazo de 15 años (largo plazo)².

Si bien cuando se hace referencia a una hoja de ruta, hablar del futuro es recurrente, cabe la aclaración de que las acciones consideran el corto plazo, pero están alineadas a un gran objetivo y la mirada puesta en el futuro.



² En el ámbito de las tecnologías de información y comunicación (TIC), un periodo comprendido entre 5 y 10 años ya puede considerarse como “largo plazo”.



Visión de futuro para la Hoja de Ruta.

En base a la revisión de literatura y la interacción con quienes participaron en los talleres, se presentan a continuación los elementos que constituyen la visión de futuro para el desafío “Paraguay protegido y resiliente”.

VISIÓN. Se aspira a construir una sociedad:

- Con mayor **cohesión social**³, en donde nadie sea excluido, por medio del fomento de la **participación** activa de una población más **sana, creativa, productiva y emprendedora**.
- Más **resiliente** y preparada, desde la educación básica y media, con una **cultura** favorable para enfrentar desafíos futuros relacionados con los riesgos de desastres o shocks externos.
- **Con una cultura de largo plazo**, de prevención, de **inclusión social y responsabilidad intergeneracional**.
- Donde todos sus integrantes participen plena y activamente en todos los aspectos de la vida social, económica y política, **sin discriminaciones** de origen, género, discapacidad, y otras características.
- Con mayor **confianza en la democracia**, menor propensión al autoritarismo y populismo, una población con capacidad de pensamiento crítico, con menores errores de razonamiento y menos vulnerable a la manipulación y desinformación.
- Donde la **variable científico-tecnológica** adquiera un valor preponderante en el debate de políticas públicas relacionadas con el desarrollo económico y social sostenible del Paraguay.

Se busca contribuir a:

- Un **crecimiento económico que aproveche al máximo el potencial del capital humano**, con menores tensiones sociales y políticas, que aumente la demanda agregada del país e incentive la inversión y el emprendimiento.

- **Ciudades inteligentes y resilientes**, con **mayor participación ciudadana** en la toma de decisiones, apoyadas por nuevos medios basados en tecnologías y conocimiento.
- **Políticas públicas sostenibles basadas en conocimiento y datos**, que resulten de una gobernanza adecuada y sostenible del sistema de atención primaria de salud, con énfasis en enfermedades crónicas no transmisibles y epidemias por enfermedades contagiosas, con foco en grupos y zonas vulnerables.
- **Un sistema de atención primaria de la salud** con cobertura superior al promedio regional, con capacidad tecnológica y de comunicación adecuada, que facilite el acceso y ordene el flujo de atención sanitaria, colaborando con la vigilancia de la salud.
- **Una cobertura de seguro de salud** superior al promedio de países de la región, con un **sistema de seguridad social** contributiva y no contributiva, parte de un **modelo sostenible** basado en un colchón financiero y espacio fiscal adecuados.
- Un sistema de **actores del sistema de protección social y del ecosistema I+D+i articulados**, con una regulación, estructuras y capacidades para sostener mejores políticas de protección social, con mejor capacidad de respuesta del sistema de salud, a riesgos de desastres y emergencias.

El panel de participantes expertos ha propuesto que la hoja de ruta y sus acciones:

- Consoliden a este desafío estratégico como **laboratorio de innovación social** (a nivel público y privado), para desarrollar y fortalecer nuestra capacidad de resolver problemas, lograr nuestras aspiraciones, atraer, gestionar y exportar talento y, basándonos en nuestra experiencia de éxito, contribuir con otros países y sociedades que aspiren a construir una visión de futuro similar.

³ De acuerdo a la ONU, una sociedad con cohesión social es aquella donde las personas están protegidas contra los riesgos para la vida, confían en sus vecinos y en las instituciones estatales y pueden trabajar para alcanzar un futuro mejor para ellos mismos y sus familias







CAPÍTULO

03

**Megatendencias.
Tendencias globales y
nacionales.**

CAPÍTULO

03

Megatendencias. Tendencias globales y nacionales.

La identificación de los recursos, capacidades tecnológicas y de innovación requeridas es un esfuerzo de **anticipación** que parte de la detección e interpretación de señales fuertes y débiles en el ámbito geopolítico, ambiental, social y tecnológico.

Las megatendencias (cambios a gran escala) que ejercen una influencia significativa y duradera en la mayoría de las actividades, procesos y percepciones humanas a nivel global, son una fuente valiosa para esta tarea. Algunos de estos patrones se pueden ver con cada vez mayor incidencia en el Paraguay, en forma de factores de riesgo que se agudizan y se vuelven crónicos, con efectos en la población y el sector productivo.

Riesgos de desastres incrementados por el cambio climático.

Latinoamérica es una de las regiones del mundo más expuestas al cambio climático debido a su proximidad a los trópicos, lo que resulta en temperaturas promedio más altas. Durante las últimas cuatro décadas, la región registró un promedio anual de 50 desastres climáticos, siendo las inundaciones y tormentas los eventos más frecuentes, seguidas por las sequías y los deslizamientos de tierra. La cantidad de eventos extremos en la región aumentó un 90% entre 2000 y 2021 con respecto a las dos décadas previas (Brassiolo et al 2023).

Las **olas de calor**, las **sequías** y las **precipitaciones intensas** ocurren ahora con una frecuencia varias veces superior.³

Los **incendios** forestales también se hacen presente y su propagación amenaza vidas humanas, establecimientos productivos e infraestructuras públicas. Durante 2019 una serie de incendios forestales afectaron a varios países de la región, incluyendo extensas zonas de la selva amazónica de Brasil y Bolivia, así como los bosques tropicales en Paraguay. De 2001 a 2023, Paraguay perdió 490 mil hectáreas de cobertura arbórea a causa de los incendios. Durante ese período, el año con mayor pérdida de cobertura arbórea a causa de los incendios fue 2019 con 121 mil hectáreas desaparecidas.⁴

De continuar elevándose las temperaturas promedio anuales, estos fenómenos extremos se harían aún más frecuentes en el futuro (IPCC 2022). De acuerdo a simulaciones en centros especializados, en las cuales se ensayan diferentes escenarios en el nivel de emisiones de CO₂ a la atmósfera (RCP), se prevé que las temperaturas sigan aumentando en Paraguay hasta finales de este siglo. De acuerdo al Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), se prevé que las temperaturas sigan aumentando, con un incremento de las temperaturas medias mensuales de +2°C para la década de 2050 y de +4°C para finales de siglo, en un escenario de altas emisiones.

El número de días muy calurosos (con temperaturas de más de 35 °C) aumentará de 24 días a 113 días al año para finales de siglo.⁵

³ Las inundaciones de Río Grande del Sur de 2024 que comenzaron a fines de abril de 2024, provocaron decenas de muertes, deslizamientos de tierra generalizados y el colapso de una presa. Se considera la peor inundación del país vecino en más de 80 años.

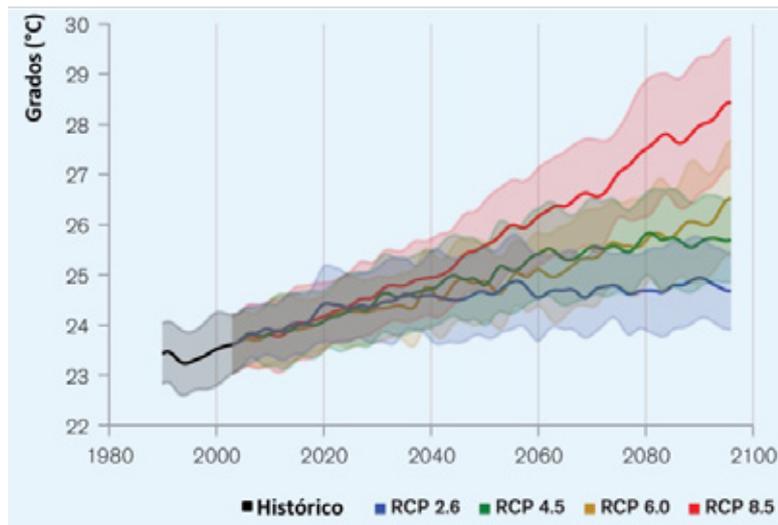
⁴ Global Forest Watch. Paraguay ver en <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/PRY/>

⁵ Paraguay - Tercera comunicación Nacional de la República de Paraguay. UNFCCC.



Ilustración 3

Evolución de la temperatura promedio anual de Paraguay en escenarios de emisiones de GEI⁶



Fuente: Climate Risk Profile: Paraguay (2021):
The World Bank Group.

Las precipitaciones en Paraguay suelen estar sujetas a una variabilidad interanual significativa debido a la oscilación del sur del fenómeno “El Niño”, que provoca inundaciones y un clima más frío, mientras que los episodios de “La Niña” están asociados con sequías y un clima más cálido. En el futuro se prevé que la precipitación mensual promedio en los meses de junio a agosto aumente significativamente, particularmente en el norte, este y sudeste, mientras que se prevé que la precipitación durante los meses de verano se mantenga constante o disminuya ligeramente en las regiones del noreste.⁷ Además, se prevé un ligero aumento en la cantidad de lluvia (totales máximos de lluvia de 5 días) experimentará un ligero aumento a lo largo del siglo (CEPAL 2014).

Impactos sociales y económicos del cambio climático.

Los desastres de origen climático han causado daños y pérdidas económicas significativas y han afectado a un elevado porcentaje de la población en Latinoamérica – los daños y pérdidas anuales han sido de al menos un 0,2% del PIB. Asimismo, alrededor del 1% de la población de la región en promedio es afectada por desastres climáticos cada año y se calcula que la cifra agregada de muertes y desaparecidos es cercana a las 100.000 personas (CEPAL 2023). Los impactos negativos sobre el crecimiento económico de estos eventos pueden incluso resultar permanentes, con pérdidas de entre el 2,1% y el 3,7% del PIB en países de ingresos medios y bajos (Cavallo et al 2023).

⁶ “RCP” se refiere a la concentración de carbono que provoca el calentamiento global de acuerdo a diferentes escenarios de watts/m2 en todo el planeta.

⁷ Tercera comunicación Nacional de la República de Paraguay 2017. UNFCCC.



En este tipo de países, históricamente, la inversión en infraestructura resiliente ha sido desplazada por la urgencia de atender otros objetivos de carácter social, frente a la restricción de estrechos márgenes de maniobra fiscal (FMI 2021).

Los fenómenos meteorológicos más extremos, como lluvias intensas después de períodos secos prolongados, pueden provocar erosión e inundaciones repentinas, dañar carreteras e infraestructuras, arrasar cultivos y poner en riesgo más vidas (FAO 2020). Las intensas sequías por un lado y el aumento de la evaporación por el otro, pueden afectar negativamente la producción hidroeléctrica.

En el caso del Paraguay, con los escenarios proyectados, en zonas occidentales del país, existirán **menores oportunidades de captar agua de lluvias**. Además de las **sequías, calor extremo e inundaciones** a lo largo del río Paraguay y

del río Pilcomayo en el Chaco, también existen **inundaciones urbanas**, como resultado de sistemas de drenaje abrumados por intensas lluvias. La topografía del país está sujeta a los impactos de eventos extremos, con llanuras y colinas que concentran a la mayor parte de la población del país (SEN 2016).

Las olas de calor afectan el suministro del sistema eléctrico cada vez más, en especial para responder a picos de demanda durante olas de calor. A este problema, se le suma el **agotamiento** en el mediano y largo plazo de **fuentes energéticas**. Las interrupciones del servicio en diversas zonas aumentan su frecuencia, para lo cual la ANDE debe multiplicar el número de cuadrillas para atención y restauración del servicio. Es más, dada las condiciones de interconexión internacional, se pueden registrar cortes masivos relacionados con el colapso del sistema eléctrico del noroeste argentino.⁸

Principales Eventos Causantes de Desastres en Paraguay (2010-2022)

• Sequía y escasez de alimentos en la región oriental (2012).	Muertes 0. Afectados 1.391.900
• Lluvias intensas e inundaciones (2019).	Muertes 16. Afectados, 310.595. Ñeembucú, Presidente Hayes, Alto Paraguay, Concepción, Capital, Misiones, San Pedro y el Departamento Central.
• Lluvias intensas e inundaciones (2014).	Muertes 0. Afectados 231.360. Ñeembucú, Presidente Hayes, Alto Paraguay, Concepción, San Pedro, Alto Paraná, Misiones y departamentos centrales.
• Fuertes lluvias e inundaciones en Asunción y Pilar (2019).	Muertes 23. Afectados 208.602
• Inundaciones en la Región Oriental (2015)	Muertes 12. Afectados 136.450
• Incendios (2019)	En 12 departamentos, 29 distritos y la capital del país. Se registraron más de 2.153 focos de calor en todo el país.
• Incendios (2022)	En zona rural y periurbana en 13 departamentos, 40 distritos y la capital del país. Se detectaron 3.757 focos de calor en todo el país.

Fuente: Basado en Pacific Disaster Center (2020) y MSPyBS - DGVS (2023).

⁸ Tercera Comunicación Nacional de Paraguay. Ibidem.



Resiliencia ante desastres.

A la combinación de susceptibilidad al impacto con la capacidad relativa de absorber, responder y recuperarse de los impactos de desastres a corto plazo se la conoce como resiliencia. Esta condición se calcula en base a una combinación de factores de vulnerabilidad y de capacidad de respuesta.

La vulnerabilidad mide las condiciones y procesos físicos, ambientales, sociales y económicos que aumentan la susceptibilidad de las comunidades y los sistemas a los efectos perjudiciales de los eventos de riesgos de origen climático. Aspectos tenidos en cuenta son la presión demográfica, la tasa media anual de crecimiento de la población, inequidad de género, el nivel de escolaridad, el acceso al agua potable y otras limitaciones. La precariedad de los servicios básicos y las dificultades para restaurarlos después de eventos de desastres también son importantes.

Por otro lado, la capacidad de respuesta describe la capacidad que tienen las personas, las organizaciones y los sistemas, de utilizar las habilidades y recursos disponibles para afrontar y gestionar emergencias. Se consideran factores como la tasa de empleo, el ingreso mensual promedio, el nivel de participación de las comunidades, la tasa de criminalidad, la capacidad de respuesta del sistema sanitario (medido con la cantidad de médicos, enfermeros, camas de hospital, por 10.000 habitantes), los sistemas de transporte, los hogares conectados a la red eléctrica, el acceso a las comunicaciones, presencia de bomberos. Los condicionantes socioculturales, la percepción del riesgo por parte del público son factores de importancia a la hora de requerir respuesta rápidas y coordinadas.

De acuerdo a evaluaciones recientes, Paraguay se encontraba en la posición 98 en el ranking de vulnerabilidad, entre 160 países y en el lugar 91 en el ranking de capacidad de respuesta, entre 176 países (Pacifíc Disaster Center 2020).



Acciones del país para atender las causas y los efectos del Cambio Climático.

Con la creación de capacidades en todos los sectores y niveles relevantes de Gobierno, a través del diseño de políticas y la implementación de acciones transversales, el Paraguay ha dado pasos importantes. Teniendo en cuenta las condiciones de alta vulnerabilidad, la adaptación ante el cambio climático es la preocupación central y la posición oficial del país ante esta situación. Los trabajos de preparación para la adaptación a los efectos del cambio climático son liderados por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), en particular, articulados por la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC), la cual es instancia ejecutiva de un Plan Nacional para la temática.

Pobreza, discapacidad y vejez en un entorno riesgoso.

La región de América Latina y el Caribe atraviesa un periodo de retroceso en la reducción de la pobreza, después haber reducido del 45% al 28% este índice. No obstante, la pobreza “transitoria” ha comenzado a llamar la atención, con **trabajadores informales** empujados a la pobreza extrema, en ocasión de la pandemia de COVID-19. La crisis alimentaria, con el aumento de precios causado por la guerra entre Rusia y Ucrania, profundizaron esta situación.⁹

El cambio climático genera a su vez nuevas amenazas para el bienestar de los **hogares pobres y vulnerables** de la región y se estima que, en ausencia de una respuesta adecuada, con medidas adecuadas de adaptación y mitigación de impactos, esta megatendencia global podría dejar a 5,8 millones de personas adicionales en la pobreza en la región para el 2030.

⁹ De acuerdo a conclusiones del Grupo de Respuesta a la Crisis Mundial sobre las repercusiones globales de la guerra en Ucrania en materia de alimentación, energía y finanzas de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Ver en <https://www.unep.org/es/resources/publicaciones/impacto-global-de-la-guerra-en-ucrania-en-los-sistemas-alimentario>.



Existen antecedentes que relacionan a los eventos climáticos extremos y los desastres con la adopción de “estrategias de adaptación negativas” llevadas adelante por hogares pobres y vulnerables. Por ejemplo, se venden activos productivos, se incurre en gastos catastróficos, se interrumpen los controles médicos, se saca a los niños de la escuela o se ejerce mayor presión sobre los recursos naturales para atender necesidades de corto plazo. Esto puede tener consecuencias muy negativas para el futuro, ya que pueden llevar a caer en “trampas de pobreza” duraderas.¹⁰

Un mecanismo efectivo para mitigar impactos de gran escala ha sido, por ejemplo, el construir sobre las transferencias monetarias regulares a grupos vulnerables, las cuales han jugado un rol clave en el alivio de la pobreza crónica en la región. Esta iniciativa ha permitido la creación de un piso mínimo de ingreso y en ciertos casos de ahorro, para poder absorber mejor y recuperarse de los shocks, evitando el uso de estrategias de adaptación negativas.

Con relación al grupo de personas con **discapacidad**, a pesar de representar una parte importante de la población en la región, este grupo sigue enfrentando desafíos para la inclusión social y económica.¹¹ El reconocimiento de la importancia de este grupo poblacional ha dado lugar a mejoras en los marcos legales y políticas enfocadas a las personas con discapacidad. Sin embargo, las brechas entre las personas con y sin discapacidad persisten en prácticamente todos los aspectos de la vida social y económica. En el sector de la educación, aunque las tasas de finalización de la escuela primaria son altas para los estudiantes con discapacidad, no todos los países han cerrado las brechas de finalización entre los niños con y sin discapacidad (García Mora et al 2021). En el mercado laboral persisten brechas en el empleo, las tasas de formalidad y los salarios.

Como tendencia para el futuro, se espera que con el rápido ritmo al que está envejeciendo la población en América Latina y el Caribe, también aumente la población con discapacidad en 60 millones en la región durante las próximas tres décadas, alcanzando un total de 150 millones. Dado que las tasas de prevalencia de la discapacidad en la región son de 4 a 6 veces más altas para las personas de más de 65 años que para las de 20 años, **gran parte de la discapacidad estará explicada más bien por el envejecimiento** que por otras causas (congénitas, accidentes, degenerativas).

Protección ante riesgos de vejez, discapacidad, pérdida de empleo y otros en Paraguay.

La seguridad social es una de las soluciones más conocidas para enfrentar la vejez y otras situaciones de incapacidad para generar ingresos propios. Poder acceder a ella, a través de mecanismos contributivos en Paraguay, está directamente relacionado con la participación en el mercado laboral formal. Ese derecho se otorga a trabajadores en relación de dependencia, de acuerdo al modelo vigente, aunque en los últimos años se han aprobado nuevas leyes que posibilitan la entrada a otros grupos laborales, tales como trabajadores por cuenta propia, propietarios de microempresas, artistas o mujeres fuera de la fuerza de trabajo. Altos niveles de informalidad se mantienen, con una cobertura de la seguridad social que no ha variado significativamente. La base imponible de los aportes es una restricción, que en su mayoría tiene como piso el salario mínimo, nivel que pocos trabajadores logran.

La alta volatilidad del crecimiento económico aumenta la incertidumbre afectando las oportunidades de creación de empleos formales. Más allá de los cambios necesarios de la estructura productiva, son múltiples los desafíos que hay que enfrentar en este sentido, considerando a una población expuesta a riesgos y con grandes desigualdades (Serafini et al 2023).

¹⁰El Banco Mundial reporta acerca de cómo los desastres exacerban la pobreza y obligan a los hogares a tomar medidas drásticas, como vender activos productivos o retirar a los niños de la escuela. <https://www.worldbank.org/en/topic/disasterriskmanagement/overview>

¹¹La ONU, en sus informes sobre desarrollo y derechos humanos, confirma que aproximadamente el 15% de la población mundial tiene alguna forma de discapacidad, y este porcentaje se aplica también a la región de América Latina y el Caribe. Ver en <https://social.desa.un.org/issues/disability>



En el marco del régimen general vigente, solo el trabajo en relación de dependencia privado y el trabajo remunerado del hogar contribuyen y cuentan con prestaciones jubilatorias y de salud, y en ambos casos el IPS es el administrador de los fondos y la entidad prestadora de los servicios. Los demás grupos ocupacionales —trabajo en el sector público (cajas públicas), trabajo por cuenta propia y trabajo familiar no remunerado — solo contribuyen con el aporte para la jubilación. En el caso particular de los trabajadores del sector público, existen mecanismos específicos para la prestación del componente de salud. Algunas entidades cuentan con seguros de salud privados financiados con recursos públicos y otras entidades realizan transferencias en efectivo a los trabajadores para que estos paguen sus servicios de salud. El resto de los trabajadores — los cuidados de la familia o trabajo familiar no remunerado y trabajo por cuenta propia— y la población que se encuentra fuera de la fuerza de trabajo —mayormente mujeres, estudiantes y personas mayores— deben recurrir a los servicios del Ministerio de Salud de cobertura universal o al sector privado, lo que implica “gasto de bolsillo”.

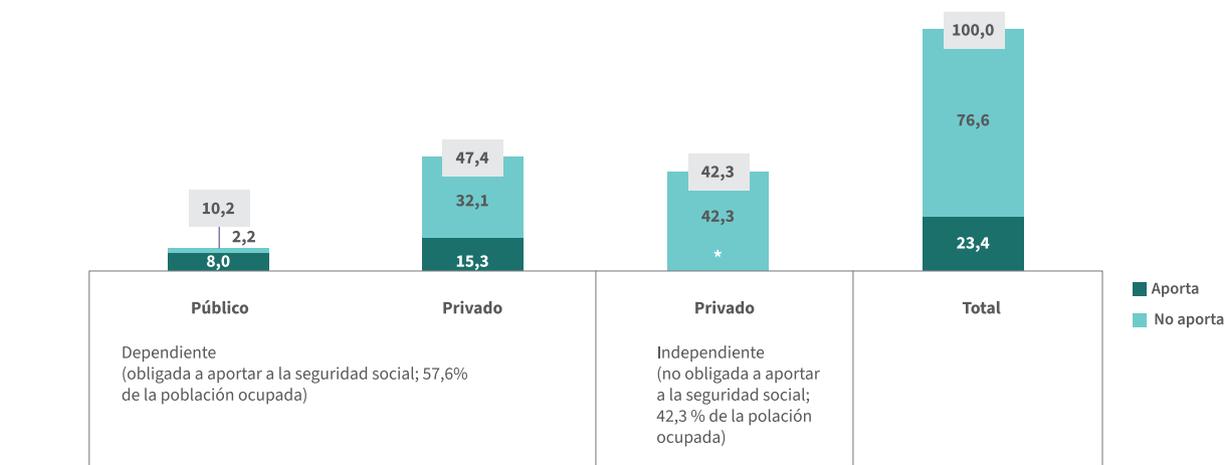
Los regímenes con contribución voluntaria permiten que el resto de los trabajadores aporten solo para la jubilación. En la siguiente ilustración muestra la situación en 2021.

El envejecimiento comienza a acelerarse.

La población del Paraguay ha iniciado un proceso irreversible de envejecimiento, dando como resultado un aumento del peso relativo y absoluto del grupo de personas mayores en la población total. En el año 2002 la población de 65 años y más de edad representaba el 4,9 % de la población total. El grupo poblacional de 0 a 14 años de edad agrupaba el 37,1 %. Tal como se observa en la ilustración de la siguiente página, la combinación entre las tendencias a baja del nivel de fecundidad y al alza en el de esperanza de vida, generan transformaciones en la composición de la población según grupos funcionales de edad. Para el año 2022, de acuerdo a datos preliminares del último censo nacional, la población de 65 años y más representa el 8,8 %, en tanto que la de 0 a 14 años se redujo al 24,3 %.

Ilustración 4

Distribución de la población ocupada según aportes a una caja de jubilación y categoría laboral en Paraguay (en porcentajes), 2021



Fuente: Serafini et al 2023. con base en datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), Encuesta Permanente de Hogares Continua 2021.

A partir del año 2054 la proporción de personas mayores sobrepasará a la de menores de 15 años, lo cual implica un cambio demográfico sin precedentes para Paraguay. Se prevé que desde 2069 el volumen total de la población comience a descender, y que para el 2100 un tercio de la población sea adulta mayor.¹² Es importante mencionar, a la luz de los cambios demográficos que se esperan, que de acuerdo al Informe de Paraguay sobre los Avances en la Implementación del Plan de Acción Internacional de Madrid sobre el Envejecimiento, la situación de la población mayor comienza a ser considerada en las políticas públicas del país ya desde los primeros años del siglo XXI.

Reconociendo los grandes retos del envejecimiento en materia sanitaria y de calidad de vida de las personas, el Gobierno

promueve la formación de recursos humanos (como se evidencia con el inicio del Primer Diplomado en Gerontología, en septiembre de 2021), y la producción de información estadística oficial por medio de la conducción de encuestas y el relevamiento de registros administrativos. El monitoreo de la salud de las personas mayores tiene grandes oportunidades de mejora con la aplicación de las TIC. La adaptación del entorno físico a las características y necesidades de las personas mayores para lograr una vida independiente en la vejez, al igual que las personas con discapacidad, implican oportunidades y desafíos para el desarrollo de soluciones costo-eficientes a través de la innovación. La generación de datos y conocimiento, será esencial para dimensionar respuestas del sistema de protección a un creciente colectivo poblacional con necesidades específicas en el futuro.

Ilustración 5

Composición de la población por grupos de edad.
Paraguay, 1950 a 2022

Fuente: INE (2023) Datos preliminares del Censo Nacional 2022.



¹² Cabe mencionar, hasta la divulgación de los datos preliminares del último censo, en base a proyecciones que usaban las estimaciones del empadronamiento anterior, hoy se cuenta con un porcentaje de mayores de 65 años que se esperaba tener recién en el año 2035.



Panorama de la atención a la salud en Latinoamérica.

En la actualidad, los sistemas de salud de la región enfrentan el desafío de responder a presiones demográficas y epidemiológicas en un contexto de expectativas ciudadanas en aumento (Grover 2014). Se estima que la población adulta mayor pasará a representar a más de 200 millones de personas, que equivale al total de la población actual de Brasil. Los países deberán ser capaces de atender un creciente gasto en salud y cuidados, y al mismo tiempo, prepararse para nuevas emergencias futuras (CEPAL 2017).

El impacto de la pandemia de COVID-19 se dio a pesar de que muchas personas, entre expertos y autoridades estaban informadas sobre el riesgo exponencial de una crisis sanitaria global. Solo en 2020, la región registró el 28% de todas las muertes del planeta, confirmadas su relación con el coronavirus y el 17% de los contagios acumulados,¹³ a pesar de solo representar el 8,4% de la población mundial. Esto reflejó un bajo nivel de preparación ante un evento de este tipo. En términos económicos, en 2020, el PIB cayó un 7,4% (BID 2021a), el empleo total se redujo en un 14% y el total de personas pobres ascendió a 209 millones (22 millones de personas más que el año anterior) (BID 2021b). Los países realizaron esfuerzos equivalentes al 4,6% del PIB para apoyar a sus poblaciones, incrementando el déficit regional en 9 puntos porcentuales.

Un saldo positivo de la pandemia, en países como el Paraguay, se refleja en un aumento y mejora de la infraestructura sanitaria a consecuencia de los requerimientos de esta crisis, como por ejemplo la cantidad de camas, insumos (provisión de oxígeno) y disponibilidad de personal especializado, por 100 mil habitantes. Es así que hoy, a partir de este nuevo piso, Paraguay está ante la gran oportunidad de abordar los problemas estructurales en el sistema de salud y poner en práctica cambios fundamentales aprovechando el poder transformador de los avances tecnológicos.

Con relación a futuras amenazas, de acuerdo al Informe del Grupo de Trabajo Científico sobre Prevención de Pandemias 2021 de la Universidad de Harvard, la probabilidad de que ocurra otra pandemia similar a la del COVID19 es muy alta. El grupo de trabajo encontró que la evidencia establece firmemente que la **propagación de virus de la vida silvestre** a las personas, es la causa fundamental del riesgo de pandemia. Entre todos los tipos de patógenos, los virus son los que tienen más probabilidades de causar enfermedades y tienen el mayor riesgo de pandemia. Se prevé que en reservorios animales existan 1,67 millones de especies virales desconocidas de familias virales zoonóticas clave. De estos virus desconocidos, la mitad puede tener potencial zoonótico (Carroll et al 2018).

Tanto el cambio en el uso de la tierra y, en particular, la destrucción de los bosques tropicales, la expansión de las tierras agrícolas, especialmente cerca de los asentamientos humanos son factores de riesgo sanitario (Instituto de Salud Global 2021). La urbanización acelerada y no planificada puede crear condiciones que promuevan la aparición de enfermedades (Gottdenker et al 2014; Ahmed et al 2019). A medida que el planeta continúa calentándose, los reservorios de enfermedades y sus hábitats están cambiando sus áreas de distribución. En una revisión de 40.000 especies en todo el mundo, se encontró que aproximadamente la mitad ya estaban en movimiento como resultado de las condiciones climáticas cambiantes (Jones et al 2008).

El aumento de la temperatura global tiene un impacto significativo en la distribución geográfica de los mosquitos y otros vectores de enfermedades. A medida que las temperaturas globales aumentan, las zonas que anteriormente eran demasiado frías para ciertos vectores se vuelven más cálidas, permitiendo que estos organismos se establezcan en nuevas áreas. Los mosquitos y otros vectores pueden expandir su

¹³ Cálculos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) con base en datos de Johns Hopkins Coronavirus Resource Center.



rango geográfico, y esto significa que enfermedades como el dengue, la malaria, la chikungunya y el Zika podrán aparecer en regiones donde antes no eran comunes.

Con un aumento en las lluvias puede crearse más sitios de reproducción de mosquitos, mientras que las sequías pueden hacer que los mosquitos busquen agua en áreas urbanas. Los cambios en el clima pueden afectar las interacciones entre los vectores y sus depredadores o competidores, alterando las dinámicas ecológicas y favoreciendo la propagación de vectores. Estos cambios pueden tener implicaciones importantes para la salud pública, ya que pueden llevar a la reaparición de enfermedades en áreas donde han sido erradicadas o a la aparición de brotes en áreas nuevas. Por ello, es crucial monitorear y adaptar las estrategias de control de vectores (Hales et al 2001; Epstein 2002).

Entre los hallazgos más preocupantes se encuentra el aumento de las muertes relacionadas con el estrés térmico: tan solo en América del Sur, estas crecieron un 160% entre 2000 y 2021 – bajo el efecto combinado del envejecimiento de la población y del aumento de las temperaturas. Los adultos mayores y niños son los más vulnerables frente a los golpes de calor, pero también hay fuertes efectos sobre los trabajadores cuyas tareas se desarrollan al aire libre (Talbot-Wright 2023). De forma asociada a la transición demográfica, la transición epidemiológica se refiere al cambio en el perfil de morbilidad y mortalidad, en el cual disminuye la mortalidad por enfermedades infecciosas, padecimientos materno-infantiles y las enfermedades crónicas no contagiosas se convierten en las principales causas de morbimortalidad. Esta situación acompañada de una creciente exposición a factores de riesgo, tales como sedentarismo, consumo de dietas hipercalóricas, niveles elevados de colesterol sérico y presión arterial, entre otros, complica aún más el cuadro (Rubinstein et al 2015; Di Cesare et al 2013).

También debe mencionarse una significativa prevalencia de enfermedades “negligenciadas”¹⁴, producto de condiciones insalubres, además de grandes focos endémicos de enfermedades tropicales que presentan brotes estacionales recurrentes (Hotez 2013), así como de la persistencia de la violencia y los accidentes entre la población joven y económicamente activa (Auger et al 2016).

Amenazas sanitarias, epidemias, cronicidad de enfermedades no contagiosas y capacidad de respuesta en Paraguay.

El estudio “Economía del Cambio Climático en Paraguay” preparado por CEPAL, construyó dos escenarios – combinando valores de aumento de la temperatura promedio y precipitaciones – para analizar la vulnerabilidad e impacto al cambio climático: A2 y B2. Estos escenarios se calcularon para el periodo de 2010 a 2100, tomando como base el periodo 1961-1990 (CEPAL 2014). La Segunda Comunicación Nacional de la SEAM (hoy MADES), hizo un análisis de vulnerabilidad para las principales enfermedades relacionadas al cambio climático (dengue, malaria, enfermedades diarreicas agudas - EDAs y enfermedades respiratorias agudas - ERAs) (SEAM 2011).

En cuanto al dengue, las proyecciones indican que el número de casos en el departamento Central no presentará incrementos muy significativos en el período 2020 - 2030 al compararlos con su línea de base 1961-1990. No obstante, en Asunción, se constatará un aumento gradual de casos hacia la presente décadas la del 2030, siguiendo siempre el patrón de un mayor número de casos en el verano.

Las EDAs, por su parte, presentarán un aumento para la década actual y la del 2030 en relación a su línea de base, con picos pronunciados hacia el 2030 en verano y primavera en el departamento Central.

¹⁴ De acuerdo a un estudio de Sequera et al (2023) sobre la tuberculosis en entornos carcelarios, el riesgo de propagación de la enfermedad en estas poblaciones es muy elevado. Las cárceles representan un espacio de convergencia de factores de riesgo individuales, institucionales y ambientales que aumentan la vulnerabilidad a la TB en la comunidad circundante.

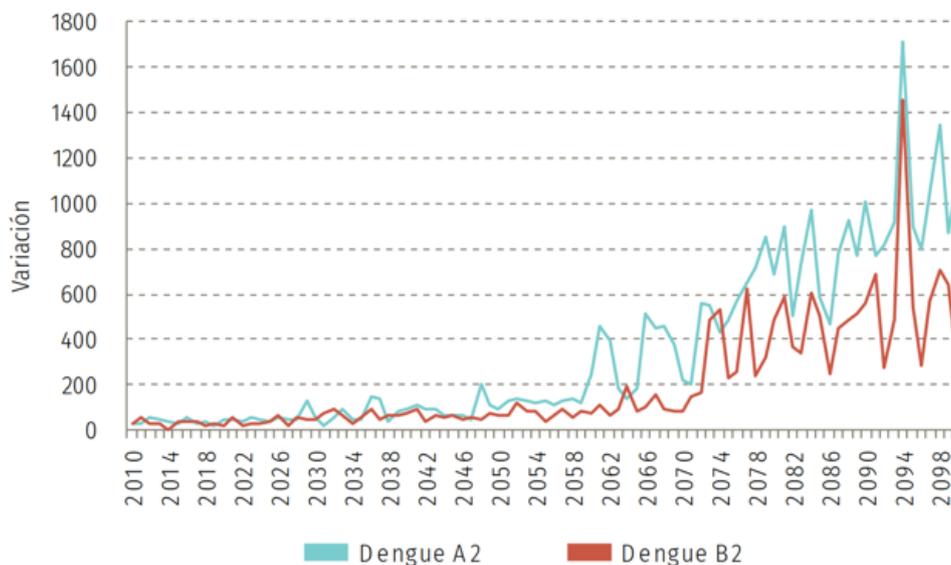


Si bien Paraguay es un país de ingresos medios-altos, todavía enfrenta una de las tasas de desigualdad más altas del mundo, lo que hace que la salud de la población del país sea vulnerable a los impactos del cambio climático. El **estrés por calor agudo** ya es una causa creciente de estrés para las poblaciones vulnerables, especialmente los ancianos, las mujeres embarazadas y los niños. La **contaminación del aire** ambiente en el país, causada por incendios forestales durante las estaciones secas, quemas debido al desmonte de tierras, y la contaminación del aire interior por la quema de biomasa para cocinar en áreas rurales (PAHO 2016), afecta la salud de bebés y niños (Climate & Clear Air Coalition 2020).

El calor extremo y las olas de calor afectan los mecanismos de sudoración y respiración que regulan la temperatura del cuerpo. A medida que el cuerpo lucha por compensar la temperatura ambiente más alta, presiona con más fuerza los mecanismos reguladores, como la frecuencia y el funcionamiento cardíacos, para liberar calor interno. En ambientes muy húmedos como los de Paraguay, el exceso de temperaturas puede provocar deshidratación y desequilibrios químicos que aumentan el riesgo de enfermedades relacionadas con el calor. En Paraguay, la distribución anual de los días con un índice de calor alto proporciona información sobre los peligros del calor para la salud (WBG Climate Change Knowledge Portal 2020).

Ilustración 6

Proyecciones en número de casos. Dengue. Escenario A2 y B2



Fuente: CEPAL. 2014. Economía del Cambio Climático en Paraguay



Otras tendencias globales y locales de relevancia.

Además de lo abordado anteriormente, a partir del trabajo con los participantes de la construcción de la Hoja de Ruta, a continuación se hace un resumen de otras tendencias globales que pueden apreciarse localmente.

Cada vez es más notoria una tendencia global de **deterioro institucional y disminución de la confianza** en los gobiernos, situación caracterizada por varios factores, con múltiples causas y consecuencias. Esta situación no es ajena al Paraguay y entre los factores contribuyentes se menciona:

- La percepción y la realidad de la corrupción en los gobiernos que erosionan la confianza pública en las instituciones.
- La incapacidad de los gobiernos para resolver problemas sociales, económicos y ambientales de forma efectiva y eficiente.
- La falta de transparencia y la dificultad para que los ciudadanos responsabilicen o absuelvan a autoridades y líderes políticos con relación a hechos positivos o negativos.
- El aumento de la polarización política y el conflicto entre diferentes grupos de interés e ideologías, lo cual hace que los gobiernos electos sean incapaces de representar a todos los ciudadanos, sus necesidades, deseos y visiones.
- El aumento de la desinformación y la proliferación de noticias falsas, así como el papel de los medios de comunicación en la amplificación de la desconfianza, por intereses particulares más que por el interés de la sociedad y su bienestar (Edelman Trust Institute 2024).

Como consecuencias de este deterioro, se nota una propensión a que la participación electoral disminuya y aumente el cinismo hacia los procesos políticos y de gestión gubernamental. Además, existe una tendencia de aumento de protestas y movimientos sociales que buscan cambios significativos en las estructuras de poder y gobernanza, en donde pueden surgir líderes y movimientos populistas “anti-sistema” con promesas inviables pero que desafían las instituciones establecidas. En algunos casos, la desconfianza en las instituciones democráticas puede llevar a la erosión de los valores democráticos y el fortalecimiento de tendencias autoritarias. La desconfianza puede generar inestabilidad política y social, afectando la cohesión social y la capacidad de los gobiernos para gobernar efectivamente.¹⁵

A nivel regional y local, este tipo de tendencias son cada vez más palpables, obligando a los gobiernos a implementar de manera recurrente, medidas cortoplacistas, con preferencia por victorias rápidas por parte de las autoridades de gobierno, sin posibilidad de traer soluciones reales y duraderas.

Cabe mencionar, que en el caso del Paraguay, la visión de largo plazo que rige (PND - Paraguay 2030), en realidad se extiende hasta dentro de pocos años, como horizonte de planificación que apenas cubre la actual administración y los primeros años de la siguiente. Finalmente, con relación a **tendencias tecnológicas**, en la sección de este documento que se dedica al análisis de factores habilitantes o capacidades tecnológicas, se abordan las principales tendencias en ese campo.

¹⁵ The World Values Survey. Ver en <https://www.worldvaluessurvey.org/>



Socia

Año 3 = Aprendizaje sintetizado y acciones focalizadas

S49

Segunda Generación - Iniciativa

Activos Colectivos Comunitarios

Resultados
P43 - P44... etc.

Ejemplos de Actividades de Prevención

Ejemplos de Actividades de Reducción de Riesgos

Integrar Plan en MEC y las Ciudades a instancias locales de Parícuti

No agregaron al MEC, para Diseños de Programas.

Año 2 = Fortalecer + Pilotar

Mecanismos de gestión, mantenimiento - lo voy activando

Construcción de Ciudad

Formación de Formadores

APS (MSP, BS) de AI

Mesas Temáticas de PS

SEN

Consejos Municipales de GRD

Comités Vecinales

MEC

588 539 / CIS

Diseño Programático de Ciudad

R19 + R20

Conversatorios temáticos

Año 1 = Acceder y Sensibilizar y Diseñar Pilotos

560 Promover Comités de Ciudad - Parícuti

1 Reto de SD
desarrollar capacidades y habilidades locales (la GRD)

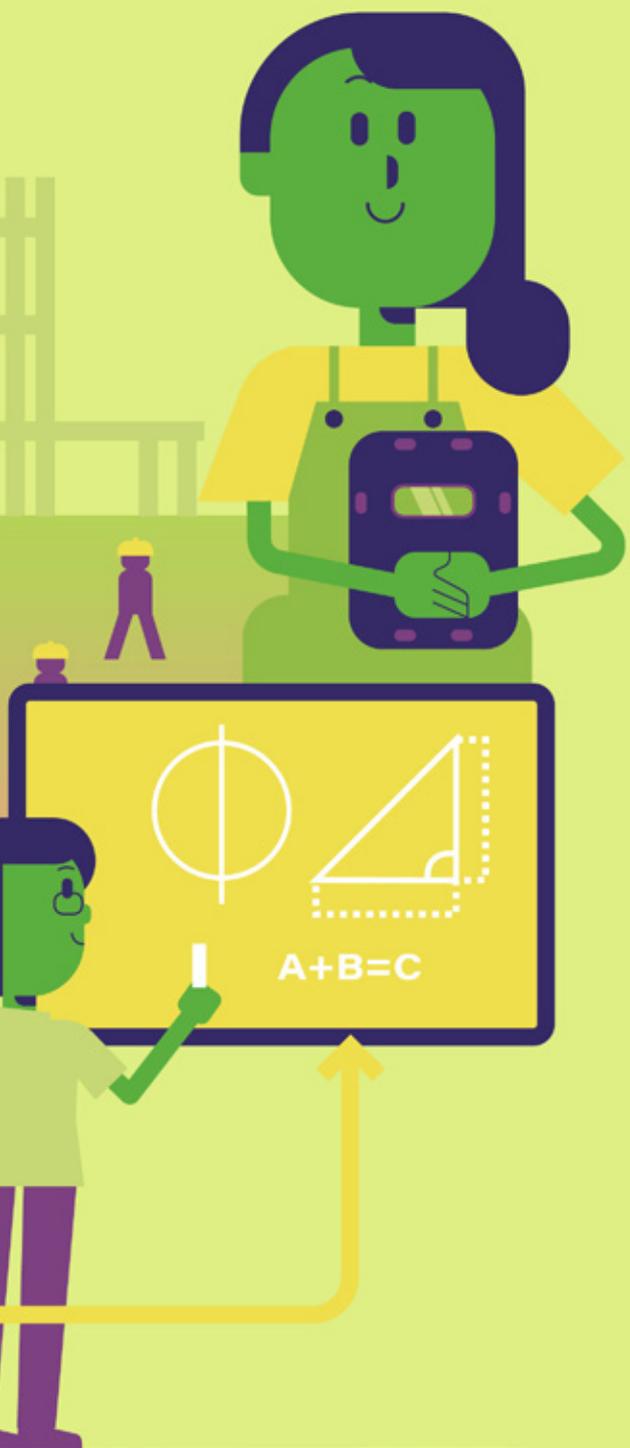
23 P88
22
Contexto Civil

228
R20
R22

59 Desinformación
53 Capacidad de identificar información

18





CAPÍTULO

04

**Impulsores.
Retos, programas y
acciones.**

CAPÍTULO

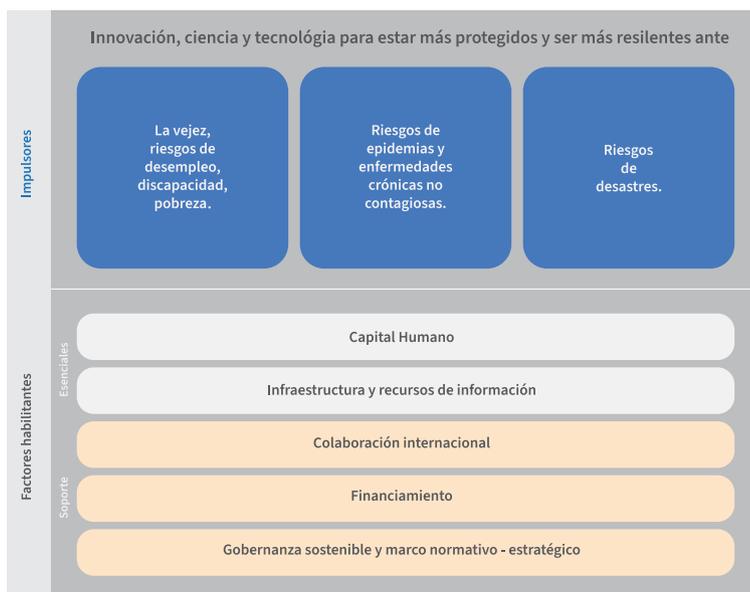
04

Impulsores. Retos, programas y acciones.

La hoja de ruta para el desafío “Paraguay protegido y resiliente” cuenta con un marco de trabajo, el cual está compuesto por ejes verticales o **impulsores** (*drivers*). Estos ejes permiten clasificar programas, proyectos y acciones.

Por otro lado, también se consideran ejes transversales o factores habilitantes (*enablers*), dentro de los cuales se agrupan los recursos y capacidades necesarios para responder a los retos específicos de la hoja de ruta a lo largo del tiempo.

El primer impulsor busca “estar más protegidos y ser más resilientes ante **riesgos de la vejez, discapacidad, desempleo y pobreza**”. Este eje incluye objetivos y estrategias que abarcan todos los ámbitos de la protección social, de modo a atender, con capacidades nacionales para la investigación, tecnología e innovación, las necesidades de los grupos más vulnerables de la población. De acuerdo a lo establecido por el Sistema Nacional de Protección social, los grupos que en el corto plazo requieren de soluciones innovadoras están compuestos por personas en situación de pobreza, personas con discapacidad, pueblos indígenas, mujeres y niños menores de 4 años.¹⁶

**Ilustración 7**

Hoja de ruta “Paraguay Protegido y Resiliente”.
Marco de trabajo.

¹⁶ Sistema de Protección Social del Paraguay. Gabinete Social. Ver en <https://gabinetesocial.gov.py/vamos-sistema-de-proteccion-social/>



Retos específicos o soluciones hacia las cuales orientar los programas, proyectos y acciones en este eje son los siguientes:

- **Implementar medidas y políticas gubernamentales** que garanticen el acceso a la población a servicios y recursos básicos, con un enfoque especial en grupos vulnerables y diseñados de manera costo-efectiva, costo-eficiente y con facilidades para su adopción.
- **Desarrollar la capacidad nacional** para analizar y asegurar la **coherencia** entre **programas de protección social** dirigidos a grupos vulnerables, con **programas y políticas económicas**, como la fiscal, de **empleo y competitividad empresarial**.
- Incrementar el **nivel de cobertura de protección social** en Paraguay, la cual ha mostrado avances en los últimos años. Es crucial asistir más efectivamente a las personas en **situación de extrema pobreza** o vulnerabilidad mediante programas de asistencia dirigidos y promover una cobertura efectiva de servicios básicos como salud y educación en **áreas rurales** y poblaciones expuestas a riesgos.
- Promover la **mejora continua y/o rediseño de sistemas, programas, servicios de protección social**. Se deben fomentar sistemas de protección social innovadores y flexibles coherentes.
- **Programas de mitigación de riesgos laborales**. Promover programas que reduzcan los riesgos para empleadores y empleados en situación de pérdida de ingresos, con mayor flexibilidad y disposición a la contratación y retención del personal.
- Fomentar el **emprendimiento e inclusión laboral**. Promover efectivamente el emprendimiento y la inclusión laboral mediante programas de capacitación adecuados que contribuyan a **reducir la informalidad**. Es esencial desarrollar programas de **capacitación y reciclaje de trabajadores** ante el **avance tecnológico** y fomentar **planes de continuidad de negocios** ante emergencias.
- Fortalecer la **resiliencia financiera**. Se debe promover que la población, el sistema de salud y los establecimientos productivos cuenten con un **colchón financiero** y apoyo en momentos de necesidad, como enfermedades o discapacidades.
- **Mejorar la calidad de servicios públicos básicos**. Se debe garantizar la cobertura de servicios básicos, incluyendo la salud y educación, en áreas rurales y en poblaciones vulnerables. Es fundamental asegurar la conectividad y los recursos para garantizar servicios educativos.
- **Promover la transparencia**. Aumentar el compromiso de gobernantes con la transparencia y el buen gobierno, aumentando la participación de actores involucrados en la toma de decisiones, mediante nuevas tecnologías, incluyendo la inteligencia artificial (IA). Fortalecer la confianza legítima en las instituciones, basada en **rendición de cuentas** y datos auditables.
- **Fortalecer la sociedad civil**, a través de sus organizaciones, para supervisar la rendición de cuentas a nivel local y nacional.
- **Fortalecer el Capital Social en la población**. Es fundamental fortalecer las relaciones y la **confianza** entre los habitantes para resolver problemas y acceder a oportunidades. Esto incluye fortalecer a las instituciones gubernamentales para aumentar su efectividad y promover comunidades con gobernanza participativa apropiada al contexto local.
- **Sensibilizar y educar sobre la percepción social del riesgo y la protección de derechos**, integrando la gestión de riesgos al currículo escolar, fomentando la curiosidad y el pensamiento crítico. **Mejorar la enseñanza de ciencias en las escuelas** para **reducir errores de razonamiento** y preparar a las futuras generaciones para una gestión de riesgos más efectiva.
- Mejorar la **toma de decisiones con información**. Promover **políticas públicas basadas en Ciencia de Datos**, facilitando la comunicación entre diferentes entes involucrados en la protección social. El país debe



poder generar conocimiento y datos, que faciliten la gestión de una gobernanza adecuada y sostenible del sistema de protección social.

- **Combatir la desinformación y mejorar la comunicación.** Aumentar la capacidad de identificar y combatir las **informaciones falsas**. Facilitar el acceso a la información relevante de manera clara y comprensible y mejorar la difusión de oportunidades de capacitación y empleo. Asegurar que la población vulnerable a riesgos tenga acceso fácil y comprensible para la protección social.
 - Promoción de políticas públicas basadas en evidencias e innovación tecnológica. Fomentar la investigación científica y el desarrollo tecnológico enfocado en problemas locales y desafíos específicos territoriales. Comunicar la ciencia de manera accesible y promover emprendimientos emergentes en sectores de protección social y la salud. Apoyar nuevos modelos de emprendimientos sociales innovadores que respondan a contextos de emergencia y desastres.

Por otro lado, el segundo eje de la hoja de ruta busca “estar más protegidos y ser más resilientes ante **riesgos de desastres**”. Este impulsor incluye objetivos y estrategias relacionadas con la CTI que abarcan aspectos de la protección de la población, los establecimientos productivos y educativos en zonas más vulnerables ante los efectos del cambio climático, principalmente. Para ello, las soluciones hacia las cuales orientar los programas, proyectos y acciones son las siguientes:

- **Promover medidas y políticas** implementadas por el Gobierno y otras entidades **para garantizar** que la población tenga acceso a servicios y recursos básicos, que les protejan de riesgos relacionados con eventos climáticos.
- Analizar y asegurar la **coherencia** entre programas de protección social, dirigidos a la atención integral de grupos vulnerables en **contexto de emergencias**.

- Promover una efectiva cobertura de servicios básicos en **áreas rurales** y en poblaciones urbanas más expuestas a riesgos de desastres.
- Promover la **mejora continua** y el **rediseño de sistemas, programas, servicios de protección social** de manera a que estos sean innovadores y flexibles, manteniendo la coherencia con planes y estrategias nacionales de gestión de **riesgos de desastres**, en el marco de la política de adaptación al cambio climático.
- Contribuir con la **consolidación de la coordinación de emergencias y respuesta a desastres**, el fortalecimiento de capacidades analíticas y de programación de recursos, así como difundir buenas prácticas en conjunto con los gobiernos locales y las comunidades involucradas.
- Promover la **continuidad de negocios ante situaciones de desastre**, a través de programas costo-efectivos y costo-eficientes de capacitación e inclusión laboral, así como de acciones permanentes que reduzcan la informalidad en establecimientos y puestos de trabajo.
- Fortalecer capacidades básicas para **programas y servicios innovadores** que eviten que personas afectadas por desastres caigan en la pobreza luego de eventos climáticos y de otra índole, apuntando a la **reconstrucción a largo plazo**.
- Fortalecer la **resiliencia financiera** de la población, del sistema de salud y de establecimientos productivos ante **desastres**. Mejorar las **transferencias de efectivo** a familias más vulnerables, para que puedan recuperarse económicamente más rápido.
- Fortalecer el **Sistema de Alerta Temprana** para desastres y emergencias, tanto a nivel nacional como local, por ejemplo, aprovechando y construyendo sobre estructuras existentes.
- **Reducir la migración forzada** luego de desastres, a través de desarrollos costo-efectivos y eficientes, dando acceso a **ofertas de apoyo y refugio local**, poder distribuir alimentos y asignar resguardo a damnificados, promoviendo la seguridad y soberanía alimen-



taria, la gestión adecuada de la recolección y reubicación, incluso, de mascotas y animales menores.

- Mejorar la calidad de la conectividad y recursos para **garantizar servicios educativos**, la capacidad de restaurar servicios básicos como los de energía eléctrica, agua y saneamiento, así dotar de material didáctico y alimentación, focalizándose en escuelas y colegios vulnerables.
- Promover el **vínculo** efectivo entre el **cambio climático y la gestión y reducción de riesgos de desastres**. Es esencial difundir el conocimiento acerca de las políticas públicas de cambio climático del país, por ejemplo, a través de la vinculación de iniciativas nacionales con las **contribuciones nacionalmente determinadas** (NDC) establecidas por el Paraguay.
- Fortalecer la **capacidad de respuesta sanitaria** en situaciones de emergencias climáticas y epidemias.¹⁷
- Aumentar la **transparencia** y combatir la **corrupción** relacionada con el uso y asignación de recursos públicos destinados a la prevención de desastres y la gestión de respuestas a emergencias. Fortalecer así la confianza "legítima" en las instituciones, basada en **rendición de cuentas** y con base en datos auditables.
- **Fortalecer relaciones y confianza entre los habitantes**, el **capital social**, para coadyuvar a resolver problemas y lograr mitigar impactos y recuperarse de situaciones de emergencia de la manera más rápida y duradera posible. El **ordenamiento territorial** en todo el país, en especial, en áreas más vulnerables a riesgos de desastres es un esfuerzo crucial en este sentido.
- **Sensibilizar y educar** sobre la **percepción social del riesgo de desastres**, a través de la introducción del valor de la prevención ya **en la escuela**, a través de contenidos adecuados.
- Mejorar la **toma de decisiones con información sistematizada**, correcta, completa y actualizada para la gestión de riesgos de desastres. Promover **políticas**

públicas basadas en Ciencia de Datos, facilitando la comunicación entre diferentes entes involucrados. En materia de riesgos de desastre, deben existir capacidades para poder investigar, analizar y calcular cuántas vidas están en juego si se desborda un río, cuáles colegios se dañarán, cuánta gente dejará de trabajar.

- **Combatir la desinformación**, la proliferación de informaciones falsas y mejorar la comunicación en situaciones de emergencia.
- Fortalecer y complementar con recursos tecnológicos y de gestión adecuados, los servicios personales de emergencia que son mayoritariamente de carácter voluntario. Ej. bomberos.

El tercer eje de la hoja de ruta busca "estar más protegidos y ser más resilientes ante **riesgos de epidemias y enfermedades crónicas no contagiosas**". Este impulsor incluye objetivos y estrategias que abarcan componentes de la atención primaria de la salud y la capacidad de respuesta del sistema, bajo una presión demográfica en transición y con los efectos del cambio climático, principalmente. Para ello:

- **Implementar medidas y políticas gubernamentales** que garanticen el acceso a la población a **servicios y recursos básicos** para protegerla de riesgos de salud, con un enfoque especial en grupos vulnerables y en contexto de emergencias sanitarias.
- **Desarrollar la capacidad nacional** para analizar y asegurar la **coherencia** entre **programas de protección social** dirigidos a la **atención sanitaria** de grupos vulnerables y en contexto de emergencias, con otros programas y políticas económicas.
- Asistir más efectivamente a las personas en **situación de extrema** pobreza o vulnerabilidad mediante una cobertura efectiva de servicios básicos y programas de salud en áreas rurales y poblaciones expuestas a riesgos. Es necesario desarrollar capacidades básicas para programas y servicios de atención a la salud a

¹⁷ Sistema de Protección Social del Paraguay. Gabinete Social. Ver en <https://gabinetesocial.gov.py/vamos-sistema-de-proteccion-social/>



nivel local y territorial, a través de soluciones costo-eficientes.

- Fortalecer **capacidad de respuesta sanitaria** en situaciones de emergencias climáticas y epidemias.
 - Promover la **optimización dinámica de sistemas de logística de materiales**, insumos, el manejo adecuado las personas fallecidas y heridas a causa de emergencias y desastres.
 - **Mantener el nivel de progreso en vacunación** alcanzado por el país, **expandir redes de saneamiento** y acceso a atención integrada a enfermedades prevalentes en niños. Mejorar la capacidad de acceso a vacunas y tratamientos en periodos adecuados y fortalecer la atención primaria de salud en áreas vulnerables.
 - **Vigilancia y gestión de enfermedades relacionadas con desastres**. Mejorar la **vigilancia y sistematización de factores ocupacionales y ambientales** que afectan la salud, reduciendo la incidencia de enfermedades sensibles al Cambio Climático, como el ausentismo laboral relacionado con enfermedades transmitidas por vectores.
- **Fortalecer el sistema nacional de vigilancia epidemiológica** a nivel territorial, local, regional y nacional con capacidad tecnológica y de comunicación adecuada para mejorar el control de enfermedades, incluida la **vigilancia entomológica** de vectores de **arbovirosis** (dengue, zika, chikungunya).
- **Programas de mitigación de riesgos laborales relacionados con la pérdida de la salud**. Promover programas que reduzcan los riesgos para empleadores y empleados. Abarca desde posibles accidentes, fatigas físicas y problemas de salud mental.
- **Reducir la migración forzada**. Se busca desarrollar y dar acceso a **ofertas de asistencia sanitaria, física y mental** para reducir la migración forzada.
- **Mejorar la calidad de servicios públicos básicos**. Garantizar la cobertura de servicios de salud en áreas rurales y en poblaciones vulnerables luego de desastres. Es fundamental asegurar la conectividad y los recursos necesarios para garantizar servicios de salud.
- **Promoción de la transparencia**. Aumentar el compromiso de gobernantes con la transparencia y el buen gobierno, aumentando la participación de actores involucrados y aumentando la confianza legítima en las instituciones, basada en rendición de cuentas y datos auditables.
- Fortalecer la sociedad civil y las organizaciones de la Sociedad Civil para supervisar la rendición de cuentas a nivel local y nacional.
- **Fortalecimiento del Capital Social y Confianza Comunitaria**, es fundamental fortalecer las relaciones y la confianza entre los habitantes para resolver problemas y acceder a oportunidades. Esto incluye fortalecer las instituciones gubernamentales para aumentar su efectividad y promover comunidades con gobernanza participativa apropiada al contexto local. Es importante fortalecer el **ordenamiento territorial** en todo el país especialmente en áreas más vulnerables a riesgos a desastres y gestionar adecuadamente los riesgos transfronterizos.
- **Es esencial sensibilizar y educar sobre la percepción social del riesgo y la protección de derechos**, integrando la gestión de riesgos en el currículo escolar para fomentar la curiosidad y el pensamiento crítico. **Mejorar la enseñanza de ciencias** en las escuelas **para reducir errores de razonamiento** y preparar a las futuras generaciones para una gestión de riesgos más efectiva.
- Mejorar la **toma de decisiones con información**. Promover **políticas públicas basadas en Ciencia de Datos**, facilitando la comunicación entre diferentes entes involucrados en la protección de la salud. Generar conocimiento y datos, que faciliten la gestión de una gobernanza adecuada y sostenible del sistema de gestión de riesgos sanitarios a través de estrategias "data driven".
- **Combatir la desinformación y mejora de la comunicación en emergencias sanitarias**. Aumentar la capacidad de identificar y combatir las **informaciones falsas**. Facilitar el acceso a la información relevante de manera clara.



Otras tendencias globales y locales de relevancia.

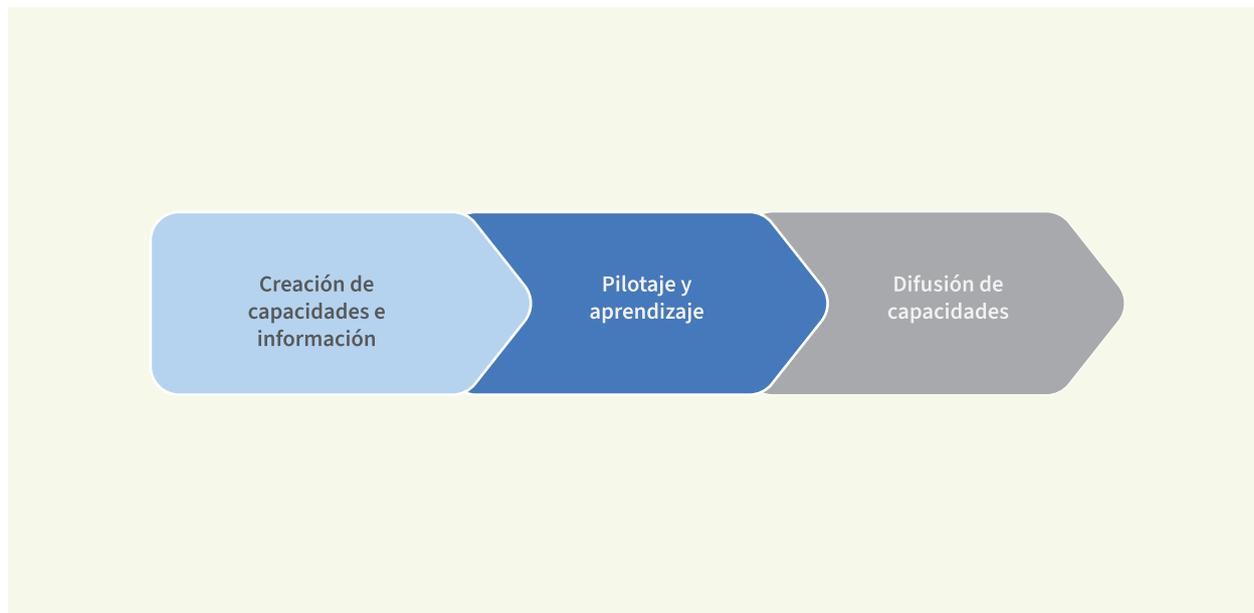
Es importante dejar en claro, que en el país ya existen acciones desplegadas por distintos actores, con distintos niveles de uso de capacidades científicas y tecnológicas, para los retos mencionados. Las acciones nuevas pueden tener dependencias externas para su implementación, por lo cual, necesitarán tiempo para su inicio. La Hoja de Ruta de Innovación propone considerar un agrupamiento y planificación temporal de acciones de manera referencial, ya que las mismas pueden ser realizadas de forma autónoma por instancias privadas y públicas, cuando se cuente con los recursos necesarios.

La implementación de acciones de la Hoja de Ruta considera 3 grandes etapas: (i) **Creación de capacidades e información**, (ii) **pilotaje y aprendizaje**, y (iii) **difusión de capacidades**.

En base a la interacción con los expertos participantes de los talleres para la construcción de la Hoja de Ruta de Innovación, se presenta a continuación una serie de **programas, proyectos y acciones** para la provisión de productos y servicios, alineados a los impulsores establecidos.

Ilustración 8

Etapas de implementación de acciones de la Hoja de ruta “Paraguay Protegido y Resiliente”.



Ciencia, tecnología e innovación para estar más protegidos y ser más resilientes ante riesgos relacionados con la vejez, la discapacidad, el desempleo, la pobreza.

Etapas de creación de capacidades e información. De modo a brindar condiciones de mayor protección ante riesgos relacionados con la vejez, la discapacidad, el desempleo y la pobreza, el país necesita crear y manejar información de base (datos) para poder gestionar, conocer, comprender y predecir efectos e impactos en la población, en los establecimientos productivos, en la sostenibilidad de los sistemas de seguridad social y en la posibilidad de aprovechar todo el potencial del capital humano nacional para un desarrollo socioeconómico inclusivo. En este sentido, las siguientes **investigaciones** pueden ser promovidas:

- Investigaciones que detecten diferencias entre grupos demográficos, regiones geográficas y áreas urbanas y rurales.
- Investigaciones que determinen los grupos de población particularmente vulnerables a los riesgos y situaciones de emergencias, incluido el sector productivo.

En el corto plazo, en base al **Censo 2022**, se podría analizar **cómo los sistemas de protección social pueden abordar las necesidades de diferentes grupos prioritarios de la política de protección social**, como los adultos mayores, niños entre 0 y 4 años, personas con discapacidad, personas en situación de pobreza, indígenas y mujeres.

Los siguientes estudios pueden ser impulsados:

- Estudios de los fenómenos que nos hacen vulnerables mediante análisis y clasificaciones relevantes e investigar cómo reducir los riesgos asociados,
- estudios comparativos que analicen sistemas de protección social en países y regiones,
- desarrollo de modelos analíticos propios para contribuir con nuevas técnicas nuevas al conocimiento internacional, en base a experiencias en el país,
- enfoque de género en todas las investigaciones y evaluaciones realizadas,

- estudios que evalúen los efectos e impactos del uso de registros nominalizados para el uso analítico así como intervenciones focalizadas,
- estudios costo-beneficio relacionados con la mitigación de riesgos relacionados con la vejez, la discapacidad, el desempleo, la pobreza,
- estudios sobre cómo los sistemas de protección social pueden responder a desastres;
- estudios sobre la gobernanza institucional más adecuada para la gestión de la protección social a nivel de territorios,
- estudios y mecanismos de apoyo relacionados con grupos más vulnerables, con énfasis en mujeres, para la inclusión laboral y la generación de ingresos,
- evaluaciones de la efectividad de la gestión de albergues para personas en situación de calle.

Etapas de pilotaje y aprendizaje. En la medida de que existan datos de base, se puede aumentar y mejorar experiencias en el **pilotaje de políticas públicas basadas en evidencias y soluciones intensivas en innovación y tecnología**. En este sentido, la Hoja de Ruta promueve la **investigación y desarrollo tecnológico** que aborde problemas locales y desafíos específicos territoriales. Esta etapa es también propicia para la experimentación de nuevos modelos de emprendimientos sociales innovadores para contextos de emergencia y desastres, estén o no basados en tecnología.

En cuanto a aplicaciones tecnológicas disponibles para el pilotaje y aprendizaje, se citan:

- Introducción experimental, para validación y escalamiento, del abordaje de registros administrativos basados en TIC, de forma a aprovechar datos nominalizados para el contacto con personas vulnerables de modo a facilitar intervenciones focalizadas, así como permitir el análisis estadístico.



- Introducción de sistemas de datos abiertos, ciberseguridad, confidencialidad, otros para la gestión de programas de protección social, así como para la evaluación ex post.
- Aplicación de tecnología para aumentar la transparencia y luchar contra la corrupción, en el marco de programas y acciones de protección social.
- Conocimiento y mapeo de soluciones basadas en ingeniería, tecnología y gestión para acceder a servicios de programas de protección social.
- Digitalización de documentos relevantes para procesos de protección social,
- Plataformas para beneficiarios y gestores de programas de protección social,
- Plataformas y servicios que faciliten el acceso de personas y empresas al crédito o la propiedad de activos,
- Plataformas de integración para instituciones públicas o privadas organizaciones de la sociedad civil y generadoras de información técnica, promoviendo proyectos de solución para la protección de grupos vulnerables.

A continuación, se lista una serie de soluciones de **inteligencia artificial (IA)** y **ciencia de datos** para el pilotaje y demostración:

- Optimización para la asignación de servicios de atención y recursos, en base a datos y análisis predictivo.
- Chatbots y asistentes virtuales basados en IA para proporcionar información y respuestas a preguntas frecuentes de manera rápida y eficiente a los beneficiarios de programas de protección social de grupos vulnerables.
- Detección de fraudes y abusos en los sistemas de protección social.
- Mejorar la igualdad de género en acceso a beneficios del sistema de protección social.
- Colaboración con acciones de participación ciudadana para facilitar el diálogo, la colaboración, la

coordinación de esfuerzos y el intercambio de información entre ciudadanos, grupos comunitarios y autoridades.

- Evaluación para supervisar y evaluar la transparencia de las instituciones y gobiernos

En el ámbito de la **innovación** o introducción de novedades en productos, servicios, procesos organizacionales, se puede considerar lo siguiente:

- Promover el pilotaje de políticas públicas en la acción, en base a evidencias, conocimiento técnico e innovación.
- Diseñar y mejorar sistemas, procesos en programas de protección social, a través de la integración entre universidades y comunidades, por medio de la extensión universitaria continua basada en CTI.
- Diseñar productos, servicios, procesos, espacios urbanos innovadores, costo-efectivos para personas mayores de 65 años, personas con discapacidad, de forma a reducir riesgos de accidentes y brindar mayor autonomía por más tiempo
- Diseñar productos, servicios innovadores, costo-efectivos para personas ocupadas en tareas de cuidado de personas mayores de 65 años.
- Promover **hackatones** y llamados de **innovación abierta** con retos específicos afines al desafío estratégico “Innovación, ciencia y tecnología para estar más protegidos y resilientes a riesgos relacionados con la vejez, la discapacidad, el desempleo y la pobreza”.
- Promover la “**ciencia accesible**”, vinculada a la comunidad y su desarrollo integral.

A continuación se describen un caso, que merece ser impulsados en el marco de la Hoja de Ruta, con un enfoque de aplicación y desarrollo de capacidades científicas, tecnológicas y de innovación:



Caso: Registros Administrativos para Fines Estadísticos

La iniciativa de Registros Administrativos para Fines Estadísticos lanzada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) permite una formulación y monitoreo más efectivos de políticas públicas, contribuyendo a una mejor planificación y respuesta ante desafíos sociales y económicos. Los principales objetivos de la iniciativa son fortalecer los registros administrativos aumentando su cobertura, calidad e interoperabilidad para su uso estadístico; mejorar la infraestructura tecnológica que soporte la gestión integrada de registros administrativos; capacitar y desarrollar las capacidades del capital humano especializado en gestión de registros administrativos; y promover la adopción de metodologías y estándares internacionales en la producción y difusión de estadísticas.

El principal problema detectado en relación a los registros administrativos es la falta de informatización, lo que impide el procesamiento estadístico de los datos. La iniciativa viene a resolver varios problemas clave, incluyendo la falta de calidad en los registros administrativos, la interoperabilidad de datos y el monitoreo y evaluación de políticas públicas. Con ello, se busca mejorar la precisión e integridad de los datos recopilados, crear una base de datos interoperable que facilite el intercambio de información entre diferentes instituciones y mejorar la capacidad de seguimiento de los programas gubernamentales y de los indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La iniciativa se originó formalmente en el año 2021 con la promulgación de la Ley 6670/20, que establece el marco legal para la generación y coordinación de un Sistema Integrado de Información basado en registros administrativos. Los principales participantes incluyen el Instituto Nacional de Estadística (INE), el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MITIC), la Unidad Técnica del Gabinete Social (UTGS), organismos y entidades del Estado (OEE), así como expertos y

organismos internacionales como la CEPAL y la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP).

Entre los proyectos en marcha se destaca el fortalecimiento de los registros administrativos, cuyo objetivo es mejorar la calidad y cobertura de estos registros mediante actividades como la Encuesta Continua de Evaluación Primaria de la Calidad de los Registros Administrativos (ECEPCRA) y Talleres de capacitación en documentación de metadatos y microdatos. Estos avances permitirán obtener los resultados en tiempo real y mejorarán el proceso de control de la calidad de los datos, lo cual es esencial para la formulación de políticas públicas.

La creación de capacidades de gestión de registros administrativos con fines estadísticos, es de alto valor estratégico para el Sistema Estadístico Nacional. Un reciente proyecto liderado por el INE considera los siguientes componentes: 1. Mejoramiento de la infraestructura tecnológica para la gestión integrada de registros administrativos con fines estadísticos en el subsistema de población; 2. Introducción de metodologías y estándares para un sistema integrado de registros administrativos con fines estadísticos; 3. Formación de capital humano especializado para un sistema integrado de registros administrativos con fines estadísticos; y, 4. Creación de la infraestructura de datos espaciales (IDE) del Paraguay. El proyecto cuenta con financiamiento técnico y financiero de la Oficina Nacional de Estadística de Corea (KOLSTAT) y otros socios internacionales.

En 2024 se establecerá el plan maestro, se realizarán adquisiciones y contrataciones iniciales. En 2025 se procederá a la adquisición y despliegue de infraestructura tecnológica, desarrollo de métodos y documentación, y la sensibilización y entrenamiento del personal. En 2026 se enfocarán en la creación



de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), difusión de métodos desarrollados y la asesoría especializada. Finalmente, en 2027 se realizará la formación y actualización del capital humano y la evaluación de proyectos piloto con miembros del SIIS (ver caso siguiente).

Cabe mencionar que la Estrategia Nacional de Desarrollo Estadístico 2021-2030 establece un horizonte temporal dividido en tres sub-periodos: corto, mediano y largo plazo. En el corto plazo (2021-2022), se centra en la reingeniería institucional del INE, la mejora de registros administrativos y la implementación del Sistema ADAPTA. En el mediano plazo (2023-2024), se enfoca en la revisión del Plan Nacional de Desarrollo 2030 y el fortalecimiento de capacidades del personal del SISEN. Finalmente, en el largo plazo (2025-2030), se plantea la modernización de la infraestructura física y tecnológica del INE, así como el desarrollo de estrategias de comunicación estadística y mecanismos eficientes de atención a consultas.

Etapa de difusión de capacidades.

La implementación de Hoja de Ruta de Innovación tiene como fin lograr que las experiencias y desarrollos logrados en el país, tengan el potencial de ser difundidos, exportados y aprovechados en países y mercados con características similares al Paraguay.

Para la fase de difusión y escalamiento de la adopción de innovaciones, se puede promover lo siguiente:

- Plataformas y sistemas digitales de información y comunicación para beneficiarios y gestores de programas de protección social, con tecnologías adaptadas y desarrolladas en el país.
- Plataformas de integración institucional, público, privado, organizaciones de la sociedad civil, generadoras de **información y datos técnicos**, promotoras de proyectos de soluciones de protección social, focalizado en grupos vulnerables.

Los aprendizajes propios, a partir de la construcción de experiencias en el territorio, enfrentando problemáticas propias, pueden servir para la creación y difusión de **contenidos** y el uso de **medios innovadores**. En este sentido, se podrá ofrecer:

- **nuevas formas de capacitar**, con contenidos innovadores, dirigidos a actores del sistema de protección social, fortaleciendo comunicación para prevención a nivel de territorios;
- **nuevas formas de ofrecer contenidos** a través de **medios innovadores** para campañas de prevención de riesgos relacionados con la vejez, la discapacidad, el desempleo y la pobreza.
- **contenidos innovadores** dirigidos a personas beneficiarias y gestores de programas de protección social en contexto de desastres; para personas y equipos sobre las operaciones de emergencia y su logística;
- **contenidos innovadores y validados desde la propia experiencia en el país**, para la inserción en el sistema educativo de la gestión de riesgos.



A continuación se describen dos casos, que merecen ser impulsados como programas en el marco de la Hoja de Ruta de innovación:

Caso: Sistema Integrado de Información Social (SIIS)

El Sistema Integrado de Información Social (SIIS) es una herramienta administrada y gestionada por la Unidad Técnica del Gabinete Social (UTGS) de la Presidencia de la República de Paraguay. Es una base de datos acerca de 111 programas y proyectos sociales reportados por 26 instituciones públicas, que toma como variable clave el número de cédula de identidad, y reporta un total de 2.508.294 participantes únicos y 3.855.454 beneficios entregados. La calidad, cantidad y actualización periódica de la información contenida en el SIIS permite obtener un panorama general acerca de la distribución del gasto social, diferenciado por instituciones, programas sociales, localización geográfica, tipos de beneficios, sexo, rango etario, entre otras categorías relevantes.

El Decreto 804/2023 es el marco legal que establece los pasos que deben seguirse para garantizar que el sistema sea seguro, con datos confiables y que sirva para la toma de decisiones. Dicho proceso contempla instancias de capacitación técnica para la carga de datos; registro de las instituciones competentes en el catálogo de ofertas públicas; adecuación de los datos bajo criterios acordados; validación de los registros; análisis de los datos; elaboración de informes; seguimiento y actualización periódica de las bases; y cruzamiento de datos. Es sobre estos pasos sobre los que se debe seguir trabajando.

El SIIS se alinea con el desafío “Paraguay más protegido y resiliente” de la ENI al proporcionar una base de datos unificada y actualizada que permite una mejor planificación y ejecución de las políticas sociales, enfocándose en mejorar la calidad de vida de la población y reducir la vulnerabilidad social mediante

la información confiable y accesible acerca de las características y necesidades de la ciudadanía. Entre los problemas que resuelve, es importante mencionar que el SIIS evita la duplicación e inconsistencia de datos, facilitando la coordinación, la articulación y la complementariedad entre diferentes instituciones. Esto también permite optimizar la ejecución, el seguimiento y el monitoreo de prestaciones estatales.

El trabajo interinstitucional que se viene desarrollando cuenta con la participación principal de la Unidad Técnica del Gabinete Social (UTGS), responsable de la administración del SIIS; y del INE, el cual colabora en la interoperabilidad y mejora de los registros administrativos. Este trabajo busca un proceso de mejora de los registros administrativos con la finalidad de producir estadísticas de calidad y oportunas para la focalización social. Además, se persigue la unificación de datos de todas las instituciones que conforman el SISEN para hacer más fácil y eficiente el acceso a la información.

En particular, el INE es el ente rector de las estadísticas oficiales del país y cuenta con herramientas y datos muy valiosos como la Encuesta Permanente de Hogares Continua (EPHC) y los resultados preliminares del Censo 2022. El INE apunta a la construcción de una base de datos interoperable, teniendo en cuenta este último Censo y la inclusión de la cédula como variable clave a la hora de vincular bases de registros administrativos en diferentes instituciones. Dentro de este sistema, un proyecto clave es la creación del Registro Social de Hogares, cuyo objetivo es implementar políticas públicas de acuerdo a la situación socioeconómica y de vulnerabilidad de los hogares.



Caso: Estrategia Nacional de Combate a la Corrupción

La Estrategia Nacional de Combate a la Corrupción (ENCC) es una política pública con un enfoque sistematizado, transversal, colaborativo e integral, diseñada para enfrentar la corrupción de manera efectiva y coordinada. Se basa en una hoja de ruta clara con tareas, compromisos y objetivos medibles. La ENCC se vincula al desafío “Paraguay más protegido y resiliente” de la ENI al mejorar la transparencia y la integridad de las instituciones públicas, lo que fortalece la confianza de los ciudadanos y crea un entorno más seguro y justo para todos.

La ENCC se originó con la firma de un compromiso nacional para el combate a la corrupción el 20 de agosto de 2023 durante la Cumbre de Poderes. Este compromiso fue respaldado por una serie de lineamientos específicos para la actuación conjunta de diversas instituciones del Estado. Los objetivos de la ENCC incluyen introducir y actualizar leyes que fortalezcan la persecución y sanción de actos de corrupción; digitalizar trámites administrativos y establecer sistemas de monitoreo en tiempo real para mejorar la transparencia y eficiencia; mejorar los procesos judiciales relacionados con casos de corrupción; y fomentar el control y la participación ciudadana en la lucha contra la corrupción.

Entre los problemas que resuelve la ENCC se encuentran la corrupción institucional, abordando la corrupción sistemática en las instituciones públicas; la ineficiencia y los sobornos, reduciendo la burocracia excesiva y las oportunidades de soborno, especialmente en áreas clave como la salud y el comercio; y la transparencia legislativa, mejorando el control ciudadano sobre las actividades legislativas y la administración pública.

La ENCC cuenta con la participación de los poderes del Estado, incluyendo el ejecutivo, legislativo y judicial; así como ministerios clave como el Ministerio de la Mujer, el MITIC, y el Ministerio de Salud; y la ciudadanía, que participa activamente a través de iniciativas como el "Parlamento Abierto" y el monitoreo ciudadano de las actividades legislativas.

Existen varios proyectos en marcha como parte de la ENCC. Entre ellos, la digitalización de trámites para agilizar la inscripción de emprendedores y establecer una ruta para denuncias de violencia contra la mujer; la iniciativa del "Parlamento Abierto" para mejorar el control ciudadano sobre las actividades legislativas y facilitar la presentación de propuestas de leyes. Los pasos futuros de la ENCC incluyen la ampliación de tribunales contenciosos administrativos para mejorar la capacidad del sistema de justicia para procesar más casos y reducir los tiempos de espera; la reforma del Fonacide para establecer nuevos criterios para la asignación y administración de fondos; la actualización de las leyes de persecución y sanción de la corrupción; y la implementación de un expediente digital para personas privadas de libertad para mejorar la trazabilidad de la información y la reforma de la Policía Nacional.

Además, se prevé la utilización de inteligencia artificial para automatizar procesos en contrataciones públicas y así fortalecer el funcionamiento de la plataforma vigente de la Dirección Nacional de Contrataciones Públicas (DNCP). La automatización vía IA mejora la transparencia y la trazabilidad de las decisiones. Esta iniciativa permitirá, a su vez, que los funcionarios públicos puedan dedicar su tiempo a atender situaciones más complejas que requieran análisis más profundos.

La ENCC también contempla la integración de trámites y servicios a través de gobernanza de datos y plataforma de interoperabilidad. Así, se centraliza y estandariza la información, de modo que mejora la coherencia de los datos, disminuyendo las oportunidades de manipulación arbitraria y discrecional.

Otras acciones alineadas con la ENCC incluyen, en materia de salud, la implementación del Health Information System (HIS) para recopilar información en tiempo real y dar mejores respuestas, sobre todo en casos de emergencia sanitaria; en lo ambiental, el desarrollo del “Sistema de Alertas Tempranas por Cambios de Uso de la Tierra en Bosque Nativo”, con la finalidad de fortalecer el proceso de fiscalización forestal y aprovechar las ventajas de las nuevas tecnologías e información satelital.



Ciencia, tecnología e innovación para estar más protegidos y ser más resilientes ante riesgos de epidemias y riesgos asociados enfermedades crónicas no contagiosas.

Etapa de creación de capacidades e información.

El Paraguay necesita crear y manejar información de base (datos) para poder gestionar, conocer, comprender y predecir efectos e impactos asociados a riesgos epidemiológicos y aquellos asociados a enfermedades crónicas no contagiosas. Las siguientes **investigaciones** pueden ser promovidas:

- Investigaciones que analicen cómo los sistemas de atención a la salud pueden abordar las necesidades de personas de grupos vulnerables, como niños de 0 a 4 años, adultos mayores de 65 años, personas con comorbilidades, mujeres e indígenas;
- Investigaciones que determinen los grupos de población particularmente vulnerables a los riesgos epidemiológicos y enfermedades de alta prevalencia que no son transmisibles;
- Investigaciones que detecten diferencias entre grupos demográficos, regiones geográficas y áreas urbanas y rurales.

En base al **Censo 2022**, se podría analizar **cómo los sistemas de protección social enfocados a la atención de la salud, pueden abordar las necesidades de diferentes grupos prioritarios de la política de protección social.**

Los siguientes **estudios** pueden ser impulsados:

- Estudios de los fenómenos que nos hacen vulnerables mediante análisis y clasificaciones relevantes e investigar cómo reducir los riesgos asociados a eventos epidemiológicos,
- estudios comparativos que analicen los sistemas de respuesta a emergencias sanitarias y epidemiológicas, en diferentes países y regiones,
- desarrollo de modelos analíticos propios para contribuir con nuevas técnicas nuevas al conocimiento internacional, en base a experiencias en el país,
- enfoque de género en todas las investigaciones y evaluaciones realizadas,

- estudios costo-beneficio relacionados con la mitigación de riesgos epidemiológicos y emergencias sanitarias,
- estudios y mecanismos de apoyo relacionados con grupos más vulnerables a riesgos epidemiológicos y emergencias sanitarias,
- evaluaciones de la efectividad de los programas de prevención, control y gestión de epidemias,
- desarrollo de modelos analíticos propios para contribuir con nuevas técnicas nuevas al conocimiento internacional,
- Investigaciones sobre el aumento de la resistencia a antibióticos y otros tratamientos.
- investigaciones sobre contaminantes, nuevos y conocidos.
- Estudios sobre el manejo de agroquímicos tóxicos, cómo mejorar usos y reducir riesgos,
- Evaluación de las capacidades y competencias digitales en el personal de salud.
- Estudios sobre la gestión de servicios de salud, incluyendo la salud mental de las personas afectadas por desastres.
- Análisis de la gestión de servicios de saneamiento para las personas afectadas por desastres.
- Estudios sobre cómo los sistemas de protección social responden a crisis como las epidemias.

En cuanto a investigaciones biomédicas, de acuerdo a los recursos y capacidades existentes en los centros de I+D de Paraguay, las siguientes áreas y disciplinas pueden ser fomentadas:

- Epidemiología, biomarcadores y prevención de enfermedades asociadas a VPH/ITS y otras virosis; evolución y epidemiología genómica de virus entéricos, virología Ambiental
- Virología general, VIH, arbovirus - caracterización en infecciones humanas, reservorios y vectores de enfermedades infecciosas



- Enfermedades zoonóticas y no zoonóticas de importancia en la salud humana y animal; Entomología Médica
- Epidemiología de los trastornos mentales, psicopatología y neurociencias
- Tuberculosis
- Química biológica de microorganismos; en bacterias de impacto en salud pública; epidemiología molecular de parásitos y la susceptibilidad a infección por patógenos en el huésped; micobacteriología; bacteriología molecular
- Inmunología e inmunotecnología; enfermedades autoinmunes
- Farmacología de productos naturales, biotecnológicos y sintéticos; bioprospección de productos naturales; estudios preclínicos de fármacos y tratamientos; toxicología
- Micología e inocuidad
- Dentro de las ingenierías y matemáticas aplicadas: Bioinformática, algoritmos y optimización, sistemas robóticos, ciencia de datos e instrumentación científica aplicada, procesamiento digital de imágenes, computación científica y matemática aplicada, biotecnología ambiental, sistemas aplicables a la telemedicina, desarrollo y uso de bio-materiales.

Etapas de pilotaje y aprendizaje.

En la medida de que existan datos de base, se puede aumentar y mejorar experiencias en el pilotaje de **políticas públicas basadas en evidencias** y soluciones intensivas en **innovación y tecnología**. En este sentido, la Hoja de Ruta promueve la **investigación y desarrollo tecnológico** que aborde problemas locales y desafíos específicos territoriales. En el marco de la innovación social y las tecnologías sociales, es necesario crear y utilizar medios adecuados para comunicar ciencia, de tal forma que esta sea accesible. Esta etapa es también propicia para la experimentación de nuevos modelos de emprendimientos sociales innovadores para contextos de emergencia y desastres, estén o no basados en tecnología.

En cuanto a aplicaciones tecnológicas disponibles para el pilotaje y aprendizaje, se citan:

- Introducción de sistemas de datos abiertos, ciberseguridad, confidencialidad, otros para la gestión de programas de protección social, relacionados con la salud, así como para la evaluación ex post.
- Aplicación de tecnología para aumentar la transparencia y luchar contra la corrupción, en el marco de programas y acciones de atención a la salud.
- Conocimiento y mapeo de soluciones basadas en ingeniería, tecnología y gestión para acceder a servicios de programas de atención a la salud.
- Digitalización de documentos relevantes para procesos de atención sanitaria y facilitar el reporte con fines epidemiológicos,
- Plataformas y servicios que faciliten el acceso de personas y empresas al crédito o la propiedad de activos,
- Acciones para establecer tecnologías de interoperabilidad y el intercambio de información en salud, incluyendo terminología, semántica (SNOMED CT, LOINC), sintáctica (FHIR, HL7),
- Establecimiento de políticas para definir servicios y normas como el identificador único de pacientes y profesionales de salud, e identificación de prestaciones.



- Proyectos relacionados con la implementación de la historia clínica electrónica, receta electrónica, manejo datos personales sensibles y telemedicina.
- Participación en proyectos internacionales relacionados a radiológicos y nucleares.
- Programas de desarrollo de productos biológicos.
- Estudios de pre inversión para producción local de insumos para medicamentos esenciales y medios de transporte viral, entre otros.
- Mejora continua del sistema de información sanitaria para vigilancia epidemiológica.
- Aplicación de tecnologías para la vigilancia de rumores relacionados a eventos de salud.
- Sistemas de monitoreo de enfermedades respiratorias y diarreicas, y monitoreo de las condiciones ecológicas de vectores y agentes etiológicos de enfermedades transmitidas por vectores.
- Producción y desarrollo de anti venenos o antídotos para mordeduras y picaduras de serpientes, arañas y escorpiones.

A continuación, se lista una serie de soluciones de **inteligencia artificial (IA)** y **ciencia de datos** para el pilotaje y demostración:

- Optimización para la asignación de servicios de atención y recursos, en base a datos y análisis predictivo.
- Chatbots y asistentes virtuales basados en IA para proporcionar información y respuestas a preguntas frecuentes de manera rápida y eficiente a los usuarios de servicios de atención de la, con énfasis en grupos vulnerables.
- Detección de fraudes y abusos en los sistemas de salud relacionados con la seguridad social.
- Mejorar la igualdad de género en acceso a beneficios del sistema de atención de la salud.
- Evaluación para supervisar y evaluar la transparencia de las instituciones y gobiernos

En el ámbito de la innovación o introducción de novedades en productos, servicios, procesos organizacionales, se puede considerar lo siguiente:

- Promover el pilotaje de políticas públicas de atención a la salud y gestión de riesgos epidemiológicos y de emergencias sanitarias, en base a evidencias, conocimiento técnico e innovación.
- Promover proyectos de aplicación piloto con nuevas tecnologías en telemedicina,
- Diseñar e implementar proyectos de aplicación piloto de dispositivos wearables (relojes inteligentes, otros) para el monitoreo de estado de salud de pacientes.
- Crear y gestionar proyectos piloto que incluyan la realidad aumentada y los digital twins para uso e investigación en salud.
- Diseñar y mejorar sistemas, procesos en programas de gestión de riesgos epidemiológicos:
 - Diseñar sistemas de gestión, información y comunicación que involucren registros nominalizados de grupos vulnerables para permitir acciones de contención y respuesta focalizada.
 - Promover la integración entre universidades y comunidades, a través de la extensión universitaria continua basada en innovación y tecnología.
- Promover **hackatones** y llamados de **innovación abierta** con retos específicos afines al desafío estratégico “Innovación, ciencia y tecnología para estar más protegidos y ser más resilientes a riesgos epidemiológicos y vinculados a enfermedades crónicas no trasmisibles”.
- Asimismo, promover la “**ciencia accesible**”, vinculada a la comunidad y su desarrollo integral.



Caso: Transformación Digital en el Sector Salud

El Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPyBS) y el Ministerio de Tecnología de Información y Comunicación (MITIC), se encuentran abocados a la actualización de la Hoja de Ruta para la Transformación Digital del Sector Salud, cuyo objetivo es brindar una visión integral y compartida del futuro sistema sanitario del Paraguay, con el uso intensivo de tecnologías digitales. Autoridades de ambos ministerios han señalado a la digitalización del sistema de salud como un gran desafío y una prioridad para el gobierno, para lo cual, el trabajo en equipo y la continuidad de las políticas de salud han demostrado ser factores críticos de éxito, atendiendo el hecho de que en la actual administración y en sólo ocho meses, se pasó de tener 217 servicios a casi 400 servicios de salud con el sistema HIS (Sistema de Información en Salud) implementado. Estos avances incluyen al hospital de Clínicas y próximamente se prevé la participación del IPS como siguiente en adoptar el HIS.

La iniciativa data del año 2018, la cual estableció la estrategia de Salud Digital "Paraguay Transparente, Eficiente y Efectivo", como guía para implementar acciones hasta 2024. Los hitos de esta estrategia fueron numerosos, como por ejemplo, un sistema semáforo para gestionar el stock de medicamentos, evitando escasez o exceso; la digitalización de historias clínicas y mejora de la atención médica en un hospital del departamento Central; la implementación del Registro Nacional de Personas con Diabetes y el Sistema Nominal de Vacunación para un seguimiento más preciso del seguimiento de las personas con diabetes mellitus, así como de los datos de vacunación respectivos.

Cabe mencionar que cuando se hace referencia a "salud digital", se debe considerar una transformación integral en el sector de la salud, la cual pueda mejorar la experiencia del paciente, la salud pública y la eficiencia del sistema, reduzca costos, mejore la calidad de vida de los profesionales de la salud y promueva la equidad y la inclusión en el acceso a la salud de toda la población. No se trata simplemente de la aplicación de nuevas tecnologías digitales en el sector.

El MSPBS es la entidad gubernamental responsable de la gestión y regulación del sistema de salud público y define las políticas en salud, los planes estratégicos, sus objetivos, metas y actividades. El Sistema de Salud de Paraguay tiene importantes desafíos, los cuales son recurrentes en toda América Latina y el Caribe. Por ejemplo, la escasa sostenibilidad financiera y fiscal del gasto, la triple carga de morbilidad con predominio de enfermedades no transmisibles, cuyo tratamiento se torna cada vez más difícil y costoso; y la baja productividad y deficiente calidad de los servicios.

En el marco de la Política Nacional de Salud y la Política Nacional de Calidad en Salud, se expandió significativamente la capacidad de atención sanitaria del MSPyBS con la instalación de Unidades de Salud Familiar (USF) en el primer nivel de atención, y la organización en redes para la prestación de servicios. Se estableció que la atención primaria en salud fuera hacia las comunidades que no tenían acceso a los hospitales en coordinación con distintos programas sociales. De esta manera, una persona que vive en un lugar remoto y sin recursos para transporte puede consultar a un profesional de la salud, adquirir medicamentos de manera gratuita, realizarse curaciones, recibir tratamiento o hacerse exámenes de laboratorio.

A través de la implementación de TIC, el MSPyBS puede identificar áreas de ineficiencia y tomar decisiones basadas en evidencia para asignar recursos de manera más efectiva. Al adoptar tecnologías para el registro electrónico de la información de los pacientes, la telemedicina, la telemedicina, el análisis de datos y el uso de la inteligencia artificial en salud, los proveedores de atención en salud pueden agilizar la gestión de la información, reducir errores y tomar decisiones mejor informadas. Esto no solo ahorra tiempo y recursos, sino que también mejora la precisión del diagnóstico y el tratamiento, lo que finalmente conduce a una atención médica más efectiva y segura para los pacientes.

Paraguay ha certificado la eliminación de algunas enfermedades transmisibles de gran impacto en la salud pública como la polio-



mielitis, el sarampión, la rubéola, la malaria y la transmisión por vectores de la enfermedad de Chagas, sin embargo, siguen siendo un desafío para la salud pública paraguaya el Dengue, Chikungunya y Zika. En este sentido, la transformación digital en salud podría cumplir un papel crítico en el control de enfermedades transmisibles al permitir la vigilancia en tiempo real, la comunicación efectiva, la telemedicina, la gestión de datos de salud, la predicción de la propagación de enfermedades, la investigación y desarrollo de vacunas, y la coordinación regional en la respuesta a epidemias. Estas tecnologías pueden agilizar la detección temprana, el seguimiento de casos, la concienciación pública y la toma de decisiones informadas, lo que puede redundar en una gestión más eficiente y efectiva de las enfermedades transmisibles.

En cuanto a las enfermedades no transmisibles, que abarcan afecciones como la diabetes, la hipertensión arterial, las enfermedades cardíacas y pulmonares crónicas y la obesidad, estas representan la mayor proporción de los problemas de salud en Paraguay. Estas enfermedades no solo afectan a la calidad de vida de la población, sino que también generan una notoria carga económica en términos de costos de tratamiento y atención en salud. Avanzar en una agenda de trabajo intersectorial e innovadora, aprovechando tecnologías digitales, puede impactar de manera positiva sobre los factores de riesgo.

Caso: Emprendimientos de base tecnológica apoyados por MITIC y el CONACYT

CLINIX es una empresa emergente o startup tecnológica paraguaya de telemedicina fundada por el Dr. Mauricio Cáceres. En el año 2023, la empresa fue reconocida como una de las más innovadoras a través de fondos competitivos en el país, como lo es “InnovandoPY”, un programa del MITIC. El emprendimiento lleva adelante una plataforma de telemedicina que tiene como objetivo mejorar el acceso a la atención médica y la calidad de vida de los pacientes en Paraguay. La aplicación ha revolucionado el acceso a la atención médica en Paraguay, especialmente a partir del contexto de la pandemia de COVID-19, demostrando ser una herramienta fundamental para garantizar la continuidad de la atención médica y la prevención del colapso de los sistemas de salud.

La plataforma permite a los usuarios conectarse con médicos y especialistas a través de consultas de video en tiempo real, solicitar recetas médicas, recibir resultados de laboratorio y coordinar visitas domiciliarias. Cuenta con más de 20 especialidades médicas además de nutricionistas, fisioterapeutas y psicólogos. En este sentido, vale la pena destacar la contribución de CLINIX para acercar a psicoterapeutas a pacientes por primera vez en sus vidas, más aún, atendiendo la crisis en salud mental que se

ha vuelto notoria después de la pandemia de COVID-19. La app se encuentra disponible para Android e iOS, y permite el agendamiento online mediante la autogestión de los usuarios, con la misión de que los mismos se ocupen de su tiempo y salud. Además, la plataforma ofrece servicios de seguimiento y monitoreo de pacientes con enfermedades crónicas, lo que facilita la atención integral y el manejo adecuado de su salud.

Al utilizar la tecnología de CLINIX, los usuarios encuentran un diseño amigable que les permite acceder de forma cómoda, rápida y sencilla a una consulta médica evitando así perder horas en salas de espera o en el traslado para una consulta.

Además, el historial clínico, recetas, pedido de estudios y certificados quedan disponibles para su acceso en todo momento desde el celular. También, CLINIX hace énfasis en la seguridad de la información. Cumple con estrictos estándares internacionales de seguridad y confidencialidad de datos, un panorama muy diferente si se compara con otras plataformas locales y servicios. En la plataforma, el usuario debe ingresar primero a un chat previo a la consulta. Llegada la hora de la cita, el profesional y el paciente se conectan mediante videollama-



da. Al terminar, el usuario recibe el resumen, el plan de tratamiento e incluso recetas o pedidos de estudio si corresponden. La cobertura del servicio llega a todo el país e inclusive se puede ingresar y emplear la plataforma desde el extranjero.

Por otro lado, KIONE es un emprendimiento creado por la Dra. Almendra Acosta, una profesional de la salud que tenía una necesidad durante la pandemia de COVID-19 relacionada con su traje de bioseguridad. Deseaba que este fuese refrigerado, por lo que decidió adquirirlos de algún proveedor. Ante el fracaso de su búsqueda, decidió elaborarlos ella misma. Seguidamente ingresó con su necesidad a un programa de incubación de emprendimientos innovadores en la Facultad Politécnica de la UNA (FP-UNA), denominado STARTUP LAB, de modo presentar su idea, desarrollar un producto y postular a fondos de capital semilla del programa PROINNOVA, impulsado por el CONACYT.

Con la colaboración de Victor Amin Chamorro crearon un gel especial, una combinación de compuestos químicos que no son tóxicos, que logra mantenerse en baja temperatura entre 3 a 5 horas. Se solicitó una patente a nivel local para la fórmula y está en proceso de hacerlo en instancias internacionales. El gel se cristaliza a menos 33 grados y de a poco va perdiendo el frío. De esta forma pudieron enfriar los trajes de bioseguridad y por las propiedades del producto, también lograron que se absorbiera la humedad dentro del traje con una sensación de frescura.

El principal producto de **KIONE** es un traje, con 4 compresas de repuesto para intercambiarlas, que puede ser utilizado por trabajadores expuestos directa o indirectamente a virus o bacterias, y debido a la comodidad y frescura, permite contribuir al aumento de la productividad de sus usuarios. Además de personal de blanco en hospitales, odontólogos, bioquímicos, también lo pueden utilizar los bomberos, fumigadores y otros. KIONE también desarrolló más productos a partir del primero, como por ejemplo, un chaleco refrigerado para motociclistas, ciclistas o personas que trabajan al aire libre. Las prendas distribuyen el frío de sus compresas de gel en la espalda, el cuello y los hombros.

KIONE es una empresa de indumentaria y accesorios deportivos refrigerados, para el mercado nacional y busca expandirse al exterior en los próximos años. En particular, atletas de élite se encuentran promoviendo su uso, lo cual puede colaborar con la estrategia de expansión internacional.

Por último, **SITIO Biomedical Solutions** es la primera empresa innovadora de servicios para la investigación clínica de productos regulados, dispositivos, medicamentos o técnicas para el uso humano en Paraguay. La empresa participó en el programa PROINNOVA, y logró adjudicarse, de forma concursada, fondos de capital semilla para empresas de base tecnológica, las cuales basan su actividad en el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías, para la generación o perfeccionamiento de productos, procesos o servicios.

Los ensayos clínicos son el medio para determinar de manera apropiada la seguridad y eficacia de nuevas formas terapéuticas y diagnósticas. Es el paso final de un largo proceso que empieza con investigación científica en laboratorio. Los estudios clínicos han permitido salvar y mejorar la calidad de vida de muchas personas, y resultan esenciales para el desarrollo de nuevas formas de tratamiento y de diagnóstico de enfermedades. También para verificar qué efectos secundarios puede tener un medicamento o una terapia.

SITIO Biomedical Solutions inició así el desarrollo de una nueva industria local, no sólo dirigida a clientes en Paraguay, sino con la mirada puesta a la exportación de servicios con alto grado de innovación tecnológica, de modo a implementar protocolos de investigación promovidos por empresas multinacionales. Entre otras actividades de gestión y organización, se dirige a sanatorios e instituciones de salud para quienes realiza un acompañamiento integral en el desarrollo de protocolos de investigación clínica.

SITIO actualmente está integrada por la Dra. María Lucila González Donna y Leandro Alem. Recibió apoyo técnico de parte de la Incubadora de Empresas CIME de la ciudad de Coronel Oviedo.

Etapa de difusión de capacidades.

La implementación de Hoja de Ruta de Innovación tiene como fin lograr que las experiencias y desarrollos logrados en el país, tengan el potencial de ser difundidos, exportados y aprovechados en países y mercados con características similares al Paraguay. Para la fase de difusión y escalamiento de la adopción de innovaciones, se puede promover lo siguiente:

- Plataformas para beneficiarios y gestores de programas de protección social, con énfasis en la atención sanitaria y aprovechamiento con fines de investigación científica-operativa (mortalidad infantil, desnutrición, anemias, muertes neonatales, malaria, chagas, dengue, chikungunya, leishmaniosis, hantavirus, cólera, tuberculosis, enfermedades no transmisibles, neoplasias malignas, coexistencia de enfermedades, accidentes, salud mental).
- Plataformas de integración institucional, público, privado, organizaciones de la sociedad civil, generadoras de **información y datos** técnicos, promotoras de proyectos de soluciones de protección social, focalizado en grupos vulnerables.
- Los aprendizajes propios, a partir de la construcción de experiencias en el territorio, enfrentando problemáticas propias, pueden servir para la creación y difusión de **contenidos** y el uso de **medios innovadores**. En este sentido, se podrá ofrecer:
- **nuevas formas de capacitar, con contenidos innovadores**, dirigidos a agentes de salud, priorizando las Unidades de Salud Familiar (USF), y fortaleciendo comunicación para prevención a nivel comunitario;
- **nuevas formas de ofrecer contenidos** a través de **medios tecnológicos innovadores** para ofrecer contenidos tecnológicos en campañas de prevención (reducción de la exposición a la infección) y la prevención secundaria (asistencia sanitaria).
- **contenidos innovadores** dirigidos a campañas de sensibilización y contención de emergencias sanitarias, como las relacionadas con las enfermedades crónicas no contagiosas, que son priorizadas por el MSPyBS.

Ciencia, tecnología e innovación para estar más protegidos y ser más resilientes ante riesgos de desastres

Etapa de creación de capacidades e información.

El país necesita crear información de base (datos) para poder gestionar, conocer, comprender y predecir los efectos que podrá causar el cambio climático, con un aumento creciente en la ocurrencia de eventos extremos y el aumento de la probabilidad de desastres que afecten a la población y la capacidad productiva. Las siguientes investigaciones pueden ser promovidas:

- investigaciones que se centren en comprender y reducir los riesgos asociados con desastres;
- investigaciones que fomenten la participación activa de las comunidades en la planificación y preparación para desastres (percepción de riesgos y la creación de estrategias de participación efectivas), en base a “investigación-acción participativa”;
- captura de datos a través de la participación en proyectos de “ciencia ciudadana”;
- investigaciones sobre la eficacia de las políticas y leyes relacionadas con la gestión de desastres.

En el corto plazo, en base al **Censo 2022** se podría analizar **cómo los sistemas de protección social abordan las necesidades de las personas desplazadas por desastres**, identificando a grupos de población particularmente vulnerables a eventos climáticos extremos y emergencias.

Los siguientes **estudios** pueden ser impulsados:

- Estudios comparativos que analicen los sistemas de protección social en contexto de desastres, en diferentes países y regiones;
- estudios costo-beneficio relacionados con la mitigación de riesgos de desastres;
- estudios "forenses" acerca de las causas de ciertos desastres;
- estudios de sobre salud mental de las personas afectadas por desastres;
- estudios de la gestión de servicios de saneamiento de las personas afectadas por desastres;



- estudios hidrológicos y climáticos, modelos computacionales para simulación;
- estudios que contribuyan a mejorar la gestión de recursos hídricos para reducir impactos de desastres y mejorar el manejo de situaciones de emergencia;
- estudios sobre cómo los sistemas de protección social pueden responder a desastres;
- estudios sobre la gobernanza institucional más adecuada para la gestión de desastres y riesgos;
- estudios sobre riesgos y gestión de desastres relacionados con productos químicos, agrotóxicos;
- estudios y mecanismos de apoyo relacionados con grupos más vulnerables, con énfasis en mujeres, para restaurar el empleo y los ingresos;
- estudios que contribuyan a una mejor adaptación a los efectos del cambio climático;
- evaluaciones de la efectividad de planes de respuesta, la gestión de refugios o albergues temporales y la restauración de infraestructuras;
- evaluaciones de la resiliencia de las comunidades y la adaptación al cambio climático.

Los desastres no son naturales. Estos aumentan su riesgo de ocurrencia por factores que pueden ser climáticos. En gran medida, los desastres se construyen socialmente.

Etapas de pilotaje y aprendizaje.

En la medida de que exista información de base, se puede aumentar y mejorar experiencias en el **pilotaje de políticas públicas basadas en evidencias y soluciones intensivas en innovación y tecnología**. En este sentido, la Hoja de Ruta promueve la **investigación y desarrollo tecnológico** que aborde problemas locales y desafíos específicos territoriales. En el marco de la innovación social y las tecnologías sociales, es necesario crear y utilizar medios adecuados para comunicar ciencia, de tal forma que esta sea accesible. Esta etapa es también propicia para la experimentación de nuevos modelos de emprendimientos sociales innovadores para contextos de emergencia y desastres, estén o no basados en tecnología.

En cuanto a aplicaciones tecnológicas disponibles para el pilotaje y aprendizaje, se propone:

- Introducción experimental, para validación y escalamiento, del abordaje de registros administrativos basados en tecnología de información, de forma a aprovechar datos nominalizados para el contacto oportuno con personas vulnerables a riesgos de desastres.
- Introducción de sistemas de datos abiertos, ciberseguridad, confidencialidad, otros para la gestión de situaciones de emergencias, así como para la evaluación a posteriori.
- Aplicación de tecnología para aumentar la transparencia y luchar contra la corrupción, durante situaciones de emergencia.
- Conocimiento y mapeo de soluciones basadas en ingeniería, tecnología y gestión para acceder a alimentos, refugio y atención médica antes y después de desastres.
- Introducción de métodos costo-efectivos-eficientes para el mapeo de riesgos locales / municipales.
- Mapeo de tajamares, pozos, tanques de recolección de agua de lluvia y sistemas de tratamiento disponibles.
- Desarrollo y uso experimental de drones y equipos de precisión para el seguimiento de emergencias como incendios, inundaciones, tormentas y otros eventos.



A continuación, se lista una serie de soluciones de **inteligencia artificial (IA)** y **ciencia de datos** para el pilotaje y demostración:

- Optimización para la asignación de recursos, en base a datos y análisis predictivo.
- Sistemas de IA para detección, gestión y reducción de riesgos y desastres disponibles a introducir, aprovechar.
- Chatbots y asistentes virtuales basados en IA para proporcionar información y respuestas a preguntas frecuentes de manera rápida y eficiente a los beneficiarios de programas de asistencia para afectados por desastres.
- Detección de fraudes y abusos en los sistemas de asistencia afectados por desastres.
- Colaboración con acciones de participación ciudadana para facilitar el diálogo, la colaboración, la coordinación de esfuerzos y el intercambio de información entre ciudadanos, grupos comunitarios y autoridades.

En el ámbito de la **innovación** o introducción de novedades en productos, servicios, procesos organizacionales, se puede considerar lo siguiente:

- Promover el pilotaje de **políticas públicas** en la acción, **en base a evidencias, conocimiento técnico e innovación**.
- Proyectos de aplicación de tecnologías e innovación que permitan una mejor adaptación a los efectos del cambio climático.
- Diseñar y mejorar sistemas, procesos en programas de protección social con énfasis en la **atención sanitaria**, en contexto de desastres.
- Promover el desarrollo de productos y procesos en base a biomateriales, desarrollados dentro y fuera del país, como por ejemplo, para mejorar la calidad del agua potable en zonas vulnerables y expuestas al stress hídrico.
- Diseñar y mejorar sistemas, procesos en programas de gestión de riesgos y desastres:
 - Diseñar nuevos productos y servicios para el

contexto de las emergencias y desastres que se enfoquen en grupos vulnerables, para la restauración de servicios básicos, el rescate y el mantenimiento de la seguridad de los afectados.

- Diseñar sistemas de gestión, información y comunicación para la rehabilitación rápida de servicios básicos para la población y establecimientos productivos.
- Promover la integración entre universidades y comunidades para la gestión de riesgos de desastres, a través de la extensión universitaria continua basada en CTI.
- Promover **hackatones** y llamados de **innovación abierta** con retos específicos afines al desafío estratégico “CTI para estar más protegidos y resilientes ante desastres”.
- Promover la “**ciencia accesible**”, vinculada a la comunidad y su desarrollo integral.
- A continuación se describe un caso, que merece ser impulsado como programa, con un enfoque de aplicación y desarrollo de capacidades científicas, tecnológicas y de innovación:



Caso: Sistema de Alerta Temprana para reducir riesgos de desastres.

En las últimas décadas, las muertes por eventos adversos severos han ido disminuyendo, en parte gracias al papel de los sistemas de alerta temprana (SAT) y a las acciones oportunas de preparación. Los SAT efectivos no sólo salvan vidas, sino que también ayudan a proteger los medios de subsistencia y los logros del desarrollo de los países. El objetivo de un SAT es la colecta, el análisis, el monitoreo y la difusión de la información en tiempo oportuno para que las comunidades respondan de una manera también oportuna y adecuada a la materialización de amenazas, con el fin de reducir el riesgo de muertes, así como de daños y pérdidas materiales. Busca generar avisos para la población, a fin de estimular a quienes se encuentren en riesgo para que estos tomen medidas.

El riesgo surge de la explosiva combinación entre la amenaza o peligro y la vulnerabilidad de las personas ante el mismo. Por ello, el conocimiento sobre el riesgo de desastres debe estar basado en la recolección sistemática de datos y en evaluaciones del riesgo de desastres a los cuales están sometidas las comunidades. Asimismo para que un SAT sea eficaz, los mensajes y avisos generados no solo deben tener una base científica sólida, sino que también deben centrarse en cómo piensan y reaccionan las personas expuestas al riesgo.

Los SAT deben contener algunos elementos esenciales para detectar las amenazas en tiempo y forma oportuna. Una respuesta eficiente requiere de predicciones inmediatas y precisas, de muy corto plazo, normalmente de cero a seis horas. Deben de establecerse mecanismos de protocolo operativo previos entre los servicios de vigilancia climática del país y el organismo de respuesta ante desastres - quién emite qué aviso y quién emite qué alerta y utilizando qué vías de comunicación - todo en concordancia con las disposiciones legales vigentes en el país. Deben de existir acuerdos operativos entre el organismo de gestión de riesgos y los organismos que generan datos, dada su importancia para evaluar situaciones de riesgo y coordinar los procesos.

En Paraguay, a modo de ejemplo, el proyecto “Datos para la reducción del riesgo de desastres”, liderado por la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) buscó recientemente fortalecer capacidades locales en contexto de observación de eventos de origen natural así como la integración de datos para los análisis de riesgos de desastres, y el intercambio de lecciones aprendidas y mejores prácticas en el contexto del fomento de recuperación post-pandemia. Las acciones se orientaron a contribuir al aumento de la integración de datos y el uso de nuevas herramientas científicas para guiar los análisis de riesgo y la preparación y prevención de desastres.

Entre las instituciones adheridas al proyecto, se puede mencionar a la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC), la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), el Instituto Forestal del Paraguay (INFONA) y la Agencia Espacial del Paraguay (AEP). La colaboración del gobierno de la República de China (Taiwán) y del PADF (Fundación Panamericana de Desarrollo, del sistema OEA) fue clave para la iniciativa, la cual incluyó la evaluación de necesidades de datos de actores clave, como por ejemplo, instituciones de seguridad pública, educación, agricultura y medio ambiente, academia y organizaciones humanitarias, acerca de las amenazas locales y el nuevo escenario en el contexto local post-pandemia.

En Paraguay, el Sistema Nacional de Alerta Temprana es liderado por la SEN a través del Centro de Información y Alerta Temprana (CIAT), y ha sido modernizado recientemente con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). No obstante, se puede afirmar, que la mejora es un proceso permanente y continuo, basado en la investigación interdisciplinaria, conformada no sólo por meteorólogos, hidrólogos, geólogos, geógrafos y gestores públicos, sino también por sociólogos, psicólogos, antropólogos, especialistas en comunicación social, así como por los pobladores mismos a través de nuevas prácticas de “ciencia ciudadana”, a fin de tener, no sólo un enfoque más completo de la problemática sino lograr la apropiación social de las soluciones introducidas.



Etapa de difusión de capacidades.

Como fin último de la implementación de Hoja de Ruta de Innovación se busca que las experiencias y desarrollos logrados en el país, tengan el potencial de ser difundidos, exportados y aprovechados en países y mercados con características similares al Paraguay. En una fase de difusión y escalamiento de la adopción de innovaciones, se puede promover lo siguiente:

- Plataformas y sistemas digitales de información y comunicación para beneficiarios y gestores de programas de gestión de riesgos y emergencias, con tecnologías adaptadas y propias.
- Plataformas de integración institucional, público, privado, organizaciones de la sociedad civil, generadoras de información y datos técnicos, promotoras de proyectos de soluciones temporales en situaciones de crisis y de mayor duración luego de desastres.

Los aprendizajes a partir de la construcción de experiencias en el territorio, enfrentando problemáticas propias, pueden servir para la creación y difusión de contenidos y el uso de medios innovadores. En este sentido, se podrá ofrecer:

- **nuevas formas de capacitar, con contenidos innovadores**, dirigidos a actores del sistema de gestión de riesgos de desastres, fortaleciendo la prevención a nivel comunitario;
- **nuevas formas de ofrecer contenidos** a través de **medios tecnológicos innovadores** para campañas de prevención de riesgos y el acceso a medidas de contención, mitigación y respuesta en situaciones de emergencia;
- **contenidos innovadores** dirigidos a personas beneficiarias y gestores de programas de protección social en contexto de desastres; para personas y equipos sobre las operaciones de emergencia y su logística;
- **contenidos innovadores y validados desde la propia experiencia en el país**, para la inserción en el sistema educativo de la gestión de riesgos.









CAPÍTULO

05

**Factores habilitantes.
Capacidades y recursos
de CTI.**

CAPÍTULO

05

Factores habilitantes. Capacidades y recursos de CTI

Los factores habilitantes son condiciones necesarias para la implementación efectiva de los programas y acciones de la Hoja de Ruta. En base a la interacción con los especialistas y la revisión de literatura, emergieron los siguientes cinco factores transversales: (i) Capital humano, (ii) infraestructura y recursos de información, (iii) colaboración internacional, (iv) financiamiento y (v) gobernanza sostenible y marco normativo estratégico.

Capital humano.

De igual importancia es el desarrollo tanto de capacidades individuales como de capacidades organizacionales. En este sentido, los instrumentos de apoyo a la CTI deben centrarse en la formación y mantenimiento de una oferta local de capital humano en disciplinas tales como:

- Ciencias sociales y políticas avanzadas, para el campo de la protección social.
- Matemáticas aplicadas a la computación y para el análisis estadístico.
- Biomedicina, biología molecular y áreas afines, incluyendo las tecnologías multi-ómicas.
- Bioinformática, ciencia de datos y campos relacionados con la inteligencia artificial (IA).

En el campo de la biología aplicada, el capital humano a formar y preservar debe ser capaz de llevar adelante proyectos, como los relacionados con la **biología sintética**, la secuenciación genómica de virus, de modo a acelerar procesos de investigación. Por ejemplo, para el desarrollo de vacunas vivas atenuadas y vacunas recombinantes, entre otros.

En el área de las **matemáticas**, el país cuenta con un número acotado, pero con altas capacidades, de científicos formados en centros de excelencia del exterior y en posgrados stricto sensu de la Universidad Nacional de Asunción. Algunos de ellos se desempeñan hoy fuera del país, dada la calidad de su formación y la ausencia de demandas locales más estructuradas y desarrolladas hacia productos de conocimiento matemático.

El país necesita hoy fortalecer su capacidad nacional para la **ciencia de datos** y la **inteligencia artificial (IA)**, es decir, poder procesar grandes volúmenes de datos de manera eficiente y rápida (demográficos, económicos y de salud), identificar tendencias, patrones y crear modelos analíticos que permitan responder a necesidades específicas de la población. Se debe sensibilizar y capacitar al lado de la demanda, es decir, a los **tomadores de decisión** y a los usuarios de productos y servicios basados en **análisis e inteligencia** de datos, para maximizar efectos e impactos de la inversión en estas áreas de formación de capacidades. De modo a formar y mantener un capital humano calificado, se deberá impulsar la realización de programas de calidad en las siguientes áreas:

- Especialización y posgrado (maestrías y doctorados) en áreas relacionadas con la **gestión de la adaptación al cambio climático**.
- Formación avanzada en matemática para **estudios actuariales**, necesarios para el diseño de modelos y sistemas de protección y seguridad social.
- Fortalecimiento para docentes e investigadores en salud en las universidades.
- Fomento a los **Jóvenes Investigadores**, que permitan la iniciación científica y la mentoría por parte de expertos a través de la ejecución de proyectos concretos.



- **MBA** (maestría en administración de negocios) para **científicos** de disciplinas relacionadas con los desafíos nacionales de innovación.
- Formación de **facilitadores** que intermedien entre los diferentes actores del desarrollo tecnológico para avanzar en acciones y programas de CTI relacionado con los desafíos nacionales de innovación.
- Financiamiento, evaluación y gestión de la formación de capital humano avanzado, a través de iniciativas tales como BECAL, CONAREM, CONES, ANEAES, entre otros.
- **Inserción** de capital humano avanzado en el sector salud.
- Fortalecimiento de la capacidad para gestionar datos geoespaciales, sistemas de información geográfica (SIG) y tecnologías de comunicación para desastres y emergencias.
- La realización de estudios sobre la dotación de recursos financieros y humanos para sistemas y procesos de gestión de riesgos y desastres, así como para otros ámbitos de la protección social, es de alto valor. El país requiere, además:
- Introducción de técnicas necesarias a nivel departamental y nacional, que garanticen la calidad, rapidez y efectividad de los medios de diagnóstico, confirmación de sospecha e identificación de agentes causales de enfermedades de relevancia epidémica.
- **Desarrollar y consolidar grupos de I+D**, centros de **formación técnica** e instituciones de educación superior que se ocupen de estudiar y diseñar servicios, productos y políticas públicas innovadoras para la atención de la salud, especialmente para grupos y zonas vulnerables y en contexto de desastres.

Infraestructura y recursos de información.

Los instrumentos de política de CTI deberían enfocarse en:

Adicionalmente, se requiere:

- Impulsar el **Sistema Nacional de Investigadores** (SISNI), aprovechando la experiencia del Programa Nacional de Incentivo a Investigadores (PRONII), haciéndolo más costo-efectivo y articulando la **Red Nacional de Investigadores para la Salud**, impulsada desde la política de investigación sectorial (MSPyBS).
- Conformar **equipos multidisciplinarios** capaces de combinar ciencias y disciplinas como biología, genómica, virología, epidemiología, bioquímica, matemáticas, estadística, física, (bio-) informática, ciencias sociales y la gestión de políticas públicas.
- Establecer un **sistema integrado de información** para todos los ámbitos relevantes de la protección social, incluyendo a la atención sanitaria y al contexto del riesgo de desastres.
- Facilitar el **acceso a los resultados del Censo 2022 de población, vivienda y pueblos indígenas**, a través de sus bases de microdatos y geoportales desarrollados por el Instituto Nacional de Estadística (INE).
- Mantener actualizado el registro nacional de instituciones destinadas a beneficiarios de protección social.
- Contar con **sistemas de información geográfica** (SIG), mapas y fotos satelitales actualizados.
- Garantizar el acceso a fuentes de **información satelital** valiosa para la lucha contra los incendios, como la proveída por FIRMS, Copernicus Sentinel-2 y Landsat Global Population Dataset para la estimación de la severidad de los incendios.
- Actualizar de manera permanente los **atlas de riesgos de desastres** del país, tanto a nivel nacional como local, como recurso esencial para el reto estratégico.
- Desarrollar una **plataforma digital para la recolección de datos** sobre eventos de salud (tanto formales como los “rumores”).
- Contar con **plataformas de ensayos clínicos** del país y apoyar el acceso y contribución activa de investigadores nacionales a “data sets” abiertos a nivel internacional y bases de datos de ensayos clínicos.



- Promover la construcción y desarrollo de un banco genómico y un biobanco nacional para la investigación de riesgos genéticos asociados a enfermedades de la población paraguaya.
- Crear y fortalecer centros de (súper) computación y matemática aplicada para la vigilancia de la salud y el desarrollo de tratamientos, modelado de interacciones moleculares de virus y compuestos farmacológicos, mapeo de proteínas virales, identificación y descubrimiento de posibles medicamentos.
- Fortalecer laboratorios de evaluación de conformidad, inocuidad, seguridad de medicamentos.
- Fortalecer la infraestructura de los laboratorios y la capacidad del personal en análisis relacionados a la gestión de epidemias.
- Fortalecer y actualizar las bases de datos de información científica (CICCO – CONACYT).
- Promover a largo plazo el desarrollo de capacidades en robótica de precisión para cirugía remota, mediante proyectos que permitan la adquisición de infraestructura y equipos para este propósito.
- Fortalecer el Registro y Vigilancia de Tumores¹⁷.

A continuación se describen, en forma de casos, los desarrollos logrados en el país y las perspectivas para el futuro en áreas de conocimiento como genómica y matemática aplicada, ya que factores condicionantes esenciales para las acciones en el marco de los impulsores de la hoja de ruta:

Caso: Genómica aplicada a las epidemias

Hace veinte años la revista NATURE publicaba reseñas de predicciones que hoy las vivimos. Una realidad que está cambiando las ciencias de la salud, las ciencias de la vida en general y varias industrias derivadas. Más allá de las aplicaciones en el campo de la salud, la genómica colabora con la identificación y control de microorganismos de interés económico para la producción agrícola, y beneficia a la producción pecuaria. A través del análisis genómico hoy se pueden identificar variantes genéticas relacionadas con el aumento de la predisposición a sufrir ciertas enfermedades.

En el Paraguay, se ha venido promoviendo la formación de capital humano en biología molecular para actividades relacionadas con las ciencias básicas biomédicas en los últimos años, gracias a estancias en el extranjero y posgrados nacionales e internacionales. No obstante, los avances en el área re-

quieren de un fortalecimiento permanente de infraestructura adecuada, de alianzas con el sector privado y colaboraciones con centros de excelencia en el exterior. Desde hace más de 15 años, instituciones paraguayas afines a las ciencias biomédicas decidieron formar parte de proyectos como el denominado “Investigación, Educación y Biotecnología Aplicada a la Salud del MERCOSUR”, en donde se desarrollaron valiosas capacidades en ciencias básicas biomédicas, las cuales fueron críticas, para enfrentar los retos de la pandemia por SARS Cov-2. El Laboratorio Central de Salud Pública del Ministerio de Salud (LCSP), el Instituto de Investigaciones en Ciencias de La Salud (IICS) –Universidad Nacional de Asunción y el Centro para el Desarrollo de la Investigación Científica (CEDIC) colaboraron así con centros de Argentina (Instituto de Investigación en Biomedicina de Buenos Aires – CONICET), Brasil (Fundação Oswaldo Cruz) y Uruguay (Instituto Pasteur de Montevideo).

¹⁷ Desde el MSPyBS se ha venido colaborando con la Agencia Internacional de Investigación de Cáncer y la Alianza Global para el Desarrollo de Registros de Cáncer, permitiendo que Paraguay pudiera avanzar, luego de varios años de esfuerzo, en el establecimiento de un programa para la vigilancia del cáncer, para luego construir un sistema de vigilancia de cáncer (VigiCanPy) que cuente con interoperabilidad (FIHR-HL7)



Luego de la pandemia de COVID-19, el país retomó su atención hacia el dengue, el cual viene causando epidemias importantes en Paraguay desde hace más de 20 años, hasta que finalmente fue declarado endémico en el 2009. El brote más notable de Arbovirosis en los últimos años se refiere a la Chikungunya, una de las más grandes reportadas en las Américas. El Laboratorio Central de Salud Pública, dotado de las capacidades requeridas, fue el encargado de secuenciar el ARN viral, describiéndolo como un linaje que pertenece al genotipo asiático, pero procedente del Brasil. En esos años también hubo co-circulación de otros arbovirus, como Zika y DEN1 de manera considerable.

Anteriormente, para poder identificar el código genético de microorganismos se debía recurrir a métodos muy laboriosos y costosos, ya que debían prepararse cultivos, expandir las secuencias y obtener los resultados. En el área de la salud, gracias a la reducción en los costos y el aumento en el uso de la “secuenciación de nueva generación” se pueden tomar mejores decisiones en los tratamientos y en la prevención de distintas enfermedades.

A modo ilustrativo acerca de cómo se han reducido los tiempos de desarrollo, el 11 de enero de 2020, el Centro Clínico de Salud Pública de Shanghai publicaba en Internet la primera secuenciación genómica del coronavirus que causa el SARS-CoV-2 (COVID-19). El 15 de febrero, en la Universidad de Carolina del Norte ya empezaban a crear una copia del virus a partir de la secuenciación genómica publicada.

En el marco de la biología sintética, a partir de la secuenciación genómica del virus, es posible sintetizar copias del virus completo y de partes del virus en pocos días, contribuyendo a acelerar los procesos de investigación, permitiendo así estudiar tratamientos, vacunas y mutaciones. Las capacidades de edición genética de precisión ofrecen hoy nuevas oportunidades para el desarrollo de terapias genéticas basadas en ARN.

Para aprovechar el potencial de la revolución genómica, incluyendo la emergente “medicina personalizada”, el Paraguay podría avanzar, tanto hacia la creación de bancos genómicos, que se centran específicamente en almacenar y utilizar datos genéticos (datos de secuencias de ADN/ARN y variantes genéticas), como hacia la creación de biobancos, que consideren una variedad de muestras biológicas y datos clínicos, proporcionando un recurso integral para una amplia gama de investigaciones biomédicas y de salud pública. Este tipo de iniciativas representa un desafío para las entidades promotoras de la salud en la actualidad, ya que se requiere resolver aspectos técnicos, éticos y de seguridad para gestionar, almacenar, acceder e integrar datos genómicos masivos.

Es más, hoy en día, la metagenómica surge como un siguiente paso para el estudio del material genético recuperado directamente de muestras ambientales, ya que en lugar de enfocarse en un único organismo, se analizan los genomas de todas las especies presentes en una muestra dada.

Es fundamental potenciar la formación en genómica, así como en la interpretación de datos asociados, a través de la bioinformática, de modo a reducir la vulnerabilidad y dependencia tecnológica en este campo, así como permitir al Paraguay ser socio en emprendimientos internacionales con capacidades de contrapartida y no sólo como receptor pasivo de soluciones desarrolladas por terceros. Esto puede permitir acortar plazos para acceder a tratamientos y vacunas en futuras pandemias. Más allá de lo epidemiológico, la conjunción de las disciplinas mencionadas está impulsando el desarrollo de la medicina y otras áreas de “conocimiento profundo” de entidades biológicas. El contar con proyectos estratégicos de mediana y larga duración es un condicionante para retener el capital humano formado. Una visión factible hoy, debería considerar la creación de un centro de excelencia regional, en Paraguay, con colaboración internacional permanente.



Caso: El rol de las matemáticas aplicadas a las crisis sanitarias y climáticas

La pandemia del nuevo coronavirus fue el primer desafío que provocó una reacción de la ciencia a nivel global, poniendo a prueba la capacidad de respuesta de la política científica de los países. Todos colaboraron en la búsqueda de respuestas y soluciones. Otras investigaciones se detuvieron, debido al cambio de prioridades y a las medidas de distanciamiento social, como restricciones en el acceso a los laboratorios. La crisis llegó en un momento en el que el sistema científico alcanzaba un mayor nivel de sofisticación, en comparación con el pasado. Internet, la creciente cultura de ciencia abierta y la convergencia de las tecnologías digitales y la biotecnología, transformaron el panorama de la investigación y desarrollo.

Las matemáticas jugaron un papel crucial durante la pandemia del COVID-19 en diversas áreas que abarcan desde la modelización de la propagación del virus hasta la optimización de recursos y el análisis de datos para la toma de decisiones. Los modelos epidemiológicos fueron fundamentales para predecir la propagación del virus. Estos modelos ayudaron a entender cómo se transmite el virus, estimar el número de infecciones, y evaluar el impacto de diferentes intervenciones (como cuarentenas y vacunaciones). El uso de estadísticas avanzadas y técnicas de “machine learning” permitió realizar predicciones sobre la evolución de la pandemia.

Estos métodos proporcionaron proyecciones a corto y largo plazo sobre el número de casos, hospitalizaciones y muertes, lo que ayudó a los gobiernos a planificar y responder de manera más efectiva. La optimización matemática fue clave para gestionar y distribuir recursos médicos limitados, como camas de hospital y vacunas. Modelos de optimización ayudaron a decidir cómo asignar estos recursos para minimizar el impacto de la pandemia. Los matemáticos desarrollaron modelos para diseñar estrategias de vacunación óptimas, considerando factores como la eficacia de la vacuna, las tasas de infección y las características demográficas de la población. Estos modelos ayudaron a determinar el orden y la prioridad de vacunación para maximizar la inmunidad de la población y minimizar las muertes. El análisis matemático per-

mitió evaluar la eficacia de diversas políticas públicas, como el uso de tapabocas, el distanciamiento social y la cuarentena “inteligente”. Modelos cuantitativos ayudaron a entender el impacto de estas medidas y a ajustar las estrategias en función de los resultados. Las matemáticas también desempeñaron un papel en la investigación de vacunas y tratamientos, utilizando modelos bioinformáticos para entender la estructura del virus, simular interacciones moleculares y acelerar el desarrollo de terapias eficaces. Los modelos de redes ayudaron a entender y analizar las interacciones sociales y la propagación del virus a través de diferentes grupos de población.

Más allá de la crisis sanitaria instalada con la pandemia, mirando el futuro, cada vez serán más necesarias las capacidades matemáticas de un país para poder modelar y simular sistemas de gran porte, como, por ejemplo, los fenómenos climáticos, atmosféricos e hidrológicos, con un impacto significativo en la población y la economía paraguaya. La capacidad nacional en ciencias básicas, si bien es incipiente, **existe y tiene focos concentrados de excelencia**.

Las olimpiadas de matemáticas fueron clave para este logro, en particular, desde la realización de la primera “Escuela de Matemática” en Paraguay, en el año 2005, a partir de la cual se han formado jóvenes brillantes, quienes en su mayoría cuentan hoy con doctorados obtenidos en prestigiosas instituciones de nivel mundial.

Las demandas del país vinculadas al desarrollo de modelos matemáticos, geometría, álgebra, optimización computacional, computación científica, probabilidades, dinámica de fluidos, sistemas dinámicos, economía matemática, computación gráfica, ciencias de la computación, pueden ser complementadas con requerimientos y oportunidades internacionales existentes, así como por colaboraciones con centros de excelencia regionales e internacionales para la realización de proyectos conjuntos. Por otro lado, áreas clave para el presente y el futuro de las



matemáticas, incluyen al análisis topológico de datos, geometría simpléctica, teoría de representación, estructuras algebraicas y geométricas, en las que se podrá preservar la competitividad de los matemáticos paraguayos y hacerlo crecer. Se requiere sí, de la articulación y movilización de recursos que permitan formar y retener capital humano avanzado. Es fundamental evaluar la situación actual, como punto de partida y actuar considerando una etapa en la cual se pueda repatriar y conectar a compatriotas matemáticos y pares extranjeros, a través de la formación de equipos más estables, mediante programas de mediano y largo plazo, con diseños organizacionales (ej. redes de laboratorios y grupos de I+D) y jurídico-administrativos que permitan colaborar con mercados internacionales y facilitar la movilidad de talentos desde y hacia el Paraguay. El trabajo interdisciplinario con más matemáticos participando, puede ser foco del financiamiento nacional también, desde un punto de vista estratégico, dentro de una política científica “orientada a misión”.

Finalmente, de acuerdo a la UNESCO, las ciencias básicas “son la base de los mayores avances tecnológicos que impulsan la innovación, son esenciales durante el entrenamiento de futuros profesionales y fundamentales para el desarrollo de capacidades de toma de decisiones”.

Financiamiento.

En cuanto al acceso a recursos financieros para la adquisición y desarrollo de recursos y capacidades, los instrumentos de política de CTI deben centrarse en:

- Desarrollar **convocatorias** permanentes para el financiamiento de proyectos de I+D+i, con calendarios pre-determinados, tiempos y reglas claras.
- Desarrollar convocatorias específicas para el financiamiento de proyectos de I+D relacionados con **epidemias, enfermedades de importancia social** (crónicas, catastróficas, entre otros) y **enfermedades negligenciadas** (como la leishmaniosis, el Mal de Chagas, la tuberculosis). En este sentido, se recomienda separar convocatorias específicas para proyectos de ciencias básicas (matemática, física, química, biología) y la investigación fundamental de otras áreas de la ciencia más orientadas a la aplicación.
- Desarrollar convocatorias específicas para el financiamiento de **proyectos de I+D “no médicos”,** o “no clínicos” (Ej. interacción de determinados virus con el cambio climático).
- Aumentar la **colaboración** en proyectos de I+D **entre territorios** del país.
- Crear, desarrollar y promover las **incubadoras de empresas de base científica y tecnológica.**
- Fomentar la sostenibilidad financiera de largo plazo para el desarrollo capacidades nacionales de I+D+i, diferenciando un **“financiamiento basal”** y otro para proyectos mediante mecanismos “concursables”. Además, se debe introducir el modelo de “I+D contratada” para vincular y **desarrollar oferta y demanda de conocimiento** técnico y científico.



Colaboración internacional.

Una línea fundamental es el apoyo de iniciativas que faciliten y promuevan la colaboración internacional en CTI para dar apoyo a la Hoja de Ruta. En este sentido, se recomienda:

- Promover la creación de **alianzas estratégicas con centros de excelencia** internacionales para la conformación de programas internacionales estratégicos de I+D+i que apunten a la radicación de unidades organizacionales y centros en el país,
- Facilitar la celebración de convenios y acuerdos de cooperación regional e internacionales para el uso de instalaciones avanzadas en física de altas energías y **big science** (ciclotrones, sincrotrones), ya que se trata de infraestructura fundamental para establecer vínculos con el **futuro del desarrollo de nuevos materiales** y conocimientos.
- Involucrar al servicio exterior, al Ministerio de Relaciones Exteriores en actividades de sensibilización, conocimiento y acciones estratégicas de la **diplomacia científica** que facilite el desarrollo de acciones de cooperación académica y científica con países y bloques Internacionales.

Gobernanza sostenible y marco normativo estratégico.

Finalmente para lograr de una gobernanza sostenible favorable para el desarrollo de capacidad científica y tecnológica nacional, se recomienda:

- Promover una **regulación que aliente el desarrollo de nuevos** productos, tratamientos y servicios innovadores para la atención sanitaria a grupos vulnerables en contexto de emergencias, desastres, epidemias, pandemias, así como para el desarrollo de kits de diagnóstico.
- Promover la introducción de "**sandbox regulatorios**" e "**innovation testbeds**", mecanismos que aún no se han probado en el país, para el desarrollo de productos, dispositivos biomédicos, equipos de protección para personal médico y sanitario, tratamientos y otros

similares. Estos mecanismos pueden estar vinculados a programas de "compras innovadoras" por parte del Estado.

- Conformar y activar "**Comités Asesores Científicos**", integrados por expertos que sean consultados en la formulación y gestión de políticas públicas intensivas en conocimiento.
- Actualizar **legislación sobre ética humana y animal** para la I+D+i y conformar el **Comité Nacional de Ética** de la Investigación en Salud.
- Promover acciones alineadas con **estrategias y políticas sectoriales** como:
 - La Agenda Nacional de Investigación en Salud, la Política Nacional de Salud y Política Nacional de Investigación e Innovación en Salud, que requiere actualización permanente, la Política Nacional de Gestión y Reducción de Riesgos de Desastres y Plan de Gestión Integral, Políticas de control del mercadeo de productos que puedan afectar la salud, y la Política y Agenda Nacional en CTI, Plan Nacional de TICs (incluyendo la Agenda Digital), la Estrategia Nacional de Ciberseguridad.

Será fundamental, realizar esfuerzos para **augmentar el capital social**, es decir, la capacidad de trabajo en equipo y la confianza entre los actores del sistema de protección social, atención a desastres y salud. Así también:

- Rediseñar procesos para **reducir la burocracia excesiva** que no favorece el desarrollo de proyectos de I+D en el país, y que desalienten la colaboración internacional.
- Fortalecer el **ecosistema de I+D+i** para contribuir a una mejor atención de la salud a grupos vulnerables, gestionar los riesgos por epidemias, las consecuencias del cambio climático y otros shocks externos.
- Promover una **gobernanza de datos** que facilite la articulación entre actores relevantes del sistema de protección social y de respuesta a desastres, garantizando la calidad y completitud de datos. Debe prestar especial atención a la gobernanza de datos en el ámbito de la salud, para apoyar la toma de decisiones en este sector.
- Crear y promover un marco adecuado para la creación de "**spin off**" (adyacencias organizacionales) en el ámbito **académico y corporativo**.



Análisis estratégico de tecnologías clave

El proceso de construcción de la hoja de ruta adoptó una definición de “tecnología” en un sentido amplio, es decir, “conocimiento” o “ciencia de la técnica”, aplicada a sistemas sociales, biológicos o de ingenierías, “tecnologías sociales”, de gestión y organización, nuevos medios de comunicación de contenidos, así como dispositivos, infraestructura y artefactos de ingeniería.

El uso de la **plantilla de tecnologías (ver ANEXO – Metodología)** permitió identificar y visualizar a las diferentes técnicas y conocimientos técnicos relevantes para el eje temático abordado, y en especial, apreciar sus aportes al contexto de aplicación, en el presente y el futuro.

Las tecnologías tienen **ciclos de vida** y **rivalizan** con otras a lo largo del tiempo. Por ello, es importante referirse a **tendencias**, partiendo desde una retrospectiva, el estado del arte, e indicar las tendencias de corto, mediano y largo plazo. De forma a darle un propósito al análisis, se realizó una revisión del **contexto de aplicación**, no sólo valorando los usos y beneficios de la aplicación de las tecnologías, sino evaluando el impacto de su ausencia.

Durante la realización de los talleres presenciales, se hizo referencia a un conjunto de métodos y técnicas. En el caso de **procesos de investigación científica**, se pueden citar: Métodos de investigación cualitativos y cuantitativos, matemática aplicada, teoría de probabilidades, métodos de evaluación (ex post, impacto), análisis costo-beneficio, costo-eficiencia, costo-efectividad, investigación-acción participativa, ciencia ciudadana. I+D Multidisciplinaria, estadísticas basadas en censos y encuestas. Con mayor relevancia para su aplicación en el contexto de los riesgos sanitarios, se pueden citar a las ciencias básicas - matemática, física, química - virología, microbiología, ensayos clínicos, epidemiología, tecnologías multi-ómicas, neurociencias, geo-psiquiatría, geo-psicología.

En el marco de las disciplinas que intervienen la **gestión organizacional, gestión de procesos y proyectos, gestión de la I+D, gestión de la innovación**, se hizo referencia a lo siguiente: Diseño centrado en usuarios, Gestión del cambio (cultural), Gestión de la Experiencia de Usuarios UX, Gestión de (proyectos de) I+D, Gestión de propiedad intelectual, Mecanismos de transferencia tecnológica; Gestión de procesos – BPM; Gestión de proyectos – “Optimal Initial Planning” tradicional, agilidad en proyectos, Gestión de riesgos; Incubación de negocios, corporativa; Innovación abierta, desafíos; Innovación orientada a diseño, Innovación soft, Innovación social, Modelos de negocio innovadores, hackatones y datatones; uso de drones, microcontroladores, robótica y tecnologías de precisión para el monitoreo e intervenciones de campo. Entre las tecnologías más citadas, aplicadas a diferentes campos de las **ingenierías**, se citan, para el ámbito de los riesgos de desastres, a las tecnologías de construcción civil apropiada para riesgos de desastres; hidrología, mecánica de fluidos, mecánica computacional; laboratorios de evaluación de conformidad, desarrollo de normas técnicas.

Para el ámbito de los riesgos sanitarios, se consideraron: biología molecular, biomedicina, biotecnologías; aplicaciones de radiología, física de altas energías, medicina nuclear; laboratorios de evaluación de conformidad sanitaria, seguridad, inocuidad. En el campo de las **tecnologías digitales y las ciencias de computación**, se mencionó: la transformación digital de organizaciones y procesos, análisis de datos – toma de decisiones basada en datos; automatización de procesos de organizacionales/negocios; ciencia de datos, ingeniería de datos, text mining, visualización de datos, machine learning, chatbots, IA autónoma; estadísticas basadas en registros administrativos (digitalizados); geoportales, sistemas de información geográfica - SIG, uso de recursos y datos geoespaciales, Imágenes satelitales; realidad virtual, aumentada para capacitación, sensibilización. De manera más específica para los riesgos sanitarios: telemedicina, telediagnóstico, Bioinformática, robótica de precisión y telemática.







Tecnologías Clave para el desafío “Paraguay más protegido y resiliente”.

Esta sección realiza un análisis de tendencias de dos grupos de tecnologías clave que fueron referidos como esenciales y estratégicos por el panel de expertos participantes de los talleres presenciales.



1. Tecnologías de información y comunicación



Contexto de aplicación estratégica.

Es alta importancia para los países en vías de desarrollo, avanzar en la creación de capacidades para manejar las tecnologías de información y comunicación (TIC). En caso de no contar con capacidades propias en el uso y desarrollo de las TIC, el país se arriesga a enfrentar varios desafíos críticos en la gestión, traducidos en: respuestas lentas y descoordinadas ante crisis, el aumento de la vulnerabilidad sanitaria, limitaciones en el monitoreo de enfermedades, restringiendo el acceso a los servicios de salud, un incremento en el riesgo de pérdidas económicas para las familias, los establecimientos productivos y el Estado. Esto a su vez puede impactar en retrocesos en el desarrollo, endeudamiento, ensanchamiento de brechas sociales, entre otros.

Las TIC tienen el potencial de mejorar la gestión de información y toma de decisiones, antes, durante y después de situaciones de emergencia, así como lograr una mejor asignación de recursos y esfuerzos en acciones destinadas a la protección social, incluyendo la atención primaria de la salud. En los últimos años, el desarrollo y consolidación de disciplinas como la “informática social”, han ayudado a comprender y mejorar la forma en que las TIC se integran en la vida cotidiana de las personas, cómo pueden ser diseñadas para promover el bienestar social e incluso, contribuir con la participación ciudadana en la planificación, ejecución y monitoreo de proyectos a nivel comunitario.



Descripción de la tecnología: Las TIC actualmente se definen como el uso de sistemas computacionales, software y redes para la creación, procesamiento, almacenamiento, intercambio y seguridad de datos e información. Las TIC abarcan una amplia gama de tecnologías y prácticas que se utilizan en todos los sectores para mejorar la eficiencia, la comunicación y la toma de decisiones. Entre los componentes de las TIC se pueden citar: Hardware: Computadoras y Servidores, Dispositivos de Red, Dispositivos Móviles; Software: Sistemas Operativos, Aplicaciones, Software de Base de Datos; Redes y Comunicaciones: Redes de Área Local (LAN) y Redes de Área Amplia (WAN), Internet y Protocolo de Internet (IP), Tecnologías de Comunicación Wireless; Seguridad de la Información: Ciberseguridad, Seguridad de la Red, Protección de Datos; Almacenamiento de Datos: Almacenamiento en la Nube, Dispositivos de Almacenamiento Físico; Gestión de Datos y Análisis: Big Data, Inteligencia de Negocios (BI), Ciencia de Datos y Analítica Predictiva; Computación en la Nube: Servicios en la Nube, Modelos de Nube (pública, privada e híbrida); Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático o Machine Learning (ML): Algoritmos y Modelos, Aplicaciones de IA; Internet de las Cosas (IoT): Dispositivos Conectados, Plataformas IoT; Prácticas DevOps y Automatización de procesos; Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR): con Tecnologías Inmersivas.

Tendencias tecnológicas

Hitos históricos clave: En los últimos 20 años, las TIC experimentaron importantes cambios y avances, por ejemplo: La expansión mundial de Internet y la Web 2.0, con el surgimiento de plataformas interactivas y colaborativas como blogs, wikis, redes sociales y sitios para compartir de contenidos; el avance de la movilidad y los dispositivos portátiles, como los smartphones, la evolución de las redes móviles desde 2G a 3G, y hacia finales de la década, el inicio de 4G; Computación en la Nube, con servicios específicos para la Nube y el desarrollo del Software como Servicio (SaaS); la virtualización de servidores Virtuales; la ciberseguridad ante amenazas como los virus, el malware y ataques de phishing; las redes sociales, el marketing digital; los sistemas de gestión de conteni-

dos (CMS); el software de Código Abierto (Open Source); el almacenamiento de datos para la reducción de costos, los sistemas de Almacenamiento en Red; el E-commerce y el Pago Electrónico (pagos online); tecnologías de ERP y CRM; el BI y Analítica. Se da una adopción masiva de servicios en la nube y un fuerte crecimiento del SaaS, Plataformas como Servicio (PaaS) e Infraestructuras como Servicio (IaaS), permitiendo a las organizaciones escalar sus operaciones y reducir costos de infraestructura. Emergen con fuerza el Big Data y Analítica, para procesar y analizar grandes volúmenes de datos; el Data Science y Machine Learning, para poder realizar análisis predictivos y prescriptivos; la IA y el desarrollo de algoritmos avanzados, incluyendo redes neuronales profundas (deep learning), con nuevas aplicaciones empresariales, desde la atención al cliente con chatbots hasta el análisis de datos y la automatización de procesos; la IoT, con la proliferación de dispositivos conectados, desde hogares inteligentes, ciudades inteligentes, manufactura hasta la atención médica; se desarrolla aún más la ciberseguridad, con el aumento de amenazas cibernéticas; el blockchain, criptomonedas y criptoactivos; automatización de procesos, tareas repetitivas, Robots autónomos y drones para aplicaciones en logística, agricultura y manufactura; 5G y Conectividad Avanzada; nuevas aplicaciones en áreas como vehículos autónomos, telemedicina y ciudades inteligentes.

Estado del arte: Las TI se caracterizan hoy por una integración avanzada y expansiva de computación en la nube, IA, big data, y IoT. La nube permite una gran escalabilidad y flexibilidad, mientras que la IA y el machine learning impulsan la automatización y el análisis predictivo en diversas industrias. De acuerdo a Gartner Group (2024), se pueden clasificar las tecnologías emergentes y tendencias tecnológicas de mayor impacto en torno a cuatro temas clave: Mundo “Smart” (inteligente), Revolución de la productividad, Privacidad y transparencia, Factores habilitantes esenciales.

De manera similar a las interacciones analógicas, las interfaces multimodales implican diferentes entradas (lenguaje hablado o escrito, control de señales cerebrales y musculares,



movimientos y gestos, expresiones faciales o movimientos de la mirada, o tacto) según el caso de uso. Las interacciones se pueden personalizar aún más con un “gemelo digital” o “virtual” que refleje a un individuo único para anticipar comportamientos para abordar casos de uso como atención médica al paciente, servicios financieros y comerciales, y servicios gubernamentales y sociales.

Las aplicaciones basadas en IA estimularán una revolución de la productividad, impulsada en gran medida por la IA generativa. En 2023, la IA generativa se popularizó como una tecnología integrada por asistentes virtuales, aplicaciones empresariales y motores de búsqueda y soluciones de visión por computador. Esto da como resultado mejoras en las funciones existentes y agrega nuevas funcionalidades y potencial de automatización a las aplicaciones existentes.

El potencial de productividad de la IA generativa es lo que está impulsando en gran medida su adopción generalizada en las organizaciones actualmente. La IA está ampliando su aplicación en los terminales existentes y se está aplicando a nuevos terminales, como cámaras, vehículos aéreos no tripulados (UAV en Inglés), dispositivos IoT y satélites. Los avances en las técnicas de IA, como el aprendizaje autosupervisado, los datos sintéticos y la compresión de modelos, son cada vez más importantes, ayudando a las organizaciones a superar las limitaciones de hardware y accesibilidad de datos.

Rivalidades y complementariedades tecnológicas actuales y futuras.

La computación **cuántica** tiene el potencial de resolver ciertos tipos de problemas mucho más rápido que las computadoras tradicionales, lo que podría transformar áreas como la criptografía, la simulación de moléculas y la optimización. Blockchain ofrece una forma descentralizada y altamente segura de registrar transacciones, rivalizando con los sistemas tradicionales de bases de datos y las infraestructuras de seguridad actuales. La AR y la VR pueden reemplazar métodos tradicionales de capacitación, diseño y entretenimiento, proporcionando experiencias inmersivas que las TIC tradicionales no pueden ofrecer. Las redes neuronales profundas y el aprendizaje profundo, aunque forman parte de las TIC, a veces se consideran tecnologías de próxima generación que pueden superar a los métodos de IA tradicionales en precisión y capacidad.

Las interfaces cerebro-computadora podrían revolucionar la forma en que interactuamos con las máquinas, proporcionando un método de comunicación directa entre el cerebro humano y las computadoras. Los sistemas de energía inteligente, incluyendo las redes eléctricas inteligentes (smart grids) y las tecnologías de energía renovable, están transformando la infraestructura energética, un campo que se entrelaza con las TIC en términos de gestión y optimización. Las soluciones médicas y materiales están ofreciendo nuevas formas de abordar problemas que tradicionalmente se manejaban con TIC, como la mejora de la salud humana y la creación de nuevos materiales con propiedades avanzadas.

La IoT y Edge Computing a menudo compiten con los modelos tradicionales de computación centralizada al trasladar el procesamiento de datos más cerca de donde se generan. Las redes privadas 5G y otras tecnologías avanzadas de conectividad pueden ofrecer soluciones específicas para industrias que requieren mayor control y seguridad que las redes públicas tradicionales no pueden proporcionar.



Recursos de base y activos complementarios.

Para que se establezcan las nuevas tendencias de futuro en las TIC, se necesitan una serie de activos complementarios y recursos esenciales para la adopción, implementación y evolución de dichas tecnologías. Los más importantes son:

Infraestructura Tecnológica Redes de Alta Velocidad (Implementación de redes 5G y fibra óptica para soportar la conectividad de alta velocidad necesaria para tecnologías avanzadas), Centros de Datos Modernos (capacidad de almacenamiento y procesamiento en la nube, así como edge computing).

Capital Humano y Conocimiento Formación y Educación en áreas como inteligencia artificial, ciencia de datos, ciberseguridad y desarrollo de software; talento especializado (Disponibilidad de profesionales con habilidades avanzadas en tecnologías emergentes y gestión de TI).

Regulación y Políticas Marco Regulatorio Adecuado (Normativas que faciliten la innovación y el desarrollo tecnológico, incluyendo la protección y gobernanza de datos y la ciberseguridad); Incentivos Gubernamentales (Políticas de apoyo para fomentar I+D).

Ecosistema de Innovación Centros de Investigación y Desarrollo dedicadas a la investigación tecnológica y la innovación.

Colaboración Público-Privada Asociaciones entre gobiernos, universidades y empresas para promover el desarrollo tecnológico.

Capital Financiero - Inversión en I+D adecuada; Capital de Riesgo, Estándares y Protocolos, Interoperabilidad, Seguridad.
- Capacidades propias de Desarrollo, con herramientas y plataformas la faciliten la creación y despliegue de nuevas aplicaciones tecnológicas.

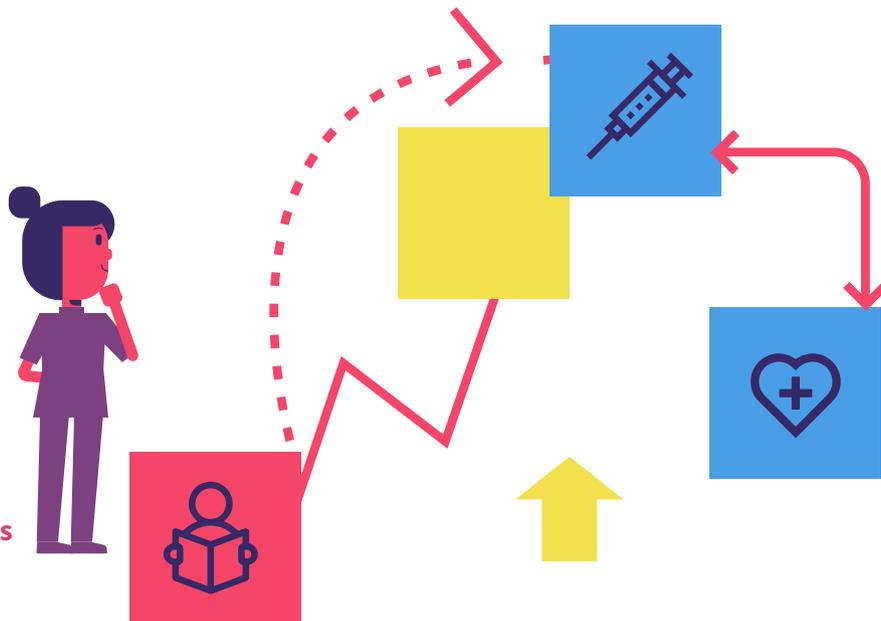
Cultura de Innovación Fomento de una cultura organizacional y social que valore la innovación y esté dispuesta a experimentar con nuevas tecnologías, cambio organizacional

Infraestructura de Seguridad Ciberseguridad, Protección de Datos, Infraestructura Legal y Ética; Regulación Internacional y gobernanza de tecnologías globales (IA y blockchain).

Fuentes de información para el análisis. Existen informes y estudios que realizan análisis sobre la actualidad de los desarrollos más recientes y las previsiones a futuro en el ámbito de las TIC. Estas fuentes presentan un amplio espectro de perspectivas y análisis sobre la evolución y las tendencias futuras en el campo de las tecnologías, las cuales pueden ser aprovechadas por tomadores de decisiones estratégicas, a nivel de organizaciones, privadas y públicas. El referente más conocido es Gartner Group, el cual prepara informes como: Emerging Tech Impact Radar:2024, Magic Quadrant, Hype Cycle. Además se puede citar a IDC (International Data Corporation), Forrester Research, GigaOm, TechCrunch, McKinsey, ADL, Accenture.



2. Genómica y las demás tecnologías multi-ómicas



Contexto de aplicación estratégica.

La creación de capacidades para manejar tecnologías genómicas y multi-ómicas es fundamental para los países en vías de desarrollo por varias razones clave que impactan directamente en la salud pública, el desarrollo económico y la capacidad de respuesta a emergencias. Estas tecnologías permiten la rápida secuenciación de virus y bacterias, ayudando a identificar cepas y mutaciones durante brotes epidémicos. Facilitan el monitoreo de la propagación de enfermedades y la identificación de rutas de transmisión, crucial para contener epidemias. Aceleran el descubrimiento de nuevos fármacos y el desarrollo de vacunas al proporcionar una comprensión detallada de los mecanismos biológicos y moleculares. Ayudan a diseñar ensayos clínicos más precisos y efectivos, optimizando la investigación y el desarrollo farmacéutico. Estas tecnologías permiten identificar enfermedades y condiciones genéticas con mayor precisión, facilitando diagnósticos tempranos y tratamientos adecuados. Ayudan a desarrollar tratamientos personalizados basados en el perfil genético del individuo, mejorando la eficacia de las terapias y reduciendo efectos secundarios. Aceleran el descubrimiento de nuevos fármacos y el desarrollo de vacunas.

Si un país en vías de desarrollo no desarrolla capacidades propias para manejar tecnologías genómicas y multi-ómicas, enfrentará varios desafíos y limitaciones significativas, con diagnósticos más lentos, menos precisos, más caros, retrasando el tratamiento y control de enfermedades. Los países sin capacidades propias dependerán de la importación de tecnologías y servicios genómicos, lo que puede ser costoso y logísticamente complicado, en especial, reconociendo la experiencia reciente durante la pandemia de COVID-19, en donde países con mayores recursos de compra, transporte, capacidades de negociación y colaboraciones científicas consolidadas, acapararon el acceso a recursos, reactivos, equipos de protección para médicos y personal de laboratorio. La dependencia de otros países para acceder a tecnologías críticas, más aún en situaciones de emergencia global, es una amenaza a la seguridad nacional, exacerbando desigualdades y generando pérdidas humanas, en especial, en grupos más vulnerables de la población.



Descripción de la tecnología. Las tecnologías multi-ómicas se refieren a un enfoque integral y multidimensional para el estudio y análisis de los sistemas biológicos, que combina múltiples "ómicas" para proporcionar una visión más completa de la biología y las enfermedades. Cada "ómica" representa un área específica de estudio para diferentes aspectos de la biología molecular.

Entre las principales tecnologías multi-ómicas se pueden citar a las siguientes: Genómica (estudio del conjunto completo de ADN – genoma – de un organismo, incluyendo la secuenciación y análisis de genes; transcriptómica (análisis del conjunto completo de ARN transcritos en una célula o tejido; proteómica (estudio del conjunto completo de proteínas – proteoma – expresadas por un organismo o sistema biológico); metabolómica (estudio del conjunto completo de metabolitos pequeños - metaboloma – presentes en una célula, tejido u organismo; epigenómica (estudio de las modificaciones químicas en el ADN y las histonas que afectan la expresión génica sin alterar la secuencia del ADN, respuesta a factores ambientales, desarrollo de enfermedades y envejecimiento); microbioma (análisis del conjunto de microorganismos – microbiota – y sus genes presentes en un entorno específico, como el intestino humano); lipidómica (estudio del conjunto completo de lípidos (lipidoma) en una célula o organismo); Glicómica (Estudio del conjunto completo de glicanos – azúcares complejos – presentes en un organismo).

El enfoque multi-ómico integra datos de todas estas áreas para proporcionar una visión holística de los procesos biológicos y las enfermedades. Esto permite una mejor comprensión de las interacciones y las redes biológicas complejas, así como la identificación de nuevas posibilidades terapéuticas y biomarcadores. La genómica y demás tecnologías multi-ómicas pueden ser aplicadas en campos tales como: la medicina personalizada (tratamientos específicos basados en el perfil de cada individuo), la investigación de enfermedades (identificación de mecanismos subyacentes y nuevas estrategias terapéuticas en enfermedades complejas como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y las enfermedades neuro-

degenerativas), el descubrimiento de biomarcadores (para el diagnóstico, pronóstico y seguimiento de enfermedades), así como para la producción de biofármacos.

Tendencias tecnológicas

Hitos históricos clave. En los últimos 20 años se dieron los grandes avances que sentaron las bases para la genómica moderna. El Proyecto Genoma Humano (PGH) se inició en 1990, como una iniciativa del “big science” internacional que buscó secuenciar y mapear todos los genes del genoma humano. Involucró a instituciones de varios países, fomentando la colaboración científica global. En ese período se desarrollaron las técnicas de secuenciación. Se introdujo la automatización del proceso, que permitió secuenciar grandes cantidades de ADN de manera más eficiente. Se inició el desarrollo de mapas genéticos de alta resolución que identificaron la posición relativa de genes en los cromosomas humanos, así como mapas físicos del genoma utilizando clones de ADN y técnicas de marcadores moleculares para determinar la ubicación precisa de fragmentos de ADN; se desarrolló la bioinformática, con la creación de software y bases de datos para manejar y analizar grandes volúmenes de datos genómicos, así como los algoritmos y métodos computacionales para ensamblar secuencias de ADN y analizar la información genética; se desarrolló la tecnología de Microarrays, para estudiar la expresión génica y realizar análisis genómicos a gran escala, las cuales se usan para investigar patrones de expresión génica en diferentes condiciones biológicas y enfermedades; se introdujo la genética comparativa, con la secuenciación de genomas de modelos biológicos.

Las tecnologías genómicas experimentaron avances significativos que transformaron la investigación genética y la medicina, con las tecnologías de secuenciación de nueva generación que permitieron la secuenciación de ADN a gran escala con mayor velocidad y menor costo, dando aparición a plataformas como 454 Life Sciences, Illumina, y SOLiD, que revolucionaron la capacidad de secuenciación. Se inició el crecimiento de la genómica personalizada, utilizando información genética individual para personalizar tratamientos y terapias.

Se estudiaron las variaciones genéticas afectan la respuesta a los medicamentos, llevando al desarrollo de tratamientos más efectivos y seguros. Se desarrolló la metagenómica, para estudiar comunidades microbianas en diferentes entornos, incluyendo el microbioma humano. Se avanza con el desarrollo de Bases de Datos y Herramientas Bioinformáticas avanzadas para analizar y gestionar grandes volúmenes de datos genómicos, se secuencian genomas de diversos organismos, incluidos animales, plantas y microorganismos, para estudios comparativos, se investigan las redes de regulación génica y su impacto en la biología celular. Se introduce el debate sobre las implicaciones éticas, legales y sociales de la investigación genómica y el uso de datos genéticos.

En los últimos años, el costo de la secuenciación del genoma completo disminuye drásticamente, haciendo que esta tecnología sea accesible para una gama más amplia de aplicaciones y estudios. También mejoran la velocidad y la precisión de las plataformas, permitiendo secuenciar más genomas en menos tiempo. La tecnología CRISPR-Cas9 revoluciona la edición genética, permitiendo modificaciones precisas y eficientes del ADN en una amplia variedad de organismos, con aplicaciones en ensayos clínicos para tratar enfermedades genéticas, cáncer y otras condiciones. Se avanza en el análisis genómico de tumores para identificar mutaciones específicas y desarrollar tratamientos dirigidos, en donde proyectos como el “Cancer Genome Atlas” mapean las alteraciones genómicas en muchos tipos de cáncer, mejorando la comprensión y tratamiento de la enfermedad. Se realiza la secuenciación metagenómica para estudiar las comunidades microbianas en el cuerpo humano y su relación con la salud y la enfermedad, de modo a poder desarrollar terapias basadas en el microbioma. Se logran grandes avances en la bioinformática y el Big Data, con el desarrollo de herramientas y algoritmos avanzados para manejar y analizar grandes volúmenes de datos genómicos. En paralelo se aplican tecnologías de inteligencia artificial y machine learning para interpretar datos genómicos y predecir resultados clínicos. Se secuencian genomas de poblaciones diversas para comprender mejor la variabilidad genética y la evolución humana.

La convergencia de las tecnologías multi-ómicas continúa transformando la investigación científica y el tratamiento de enfermedades, marcando una nueva era en la biología y la medicina. En los últimos 20 años, las tecnologías multi-ómicas han evolucionado de manera significativa, impulsando avances cruciales en la biología, la medicina y otras áreas científicas. El Proyecto Microbioma Humano (2008) que se extendió durante la década de 2010, caracterizó las comunidades microbianas en el cuerpo humano. Se avanzó en el desarrollo de Tecnologías de Proteómica Cuantitativa, facilitando el análisis de perfiles proteómicos completos y su integración con datos genómicos y transcriptómicos. Se integraron Datos Multi-ómicos, a través de plataformas y software para el análisis de datos multi-ómicos. Se avanzó con el Big Data y la Bioinformática, para manejar y analizar los volúmenes masivos de datos generados por estudios multi-ómicos. Se desarrollaron nuevas terapias y herramientas de diagnóstico basadas en datos multi-ómicos, incluyendo la medicina personalizada y la terapia génica.

Rivalidades y complementariedades tecnológicas actuales y futuras.

Existen tecnologías y enfoques que rivalizan o complementan a las tecnologías multi-ómicas en la investigación biomédica y en otros campos. La Secuenciación de Tercera Generación (TGS), proveerá alternativas a las tecnologías NGS tradicionales y mejorará la precisión y el alcance de los estudios genómicos. La imagenología molecular (a través de la microscopía de superresolución, PET, MRI funcional) complementará los estudios multi-ómicos, al proporcionar información espacial y temporal sobre la dinámica celular y la función molecular, en tiempo real a nivel celular y subcelular. La proteómica cuantitativa de alta resolución se constituirá en una alternativa y complementará otros estudios al centrarse directamente en las proteínas, que son los efectores de la función celular. La metabolómica avanzada complementará los datos genómicos y transcriptómicos al ofrecer una visión directa del fenotipo metabólico. Para ello se considerarán técnicas como la espectrometría de masas, resonancia magnética nuclear (NMR).



La Inteligencia Artificial y el Machine Learning ofrecerá herramientas cada vez poderosas para la interpretación e integración de datos ómicos, mejorando la precisión y la capacidad de descubrimiento., a través de algoritmos avanzados que podrán identificar patrones complejos y relaciones en datos multi-ómicos que son difíciles de detectar con métodos tradicionales. Las tecnologías de Diagnóstico Avanzado, como los biosensores, el diagnóstico basado en CRISPR, proveerán alternativas y complementan las tecnologías multi-ómicas en el diagnóstico clínico y la medicina personalizada. La siguiente revolución las darán, por un lado, las tecnologías de Computación Cuántica, las cuales transformarán la forma en la que se manejarán y analizarán los datos multi-ómicos en el futuro.

Recursos de base y activos complementarios.

Para aprovechar los avances en las tecnologías multi-ómicas, además de valorar el contexto de aplicación (ventajas comparativas y singularidades geográficas, demográficas y factores sociales) se requieren varios activos y recursos complementarios que pueden ser proporcionados por el gobierno, las instituciones de investigación, las empresas y otros actores clave.

Para maximizar los beneficios de estas tecnologías, se requiere evaluar la posibilidad de realizar inversiones graduales para la adquisición y potenciación de infraestructura tecnológica avanzada, como los centros de secuenciación y análisis ómico, equipándolos con tecnologías de última generación para la secuenciación de ADN/ARN, proteómica, metabolómica, epigenómica y otras omicas; centros de supercomputación y centros de datos, para manejar y analizar los grandes volúmenes de datos generados por los estudios multi-ómicos; laboratorios de biología celular y molecular, para realizar experimentos complementarios y validar los hallazgos ómicos.

Así también, seguir formando capital humano avanzado, es decir, científico y técnico especializado, en bioinformática, biología molecular, genómica, proteómica y otras áreas

relevantes, a través de programas de grado, posgrado, especializaciones y entrenamientos específicos. Se requerirá ampliar el acceso a plataformas y herramientas bioinformáticas, como aplicaciones de análisis y visualización de datos, para la integración, análisis y visualización de datos multi-ómicos, armonizar las bases de datos y repositorios, para almacenar y compartir datos ómicos de manera eficiente y segura, con alta calidad.

La colaboración interdisciplinaria, a través de redes de colaboración es esencial para el fomento de la colaboración entre biólogos, bioinformáticos, médicos, ingenieros y otros especialistas. Los consorcios y alianzas internacionales deberán responder a decisiones estratégicas.

El financiamiento, a través de fondos públicos y privados para la I+D, la focalización de becas y apoyos económicos para jóvenes investigadores y el desarrollo de proyectos innovadores será fundamental. Países como el Paraguay deberán avanzar en la adecuación de sus marcos regulatorios y éticos, para el uso seguro de los datos genómicos y otros datos ómicos, con políticas robustas para proteger la privacidad de los participantes y la seguridad de los datos.

En miras a un futuro sostenible en término de recursos y financiamiento, el desarrollo del mercado interno y la vinculación con mercados internacionales de conocimiento basados en tecnologías genómicas y multi-ómicas, requerirá de la facilitación del intercambio de conocimientos entre la academia, la industria y el sector público. Es decir, del apoyo a la creación de startups y empresas derivadas (spin-offs) basadas en investigación multi-ómica, con una visión de exportación de servicios desde su concepción.

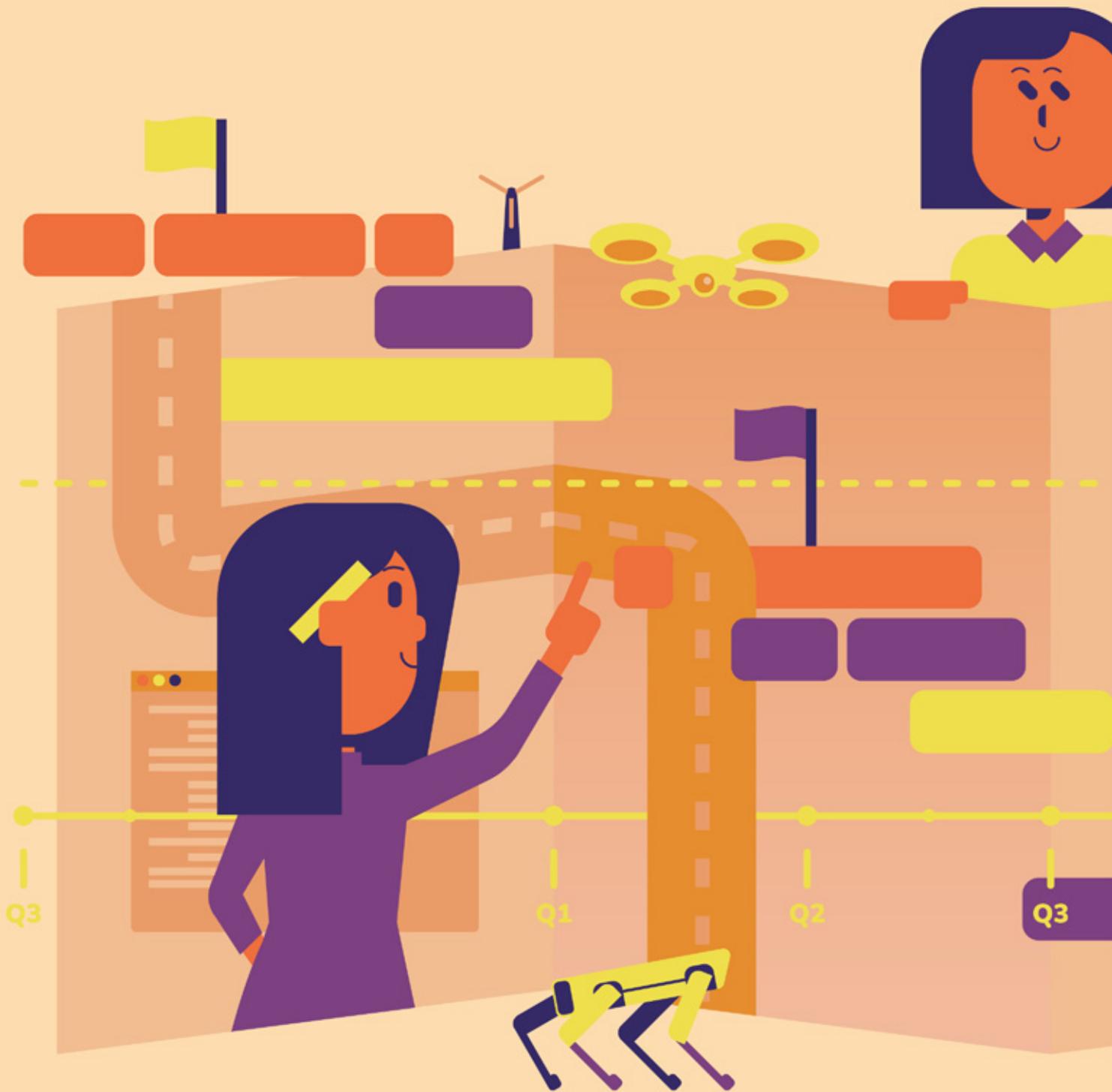
Finalmente, dado que la sociedad, el público en general, más aún en países en vías de desarrollo, se encuentran alejados de la complejidad del tema y de su valor imprescindible para el futuro, será necesario promover su apropiación social a través de campañas de sensibilización para poder reconocer beneficios y riesgos.



Fuentes de información para el análisis. Existen reportes que suelen realizar síntesis sobre combinaciones de investigaciones, análisis, noticias y reseñas especializadas, que suelen ser utilizadas por tomadores de decisiones estratégicas, de modo a contar con una visión completa y actualizada sobre el uso y las tendencias futuras de las tecnologías genómicas y multi-ómicas. Entre ellos, informes del Global Alliance for Genomics and Health (GA4GH), Nature Reviews Genetics, PLoS Genetics, The Lancet Global Health, BMC Genomics, Frontiers in Genetics, Genetic Engineering & Biotechnology News (GEN), International Journal of Infectious Diseases (IJID), Global Health: Science and Practice, entre otros.









CAPÍTULO

06

Hoja de Ruta

Q4

5 años	10 años	15 años	
<p>Desarrollo de proyectos de investigación científica. Diferencias entre grupos demográficos, regiones geográficas, áreas urbanas y rurales, grupos de población vulnerables a los riesgos y situaciones de emergencias, personas y establecimientos productivos, investigación –acción, ciencia ciudadana - accesible</p>			
	<p>Estudios. Comprender los fenómenos que nos hacen vulnerables, análisis y clasificaciones relacionados con adultos mayores, niños entre 0 y 4 años, personas con discapacidad, personas en situación de pobreza, indígenas y mujeres, desarrollo de modelos analíticos propios, efectos e impactos del uso de registros administrativos nominalizados, estudios costo-beneficio, enfoque de género, estudios comparativos, gobernanza institucional adec.</p>		<p>Centros de I+D, universidades, organizaciones de la sociedad civil , CONACYT, INE, MEF. Gobernaciones, municipios, Ministerio de Desarrollo Social (MDS), otros ministerios del Gabinete Social de la Presidencia de la República e instituciones afines a los pilares del sistema de protección social (integración social, previsión social, inserción laboral y productiva). Organismos internacionales y multilaterales como el BID, UNFPA, CELADE, CEPAL.</p>
<p>Estudios basados en los resultados del Censo 2022</p>			
<p>Aplicaciones tecnológicas. Introducción experimental, para validación y escalamiento, de abordaje de registros administrativos basados en TIC, para sistemas de datos abiertos, ciberseguridad, confidencialidad, otros para la gestión de programas de protección social, para evaluación ex post, otros</p>			<p>Centros de I+D, universidades, emprendimientos innovadores (startups, innovación social), emprendedores sociales, incubadoras de empresas, CONACYT, MITIC. Gobernaciones, municipios, Ministerio de Desarrollo Social (MDS), otros ministerios del Gabinete Social de la Presidencia de la República e instituciones afines a los pilares del sistema de protección social.</p>
<p>Aplicación de inteligencia artificial (IA) y ciencia de datos para el pilotaje y demostración. Optimización para asignación de recursos, análisis predictivo, detección de fraudes y abusos, chatbots y asistentes virtuales basados en IA, mejora de igualdad de género en acceso a beneficios del sistema, otros</p>			
	<p>Innovación en productos, servicios, procesos organizacionales. Pilotaje de políticas públicas en la acción, en base a evidencias, diseñar y mejorar sistemas, procesos en programas de protección social, diseño de sistemas de gestión, diseñar productos, servicios, procesos, espacios urbanos innovadores, costo-efectivos para personas mayores de 65 años, personas con discapacidad, para personas ocupadas en tareas de cuidado, otros.</p>		
	<p>Plataformas de integración - institucional, público, privado, organizaciones de la sociedad civil - de información y datos técnicos, nuevas formas de capacitar, con contenidos innovadores , nuevas formas de ofrecer contenidos a través de medios tecnológicos innovadores</p>		<p>MITIC, generadores y usuarios de datos del sistema de protección social, emprendimientos innovadores (startups, innovación social), empresas tecno-creativas y culturales. Ministerios del Gabinete Social de la Presidencia de la República e instituciones afines a los pilares del sistema de protección social.</p>
<p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Producción de políticas públicas relacionadas con el uso de conocimiento, evidencia científica. - Cantidad de publicaciones científicas paraguayas en SCOPUS, WoS y otras bases bibliométricas. - Propiedad industrial, diseños, estudios, evaluaciones. 			

FACTORES HABILITANTES

5 años	10 años	15 años	
<p>Capital Humano. Formación y mantenimiento de oferta local de capital humano avanzado en ciencias sociales, humanidades, políticas públicas, matemáticas - para su aplicación al análisis estadístico, ciencias de datos. Sensibilizar y capacitar a “tomadores de decisión” y a usuarios de productos y servicios basados en ciencia de datos, análisis e inteligencia de datos - incluyendo IA. Impulsar y fortalecer el Sistema Nacional de Investigadores (SISNI), conformar equipos multidisciplinarios, desarrollar y consolidar grupos de I+D nacionales, redes.</p>			<p>Universidades, instituciones de formación superior, técnica, promoción profesional, centros de I+D, incubadoras de emprendimientos (Startups), CONACYT, programa BECAL, ANEAES, CONES, MEC (Educación Superior, Educación Técnica).</p>
<p>Infraestructura y recursos de información. Sistema integrado de información y datos para todos los ámbitos relevantes de la protección social, acceso a resultados del Censo 2022, microdatos y geoportales desarrollados por el INE, registro nacional de instituciones destinadas a beneficiarios de protección social actualizado, sistemas de información geográfica (SIG), mapas y fotos satelitales completos y actualizados, fortalecer y actualizar la oferta de base de datos de información científica (CICCO CONACYT).</p>			<p>INE, MITIC, CONACYT, Agencia Espacial del Paraguay (AEP), centros de I+D, universidades, Ministerio de Desarrollo Social (MDS), otros ministerios del Gabinete Social de la Presidencia de la República e instituciones afines a pilares del sistema de protección social.</p>
<p>Financiamiento. Convocatorias permanentes para proyectos de I+D+i, convocatorias específicas relacionadas con protección de grupos vulnerables, aumentar colaboración en proyectos de I+D entre territorios del país, promover sostenibilidad financiera de largo plazo para el desarrollo de capacidades nacionales de I+D+i, asegurar financiamiento basal, de proyectos - via mecanismos “concursables”, introducir el modelo de “I+D contratada” para vincular y desarrollar oferta y demanda de conocimiento técnico y científico.</p>			<p>CONACYT, MITIC, Gobernaciones y Municipios, Ministerio de Desarrollo Social (MDS), otros ministerios del Gabinete Social de la Presidencia de la República e instituciones afines a los pilares del sistema de protección social, entidades binacionales, organismos internacionales y donantes, programas regionales.</p>
<p>Colaboración internacional. Convenios y acuerdos de cooperación regional e internacional, colaboración con expertos internacionales en sistemas de protección social, seguridad social, sistemas basados en registros administrativos, datos nominalizados, vinculación a nuevas tecnologías de gestión, información y comunicación.</p>			<p>Ministerio de RREE, CONACYT, MITIC, AEP, Centros de I+D, Universidades, CELADE, UNFPA, BID, cooperación bilateral.</p>
<p>Gobernanza sostenible y marco normativo estratégico. Introducción de “sandbox regulatorios”, para el desarrollo de programas y servicios innovadores relac. con la protección social; conformar y activar “Comités Asesores Científicos”, acciones de estrategias y políticas de protección social alineadas con Política y Agenda Nacional en CTI, Plan Nacional de TICs (incl. Agenda Digital), la Estrategia Nacional de Ciberseguridad, rediseñar procesos para reducir la burocracia excesiva que no favorece el desarrollo de proyectos de I+D+i en el país, promover gobernanza de datos.</p>			<p>INE, MITIC, CONACYT, AEP, Ministerio de Desarrollo Social (MDS), otros ministerios del Gabinete Social de la Presidencia de la República e instituciones afines a los pilares del sistema de protección social.</p>
<p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gasto Nacional en I+D+i (anual). Gasto en áreas de ciencias sociales y básicas relacionadas con el desafío estratégico “Paraguay protegido y resiliente”. - Cantidad de proyectos y acciones de I+D+i financiados por CONACYT en áreas afines al desafío estratégico “Paraguay protegido y resiliente”. - Cantidad de Matriculados y egresados (anual) en grado, maestrías y doctorados en ciencias sociales, matemáticas, computación y otras afines al desafío estratégico “Paraguay protegido y resiliente”. - Cantidad de Investigadores (equivalente a jornada completa) en áreas afines al desafío estratégico “Paraguay protegido y resiliente”. 			

5 años	10 años	15 años	
<p>Desarrollo de proyectos de investigación salud pública. Cómo los sistemas de atención a la salud pueden abordar necesidades de personas de grupos vulnerables - niños de 0 a 4 años, adultos mayores de 65 años, personas con comorbilidades, mujeres e indígenas, grupos vulnerables a riesgos epidemiológicos y enfermedades de alta prevalencia no trasmisibles.</p>			
<p>Investigaciones biomédicas, básicas y aplicadas. Epidemiología, biomarcadores y prevención de enfermedades, virus; genómica de virus, virología ambiental, arbovirus, infecciones humanas, reservorios y vectores en enfermedades infecciosas, enfermedades zoonóticas de importancia en la salud humana y animal, entomología médica, epidemiología de trastornos mentales, neurociencias, tuberculosis, bacterias de impacto en salud pública, inmunología, enfermedades autoinmunes, farmacología de productos naturales, biotecnológicos y sintéticos, estudios clínicos y preclínicos de fármacos, toxicología, ingeniería biomédica y computación aplicada.</p>			
<p>Estudios. Costo-beneficio relacionados con la mitigación de riesgos epidemiológicos y emergencias sanitarias, evaluaciones de la efectividad de los programas de prevención, control y tratamiento de enfermedades crónicas no contagiosas y contagiosas, estudios sobre aumento de resistencia a antibióticos y otros tratamientos, sobre contaminantes, nuevos y conocidos, otros.</p>			
<p>Aplicaciones tecnológicas. Introducción de TIC para sistemas de datos abiertos, ciberseguridad, confidencialidad, digitalización de documentos relevantes para procesos de atención sanitaria y facilitar el reporte con fines epidemiológicos, tecnologías de interoperabilidad y el intercambio de información en salud, incluyendo terminología, semántica (SNOMED CT, LOINC), sintáctica (FHIR, HL7), normas como el identificador único de pacientes y profesionales de salud, otros</p>			
<p>Aplicación de inteligencia artificial (IA) y ciencia de datos para el pilotaje y demostración, optimización para asignación de recursos, análisis predictivo, chatbots y asistentes virtuales basados en IA, bioinformática aplicada, ciencia de datos, procesamiento digital de imágenes, computación científica y matemática aplicada, sistemas de telemedicina, bio-materiales.</p>			<p>Centros de I+D, universidades, emprendimientos innovadores (startups, innovación), emprendedores, incubadoras de empresas, CONACYT, MITIC. Gobernaciones, municipios, MSPyBS, DINAVISA, INS, INAN, Laboratorio Central de Salud Pública. Organismos de Cooperación como la OPS/OMS.</p>
<p>Innovación en productos, servicios, procesos organizacionales. Pilotaje de políticas públicas de atención a la salud ref. evidencias, diseñar y mejorar sistemas, procesos en programas de gestión de riesgos epidemiológicos, aplicación piloto con nuevas tecnologías en telemedicina, diseño de sistemas de gestión, proyectos de aplicación piloto de dispositivos wearables (relojes inteligentes, otros) para el monitoreo de estado de salud de pacientes, "Hackatones" y llamados de "innovación abierta".</p>			
<p>Plataformas de integración institucional, público, privado, de información y datos, redes de instituciones relac. prevenir enfermedades sensibles al cambio climático, nuevas formas de capacitar, con contenidos innovadores , nuevas formas de ofrecer contenidos a través de nuevos medios tecnológicos.</p>			<p>MITIC, generadores y usuarios de datos del sistema de salud y protección social, emprendimientos innovadores (startups, innovación social), empresas tecno-creativas y culturales. MSPyBS, INS.</p>
<p>Indicadores - Producción de políticas públicas relacionadas con el uso de conocimiento, evidencia científica. - Cantidad de publicaciones científicas paraguayas en MEDLINE, LILACS y otras bases bibliométricas. - Propiedad industrial, diseños, estudios, evaluaciones.</p>			

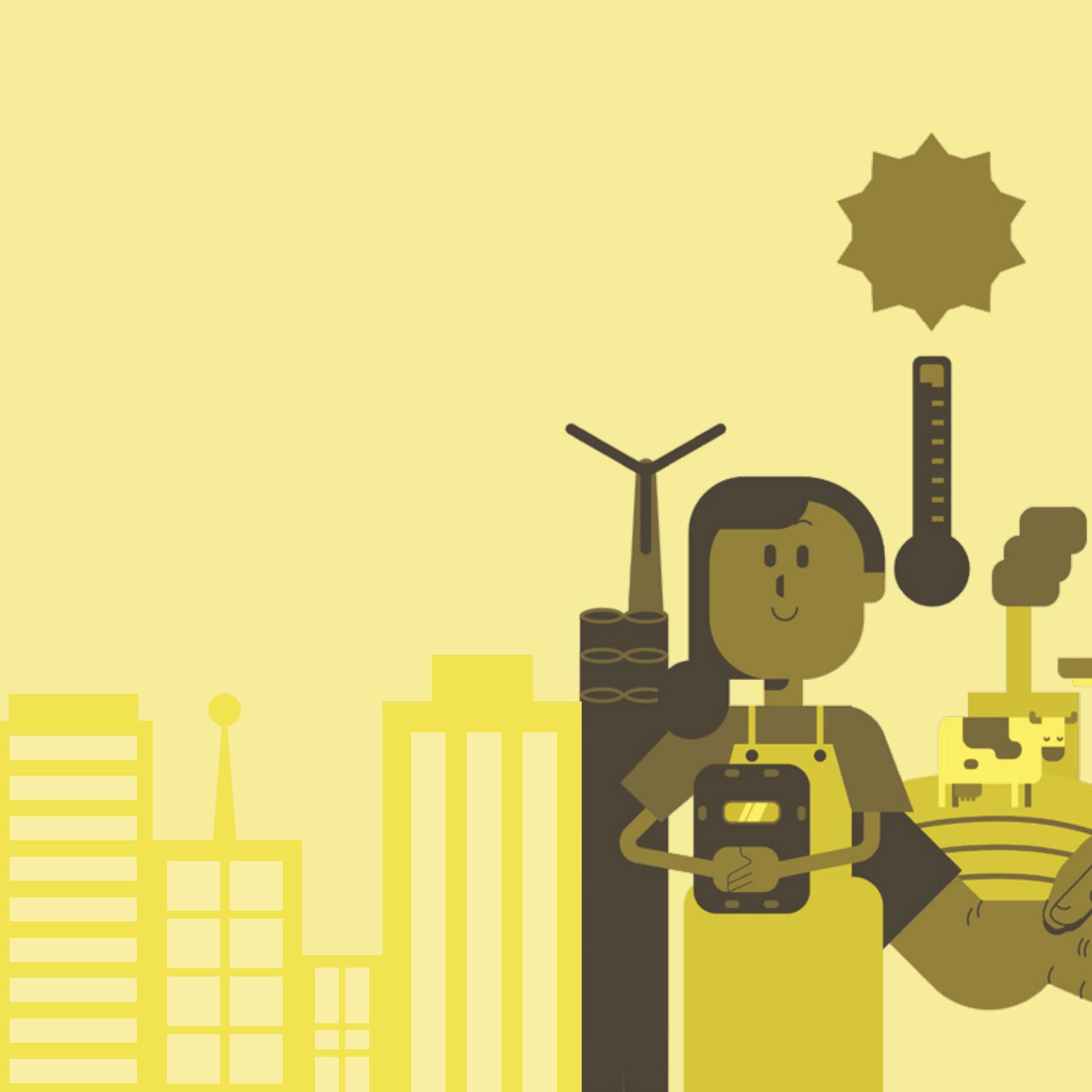
FACTORES HABILITANTES

5 años	10 años	15 años	
<p>Capital Humano. Formación y mantenimiento de una oferta local de capital humano avanzado en biomedicinas, biología molecular y áreas afines; bioinformática, ciencia de datos y campos relacionados con la inteligencia artificial (IA); tecnologías “multi-ómicas”. Sensibilizar y capacitar a “tomadores de decisión” y a usuarios de productos y servicios basados en ciencia de datos, análisis e inteligencia de datos - incluyendo IA. Impulsar y fortalecer el Sistema Nacional de Investigadores (SISNI), conformar equipos multidisciplinarios (biología, genómica, virología, epidemiología, bioquímica, matemáticas, estadística, física, bioinformática, ciencias sociales y la gestión de políticas públicas), desarrollar y consolidar grupos de I+D nacionales, redes</p>			<p>Universidades, Instituciones de formación técnica y profesional, Centros de I+D, incubadoras de emprendimientos (Startups), emprendedores innovación social, CONACYT, MSPyBS-INS, programa BECAL, CONAREM, ANEAES, CONES, MEC (Educación Superior, Educación Técnica).</p>
<p>Infraestructura y recursos de información. Sistema integrado de información y datos para todos los ámbitos relevantes de la protección social, acceso a resultados del Censo 2022, microdatos y geoportales desarrollados por el INE, Desarrollar una plataforma digital para la recolección de datos sobre eventos de salud (formales y “rumores”), plataformas de ensayos clínicos del país, acceso a “data sets” abiertos a nivel internacional y bases de datos de ensayos clínicos, construcción y desarrollo de banco genómico y de biobanco nacional para la investigación de riesgos genéticos, Centros de (súper) computación y matemática aplicada para la vigilancia de la salud y el desarrollo de tratamientos, modelado de interacciones moleculares, sistemas de información geográfica (SIG), mapas y fotos satelitales completos y actualizados, capacidades en robótica de precisión para cirugía remota, sistemas de apoyo a la telemedicina, otros, fortalecer y actualizar la oferta de base de datos de información científica (CICCO CONACYT).</p>			<p>INE, MITIC, CONACYT, centros de I+D, universidades, MSPyBS, Dirección General de Planificación y Evaluación, Dirección General de Salud Ambiental, Dirección Nacional de Vigilancia Sanitaria, SENEPA, Dirección General de Atención Primaria en Salud, INS, INAN, Laboratorio Central de Salud Pública, DINAVISA, áreas de Sanidad de las fuerzas de seguridad, IPS, Organismos de Cooperación como la Organización Panamericana de la Salud, organización Mundial de Salud (OPS/OMS).</p>
<p>Financiamiento. Convocatorias permanentes para proyectos de I+D+i, convocatorias específicas relacionadas con epidemias, enfermedades de importancia social (crónicas, catastróficas, entre otros) y enfermedades negligenciadas (como la leishmaniosis, Chagas, tuberculosis), convocatorias específicas para el financiamiento de proyectos de I+D “no médicos”, o “no clínicos”, separar convocatorias específicas para proyectos de ciencias básicas, aumentar colaboración en proyectos de I+D entre territorios del país, promover sostenibilidad financiera de largo plazo, asegurar financiamiento basal, de proyectos - vía mecanismos “concursables”, introducir el modelo de “I+D contratada” para vincular oferta y demanda de conocimiento.</p>			<p>CONACYT, MITIC, Gobernaciones y Municipios, MSPyBS, entidades binacionales, organismos internacionales y donantes, programas regionales, Organismos de Cooperación como la Organización Panamericana de la Salud, organización Mundial de Salud (OPS/OMS), BID, cooperación bilateral.</p>
<p>Colaboración internacional. Convenios y acuerdos de cooperación regional e internacional, para el uso de instalaciones avanzadas en física de altas energías y big science (ciclotrones, sincrotrones), infraestructura fundamental para establecer vínculos con el futuro del desarrollo de nuevos materiales y conocimientos, acciones estratégicas de la diplomacia científica, vinculación a nuevas tecnologías de gestión, información y comunicación.</p>			<p>Ministerio de RREE, CONACYT, MITIC, Centros de I+D, Universidades, OPS/OMS, BID, cooperación bilateral, acuerdos internacionales y regionales.</p>
<p>Gobernanza sostenible y marco normativo estratégico. Introducción de “sandbox regulatorios”, para el desarrollo de programas y servicios innovadores relac. con la protección social; conformar y activar “Comités Asesores Científicos”, legislación sobre ética humana y animal para la I+D+i, acciones de estrategias y políticas de acciones alineadas con estrategias y políticas sectoriales como por un lado, la Agenda Nacional de Investigación en Salud, la Política Nacional de Salud y Política Nacional de Investigación e Innovación en Salud, las políticas de control del mercadeo de productos que puedan afectar la salud, alineadas con Política y Agenda Nacional en CTI, Plan Nacional de TICs, reducir la burocracia excesiva, promover gobernanza de datos.</p>			<p>INE, MITIC, CONACYT, MSPyBS, instituciones del sistema nacional de salud, gobernaciones, municipios, otros ministerios del Gabinete Social de la Presidencia de la República e instituciones afines a los pilares del sistema de protección social.</p>
<p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gasto Nacional en I+D+i (anual). Gasto en áreas de ciencias básicas biomédicas y ciencias de la salud relacionadas con el desafío estratégico “Paraguay protegido y resiliente”. - Cantidad de proyectos y acciones de I+D+i financiados por CONACYT en áreas afines al desafío estratégico “Paraguay protegido y resiliente”. - Cantidad de Matriculados y egresados (anual) en grado, maestrías y doctorados en ciencias básicas biomédicas y ciencias de la salud - Cantidad de Investigadores (equivalente a jornada completa) en ciencias básicas biomédicas y ciencias de la salud. 			

5 años	10 años	15 años	
<p>Desarrollo de proyectos de investigación científica. Comprender cómo reducir riesgos asociados con desastres, planificación y preparación para desastres con abordaje de “investigación-acción participativa”, captura de datos a través de proyectos de “ciencia ciudadana”, evaluación de eficacia de las políticas y leyes relacionadas con la gestión de desastres.</p>			
<p>Estudios. Analizar sistemas de protección social en contexto de desastres, en diferentes países y regiones, estudios “forenses” ref. a causas de ciertos desastres, estudios de sobre salud mental relac. con desastres, estudios de la gestión de servicios de saneamiento, estudios hidrológicos y climáticos, modelos computacionales para simulación, gestión de recursos hídricos, estudios sobre gobernanza institucional ref. emergencias, estudios sobre riesgos y gestión de desastres relac. con productos químicos tóxicos, estudios relac. con grupos más vulnerables, enfoque de género, estudios para una mejor adaptación a efectos del cambio climático, efectividad de planes de respuesta, gestión de albergues temporales, restauración de infraestruc. Y servicios básicos, evaluaciones de la resiliencia clim. de las comunidades.</p>			<p>Centros de I+D, universidades, organizaciones de la sociedad civil, CONACYT, INE. Gobernaciones, municipios, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), Ministerio de Desarrollo Social (MDS), Secretaría de Emergencia Nacional (SEN), Instituto Forestal Nacional (INFONA), Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC).</p>
<p>Estudios basados en los resultados del Censo 2022.</p>			
<p>Aplicaciones tecnológicas. Introducción experimental, para validación y escalamiento, de abordaje de registros administrativos basados en TIC, nominalizados para el contacto con personas en situac. de vulnerabilidad a riesgos de desastres o para fines estadísticos, mapeo de tajamares, pozos, tanques de recolección de agua de lluvia y sistemas de tratamiento disponibles; desarrollo y uso experimental de drones y equipos de precisión para seguimiento de emergencias.</p>			
<p>Aplicación de inteligencia artificial (IA) y ciencia de datos para el pilotaje y demostración. Optimización para asignación de recursos, análisis predictivo, detección de fraudes y abusos, chatbots y asistentes virtuales basados en IA, otros.</p>			
<p>Innovación en productos, servicios, procesos organizacionales. Aplicación de tecnologías e innovación para una mejor adaptación a los efectos del cambio climático; Diseño y mejora de sistemas, procesos en programas de gestión de riesgos y desastres, foco en grupos vulnerables, para la restauración de servicios básicos, el rescate y el mantenimiento de la seguridad de los afectados.</p>			<p>Centros de I+D, universidades, emprendimientos innovadores (startups, innovación social), organizaciones ambientales, incubadoras de empresas, CONACYT, MITIC. Gobernaciones, municipios, SEN, INFONA, DNVS-MSPyBS, Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), MADES, DNCC. Entidad Binacional Yacyreta, Itaipu Binacional, Parque Tecnológico de Itaipu (PTI), Administración Nacional de Electricidad (ANDE), Agencia Espacial del Paraguay (AEP).</p>
<p>Plataformas de integración - institucional, público, privado, organizaciones de la sociedad civil – de información y datos técnicos, nuevas formas de capacitar, contenidos innovadores, nuevas formas de ofrecer contenidos a través de medios tecnológicos innovadores, gestión de riesgos en la escuela.</p>			<p>MITIC, generadores y usuarios de datos del sistema nacional de protección social y riesgos de desastres, emprendimientos innovadores, empresas tecno-creativas y culturales. MEC, instituciones educativas, ministerios del Gabinete Social de la Presidencia de la República e instituciones afines.</p>
<p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Producción de políticas públicas relacionadas con el uso de conocimiento, evidencia científica. - Cantidad de publicaciones científicas paraguayas en SCOPUS, WoS y otras bases bibliométricas. - Propiedad industrial, diseños, estudios, evaluaciones. 			

FACTORES HABILITANTES

5 años	10 años	15 años	
<p>Capital Humano. Formación y mantenimiento de oferta local de capital humano en ciencia de datos y campos relacionados con la IA, computación y análisis estadístico, optimización, ingeniería civil, estructuras, materiales, recursos hídricos, recursos energéticos, mecánica computacional, climatología, meteorología, disciplinas y ciencias de la tierra afines a la gestión de la adaptación al cambio climático. Sensibilizar y capacitar a “tomadores de decisión” y a usuarios de productos y servicios basados en ciencia de datos, análisis e inteligencia de datos - incluyendo IA. Impulsar y fortalecer el Sistema Nacional de Investigadores (SISNI), conformar equipos multidisciplinarios, desarrollar y consolidar grupos de I+D nacionales, redes.</p>			<p>Universidades, instituciones de formación superior, técnica, promoción profesional, centros de I+D, incubadoras de emprendimientos (Startups), CONACYT, programa BECAL, ANEAES, CONES, MEC (Educación Superior, Educación Técnica). MADES, SEN.</p>
<p>Infraestructura y recursos de información. Sistema integrado de información y datos para todos los ámbitos relevantes de la protección social en contexto de desastres, Acceso a fuentes de información satelital valiosa para la lucha contra los incendios, como la proveída por FIRMS, Copernicus Sentinel-2 y Landsat Global Population Dataset, sistemas de información geográfica (SIG), mapas y fotos satelitales completos y actualizados, fortalecer y actualizar la oferta de base de datos de información científica (CICCO CONACYT). Capacidades en robótica de precisión (drónica, sensores, microcontroladores, bases de datos) para seguimiento e intervención en infraestructuras, evaluación de daños, otros.</p>			<p>INE, MITIC, CONACYT, Agencia Espacial del Paraguay (AEP), centros de I+D, universidades, MADES, SEN, INFONA, DMH, MADES, DNCC.</p>
<p>Financiamiento. Convocatorias permanentes para proyectos de I+D+i, convocatorias específicas relacionadas con la gestión de riesgos de desastres, cambio climático, aumentar colaboración en proyectos de I+D entre territorios del país, promover sostenibilidad financiera de largo plazo para el desarrollo de capacidades nacionales de I+D+i, asegurar financiamiento basal, de proyectos - via mecanismos “concursables”, introducir el modelo de “I+D contratada” para vincular y desarrollar oferta y demanda de conocimiento técnico y científico.</p>			<p>CONACYT, MITIC, Gobernaciones y Municipios, MADES, SEN, INFONA, DMH, MADES, DNCC, entidades binacionales, organismos internacionales y donantes, programas regionales, BID, BM, NNUU, GEF, PADF/OEA.</p>
<p>Colaboración internacional. Convenios y acuerdos de cooperación regional e internacional, colaboración con expertos internacionales en sistemas de protección social, gestión de riesgos de desastres, cambio climático, vinculación a nuevas tecnologías de gestión, información y comunicación.</p>			<p>Ministerio de RREE, CONACYT, MITIC, AEP, Centros de I+D, Universidades, BID, BM, NNUU, GEF, PADF/OEA, cooperación bilateral, acuerdos internacionales y regionales.</p>
<p>Gobernanza sostenible y marco normativo estratégico. Introducción de “sandbox regulatorios”, para el desarrollo de programas y servicios innovadores relac. con la protección social y el riesgo de desastres; conformar y activar “Comités Asesores Científicos”, acciones de estrategias y Política Nacional de Gestión y Reducción de Riesgos de Desastres y Plan de Gestión Integral alineadas con Política y Agenda Nacional en CTI, Plan Nacional de TICs (incl. Agenda Digital), la Estrategia Nacional de Ciberseguridad, rediseñar procesos para reducir la burocracia excesiva que no favorece el desarrollo de proyectos de I+D+i en el país, promover gobernanza de datos.</p>			<p>INE, MITIC, CONACYT, AEP, , Gobernaciones y Municipios, MADES, SEN, INFONA, DMH, MADES, DNCC.</p>
<p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gasto Nacional en I+D+i (anual). Gasto en áreas de ciencias sociales y básicas relacionadas con el desafío estratégico “Paraguay protegido y resiliente”. - Cantidad de proyectos y acciones de I+D+i financiados por CONACYT en áreas afines al desafío estratégico “Paraguay protegido y resiliente”. - Cantidad de Matriculados y egresados (anual) en grado, maestrías y doctorados en ciencias sociales, gestión, hidrología, clima, ingenierías, matemática aplicada y otras afines al desafío estratégico “Paraguay protegido y resiliente”. - Cantidad de Investigadores (equivalente a jornada completa) en áreas afines al desafío estratégico “Paraguay protegido y resiliente”. 			





ANEXOS

Acrónimos

AEP	Agencia Espacial del Paraguay	DMH	Dirección de Meteorología e Hidrología
ALC	América Latina y el Caribe	DNCC	Dirección Nacional de Cambio Climático
ANDE	Agencia Nacional de Electricidad	ECEPCRA	Encuesta Continua de Evaluación Primaria de la Calidad de los Registros Administrativos
ANEAES	Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior	EDA	Enfermedades Diarreicas Agudas
ASEPY	Asociación de Emprendedores del Paraguay	EID	Enfermedades Infecciosas Emergentes
BECAL	Programa Nacional de Becas Carlos A. López	EPHC	Encuesta Permanente de Hogares Continua
BI	Inteligencia de Negocios	ENI	Estrategia Nacional de Innovación
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	ENCC	Estrategia Nacional de Combate a la Corrupción
BPM	Gestión de Procesos de Negocios (Business Process Management)	ERA	Enfermedades Respiratorias Agudas
CIAT	Centro de Información y Alerta Temprana	FAO	Organización para la Alimentación y la Agricultura
CC	Cambio Climático	FIAPP	Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas
CEDIC	Centro para el Desarrollo de la Investigación Científica	FIUNA	Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción.
CELADE	Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía	FMI	Fondo Monetario Internacional
CEPAL	Conferencia Económica para América Latina de la NNUU	FP UNA	Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción.
CMS	Sistemas de gestión de contenidos	GDR	Gestión de Riesgos y Desastres
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	GEI	Gases de Efecto Invernadero
CONAREM - INS	Comisión Nacional de Residencias Médicas - Instituto Nacional de Salud	GEF	Fondo Ambiental Global
CONES	Consejo Nacional de Educación Superior	IA	Inteligencia Artificial
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación	I+D	Investigación y Desarrollo
DGVS	Dirección General de Vigilancia Sanitaria	I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
DINAC	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil	IA	Inteligencia Artificial
DINAVISA	Dirección Nacional de Vigilancia Sanitaria	IICS	Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud de la UNA
INCUNA	Incubadora de Empresas de la UNA	PRONII	Programa Nacional de Incentivo a Investigadores, hoy SISNI



INE	Instituto Nacional de Estadísticas	PTI	Parque Tecnológico de Itaipu
INFONA	Instituto Forestal Nacional	AR	Realidad Aumentada, en Inglés
IOT	Internet de las Cosas	SaaS	Software como Servicio
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático	SAT	Sistema de Alerta Temprana
IPS	Instituto de Previsión Social	SEN	Secretaría de Emergencia Nacional
KOLSTAT	Oficina Nacional de Estadística de Corea	SENDAI	Nombre la ciudad japonesa en donde se firmó el acuerdo de las NNUU para la gestión de riesgos de desastres
MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible	SIG	Sistemas de Información Geográfica
MDS	Ministerio de Desarrollo Social	SIIS	Sistema Integrado de Información Social
MEC	Ministerio de Educación y Ciencias	SISEN	Sistema Integrado de Información Social
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas	SISNI	Sistema Nacional de Investigadores
MITIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación	SNCTI	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
ML	Machine Learning	SPS	Sistema de Protección Social del Paraguay
MSPyBS	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social	TGS	Secuenciación de Tercera Generación
NDC	Contribuciones Nacionalmente Determinadas	TICs	Tecnologías de la Información y la Comunicación
NGS	Secuenciación de Nueva Generación	TN	Tendencia Nacional
ONU	Organización de las Naciones Unidas	TRL	Technology Readiness Levels (Niveles de Madurez Tecnológica)
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible	UA	Universidad Americana
OPS	Organización Panamericana de la Salud	UNA	Universidad Nacional de Asunción
PADF	Fundación Panamericana de Desarrollo de la OEA	UNCA	Universidad Nacional de Caaguazú
PAHO	OPS en Inglés	UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
PIB	Producto Interno Bruto	UNFPA	Fondo de Población de las Naciones Unidas
PND	Plan Nacional de Desarrollo	UPTP	Universidad Politécnica Taiwán - Paraguay
PNGR	Política Nacional de Gestión y Reducción de Riesgos	UTGS	Unidad Técnica del Gabinete Social
USF	Unidad de Salud Familiar	UX	Experiencia de Usuario
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos	VR	Realidad Virtual , en Inglés



Terminos especiales¹

Brainstorm	Lluvia de ideas. Técnica creativa utilizada para alentar a participantes y expertos, a que sugieran ideas, propuestas, experiencias, necesidades, etc.	Drivers	Retos específicos que sirven como “impulsores” de acciones estratégicas y son de carácter vertical, multidisciplinario. Ej. “Aumentar la resiliencia a los eventos climáticos”.
Chatbot	Es un programa informático que simula una conversación humana con un usuario final.	Enablers	Factores habilitantes. Recursos, acciones que son transversales y/o necesarias para más de un driver, impulsor, desafío estratégico.
Cluster	Agrupar elementos o conceptos por afinidad temática.	Hackathon o hackatón	Es un evento, que normalmente dura varios días, donde personas expertas y/o involucradas se reúnen para colaborar con el fin de resolver un problema o identificar nuevas oportunidades. Ver Datatón.
Data sets	Una colección de conjuntos de información relacionados que se compone de elementos separados pero que una aplicación informática puede manejar como una unidad, para realizar relaciones, identificar causas, crear visualizaciones gráficas y poder tomar decisiones.	Innovation testbeds	Banco de pruebas y experimentación para el desarrollo de nuevos productos y servicios.
Datathon o datatón	Es un evento, que normalmente dura varios días, donde las personas se reúnen para colaborar con el fin de resolver un problema o identificar nuevas oportunidades en base a datos abiertos.	Know how	“Saber cómo” - agrupador de categorías de elementos cualitativos de la Hoja de Ruta de acuerdo a “conocimientos, capacidades, tecnologías”.
Digital twins	Gemelos digitales o virtuales. Son representaciones digitales de un objeto, persona o proceso físico, contextualizado en una versión digital de su entorno. Los gemelos digitales pueden ayudar a una organización a simular situaciones reales y sus resultados, realizar investigaciones de diversa índole, permitiendo tomar decisiones basadas en datos	Know what	“Saber qué” - agrupador de categorías de elementos cualitativos de la Hoja de Ruta de acuerdo a los “productos, servicios y soluciones” a entregar a destinatarios, usuarios, beneficiarios.
Know who	“saber quién” – identificar actores participantes o responsables	Know when	“Saber cuándo” – ordenar elementos de la Hoja de Ruta de acuerdo al tiempo de ocurrencia
Know why	“Saber por qué” – agrupador de categorías de elementos cualitativos de la Hoja de Ruta de acuerdo al “propósito” o justificación de las acciones, recursos y capacidades.	Spin off	Desprendimiento de una organización original, para desarrollar un nuevo negocio o atender un nuevo mercado con un criterio de especialización.

¹ En el método estandarizado para la elaboración de hojas de ruta, la mayoría de los términos especiales se refieren a anglicismos adoptados en el área de las nuevas tecnologías y la gestión estratégica, no sólo en español, sino también en otras lenguas.



One health	Tendencia global que integra, unifica y tiene como objetivo equilibrar y optimizar de forma sostenible la salud de los seres humanos, los animales, las plantas y los ecosistemas.	S-Plan	Plantilla de la Hoja de Ruta, utilizado en talleres participativos, que permite organizar las contribuciones de actores involucrados en el corto, mediano y largo plazo, en varias dimensiones, desde las megatendencias hasta los recursos y capacidades tecnológicas requeridas.
Optimal initial planning	Forma de planificar un proyecto, asumiendo que el objetivo está plenamente identificado, todos los costos y riesgos son conocidos.	Technology Readiness Level	Grado o nivel de madurez tecnológica.
Post its	Notas adhesivas utilizadas en talleres y dinámicas participativas.	Text mining	Minería de texto. Análisis de contenido, lexicográfico.
Quick wins	Proyectos de bajo esfuerzo, horizonte de logro de corto plazo, que sirven para legitimar procesos, desarrollo de programas, gestionar el cambio. Son “victorias tempranas” que tienen el poder para persuadir y alentar la continuidad de un programa, en miras a su objetivo.	T-Plan	Planificación de las etapas de construcción de la Hoja de Ruta, de acuerdo al método estándar del IfM de la Universidad de Cambridge, en cuatro talleres con participación de actores involucrados.
Roadmap	Hoja de ruta.	Wearable devices	Dispositivos que se usan como accesorios de vestimenta (relojes, pulseras, anteojos).
Sandbox (regulatorio)	“Árenero” o campo de experimentación y pilotaje de normas y reglamentos para facilitar el desarrollo de nuevos productos, servicios, gobernanza, organización.		
Shock	Evento o perturbación de origen externo o interno, que puede impactar negativamente a la economía, la producción y al bienestar de la población		



METODOLOGÍA

Una **hoja de ruta** puede entenderse en términos generales, como una **herramienta analítica** que aprovecha la capacidad colectiva para co-crear, pronosticar, analizar y visualizar desarrollos potenciales de soluciones, tecnologías, productos y servicios, aplicables al contexto de la gestión estratégica de la tecnología e innovación. Se trata generalmente de una **representación sistemática** de rutas de acción, de acuerdo con intereses específicos.

No existe un entendimiento único sobre qué debe ser una hoja de ruta tecnológica y cómo deben desarrollarse sus procesos de construcción. Si bien el uso de la herramienta no es nuevo, se recomienda verificar y adaptar enfoques generales a propósitos y contextos específicos.

Las hojas de ruta **apoyan la alineación estratégica de programas, proyectos, acciones y perfiles institucionales**, a través de la creación y uso de un modelo visual que organiza las diversas perspectivas necesarias para el logro de una misión, en el campo económico, social o ambiental.

Hoy en día esta herramienta se aplica ampliamente a una variedad de propósitos de planificación, tanto en la industria como en las políticas públicas. Puede considerarse hoy un instrumento estándar en la gestión de la tecnología y la innovación, no sólo para tomadores de decisiones corporativas en multinacionales tecnológicas sino también en el contexto de la formulación de políticas sectoriales con visión de futuro de países y territorios.

Al igual que en el resto de la región y el mundo, las agencias de apoyo al desarrollo de capacidades en CTI del Paraguay hoy buscan una diversificación de su portafolio de instrumentos de política, complementando el trabajo de generalistas y mecanismos horizontales o neutrales, con un foco en **prioridades** de nivel sectorial o **misiones** estratégicas.¹⁴

Entre los beneficios de la implementación del ejercicio de roadmapping se puede mencionar lo siguiente: La comunicación con el público, para la rendición de cuentas por el uso de recursos estatales y privados, mejora, en especial, para aumentar la efectividad, la relevancia y pertinencia de las inversiones en CTI. Por otro lado, funcionarios y oficiales de proyectos “generalistas” logran comprender y absorber parte del marco conceptual y analítico de los especialistas, convirtiéndose en mejores aliados de los emprendedores, creativos y científicos a la hora de valorar propuestas y resultados de proyectos y actividades. Es decir, la participación en ejercicios de roadmapping contribuye a la nivelación de conocimientos para navegar en áreas temáticas especializadas, facilitando, por ejemplo, la búsqueda de evaluadores y fuentes de validación en procesos de selección de proyectos y acciones.

Preparación y organización. De modo a implementar la metodología de trabajo, la coordinación general de los trabajos estuvo a cargo de la ENI, dependencia de la Unidad de Gestión de la Presidencia de la República, con el apoyo del Ministerio de Tecnología de Información y Comunicación (MITIC), así como del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Para la realización de los trabajos, se contó con los servicios de la firma consultora internacional “Innovos Group”, quien conformó un equipo de facilitación del proceso de construcción de la hoja de ruta, brindó orientación técnica y metodológica de reuniones, realizó revisiones y síntesis de documentos y literatura especializada, y preparó informes. Asimismo, la firma mencionada propuso lineamientos y criterios para la selección de participantes-informantes, pautó reuniones, realizó grabaciones y transcripciones de reuniones presenciales y virtuales.

La ENI fue responsable de convocar a actores y grupos de alto nivel del gobierno del Paraguay, así como a personas expertas del mundo académico y empresarial, afines a la temática

¹⁴ Smazzucato, M., Kattel, R. y Ryan-Collins, J. (2019) Challenge-Driven Innovation Policy: Towards a New Policy Toolkit. Journal of Industry, Competition and Trade (2020) 20:421–437. Springer Verlag.



del desafío estratégico “Paraguay Protegido y Resiliente”. Las reuniones presenciales fueron realizadas en espacios acordes para el trabajo en grupos grandes y pequeños, de acuerdo a lo dispuesto por las recomendaciones de la firma consultora.

Preguntas clave para la construcción de la hoja de ruta. Para la elaboración de la hoja de ruta se consideraron preguntas clave que proporcionaron una conexión entre el propósito y la puesta en práctica de los trabajos. Estas preguntas corresponden a la estructura de hoja de ruta en una dirección vertical y otra horizontal, que separan el análisis en perspectivas funcionales.

Vertical

¿Por qué necesitamos actuar? ¿Qué debemos hacer?
¿Cómo deberíamos hacerlo?

Horizontal

¿A dónde queremos ir? ¿En dónde estamos ahora?
¿Cómo podemos llegar ahí?

Para poder responder a las preguntas clave, se definieron fuentes de información primarias (entrevistas y sesiones grupales con referentes relevantes, autoridades públicas y privadas, e instituciones beneficiarias y no beneficiarias directamente; participantes en talleres moderados); así como fuentes secundarias (estudios sectoriales, documentos de política, normativas vigentes en el país, referidos a áreas y temas cubiertos por el desafío estratégico).

Revisión documental

A modo de punto de partida, se realizaron reuniones iniciales entre la ENI, instituciones del Gobierno y la firma consultora. En estas reuniones se acotó la búsqueda de fuentes de información secundaria para poder iniciar la revisión documental, actividad necesaria para poder seleccionar áreas de trabajo, así como a los participantes-informantes del proceso. Los documentos relevados permitieron iniciar la creación de una base de datos o unidad hermenéutica, con un enfoque estructurado que organizó la información recolectada y las propuestas generadas en talleres, de acuerdo a:

(i) Perspectivas funcionales de la hoja de ruta (Entorno y tendencias, soluciones servicios y productos, tecnologías y otros recursos (habilidades, regulación, gobernanza, etc.). Aquí se incluyeron documentos normativos como la Agenda Nacional CTI y el PND – Paraguay 2030;

(ii) Fases de innovación y gestión tecnológica (Investigación y desarrollo, introducción de nuevos procesos y productos, introducción de nuevas formas de organización y relacionamiento con la sociedad y el ambiente, innovación soft o basada en diseño y creatividad, adquisición de nuevas tecnologías de fuentes externas, adaptación y creación de tecnología, exteriorización y/o venta de tecnologías desarrolladas);

(iii) Protección social y resiliencia a riesgos sanitarios y climáticos (salud pública, servicios asistenciales en salud a grupos vulnerables, enfermedades de importancia social y catastróficas, arbovirus y zoonosis, enfermedades negligenciadas, enfermedades tropicales, epidemias; seguridad social, inclusión social, cohesión social, confianza y capital social, adultos mayores; informalidad laboral, MIPYMES, capacitación para la inserción laboral de jóvenes; déficit en el acceso a educación inicial y escolar básica, asimetrías de género (niñas), desigualdad y baja cobertura en zonas rurales, pueblos originarios; desastres y emergencias por shocks externos e internos, inundaciones, incendios, sequía, epidemias; seguridad alimentaria en familias rurales y grupos en situación de pobreza).

Para la elaboración de los elementos componentes de la Hoja de Ruta de Innovación para el desafío mencionado, en lo que refiere al corto y mediano plazo (hasta 5 años), se revisó el alcance de proyectos prioritarios del Gobierno Nacional, para el periodo de 2023 -2028 y su vinculación a capacidades de innovación y gestión de tecnologías claves, como las digitales (TIC), los cuales están contenidos en el documento “Propuestas base del plan de Gobierno para un Gobierno al Servicio del Ciudadano”. De acuerdo a este documento, para el corto y mediano plazo, el Gobierno busca promover “un plan económico que genere un bienestar social lo más rápido posible”, considerando problemas estructurales tales como la “desigualdad, la pobreza y la alta vulnerabilidad”.



Selección de participantes – informantes. A partir del análisis documental emergieron las probables áreas de trabajo, las cuales permitieron iniciar la búsqueda y selección de participantes-informantes. Para la confección de listados de personas expertas a invitar, se partió de bases de datos de iniciativas impulsadas por la ENI, el CONACYT (ejecutores de sus actividades y proyectos de I+D, investigadores categorizados), MITIC y el Programa Nacional de Becas (BECAL). Los participantes fueron identificados así, como actores del ecosistema nacional de innovación, relacionados con el desafío estratégico.



Se tomó contacto con instituciones de educación superior, miembros de la comunidad científica, instituciones públicas y privadas, organismos de la Sociedad Civil, especialistas en las áreas relacionadas al desafío, emprendedores de base tecnológica y actores de la economía creativa. Se realizaron entrevistas iniciales de forma presencial, con autoridades y representantes de instituciones clave.

De esta manera, se conformó una base de datos con 105 nombres de personas relevantes para las temáticas abordadas, que conformaron un **grupo general**. Dentro de este grupo se seleccionaron 50 nombres, a los cuales se les dio seguimiento continuo para que acompañaran con mayor intensidad el

diseño participativo. Para este grupo monitor, el primer criterio de selección fue la formación académica y la experiencia específica (científicos, tecnólogos, gestores de políticas públicas y funcionarios, protagonistas con incidencia en la toma de decisiones).

Tanto el alto perfil científico de varios participantes, así como con el nivel de incidencia y experiencia de autoridades relacionadas con el diseño y ejecución de políticas públicas relevantes para el desafío estratégico y la CTI, logró elevar el nivel del debate, con un contenido altamente especializado. Se integraron diferentes visiones y disciplinas. Luego de la formación y experiencia avanzada, el siguiente criterio fue el de lograr la mayor diversidad posible en otras características, como las áreas de actuación, género, edad, lugar de residencia, entre otros. La conformación del grupo de participantes no se realizó con fines de exclusividad y se fue ampliando en la medida que temas específicos lo requirieron durante el desarrollo de reuniones y talleres con expertos.

Recolección y análisis de datos. El enfoque del roadmapping es predominantemente cualitativo. En este sentido, es importante recordar que, en métodos cualitativos, el relevamiento de datos se realiza en paralelo con el análisis, hasta alcanzar la saturación teórica (en la cual ya no emergen categorías de datos cualitativos adicionales a partir de las fuentes consultadas a lo largo del proceso).

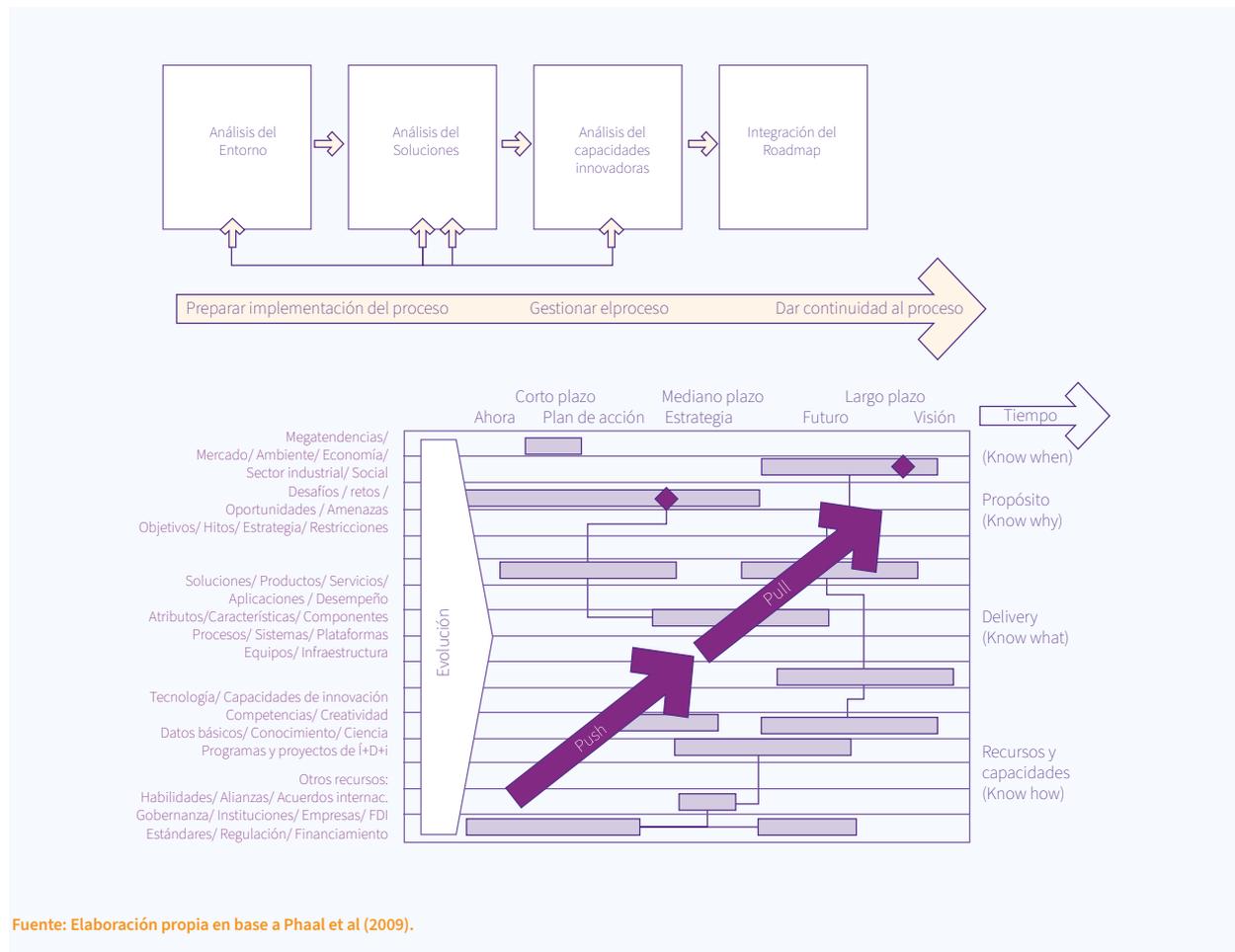
Para la revisión y establecimiento de acciones estratégicas para la hoja de ruta de innovación, se diseñaron “guiones”. La siguiente ilustración muestra cómo se relacionan las etapas del proceso de construcción de la hoja de ruta, el cual utilizó el esquema “T-Plan” (fast start) propuesto por Phaal et al (2009).

Este enfoque reconoce elementos básicos, información relevante pero no concluyente en cada etapa. Se parte de fuentes de acceso público, se alienta la retroalimentación de los actores en varias rondas, en un proceso acumulativo e iterativo. Es decir, se utiliza un abordaje “ágil” de desarrollo, a través de aproximaciones consecutivas.



Ilustración 10

Etapas del proceso de roadmapping y la hoja de ruta resultante



A la batería de talleres y espacios definidos por el enfoque T-Plan, se le sumó una plantilla denominada 'S-Plan', que vincula los elementos del T-Plan en una línea de tiempo y proporciona una estructura coherente y un lenguaje común para guiar la discusión y capturar puntos de vista, en un proceso práctico activo y creativo.

Se utilizó para ello, un gran gráfico-mural de hoja de ruta para que los participantes compartieran puntos de interés y contribuciones, desde perspectivas diversas, utilizando las perspectivas funcionales como taxonomía para la clasificación. Se trabajó tanto en grupos grande (plenarias) como en grupos más pequeños, los cuales exploraron temas específicos con más detalle.

Taller de hoja de ruta del 'Plan S', que muestra cómo la plantilla de hoja de ruta proporciona un marco estructurado para guiar la discusión y capturar puntos de vista



Luego de cada reunión, presencial y virtual, se preparó y distribuyó una síntesis a todos los participantes. Estos resúmenes incluyeron las conclusiones principales de las reuniones, transcripciones de los debates y diálogos entre los participantes, recomendaciones y los pasos a seguir. El objetivo de esta interacción buscó sacar el mayor provecho a las rondas de reuniones y alentar a la apropiación de lo realizado y los resultados propuestos, por parte de los participantes.¹⁵

Alcance del ejercicio realizado.

Si bien el proceso tuvo como objetivo principal el aprendizaje, organismos públicos como el CONACYT ya se encuentran abocados al financiamiento de proyectos relacionados con el desafío "Paraguay Protegido y Resiliente" en convocatorias a proyectos desde el año 2024.

El Gobierno podrá establecer espacios para la rendición de cuentas sobre avances de las contribuciones de otros actores públicos y privados que contribuyan con acciones afines a este trabajo.

¹⁵ Phaal, R. and G. Muller (2009): An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy. *Technological Forecasting and Social Change* 76, 39-49.



PARTICIPANTES

Por parte del CONACYT, han colaborado con la realización de este trabajo, los siguientes funcionarios: Andrea Coronel, José Bellassai, Mónica Vallobera, María José Penayo, Paz Bareiro y Yenny Marin.

Alejandra Bogado Tervit, Directora de Formación para el Desarrollo, Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)
 Alejandra Rojas, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Asunción (IICS-UNA)
 Alexandra Vuyk, Aikumby Centro
 Almendra Acosta, KIONE
 Ana Vera Fernandez, Articuladas Empresa social
 Angelina Trinidad Da Silva, Consultora
 Angel Pereira, Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MITIC)
 Ariel Estigarribia, Ambeezus S.A. (startup)
 Astrid Sanz, Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MITIC)
 Camilo Caballero Ocariz, Independiente
 Carmen Ubaldi, Independiente
 Carolina Luzardi, OpnX
 Christian Schaerer, Facultad Politécnica Universidad Nacional de Asunción (FPUNA)
 Crsthian Parra, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
 Cristian Sosa, Asociación de Emprendedores de Paraguay (ASEPY)
 Diego Meza, Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MITIC)
 Edgar Sanabria, Programa de Zoonosis, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS)
 Fohad Rachid, VeXtar
 Gladys Estigarribia, Directora del Instituto Regional de Investigación en Salud-Universidad Nacional de Caaguazú Consejera del CONACYT- UIP
 Guillermo Arce, Reva (comunidad de startups)
 Guillermo Manuel López Torres, Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MITIC)
 Gustavo Antonio Ortiz Duarte, Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MITIC)
 Javier Bogarín, Sector privado/Salud
 Jesús Riquelme, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)
 Julieta Mendez, Investigadora Universidad Nacional del Caaguazu (UNCA)
 Josias, Universidad Americana (UA)

Este listado no implica que quienes participaron estén de acuerdo con la totalidad del contenido del documento. A partir de esta experiencia se inicia un proceso de mejora, a sabiendas de que existirán siempre retos a gestionar en el marco de diálogos plurales en el contexto de temáticas abarcativas y complejas, con perfiles diversos entre sus participantes.



PARTICIPANTES

Juana Liz Villamayor, Programa Nacional de Becas De Postgrado en el Exterior “Don Carlos Antonio López” BECAL

Juan de Dios Fernandez, Gabinete Social de la Presidencia

Juan Vicente Bogado Machuca, Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA)

Julieta María Méndez Romero, Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA)

Julio Torales, Universidad Nacional de Asunción (UNA)

Magna Monteiro, Facultad Politécnica Universidad Nacional de Asunción (FPUNA)

Maira Santacruz, Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Asunción (FIUNA), Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA), Universidad Americana (UA)

Maria Magdalena Espinola, Universidad Politécnica Taiwan Paraguay (UPTP)

Marina Silvero, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Mauricio Caceres Casaccia, Clinix S.A.

Melissa Ariane Portillo, Ministerio de Educación y Ciencias (MEC)

Mirta Leiva V., Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Natalia Cabrera, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Norah Giménez, Fundación Unidos contra el Cáncer (FUNCA)

Nora Páez, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)

Omayra Ferreiro, Universidad Nacional de Asunción (UNA)

Oscar Raul Paredes Alvarenga, ORP Accounting

Oscar Salvador Barrios Leiva, Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Pastor Pérez Estigarribia, Facultad Politécnica Universidad Nacional de Asunción (FPUNA)

Raquel Román, Coordinadora Técnica y Jurídica de Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)

Ricardo Pereira, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)

Rosa Alicia Galeano, Dirección General de Vigilancia de la Salud, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (DGVS-MSPBS)

Ruth Zárate, Consejera - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Sebastián Bruno, Consultor independiente e Investigador SISNI/CONACYT

Tanhia Denis, Universidad Americana (UA)

Víctor Hugo Aquino, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Asunción (IICS-UNA)

Viviana de Egea, Dirección General de Vigilancia de la Salud, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (DGVS-MSPBS)

Zaida Noemi Galeano Alvarez, Dirección General de Bienestar Estudiantil - Ministerio de Educación y Ciencias (MEC)



REFERENCIAS

- Ahmed, S, Dávila, JD, Allen, A, Haklay, M, Tacoli, C, Fèvre, EM (2019) Does urbanization make emergence of zoonosis more likely? Evidence, myths and gaps.
- Arredondo, A., y Aviles, R. (2015) Costs and Epidemiological Changes of Chronic Diseases: Implications and Challenges for Health Systems. Edited by Fiona Clement. PLOS ONE 10 (3): e0118611. doi:10.1371/journal.pone.0118611.
- Auger, N., Le Serbon, E., Rasella, D., Aquino, R. y Barreto, M (2016) Impact of Homicide and Traffic Crashes on Life Expectancy in the Largest Latin American Country. *Journal of Public Health* 38 (3): 467–73. doi:10.1093/pubmed/fdv111.
- Bagolle, A., Costella, C., Goyeneche, L. (2023) Protección social y cambio climático: ¿cómo proteger a los hogares más vulnerables frente a las nuevas amenazas climáticas? Banco Interamericano de Desarrollo. WDC.
- Bastagli, F., J. Hagen-Zanker, L. Harman, V. Barca, G. Sturge y T. Schmidt (2019) The Impact of Cash Transfers: A Review of the Evidence from Low- and Middle-income Countries. *Journal of Social Policy*, 48(3), 569-594.
- Berlinski, S., Duryea, S., & Perez-Vincent, S. M. (2021) Prevalence and correlates of disability in Latin America and the Caribbean: Evidence from 8 national censuses.
- BID (2021a) Evolución del empleo 2020. Observatorio Laboral COVID-19 del BID. BID, <https://observatoriolaboral.iadb.org/es/cifras/>
- BID (2021b) Informe macroeconómico BID: reformas fiscales clave para recuperación post pandemia. Comunicado de prensa, 20 de marzo de 2021, <https://www.iadb.org/es/noticias/informemacroeconomico-bid-reformas-fiscales-clave-pararecuperacion-post-pandemia>
- Brassiolo, P, Estrada, R., Vicuña, S., Odriozola, J., Toledo, M., Juncosa, F., Fajardo, G., Schargrodsky, E. (2023) Desafíos globales, soluciones regionales: América Latina y el Caribe frente a la crisis climática y de biodiversidad. CAF- Banco de desarrollo de América Latina y el Caribe.
- Carroll, D, Daszak, P, Wolfe, ND (2018) The Global Virome Project. *Science* (80-) 359.
- Cavallo, E., Hoffmann, B. y Noy, I. (2023) Disasters and Climate Change in Latin America and the Caribbean. *Economics of Disasters and Climate Change*. Springer.
- CEPAL (2014) Economía del Cambio Climático en Paraguay.
- CEPAL (2017) América Latina y El Caribe. Observatorio Demográfico No. 3.” Santiago de Chile.
- CEPAL (2023) Assessment of the effects of disasters in Latin America and the Caribbean. *Environment and Development*. Santiago.
- Climate & Clear Air Coalition (2020) CCAC Activities – Paraguay. URL: <https://www.ccacoalition.org/en/partners/paraguay>
- Di Cesare, M., Khang, Y., Asaria, P., Blakely, T., Cowan, M., Farzadfar, F., Guerrero, R. (2013) Inequalities in Non-Communicable Diseases and Effective Responses. *Lancet* 381 (9866): 585–97.
- Edelman Trust Institute (2024) Edelman Trust Barometer. Global Report.
- Epstein, P. R. (2002) Climate change and infectious disease: stormy weather ahead? *Environmental Health Perspectives*, 109(Suppl 1), 141-161.
- FAO (2020) Analysis and Mapping of Impacts Under Climate Change for Adaptation and Food Security Project: Paraguay.
- FMI (2021) El cambio climático y sus desafíos para América Latina y el Caribe.
- Global Forest Watch. Paraguay ver en <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/PRY/>
- Gottdenker, N., Streicker, D., Faust, C., Carroll, C. (2014) Anthropogenic Land Use Change and Infectious Diseases: A Review of the Evidence. *Ecohealth*. 11: 619–32.



- Grover, D. (2014) Stage 4 of the Demographic Transition Model. Population Education. <https://www.populationeducation.org/content/stage-4-demographic-transition-model>.
- Hales, S., Edwards, S. J., & Kovats, R. S. (2001) Climate change and human health: impacts, vulnerability, and public health. *Public Health*, 115(3), 193-201.
- Hotez, P. (2013) NTDs V.2.0: 'blue Marble Health'--Neglected Tropical Disease Control and Elimination in a Shifting Health Policy Landscape. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 7 (11): e2570. doi:10.1371/journal.pntd.0002570.
- Ibarrarán, P., Medellín, N., Regalia, F., Stampini, M., Parodi, S., Tejerina, I., Cueva, P. y Vásquez, M. (2017) Así funcionan las transferencias condicionadas: Buenas prácticas a 20 años de implementación. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Instituto de Salud Global (2021) Informe del Grupo de Trabajo Científico sobre Prevención de Pandemias. Universidad de Harvard. Cambridge, MA.
- IPCC (2022) Cambio Climático. Bases físicas. Resumen para responsables de políticas. Grupo Intergubernamental de Expertos. OMM, PNUMA.
- IPCC (2022) Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge y Nueva York, NY: Cambridge University Press.
- Jafino, B. A., B. Walsh, Rozenberg, J. y Hallegatte, S. (2020) "Revised Estimates of the Impact of Climate Change on Extreme Poverty by 2030". Washington, DC: Banco Mundial.
- Jones, K., Patel, N., Levy, M. (2008) Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*; 451: 990-3.
- OECD (2010) *Sickness, Disability and Work: Breaking the Barriers*. Paris.
- Ortigoza, J.G. (2019) Bases para la Estrategía Nacional de Sequía.
- Pacific Disaster Center (2020) Paraguay. Evaluación Nacional de Referencia para la Preparación en Caso de Desastres (NDPBA).
- PAHO (2016). Household Air Pollution – Paraguay Country Profile. URL: <https://www.paho.org/en/documents/household-airpollution-paraguay-country-profile>
- Paraguay (2016) Tercera comunicación Nacional de la Republica de Paraguay. UNFCCC.
- Paraguay (2017) Tercera comunicación Nacional de la Republica de Paraguay. UNFCCC.
- Pezzoli, A. (2016) Vulnerability and Resilience to drought in the Chaco, Paraguay.
- ReliefWeb (2019) Paraguay Floods – March 2019.
- Rubinstein, A., Irazola, V., Calandrelli, M., Elorriaga, N., Gutierrez, L., Lanas, F., Manfredi, J., Mores, N., Olivera, H. Poggio, R., Ponzo, J., Seron, P., Chen. C., Bazzano, L. y He, J. (2015) Multiple Cardiometabolic Risk Factors in the Southern Cone of Latin America: A Population-Based Study in Argentina, Chile, and Uruguay. *International Journal of Cardiology* 183 (March): 82–88.
- Sacks, E., Freeman, P., Sakyi, K., Jennings, M., Rassekh, B., Gupta, S. y Perry, H. (2017) Comprehensive Review of the Evidence Regarding the Effectiveness of Community-Based Primary Health Care in Improving Maternal, Neonatal and Child Health: 3. Neonatal Health Findings. *Journal of Global Health* 7 (1): 10903. doi:10.7189/jogh.07.010903.
- SEAM (2011). Segunda Comunicación Nacional en el Marco de la Convención de Cambio Climático. Asunción. *hoy Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sustentable, MADES.
- SEN (2016) Paraguay. Plan Nacional de Gestion de Riesgo de Desastres: 2015–2025.
- Sequera, G., Estigarribia-Sanabria, G., Aguirre, S., Piñanez, C., Martinez, L., Lopez-Olarte, R., Andrews, J., Walter, K., Croda, J., Garcia-Basteiro, A. (2024) Excess tuberculosis risk during and following incarceration in Paraguay: a retrospective cohort study. *The Lancet Regional Health Americas*. Vol 31 March, 2024.
- Serafini, V. y Zavattiero, C. (2023) Políticas de protección social y laboral: evidencias y desafíos para Paraguay. UNDP LAC Working Paper No. 36.



Talbot-Wright, H., Alfonso, M., Astorga, I., Vogt-Schilb, A. (2023) Chequeo médico: cambio climático y salud. En “Con el calor y el agua al cuello. Nueve caminos hacia un desarrollo resiliente al cambio climático”.

The World Values Survey. Ver en <https://www.worldvaluessurvey.org/>

WBG Climate Change Knowledge Portal (2020). Paraguay Health Sector Dashboard. URL: <https://climatedata.worldbank.org/CRMePortal/web/health/systems-and-service?country=PAR&period=2080-2099>

White RJ, Razgour O. (2020) Emerging zoonotic diseases originating in mammals: a systematic review of effects of anthropogenic land-use change. *Mamm Rev.*; 50: 336–52.





Hoja de Ruta de Innovación

PARAGUAY MÁS PROTEGIDO Y RESILIENTE