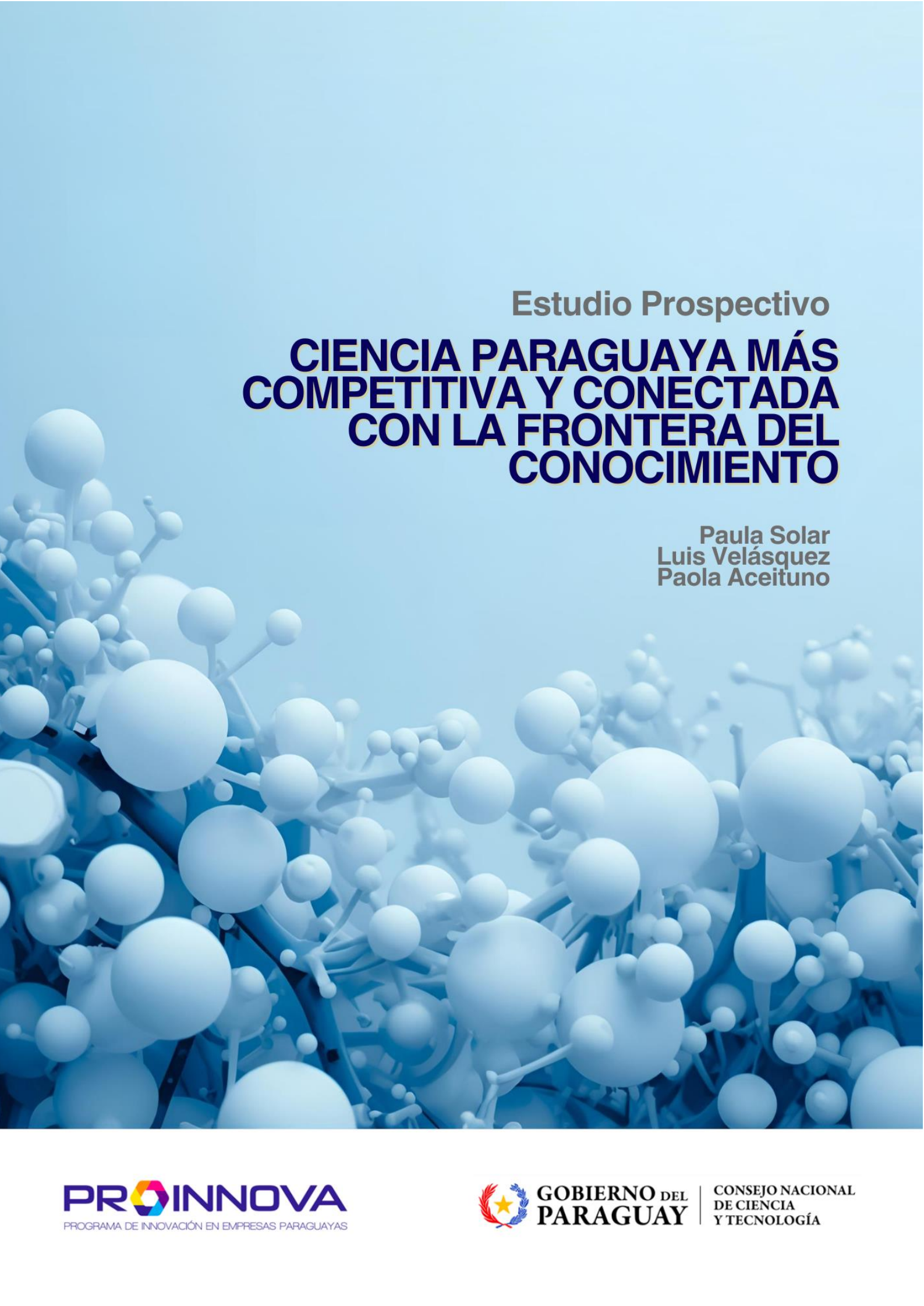




Estudio Prospectivo

CIENCIA PARAGUAYA MÁS COMPETITIVA Y CONECTADA CON LA FRONTERA DEL CONOCIMIENTO

Paula Solar
Luis Velásquez
Paola Aceituno

ÍNDICE DE SECCIONES

Índice de Figuras, Tablas y Gráficos	3
Equipo de Trabajo	6
Resumen Ejecutivo	7
Metodología del Estudio	10
Fase 1. Diagnóstico	14
Síntesis de la revisión documental.....	15
Mapa de actores	28
FODA	31
PESTEL	39
Fase 2. Estudio Prospectivo	43
Análisis de patentes	44
Escenarios de eventos posibles	46
Estudio Delphi	54
Fase 3. Hoja de Ruta	76
Estudio de política comparada	77
Hoja de ruta	86
Curso de propiedad intelectual	97
Conclusiones	100
Recomendaciones	102
Referencias Bibliográficas	104

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y GRÁFICOS

FIGURAS

Figura 1. Publicaciones en Ciencias Sociales por disciplina de Paraguay. -----	24
Figura 2. Instituciones con mayor producción científica en Ciencias Sociales y Humanidades entre el año 2005 al 2023. -----	25
Figura 3. Proporción de publicaciones en área de Ciencias Naturales y Exactas entre los años 2005 y 2023. -----	25
Figura 4. Instituciones con mayor producción en Ciencias Naturales y Exactas entre los años 2005 y 2023. -----	26
Figura 5. Mapa de actores -----	30
Figura 6. Mapa de Actores Clave, Matriz de Interés e Influencia -----	31
Figura 7. Matriz FODA de cuatro cuadrantes -----	36
Figura 8. Matriz PESTEL. -----	42
Figura 9. Matriz de probabilidad e impacto -----	49
Figura 10. Líneas de investigación prioritarias para el Paraguay del 2050 -----	64
Figura 11. Inversión en I+D para Chile y Japón -----	81
Figura 12. Fase 1 de la Hoja de Ruta (2025-2030) -----	93
Figura 13. Fase 2 de la Hoja de Ruta (2030-2040) -----	95
Figura 14. Fase 3 de la Hoja de Ruta (2040-2050) -----	96

TABLAS

Tabla 1. Gasto en I+D cómo % del PIB de los últimos 10 años -----	14
Tabla 2. Posición mundial 2023-2024 de instituciones paraguayas en el Nature Index ---	18
Tabla 3. Ranking interno 2023-2024 de instituciones paraguayas según su posición en el ranking Nature Index -----	19
Tabla 4. Artículos sobre el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Paraguay. -----	20
Tabla 5. Valores de las variables de alto impacto en el escenario más probable, optimista y pesimista al 2050. -----	52
Tabla 6. Sector al cual se encuentran asociados/representan Delphi. -----	54
Tabla 7. Rol de expertos en las Instituciones que representan. Delphi -----	55
Tabla 8. Sector al cual se encuentran asociados/representan, Ronda 2 Delphi. -----	56
Tabla 9. Rol de expertos en las Instituciones que representan, Ronda 2 Delphi. -----	57

Tabla 10. Áreas de investigación. Enfoque. Delphi. -----	59
Tabla 11. Información preliminar de áreas/aplicaciones a fomentar. -----	59
Tabla 12. Escala Likert utilizada en la segunda ronda. -----	60
Tabla 13. Ciencias exactas a ser fomentadas en Paraguay. -----	61
Tabla 14. Rangos de dispersión de las respuestas Delphi. -----	61
Tabla 15. Categoría Salud/Medicina. -----	62
Tabla 16. Categoría Ciencias Biológicas y Ambientales. -----	62
Tabla 17. Categoría Ecología y Agroecología. -----	63
Tabla 18. Categoría Ciencias de la Tierra. -----	64
Tabla 19. Ciencia de Datos, Matemáticas y Modelamiento. -----	64
Tabla 20. Matriz de políticas transferibles a Paraguay basada en las experiencias de Japón y Chile. -----	81
Tabla 21. Datos de producción científica e indicadores del Sistema de Ciencia, de los países mejor rankeados que Paraguay en producción científica. -----	82
Tabla 22. Matriz de políticas transferibles a Paraguay basada en las experiencias de México y Chile. -----	84
Tabla 23. Fase 1 (2025-2030): Instalación de capacidades e incentivos iniciales. -----	91
Tabla 24. Fase 2 (2031-2040): Consolidación del ecosistema. -----	93
Tabla 25. Fase 3 (2041-2050): Internacionalización y madurez del ecosistema. -----	95

GRÁFICOS

Gráfico 1. Gasto en I+D cómo % del PIB de los últimos 10 años -----	16
Gráfico 2. Exportación de productos de alta tecnología como % de las exportaciones de productos manufacturados. -----	17
Gráfico 3. Puesto en el Ranking Scimago de la UNA en diferentes áreas del conocimiento. - -----	18
Gráfico 4. Áreas del conocimiento con más publicaciones con filiaciones de origen paraguayo. -----	24
Gráfico 5. Artículos publicados en la colección Paraguay Scielo 2014-2023. -----	26
Gráfico 6. Áreas temáticas WOS de los artículos de la colección Scielo Paraguay. -----	27
Gráfico 7. Áreas temáticas Scielo de los artículos de la colección Paraguay. -----	27
Gráfico 8. Patentes de solicitantes de origen paraguayo. -----	44
Gráfico 9. Nivel educativo panel. Ronda 1. -----	55
Gráfico 10. Nivel educativo panel. Ronda 2. -----	56
Gráfico 11. Solicitudes de patentes vía PCT por millón de habitantes. -----	78



EQUIPO DE TRABAJO

Dra. Paula Solar: Consultora Principal, experta en políticas de ciencia, prospectiva tecnológica y diplomacia científica.

Dra. Paola Aceituno: Metodóloga en estudios prospectivos.

Dr. Luis Velásquez: Experto en desarrollo de ciencias exactas y políticas universitarias

Daniel Pranao: Web Scraping y análisis estratégico-económico

Marc Piffaut: Ayudante de investigación

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe corresponde al tercer producto de la consultoría para el desarrollo de un estudio prospectivo de innovación en Paraguay, en el marco del proyecto 'Innovación en Empresas Paraguayas' (PROINNOVA). Su objetivo general es analizar tendencias futuras, identificar oportunidades y desafíos, y entregar orientaciones estratégicas para la toma de decisiones en políticas públicas, en el contexto del desafío propuesto por la Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: “Ciencia Paraguaya más Competitiva y Conectada con la Frontera del Conocimiento”.

La primera Fase de este estudio es la Fase “Diagnóstico” y comprende el Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico actual de los sectores involucrados en el desafío “Ciencia Paraguaya más Competitiva y Conectada con la Frontera del conocimiento”

La segunda Fase de este estudio es la Fase “Estudio Prospectivo” y comprende el Objetivo Específico 2: Realizar un estudio de prospectiva industrial y tecnológica para identificar capacidades, recursos y proyecciones relacionadas al desafío, y al Objetivo Específico 3: Describir y analizar escenarios futuros y tendencias mundiales en las áreas de estudio y su vinculación con el estado de la técnica nacional y actividades del sector empresarial.

La tercera y última Fase de este estudio es la Fase “Hoja de Ruta” y comprende el Objetivo Específico 4: Diseñar una hoja de ruta que permita mejorar la capacidad nacional.

Fase 1. Diagnóstico del Sistema de Ciencia y Tecnología en Paraguay

Esta fase se inició con una revisión sistemática seguida de un mapeo de actores, análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Desafíos y Amenazas) y PESTEL (factores Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos y Legales). Todos estos instrumentos fueron retroalimentados con las entrevistas semiestructuradas realizadas a 8 actores clave y a la visita tecnológica, donde a su vez se conversó con 23 actores de 9 instituciones distintas (5 de ellas, unidades de la Universidad Nacional de Asunción). El análisis de la literatura y de indicadores internacionales evidencian que Paraguay presenta una inversión en investigación y desarrollo (I+D) del 0,14% del PIB, significativamente inferior al promedio de América Latina y el Caribe (0,62%) y al promedio mundial (2,63%). Por otro lado, se detectó que el país cuenta con sólo 142 investigadores por millón de habitantes, en comparación con los 1.521 a nivel mundial.

Revisión Sistemática

En términos de producción científica, el país tiene una representación limitada en rankings internacionales. La Universidad Nacional de Asunción es la única institución que aparece en los rankings de *Times Higher Education* y SCImago, posicionándose en niveles bajos dentro de América Latina. Asimismo, el análisis de *Nature Index* ubica a Paraguay en la posición 158 a nivel global y en posición 10 en Sudamérica en términos de investigación científica.

Mapeo de Actores y Análisis FODA

El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) de Paraguay está compuesto por diversas instituciones gubernamentales, universidades, centros de investigación y actores del sector privado. Sin embargo, la falta de articulación entre estos actores limita la efectividad de las políticas de ciencia y tecnología. Los resultados del análisis FODA destacan como fortalezas la existencia de

fondos de financiamiento, la creciente formación de investigadores y los Recursos Naturales del país, pero señala debilidades estructurales como la baja inversión en I+D, la escasa vinculación universidad-empresa y la falta de incentivos para la carrera de investigadores. Para la confección de este instrumento participaron 34 actores.

Análisis PESTEL

Este análisis arrojó los siguientes factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales:

Políticos: Aunque el país cuenta con estabilidad política y legislación para la ciencia y tecnología, la falta de coordinación interinstitucional y continuidad en políticas públicas limita su desarrollo.

Económico: El crecimiento económico de Paraguay es constante, pero la baja inversión en I+D restringe la competitividad y la innovación.

Social: La población joven y los programas educativos representan una oportunidad para la formación de investigadores, pero la fuga de talentos y la percepción limitada sobre la importancia de la ciencia son desafíos importantes para el país.

Tecnológico: Las alianzas internacionales con empresas tecnológicas pueden acelerar la modernización, aunque la infraestructura pública sigue siendo insuficiente.

Ecológico: La riqueza natural del país ofrece oportunidades en biotecnología y energías renovables, pero la integración de estrategias sostenibles en el sector científico es limitada.

Legal: Existe un marco regulatorio que fomenta la investigación, pero su implementación enfrenta obstáculos en financiamiento y protección de la propiedad intelectual.

Fase 2. Estudio Prospectivo del Sistema de Ciencia y Tecnología en

Paraguay Escenarios de Eventos Posibles

Luego de identificar 35 variables, de las cuales 6 se clasificaron como de alta influencia, se diseñaron tres escenarios posibles para el 2050:

1. **Escenario Optimista:** Se incrementa la inversión en I+D hasta alcanzar el 1,2% del PIB, fortaleciendo la infraestructura científica y la formación de capital humano. La vinculación universidad-empresa se consolida, fomentando la innovación aplicada y la competitividad internacional.
2. **Escenario Más Probable o Tendencial:** Se mantiene la inversión en niveles actuales, con avances limitados en la producción científica y la innovación. La inserción en redes globales mejora, pero Paraguay sigue rezagado respecto a sus pares latinoamericanos.
3. **Escenario Crítico o Pesimista:** La inversión en ciencia y tecnología se reduce debido a crisis económicas o cambios en políticas públicas, generando un estancamiento en la producción científica y una mayor fuga de talentos.

Estudio Delphi

Luego de dos rondas de consultas a expertos, con la participación de más de 30 actores clave se establecieron diferentes áreas como nichos estratégicos de desarrollo para Paraguay con un alto nivel de consenso. Se establecieron como áreas clave para el 2050 Salud y Medicina; Ciencias Biológicas y Ambientales; Ecología y Agroecología; Ciencias de la tierra y el Espacio; Ciencia de Datos, el Modelamiento Matemático y la Inteligencia Artificial. Con estas áreas se desarrollaron 5 escenarios deseados, no excluyentes entre sí, que contribuyeron al diseño de la hoja de ruta de la Fase 3 de este estudio.

Fase 3. Hoja de Ruta

La hoja de ruta se inició con un estudio de política comparada, el cual partió con un análisis de las políticas del Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF) para incentivar el desarrollo de patentes en Panamá, prosiguió con un estudio de las políticas de capital humano de Japón y Chile, y finalizó con las políticas asociadas a productividad científica de México y Chile. Utilizando este análisis como base se confeccionó una hoja de ruta de 3 fases:

Fase 1: Instalación de capacidades e incentivos iniciales (2025-2030)

Fase 2: Consolidación del ecosistema (2030-2040)

Fase 3: internacionalización y madurez del ecosistema (2040-2050)

Las políticas propuestas abarcan iniciativas para incentivar la inversión en I+D, aumentar la participación de los privados en iniciativas de ciencia y tecnología, formar capital humano avanzado en áreas estratégicas, planificar y ordenar convocatorias evaluadas en ciego y con un fuerte componente en productos científicos desarrollados por investigadores paraguayos, creación de centros de excelencia, acreditación institucional en investigación para universidades públicas y privadas, y mejorar la conectividad a internet, entre otras iniciativas.

METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Fase 1. Diagnóstico

Revisión sistemática: Se llevó a cabo una revisión sistemática utilizando una metodología basada en *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses PRISMA 2020* (Page y cols, 2021) con el objetivo de disminuir el sesgo de la revisión de la literatura. Esta metodología permite establecer bases de datos, algoritmos de búsqueda, criterios de inclusión y exclusión previos a la revisión; con el objetivo de realizar una búsqueda y análisis objetivo y transparente. PRISMA 2020 se diseñó principalmente para revisiones sistemáticas de estudios del área de la salud; sin embargo, esta metodología ha sido aplicada en informes de revisiones sistemáticas que evalúan otras intervenciones y en revisiones sistemáticas con objetivos distintos de la evaluación de intervenciones. Específicamente se utilizó la extensión PRISMA-S (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses literature search extension*) (Rethlefsen, 2020) la cual consiste en una lista de verificación de 16 ítem la cual es utilizada por autores interdisciplinarios, editores y revisores para verificar que cada componente de una búsqueda sea reproducible y se informe completamente.

La revisión sistemática de la literatura incluyó las siguientes fuentes:

- a. Banco Mundial: Se analizaron los indicadores publicados sobre el sistema de ciencia de Paraguay y los promedios de América Latina y el Caribe y del mundo como control. Se extrajeron los datos de los últimos 10 años, extrapolando las tendencias al 2050. Por otro lado, se analizaron los rankings asociados a investigación *Nature Index*, *Times Higher Education* y Scimago tanto a nivel nacional como internacional.
- b. Informes nacionales (Paraguay): se revisaron informes relacionados con el desafío estipulado en este estudio.
- c. Artículos científicos: se usaron las bases de acceso ScienceDirect, SciELO y RedALyC, identificando publicaciones de entidades paraguayas y sus áreas de estudio de los últimos 10 años.

Mapeo de actores: Se realizó un mapeo de actores, para asegurar la participación de los expertos(as) adecuados para cada ejercicio. Como actores se tomaron en cuenta a personas, grupos o instituciones que cumplieran con alguna de las siguientes características asociadas al ecosistema de ciencia, tecnología e innovación: representan intereses legítimos de un grupo asociado al ecosistema; tienen funciones y atribuciones en relación directa con los objetivos de este estudio; tienen capacidades, conocimiento, habilidades, infraestructura y/o recursos para proponer y desarrollar soluciones para problemas técnico-científicos asociados al estudio; cuentan con mecanismos de financiamiento o donación de recursos; o tienen capacidad de gestión y negociación con los diversos agentes y/o niveles gubernamentales que permiten construir consensos y acuerdos.

Los actores fueron analizados mediante una revisión bibliográfica y entrevistas semiestructuradas. A nivel de instituciones, sólo fueron considerados los actores que tienen página web vigente o actividad en la web durante el año 2024.

Los actores fueron clasificados según:

1. Nivel de involucramiento
2. Pertenencia al Gobierno, la sociedad civil, Universidades o a alguna empresa.
3. Matriz de interés / influencia

Análisis FODA: El análisis interno se enfocó en identificar las fortalezas y las debilidades. Las fortalezas fueron definidas como recursos, capacidades y aspectos positivos que pueden ser aprovechados; y las debilidades se enfocaron en limitaciones internas que podrían obstaculizar el logro de los objetivos. El análisis externo consistió en identificar las oportunidades como condiciones externas favorables que pueden ser explotadas para lograr los objetivos; y las amenazas, las cuales consisten en factores externos que podrían poner en riesgo el éxito del proyecto o estrategia. La información levantada se ordenó en una matriz FODA de cuatro cuadrantes donde se clasificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificadas. Con la matriz construida, se procedió a llevar a cabo un análisis de interrelaciones con cruce de variables, donde se analizó cómo las fortalezas pueden maximizar las oportunidades y mitigar las amenazas, y cómo las debilidades pueden ser superadas para evitar que se agraven con las amenazas externas. Para ello se utilizaron las estrategias FO, DO, FA, DA:

FO (Fortalezas-Oportunidades): Estrategias que utilizan fortalezas internas para aprovechar oportunidades externas.

DO (Debilidades-Oportunidades): Estrategias que minimizan debilidades internas para aprovechar oportunidades externas.

FA (Fortalezas-Amenazas): Estrategias que utilizan fortalezas internas para contrarrestar amenazas externas.

DA (Debilidades-Amenazas): Estrategias defensivas que minimizan debilidades internas para evitar ser vulnerables a amenazas externas.

Para llevar a cabo este análisis se envió un formulario a los diferentes actores, con la meta de recopilar 10 encuestas que representaran al menos a los sectores universitarios, empresariales y gubernamentales. El formulario recopiló la siguiente información: género, formación profesional, tipo de institución de pertenencia y rol dentro de la institución.

La información obtenida del formulario fue retroalimentada por entrevistas semiestructuradas (8 actores clave) y una visita tecnológica donde se conversó con 23 actores de 9 unidades durante el mes de marzo. Entre las unidades visitadas se encuentran 4 Facultades de la Universidad Nacional de Asunción, 2 ONGs de investigación, 1 ONG de educación de las ciencias, y 2 unidades asociadas a alguna rectoría. A ello se suman 1 empresa y otras 2 unidades asociadas a rectorías llevadas a cabo en formato online.

Análisis PESTEL: Para el análisis PESTEL, se utilizó el método de *web scraping* como herramienta para buscar y extraer información de las páginas web incluidas en la bibliografía. Este enfoque permitió recopilar datos de manera eficiente y organizada, facilitando la selección de contenido de alta calidad y relevancia para el análisis. Gracias a esta metodología, fue posible identificar y estructurar información clave que contribuye a un mejor entendimiento de los factores externos que influyen en el sistema de ciencia paraguayo. Esta información fue retroalimentada por las entrevistas semiestructuradas mencionadas anteriormente.

Fase 2. Estudio Prospectivo

Análisis de patentes: Para el análisis de patentes se utilizó la base de datos Espacenet. Para el análisis se utilizó la herramienta de búsqueda avanzada para encontrar patentes de solicitantes de origen paraguayo.

Escenarios de Eventos Posibles: Para llevar a cabo este análisis se determinó el escenario más probable, un escenario pesimista y un escenario optimista según la metodología de Baas (Baas, 2002). Esta metodología consiste en determinar las variables que afectan al sistema a estudiar, para luego clasificarlas según el tipo de variable e influencia. Las variables de influencia alta fueron analizadas para determinar los valores que tomarían en el escenario más probable, en un escenario optimista y uno pesimista para la construcción de los escenarios seleccionados. Para determinar el valor más probable de las variables se extrapolaron las tendencias de los últimos 10 años al 2050. Para los escenarios optimistas y pesimistas se consideraron las tendencias globales y los datos observados de las revisiones de la literatura.

Estudio Delphi: El método Delphi aplicado en este estudio, es un método de carácter cualitativo/cuantitativo que tiene como finalidad estructurar un proceso de comunicación de conocimiento experto, que es efectivo a la hora de permitir a un grupo tratar un problema complejo. Las principales características de este método corresponden:

- Consulta a expertos.
- Anonimato.
- Más de una ronda de consultas
- Retroalimentar al grupo.
- Tratamiento estadístico de los datos.
- Creación de escenarios

El proceso se resume en que los expertos que participan en este tipo de ejercicio, responden varias rondas de cuestionarios de forma anónima, lo que permite anular desvíos de opinión por liderazgos espontáneos, problema reconocido en la realización de ejercicios presenciales.

En la instancia de retroalimentación grupal, se debe velar porque ninguno de los participantes conozca quién está componiendo el panel, así como tampoco el origen de las hipótesis o proposiciones, y menos conocer quién las ha valorizado de determinada manera. Todo lo anterior, permite una mayor libertad al momento de ejercer cada opinión, sin el influjo común que se produce en los ejercicios presenciales, donde algunos expertos o actores involucrados tienden a guardar opiniones reales o se ven disminuidos ante el surgimiento y predominio de personalidades que lideran o quieren liderar al grupo, opacando y desmotivando al resto (Aceituno, 2017).

El cuestionario Delphi, consistió en que un grupo de expertos respondieran 2 rondas de consultas aplicadas entre los meses de enero y febrero del 2025. Los resultados fueron codificados, agrupados y analizados. Con los resultados de la primera ronda de consulta, se elaboró un segundo cuestionario con 22 afirmaciones y se solicitó a los expertos calificar mediante una escala de Likert, que tan de acuerdo o en desacuerdo se encontraban con las afirmaciones, disponiendo en el formulario de consulta, espacios para sus comentarios. Dar a conocer las respuestas obtenidas en la primera ronda y solicitar el nivel de acuerdo o desacuerdo a los expertos, busca validar y priorizar las percepciones sobre el futuro de las Ciencias Exactas y Naturales en Paraguay y una posible aplicación práctica.

Fase 3. Hoja de Ruta

Estudio de Política Comparada: para el estudio de política comparada se seleccionaron 3 variables a analizar:

Variable dependiente 1: Solicitudes de patentes. Para esta variable se analizó el caso de la intervención de CAF para el desarrollo de patentes en Panamá

Variable dependiente 2: Número de investigadores. Para esta variable se analizaron las políticas de Japón y Chile.

Variable dependiente 3: Producción científica (número de artículos indexados y su impacto). Para esta variable se analizaron los casos de México y Chile.

Para cada ejemplo se evaluaron políticas con potencial de ser transferidas a Paraguay, encontrando importantes oportunidades para mejorar el ecosistema de ciencia paraguayo.

Hoja de ruta: Para la Hoja de ruta se tomaron en cuenta todos los análisis desarrollados en este estudio. Las políticas seleccionadas se colocaron en una matriz especificando fase, objetivo e indicadores de éxito.



Fase 1. Diagnóstico

Síntesis de la revisión documental: Revisión Sistemática del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Paraguay (SNCTI)

Datos asociados al ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación

Inversión en I+D

Según los datos del Banco Mundial, al año 2021 Paraguay invertía el 0,14% del PIB en Investigación y desarrollo; muy por debajo de América Latina y el Caribe (ALC), con un 0,62% del PIB y del promedio mundial que se encuentra en un 2,63% (World Bank, 2024). El detalle del gasto en I+D los últimos 10 años se encuentra en la Tabla 1.

Tabla 1. Gasto en I+D cómo % del PIB de los últimos 10 años. ALC = América Latina y el Caribe, SD = Sin Dato.

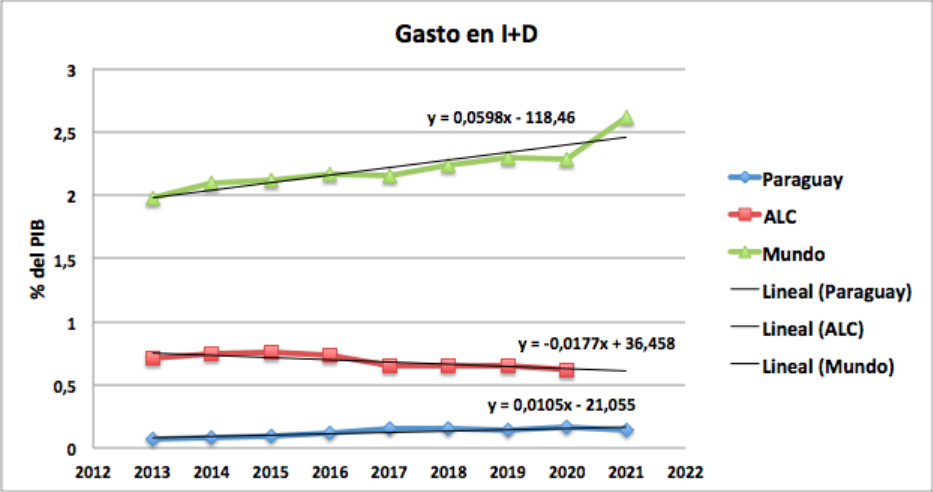
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Paraguay	0,07%	0,08%	0,1%	0,12%	0,15%	0,15%	0,14%	0,16%	0,14%
ALC	0,71%	0,74%	0,76%	0,73%	0,65%	0,65%	0,65%	0,62%	S/D
Mundo	1,98%	2,09%	2,12%	2,17%	2,16%	2,24%	2,3%	2,29%	2,62%

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Banco Mundial.

Tal como podemos observar en la Tabla 1, en los últimos 10 años el gasto en I+D como % del PIB de Paraguay ha aumentado al doble, sin embargo, no han existido variaciones significativas desde el año 2017 y el país se encuentra muy por debajo del promedio de ALC y del mundo. ALC en promedio gasta 4,4 veces más en I+D que Paraguay, y en el mundo este monto es 18,7 veces superior.

Al graficar los datos de los últimos 10 años y calcular las ecuaciones de la recta para cada caso, vemos que la pendiente de la recta sobre el gasto de I+D en ALC, a diferencia de Paraguay y del promedio mundial va a la baja (Gráfico 1). Por otro lado, vemos que la pendiente de la recta del promedio del mundo es 5 veces mayor que la de Paraguay, lo que muestra que la brecha del gasto en I+D de Paraguay con el promedio mundial va al alza. Si extrapolamos estos datos al 2050, es de esperar que el gasto en I+D del mundo sea en promedio de 4,13% del PIB, en ALC sea de 0,173% del PIB y el de Paraguay sea de 0,47% del PIB.

Gráfico 1. Gasto en I+D como % del PIB de los últimos 10 años con sus respectivas líneas de tendencia. ALC = América Latina y el Caribe,



Fuente: Elaboración propia desde los datos del Banco Mundial.

Número de recursos humanos dedicados a investigación

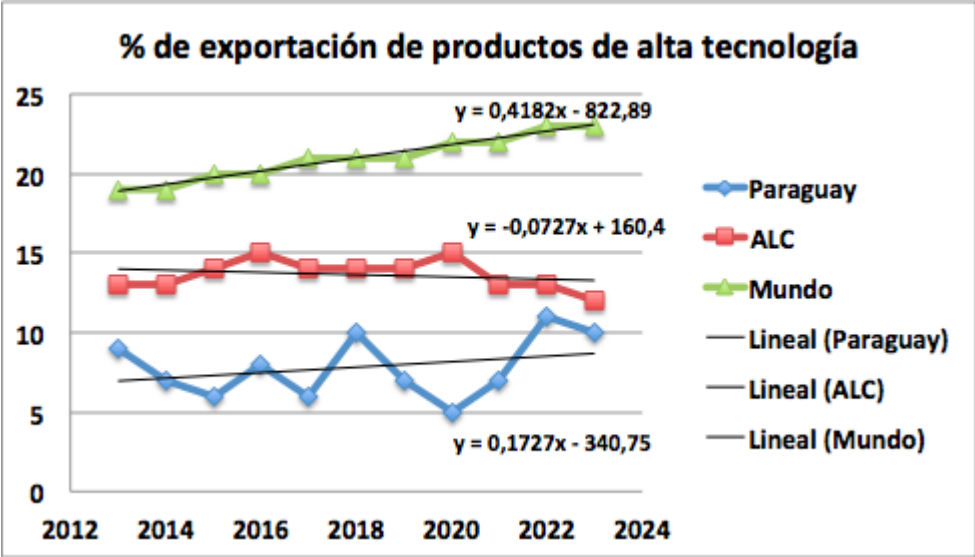
Los datos asociados al recurso humano se encuentran en la misma línea. Mientras que Paraguay tiene 142 investigadores dedicados a investigación y desarrollo por millón de habitantes, en el mundo el promedio es de 1.521 al 2018 y de 578 en ALC al 2014 (Banco Mundial). La escasez de estos datos no permite hacer un análisis tendencial de los últimos 10 años; ya que la última información disponible para ALC es del año 2014.

Exportaciones de productos de alta tecnología

Los datos expuestos anteriormente se condicen con la participación del SNCTI en la matriz productiva. Mientras que el 10% de las exportaciones de productos manufacturados de Paraguay son productos de alta tecnología, en ALC es el 12% y en el mundo el promedio es de un 23% (datos 2023, Banco Mundial).

Tal cual se observa en el indicador “Gasto en I+D” el promedio de ALC muestra una leve disminución en los últimos 10 años a diferencia del promedio mundial y de Paraguay (Gráfico 2), Sin embargo, también se observa que en los últimos 10 años este porcentaje ha fluctuado entre 7-10% sin mostrar un aumento consistente en el tiempo. Si extrapolamos los datos al 2050 vemos que el % de exportaciones de alta tecnología de Paraguay estaría en un 13,29%, el de ALC sería de un 11,37% y el del mundo estaría bordeando el 34,42% de las exportaciones de productos manufacturados.

Gráfico 2. Exportación de productos de alta tecnología como % de las exportaciones de productos manufacturados. Datos de los últimos 10 años con sus respectivas líneas de tendencia. ALC = América Latina y el Caribe.



Fuente: Elaboración propia desde los datos del Banco Mundial.

Rankings asociados a investigación

Dentro de los rankings asociados a investigación están los Ranking de Universidades a nivel mundial. Estos rankings contemplan indicadores importantes asociados a investigación, entre los cuales se contemplan: producción científica; factor de impacto de revistas científicas; número de citas de sus publicaciones, entre otros indicadores. La producción científica de las instituciones de educación superior es muy relevante, ya que implica que las y los investigadores que están en contacto directo con estudiantes, formen y trasparen conocimiento producido por el capital humano avanzado, respondiendo a su vez, a desafíos locales y globales.

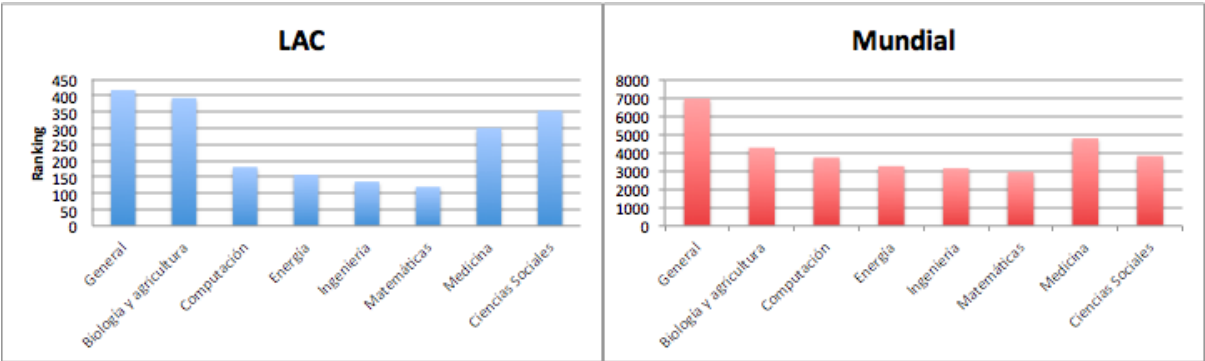
Uno de los ranking más importantes, es *Times Higher Education*. Este ranking tiene 20 años de trabajo y proporciona datos fiables sobre el rendimiento de las universidades a nivel mundial. En este ranking, sólo dos Universidades paraguayas se encuentran mencionadas, la Universidad Nacional de Asunción (UNA) que está rankeada en un puesto sobre 1.501+ y la Universidad Nacional de Itapúa que se encuentra inscrita, pero no posee ningún puesto en el ranking. A nivel de ciencias interdisciplinarias la UNA se encuentra en la banda 601+.

Otro ranking muy importante, es Scimago. En este ranking sólo está presente la UNA en el puesto 6.952 a nivel mundial (Scimago, 2024). Esto significa que se encuentra en el percentil 77 y en el puesto 280 a nivel Latinoamericano. En investigación, la UNA se encuentra en el puesto 7.174, lo que corresponde al percentil 80 y al puesto 492 a nivel latinoamericano. A nivel de innovación la Universidad se encuentra en el puesto 7.444, lo que corresponde al percentil 83 a nivel mundial y al puesto 429 a nivel Latinoamericano. A la vista de ambos rankings la UNA es la mejor Universidad de Paraguay y es la única que compite a nivel internacional.

El Gráfico 3 presenta un análisis detallado por área de conocimiento, comparando a la Universidad Nacional de Asunción (UNA) con sus pares latinoamericanos. Las áreas que no se incluyen en el

gráfico, como Artes y Humanidades, Bioquímica y Genética Molecular, Negocios, entre otras, han sido omitidas debido a que la UNA no figura en los rankings correspondientes a esas categorías.

Gráfico 3. Puesto en el Ranking Scimago de la UNA en diferentes áreas del conocimiento. En A se observa el ranking a nivel latinoamericano y en B a nivel mundial.



Fuente: elaboración propia desde datos de Scimago

Llama la atención que la UNA tiene su mejor ranking en Ciencias Matemáticas, seguido de Ingeniería, Energía, Computación, Medicina, Ciencias Sociales, Biología y Agricultura. Tomando en cuenta la matriz productiva de Paraguay, con un fuerte predominio de la industria agroalimentaria, se hubiera esperado que el mejor ranking estuviera posicionado en Ciencias Biológicas y Agricultura; lo que no ocurre. Hay que considerar que este ámbito del conocimiento tiene mayores competidores que las otras áreas, ya que en este ámbito hay 441 instituciones Latinoamericanas rankeadas, a diferencia de Ciencias Matemáticas donde hay rankeadas 221 instituciones.

El último ranking analizado fue el *Nature Index*, donde Paraguay aparece con el promedio global en la posición 158 y en Sudamérica en la posición 10. Con respecto a la posición por producción en investigación por áreas temáticas, Paraguay se posiciona en el puesto 135 a nivel global y 10 sudamericano para Ciencias Biológicas, 141 global y 10 sudamericano para Ciencias de la Salud y 108 global y 9 Sudamericano para Ciencias Físicas.

Según *Nature*, las instituciones más relevantes por su calidad de investigación científica entre el 1 de septiembre del 2023 y el 31 de agosto del 2024 son la Universidad Nacional de Asunción, Iniciativa Amotocodie, *National University of Concepción*, el Laboratorio Central de Salud Pública, e Investigación Biológica del Paraguay (IIBP). Sus respectivas posiciones en el ranking a nivel mundial se encuentran en la Tabla 2 y a nivel interno (dentro de Paraguay) se encuentra en la Tabla 3.

Tabla 2. Posición mundial 2023-2024 de instituciones paraguayas en el *Nature Index* por áreas de conocimiento: Ciencias Biológicas, Ciencias de la Salud y Ciencias Físicas (N/R = No rankeada en el área).

Institución	Global	Académico	Ciencias Biológicas	Ciencias de la Salud	Ciencias Físicas
Universidad Nacional de Asunción	6307	3075	3862	4098	2833
Iniciativa Amotocodie	7389	N/R	3792	N/R	N/R
Universidad Nacional de Concepción	7389	3330	N/R	4030	N/R

Laboratorio Central de Salud Pública	7530	2694	3910	4134	N/R
Investigación Biológica del Paraguay	7763	N/R	4122	N/R	N/R

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Nature Index

Tabla 3. Ranking interno 2023-2024 de instituciones paraguayas según su posición en el ranking *Nature Index*, por área de conocimiento: Ciencias Biológicas, Ciencias de la Salud y Ciencias Físicas (N/R = No rankeada en el área)

Institución	Ciencias Biológicas	Ciencias de la Salud	Ciencias Físicas
Universidad Nacional de Asunción	2	2	1
Iniciativa Amotocodie	1	N/R	N/R
Universidad Nacional de Concepción	N/R	1	N/R
Laboratorio Central de Salud Pública	3	3	N/R
Investigación Biológica del Paraguay	4	N/R	N/R

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Nature Index

Para la Universidad Nacional de Asunción se establecen como los principales temas de investigación la física de partículas y de alta energía, así como la fisiología médica. Los 5 principales colaboradores internacionales de esta Universidad son *Fermi National Accelerator Laboratory* (Fermilab, Estados Unidos), *Cornell University* (Estados Unidos), *The University of Chicago* (UChicago, Estados Unidos), *National Atomic Energy Commission* (CNEA, Argentina) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, México). Los 5 principales colaboradores de Iniciativa Amotocodie son la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB, España), *University of Helsinki* (Finlandia), *Knowledge Environment and Societies* (UMR SENS, Francia), *McGill University* (Canadá) y el Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV, CONICET-UNC, Argentina). El principal tema de investigación de la Universidad Nacional de Concepción son las ciencias clínicas; siendo el líder paraguayo en ciencias de la salud según *Nature*. Los 5 principales colaboradores de esta Universidad son el *Population Health Research Institute* (PHRI, Canadá), *McMaster University* (Canadá), *Hamilton Health Sciences* (HHS, Canadá), *University of Cape Town* (UCT, Sudáfrica) y *University of Ibadan* (UI, Nigeria). Para el Laboratorio Central de Salud Pública el principal tema de investigación se encuentra dentro de la biología evolutiva y sus principales colaboradores internacionales son *Oswaldo Cruz Foundation* (FIOCRUZ, Brasil), *World Health Organization* (WHO, Estados Unidos), *The Gorgas Memorial Institute for Health Studies* (GMI, Panamá), Ministerio de Salud de Brasil y el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA, Costa Rica). Finalmente, para Investigación Biológica del Paraguay (IIBP) el principal tema de investigación es la gestión medioambiental. Sus principales colaboradores internacionales son *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, Suiza), *Re:wild* (Estados Unidos), *Natural History Museum* (Inglaterra), Instituto Boitatá (Brasil) y la Academia China de Ciencias.

A nivel internacional los principales colaboradores de Paraguay según *Nature Index* son: Estados Unidos, España, Brasil, Canadá, Argentina, México, Francia, Sudáfrica, China y Bolivia

Informes y Artículos Nacionales

Para la búsqueda de informes nacionales se utilizó la base de datos de Google Scholar con el algoritmo ["Paraguay" AND "Sistema de ciencia, tecnología e innovación"], contemplando tanto informes como artículos científicos en los últimos 10 años. Esta búsqueda arrojó 125 artículos. Como criterios de inclusión se seleccionaron todos los artículos en inglés o español desde el año 2014 al 2024, excluyéndose todos los duplicados, artículos que no se referían a Paraguay, artículos que no tuvieran que ver con el desafío, que no estuvieran disponibles en la web o que fueran trabajos de titulación y no artículos o informes. Como resultado se obtuvieron sólo 2 documentos:

Tabla 4. Artículos sobre el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Paraguay.

Autor/es	Cita	Principales Hallazgos
María Paredes y Luis Maldonado	María, G., & Luis, G. (2022). Sistema nacional de ciencia tecnología e innovación del Paraguay: caracterización, avances y desarrollo. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(2), 1214-1240. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.1948	Caracterización e historia del Sistema Nacional de ciencia de Paraguay (SNCTI)
Luis Dávalos	Dávalos, L. (2023). Análisis crítico del discurso de los stakeholders del sistema nacional de ciencia y tecnología de Paraguay. Revista Científica En Ciencias Sociales, 5(2), 56-71. https://doi.org/10.53732/rccsociales/05.02.2023.56	Este estudio analiza los discursos de los principales actores implicados en el sistema nacional de ciencia y tecnología de Paraguay (SNCTI); analizando la forma en que inciden sobre cómo éste se constituye.

Fuente: Elaboración propia a partir de búsqueda de Google Scholar

Con respecto al documento “Sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación del Paraguay: caracterización, avances y desarrollo” (María, G., & Luis, G., 2022), presenta un estudio exhaustivo sobre el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) de Paraguay, detallando su evolución, estado actual y las proyecciones a futuro en un contexto de desafíos sociales, económicos y ambientales. Se inicia con la caracterización del SNCTI desde sus leyes fundamentales, específicamente la Ley N° 1028/97, que formaliza el sistema y crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), y la Ley N° 2279/2003, que busca modernizarlo según las exigencias de un mundo globalizado.

Se declara que el SNCTI, es relativamente reciente en comparación con otros sistemas Latinoamericanos, el cual se enfrenta a obstáculos significativos en términos de cohesión y articulación entre sus más de 300 instituciones involucradas. Este hecho impacta negativamente en la eficacia de la investigación y la innovación. Se resalta una dependencia del financiamiento estatal que representa más del 75% de la inversión en investigación y desarrollo (I+D+I), mientras que la inversión del sector privado alcanza solo un 0,2%.

Los autores, Paredes & Maldonado (Dávalos, 2023), analizan los logros y limitaciones del sistema hasta el 2021, destacando que, aunque existen avances en la implementación de políticas científicas, las metas establecidas para 2030 aún parecen inalcanzables, sin un aumento significativo en la inversión y colaboración entre el sector público y privado. La Política Nacional de Ciencia y Tecnología (PNCT) busca integrar dinámicas entre el ámbito académico, gubernamental y empresarial para fortalecer el SNCTI, enfatizando la necesidad de generar un conocimiento endógeno que esté en línea con las demandas sociales y económicas de Paraguay.

El documento también señala que las universidades deben adaptarse a sus roles esperados de formación de capital humano y generación de conocimiento, aunque persisten desafíos para establecer vínculos sólidos con el sector empresarial y el gobierno. Se propone un enfoque más estratégico que contemple la creación de redes colaborativas y la identificación de sectores con potencial de innovación, para mejorar la competitividad de la producción nacional tanto a nivel local como internacional.

En resumen, el SNCTI de Paraguay enfrenta un panorama complejo que requiere una revisión profunda de sus políticas y estructuras para poder avanzar hacia un sistema más integrado y eficaz que responda a los retos contemporáneos de desarrollo.

Por otro lado, el documento “Análisis crítico del discurso de los stakeholders del sistema nacional de Ciencia y Tecnología de Paraguay” de Dávalos ofrece una exploración de las voces de diversos actores clave en el ámbito de la ciencia y la tecnología en Paraguay. A través de un análisis discursivo, Dávalos revela las preocupaciones y tensiones existentes entre los investigadores, gestores académicos, funcionarios gubernamentales y empresarios, evidenciando una relación compleja entre la política pública y las necesidades del mercado.

El estudio destaca que, a pesar del reconocimiento generalizado de la importancia de la Ciencia y la Tecnología para el desarrollo del país, hay importantes discrepancias sobre el financiamiento y la priorización de políticas públicas. Los investigadores y gestores académicos generalmente denuncian la falta de inversión y apoyo estatal, sugiriendo que las políticas no están adecuadamente alineadas con las realidades del sector científico y las necesidades de desarrollo nacional. Por otro lado, los empresarios apuntan a la desconexión entre los productos de investigación y las demandas del mercado, enfatizando la necesidad de que la ciencia se enfoque más en soluciones que beneficien sus intereses económicos inmediatos.

Dávalos argumenta que el discurso de los políticos y funcionarios frecuentemente ignora las exigencias presupuestarias y no se vincula adecuadamente con las prioridades del ámbito científico. Además, se observan conflictos de interés que obstaculizan la eficacia del sistema nacional de ciencia y tecnología, lo que se traduce en un futuro incierto para el desarrollo científico en Paraguay. La burocracia y la falta de coordinación entre los distintos actores agravan aún más esta situación.

A lo largo del artículo, el autor exige una mayor colaboración intersectorial, sugiriendo que un enfoque integral y actualizado es esencial para transformar el sistema nacional de ciencia y tecnología en Paraguay y aumentar su competitividad en un contexto global. En conclusión, Dávalos indica que, sin cambios significativos en las políticas, el avance en ciencia y tecnología en el país enfrentará serias limitaciones.

Dada la escasez de artículos se procedió a ampliar la búsqueda, encontrándose información relevante en otros informes como el documento "Ciencia en Paraguay, análisis documental 1990- 2020" (Dávalos, 2020). Este documento proporciona un análisis exhaustivo de la evolución del sistema paraguayo de Ciencia y Tecnología, resaltando sus principales hitos desde la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en 1997. Se describe que este marco legal ha sido fundamental para desarrollar políticas nacionales que fomenten la investigación y la innovación, así como para fortalecer la infraestructura necesaria para estas actividades.

Una de las afirmaciones clave en este artículo es que "el conocimiento ha ocupado siempre el lugar central del crecimiento económico y de la elevación progresiva del bienestar social" (p.52). Este punto argumenta que el crecimiento económico está intrínsecamente relacionado con la capacidad de los actores sociales para generar y aplicar nuevos conocimientos. Se destaca la importancia de la innovación, siguiendo la perspectiva de Schumpeter, como crucial en la competitividad del sistema productivo paraguayo.

El documento, también utiliza informes de gestión del CONACYT entre 2015 y 2018, que evidencian el impacto de diversos proyectos de investigación en áreas críticas como salud, medio ambiente y economía. Se menciona que, por ejemplo, "los proyectos de investigación financiados por el CONACYT generan conocimiento científico y resuelven problemáticas en diferentes ámbitos". Ejemplos concretos incluyen el desarrollo de vehículos autónomos para monitoreo de aguas residuales y la creación de ladrillos a partir de plástico y cemento (P.77).

Además, el documento aborda las deficiencias en la capacidad de financiación y en la inversión en I+D en Paraguay, que solo alcanzaba el 0,13% del PIB a la publicación de este documento, comparado con un promedio regional del 0,70%. Este contexto implica una necesidad urgente de mejorar las políticas públicas en ciencia y tecnología.

El análisis culmina enfatizando que el sistema paraguayo, aunque joven, ha logrado avances significativos y se encuentra en un proceso de modernización que busca incorporar a Paraguay en el contexto global de la ciencia y la tecnología. Se sugiere que "un país que en el siglo XXI no apueste a su desarrollo científico y tecnológico está condenado al atraso" (P.13). Esta publicación se presenta como un recurso valioso para estudiar el desarrollo del sistema científico en Paraguay.

Por otro lado, se analizó la "Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2030" (CONACYT, 2022), la cual está diseñada para mejorar la capacidad de investigación y desarrollo del país en un contexto de inclusión social, competitividad económica y sostenibilidad ambiental. Este documento aborda primero la importancia de reformar el sistema nacional de CTI, promoviendo dinámicas intersectoriales que potencien la generación y difusión del conocimiento vital para enfrentar desafíos sociales y productivos actuales y futuros. Dentro de los principales temas abordados encontramos que la Agenda se desarrolla en un contexto de crisis que ha impactado severamente al país, reflejando la urgencia de robustecer las capacidades en CTI para revertir la vulnerabilidad económica y social. Las crisis recientes, como el impacto del COVID-19 y fenómenos climáticos extremos, resaltan la fragilidad del sistema productivo actual. Los principios rectores que se establecen son la centralidad del ser humano, la inclusión social, la transparencia, y la sostenibilidad. Estos principios son fundamentales para guiar las políticas y acciones en el ámbito de la ciencia y la tecnología, permitiendo una participación activa de la sociedad civil, el sector privado y el Estado en la construcción del sistema nacional de CTI. Entre los desafíos estratégicos

se incluyen el fomento de una ciencia competitiva (desafío que dio origen a este estudio), el desarrollo de territorios sostenibles, la producción de alimentos de alto valor, y el acceso eficiente al agua y la energía. Cada uno de estos desafíos está destinado a promover la innovación y la creación de un ecosistema más robusto para la investigación y el desarrollo. El primer desafío: ciencia competitiva, es el que dio origen a este estudio.

Esta Agenda busca consolidar capacidades científicas y tecnológicas a través de la formación de recursos humanos, infraestructura adecuada, y el establecimiento de redes de colaboración entre Universidades, centros de investigación, y el sector productivo; conversando con las directrices de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2017-2030. La mejora en estas áreas es crucial para el avance del conocimiento y la innovación en el país. La implementación de la agenda está alineada con las políticas de desarrollo nacional a largo plazo del Paraguay, buscando no solo mejorar la capacidad productiva del país, sino también asegurar que todos los ciudadanos tengan acceso a los beneficios de una ciencia y tecnología robustas, incrementando así la calidad de vida y la sostenibilidad económica general.

Con respecto a reportes internacionales, fuera de los indicadores antes mencionados no se encontraron informes de organismos internacionales que analizaran a las Ciencias Básicas o la producción de conocimiento en Paraguay. Por el contrario, abundan reportes sobre Ciencia Aplicada y su rol en el desarrollo productivo tanto para Paraguay como para el resto de los países de América Latina y el Caribe. Ya que el desafío asociado a esta consultoría se encuentra enfocado en la producción de conocimiento para fortalecer las bases de las Ciencias aplicadas y el desarrollo productivo, se hizo énfasis en Ciencias Básicas, las cuales no son analizadas en este tipo de informes.

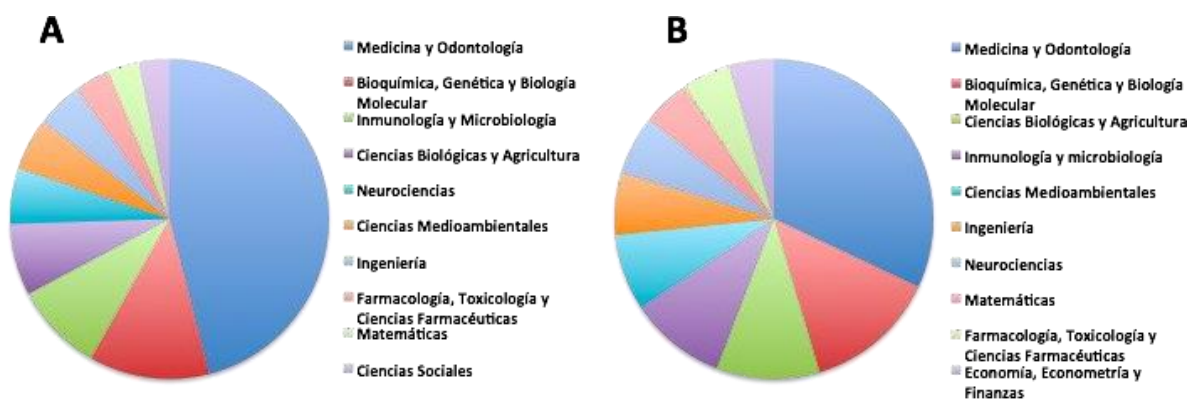
Análisis de producción científica

Para el análisis de artículos científicos se usaron las bases de datos ScienceDirect, SciELO y RedALyC. La búsqueda de ScienceDirect arrojó 1.374 resultados desde el 2015 hasta el 2024, de los cuales 816 están catalogados como artículos de investigación.

Si analizamos las 10 áreas del conocimiento con más publicaciones, encontramos un predominio importante del área Medicina y Odontología, la cual casi triplica en número de publicaciones el área que le sigue, la cual corresponde a Bioquímica, Genética y Biología Molecular.

Tal como aparece en el Gráfico 4, el tercer lugar en publicaciones es para el área de Inmunología y Microbiología, mientras que, al filtrar por artículos de investigación, encontramos que el tercer lugar corresponde a Ciencias Biológicas y Agricultura. Un análisis más fino nos permite determinar de todas las publicaciones que existen en un área del conocimiento, qué porcentaje de ellas corresponde a artículos de investigación; excluyendo aquellos artículos que corresponden a revisiones, cartas al director, etc. Las áreas en donde la producción corresponde en más de un 80% a artículos de investigación son: Matemáticas en un 91%, Ciencias Medioambientales y Ciencias Biológicas y Agricultura en un 87%, Ingeniería con un 82% y Farmacología, Toxicología y Ciencias Farmacéuticas en un 81%. Les siguen de lejos Bioquímica, Genética y Biología Molecular, así como Inmunología y Microbiología con un 66% de artículos de investigación, Neurociencias con un 64% y Medicina y Odontología con un 42%.

Gráfico 4. Áreas del conocimiento con más publicaciones con filiaciones de origen paraguayo. En A se observan las 10 áreas del conocimiento con más publicaciones de origen paraguayo publicadas en ScienceDirect y en B las 10 áreas del conocimiento con más publicaciones del tipo artículo de investigación. Elaboración propia en base a los datos de ScienceDirect



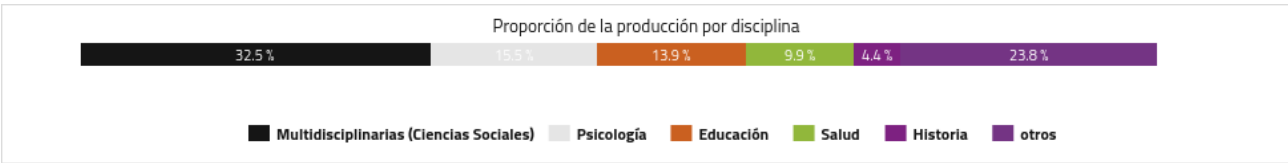
Fuente: Elaboración propia en base a los datos de ScienceDirect

Este análisis muestra 11 áreas de interés, de las cuales son particularmente interesantes por el número de publicaciones, así como proporción de publicaciones que corresponden a artículos de investigación, las áreas de Ciencias Biológicas y Agricultura, Ciencias Medioambientales, Ingeniería, Matemáticas y Farmacología.

Con respecto a la base de datos RedALyC se encuentran los indicadores diferenciados entre Ciencias Sociales y Humanidades y Ciencias Naturales y Exactas.

Para el caso de Ciencias Sociales y Humanidades los indicadores de publicaciones entre el 2005 y el 2023 muestran un universo de 252 artículos científicos producidos por 53 instituciones y publicados en 112 revistas. Las proporciones de estas publicaciones por disciplina se encuentran en la Figura 1.

Figura 1. Publicaciones en Ciencias Sociales por disciplina de Paraguay.



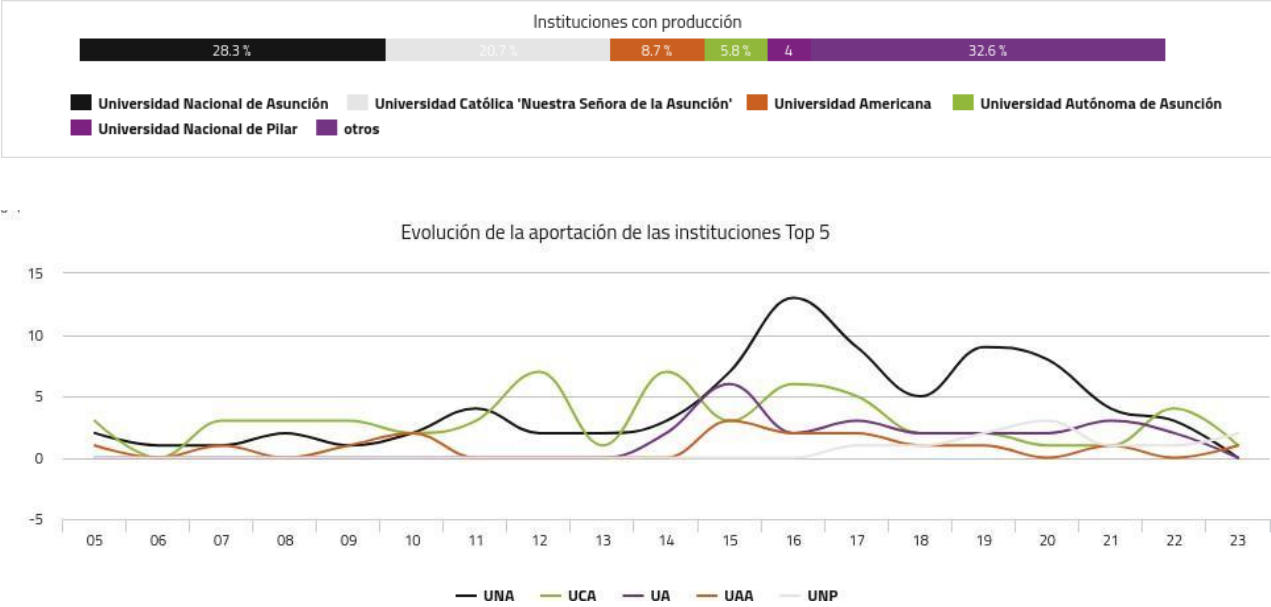
Fuente: RedALyC

Tal como aparece en la Figura 1, el área más fuerte es el área declarada como multidisciplinar en Ciencias Sociales, seguido de Psicología, Educación, Salud, Historia y Política (los dos últimos con la misma cantidad de artículos).

Por otro lado, las 5 instituciones con mayor producción son la Universidad Nacional de Asunción, seguido de la Universidad Católica Nuestra Señora de Asunción, la Universidad Americana, la Universidad Autónoma de Asunción y la Universidad del Pilar. Su participación por producción y su

comportamiento entre el año 2005 al 2023 se observa en la Figura 2, evidenciando importantes fluctuaciones en la producción anual de artículos en el área, siendo en general, menor a 5 artículos anuales para todas las instituciones.

Figura 2. Instituciones con mayor producción científica en Ciencias Sociales y Humanidades entre el año 2005 al 2023. UNA=Universidad Nacional de Asunción, UCA=Universidad Católica Nuestra Señora de Asunción, UA=Universidad Americana, UAA=Universidad Autónoma de Asunción y UNP=Universidad del Pilar. En el panel superior se muestra la proporción de publicaciones por institución entre los años 2005 y 2023, mientras que en el panel inferior se observan las publicaciones por año.

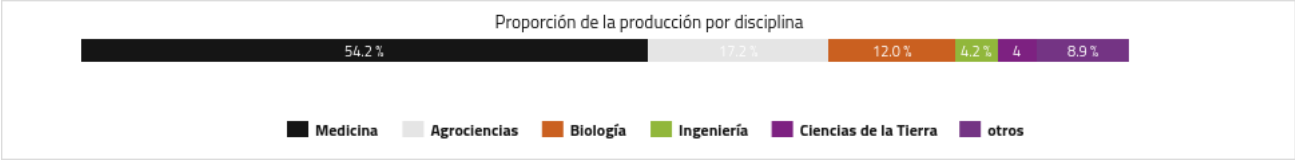


Fuente: RedALyC

En el caso de Ciencias Naturales y Exactas esta base de datos tiene un universo de 192 artículos entre los años 2005 y 2023, publicados en 13 países, 88 revistas y producidas por 62 instituciones.

Tal como aparece en la Figura 3, la mayor proporción de estos artículos son en el área de Medicina, seguido de lejos por Agrocencias y Biología y más lejos aún por Ingeniería y Ciencias de la Tierra.

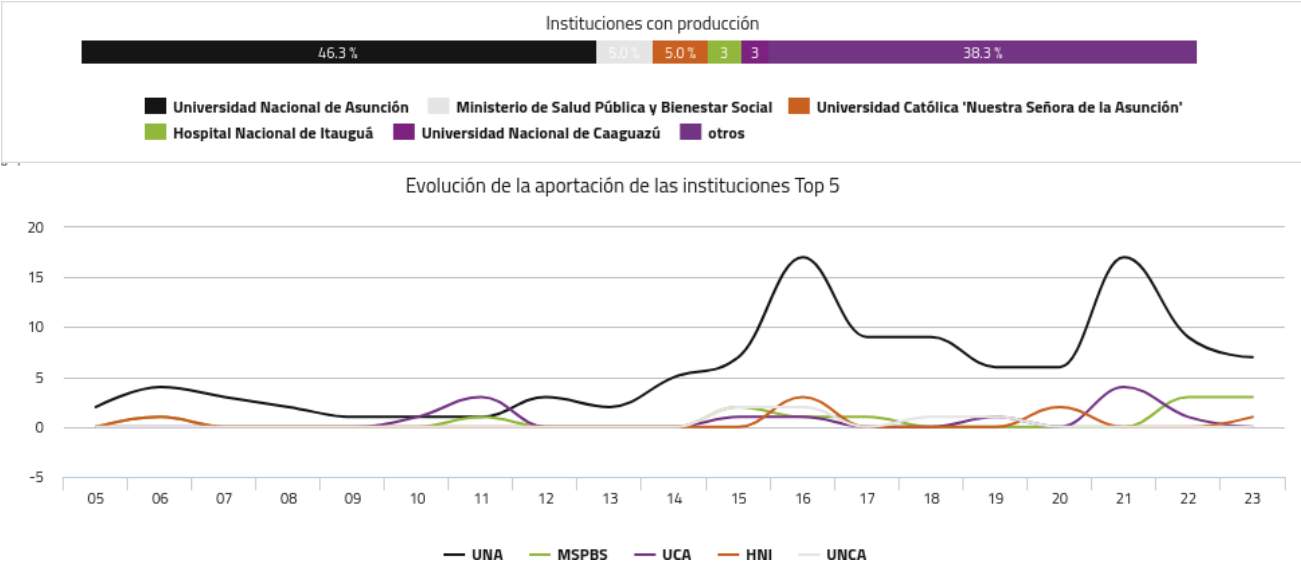
Figura 3. Proporción de publicaciones en área de Ciencias Naturales y Exactas entre los años 2005 y 2023.



Fuente: RedALyC.

Tal como aparece en la Figura 4, la institución con mayor producción es por lejos la Universidad Nacional de Asunción con el 46,3% de la producción en el área, seguido de lejos por el Ministerio de Salud Pública y Seguridad Social, la Universidad Católica Nuestra Señora de Asunción, el Hospital Nacional de Itaugúa y la Universidad Nacional de Caaguazú.

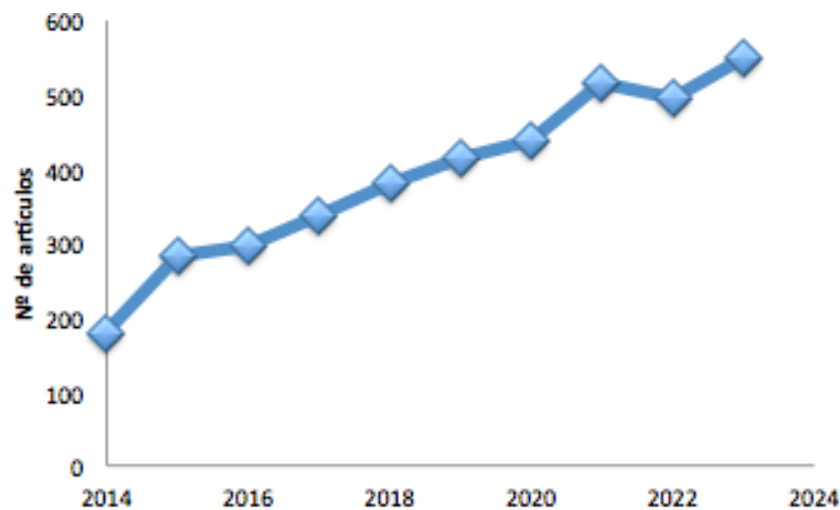
Figura 4. Instituciones con mayor producción en Ciencias Naturales y Exactas entre los años 2005 y 2023. En el panel superior se observa la proporción de publicaciones por institución y en el panel inferior su comportamiento en producción científica año a año. UNA=Universidad Nacional de Asunción, MSPBS=Ministerio de Salud Pública y Seguridad Social, UCA=Universidad Católica Nuestra Señora de Asunción, HNI=Hospital Nacional de Itauguá y UNCA=Universidad Nacional de Caaguazú.



Fuente: RedALyC.

Finalmente, un análisis en Scielo arrojó 5.169 artículos en la colección paraguaya, con un aumento sostenido año a año (Gráfico 5).

Gráfico 5. Artículos publicados en la colección Paraguay Scielo 2014-2023.

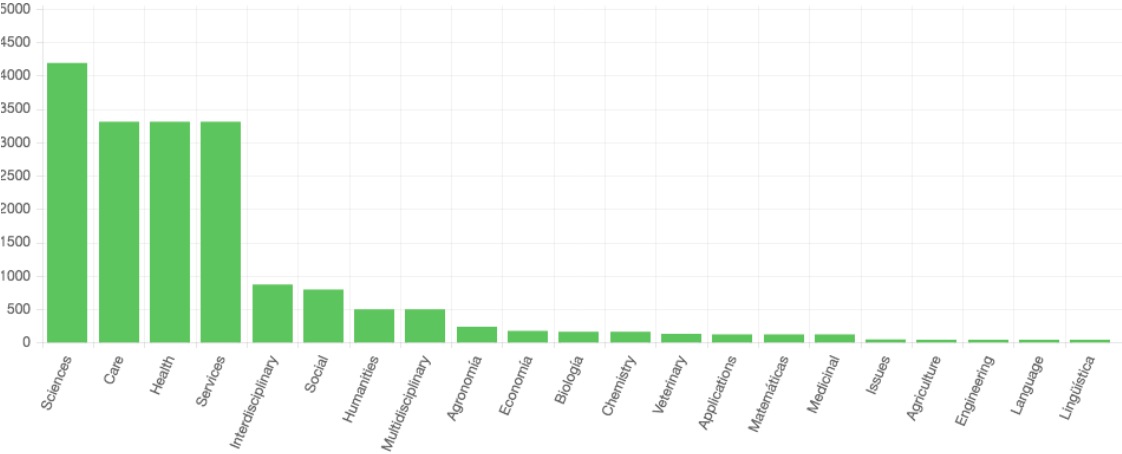


Fuente: Elaboración propia en base a datos de Scielo.

Un análisis sobre las áreas temáticas Web of Science (WOS) muestra un predominio importante en las áreas de Ciencias, Cuidados, Salud y Servicios, áreas con más de 3.000 artículos cada una. Es

importante señalar, que tal como aparece en el Gráfico 6, sólo 2 áreas le siguen con entre 500 y 1.000 artículos (Interdisciplinar y Sociales) y que el resto de las áreas del conocimiento tienen menos de 500 artículos.

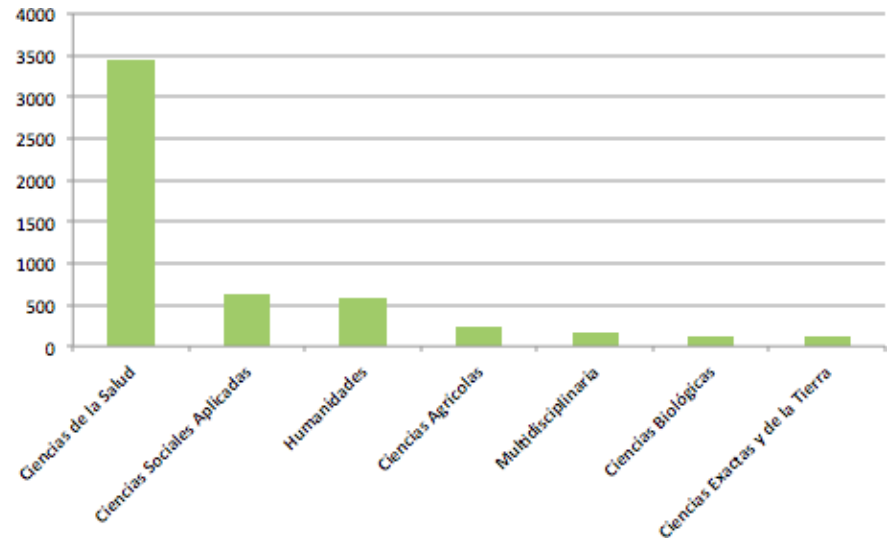
Gráfico 6. Áreas temáticas WOS de los artículos de la colección Scielo Paraguay.



Fuente: Scielo.

Las áreas temáticas en Scielo tienen una clasificación diferente, la cual se sintetiza en una menor cantidad de grupos; pasando de 21 a 7 clasificaciones. El área con mayor producción es por lejos el área de Ciencias de la Salud, donde se publican 5,4 veces más que en el área que le sigue: Ciencias Sociales Aplicadas y Humanidades

Gráfico 7. Áreas temáticas Scielo de los artículos de la colección Paraguay.



Fuente: Elaboración propia desde los datos de Scielo.

Tal como puede observarse en estos indicadores, existen ciertas diferencias en las áreas de investigación cuando comparamos los rankings y las bases de datos de artículos científicos. La razón de ello es que cada base de datos considera artículos con distinto nivel de impacto. Mientras que *Nature* analiza los artículos con mayor impacto, Scielo analiza los artículos que se encuentran en sus colecciones, los cuales son sólo de acceso abierto y tienen una indexación menor, y por ende, un impacto menor que los artículos analizados en *Nature*.

Mapa de Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Paraguay (SNCTI)

El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) de Paraguay está constituido por una diversidad de actores que interactúan en la formulación, implementación y evaluación de políticas y actividades en el ámbito de la ciencia y la tecnología. A continuación, se presenta un mapa detallado que identifica a los actores más relevantes del sistema.

Actores gubernamentales

Presidencia de la República: Diseño y planificación de políticas de CTI. De presidencia depende el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); el cual es el organismo rector del SNCTI, encargado de coordinar y evaluar las políticas de ciencia y tecnología en el país. Su función principal es promover la investigación y la innovación a través de la formulación de políticas y la administración del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT). Es un actor clave. Programas del CONACYT (PROCIENCIA, PROINNOVA, Sistema Nacional de Investigadores (ex PRONII, BECAL). Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT). <https://www.conacyt.gov.py/autoridades-periodo-2023-2025>

Por otro lado encontramos a la Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social <https://www.stp.gov.py/v1/>

Congreso

Ministerios

- Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG <https://www.mag.gov.py/>
- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social <https://www.mspbs.gov.py/index.php> (Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (<https://www.inan.gov.py/site/>); Instituto Nacional de Salud <https://www.ins.gov.py/>)
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones MOPC <https://mopc.gov.py/>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MITIC) <https://mitic.gov.py/>
<https://mitic.gov.py/innovacion-productiva-economia-digital/>
- Ministerio de Educación y Ciencias MEC <https://www.mec.gov.py/cms/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible <https://www.mades.gov.py/>

Agencia Aeroespacial de Paraguay (AEP) <https://aep.gov.py/>

Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (INTN) del Ministerio de Industria y Comercio <https://intn.gov.py/>

Fundación Parque Tecnológico Itaipú <https://www.itaipu.gov.py/es/tecnologia/parque-tecnologico-itaipu-pti>

Entidad Binacional Yacyreta <https://www.eby.gov.py/>

Universidades

UNIVERSIDADES PÚBLICAS

- Universidad Nacional de Asunción (UNA): Inicialmente, las tareas de investigación y desarrollo se focalizaron en las ciencias agropecuarias, Estación Agronómica en Puerto Bertoni, Escuela Nacional de Agricultura en Trinidad, Instituto de Ciencias. Universidad con patentes
- Universidad Nacional de Itapúa (con patentes)
- Universidad Nacional de Pilar (con patentes)
- Universidad Nacional del Este (con patentes)
- Universidad Nacional de Concepción
- Universidad Nacional de Caaguazú
- Universidad Nacional de Canindeyú
- Universidad Nacional de Villarrica del Espíritu Santo
- Universidad Politécnica Taiwán-Paraguay

UNIVERSIDADES PRIVADAS

- Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (con patentes)
- Universidad del Norte
- Universidad Autónoma de Asunción
- Universidad Autónoma de Luque
- Universidad Autónoma del Paraguay
- Universidad América (con patentes)
- universidad del Cono Sur de las Américas (con patentes)
- Otras Universidades privadas

Centros de Investigación Parques e Institutos (Sector tecnológico):

Centro Nacional de Investigación y Desarrollo (CENID) <https://desarrollo.org.py/>

IPTA (Instituto Paraguayo de Tecnología agraria <https://www.ipta.gov.py/portada/>

PTI Paraguay (Parque Tecnológico Itaipú) <https://www.pti.org.py/acerca-del-pti/>

Sector Privado: Empresas tecnológicas y *startups* que contribuyen al desarrollo e innovación en el país.

- La Cámara Paraguaya de la Industria del Software (CISOFT) <https://www.cisoft.org.py/>
- Koga (financiadores) <https://koga.com.py/>,
<https://drive.google.com/file/d/1NYYxsazn1JDLhkKTNzUJKGDx0ulkSpw/view>
- CEDIC Centro para el Desarrollo de Investigación Científica <https://www.cedicpy.com/>

Organismos Internacionales

Instituciones como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Unión Europea, que proporcionan financiamiento y apoyo técnico para proyectos relacionados con CTI.

Sociedad Civil:

ONGs y grupos comunitarios que promueven la educación científica y el acceso a la tecnología, contribuyendo a una mayor concienciación sobre la importancia de la ciencia en el desarrollo social.

Sociedad Científica del Paraguay <https://www.encuentrodeinvestigadores.org.py/>

Academia de Ciencias del Paraguay (ACCIP) <https://accip.org/>

Sociedad paraguaya de Medicina Interna <https://www.spmi.org.py/>

ADICIP Asociación de Investigadores Científicos del Paraguay

Centro de Estudios Ambientales y Sociales (CEAMSO)

<https://grassrootsjusticenetwork.org/connect/organization/centro-de-estudios-ambientales-y-sociales-ceamso/>

Fundación Moisés Bertoni

Guyra Paraguay

OMAPA Organización Multidisciplinaria de Apoyo a Profesores y Alumnos

Un resumen del mapa de actores se observa en la Figura 5; mientras que la matriz de interés e influencia se observa en la Figura 6.

Figura 5. Mapa de actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) de Paraguay.

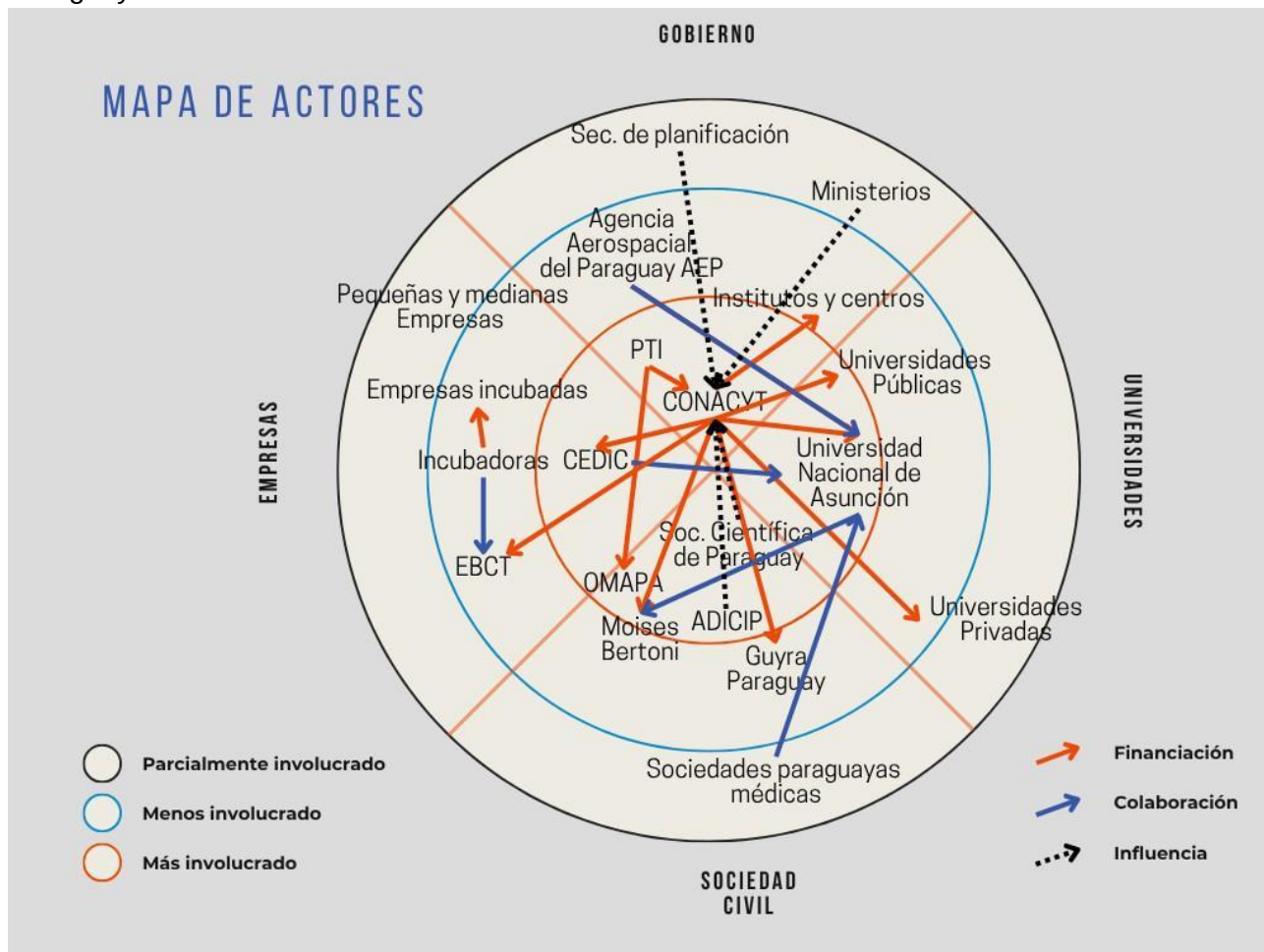
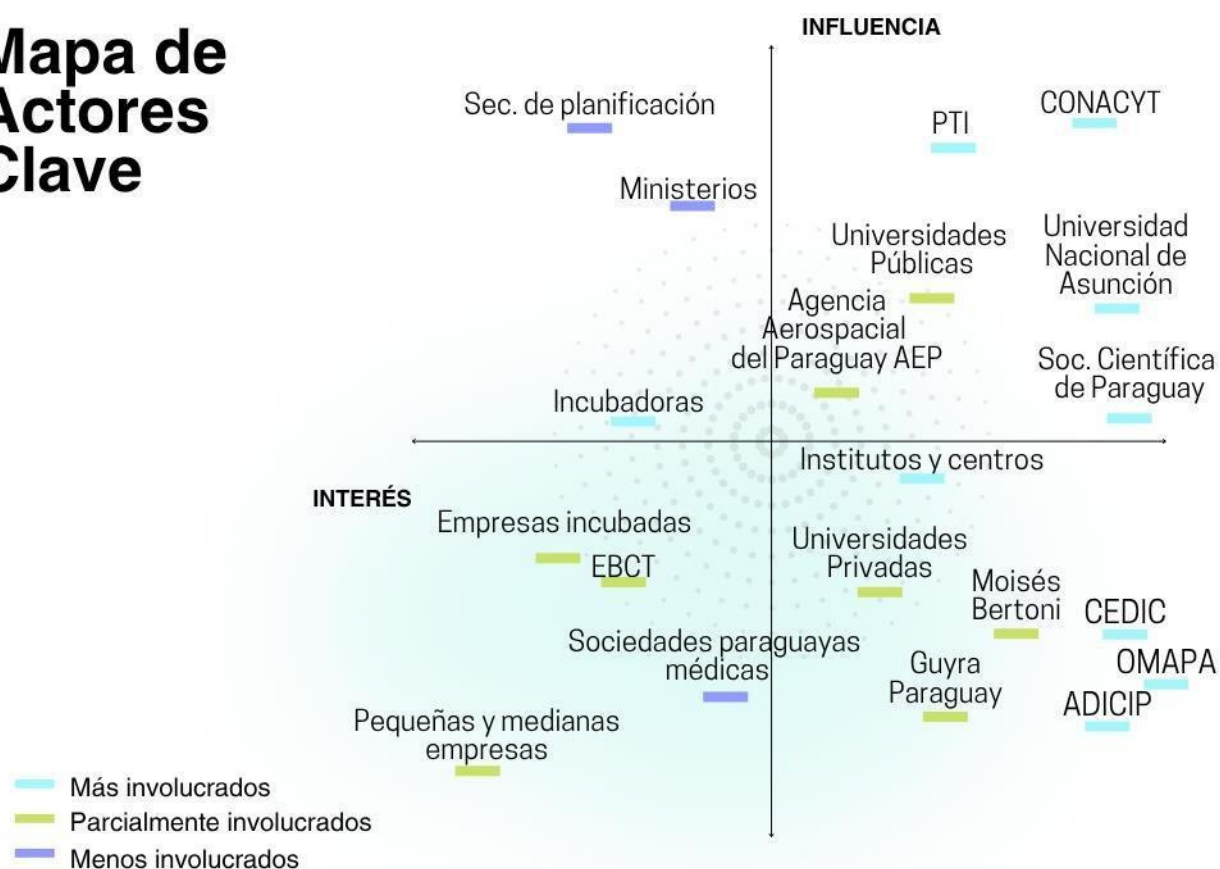


Figura 6. Mapa de Actores Clave, Matriz de Interés e Influencia para el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) de Paraguay

Mapa de Actores Clave



Análisis FODA del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Paraguay (SNCTI)

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) es una herramienta que permite evaluar y planificar acciones en función de las características internas y las condiciones externas de una organización, proyecto o situación política. El FODA permite identificar los factores internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas) que pueden influir en el éxito o fracaso de una estrategia, proyecto o política pública.

Para este estudio se recopilieron 34 respuestas al formulario, lo que corresponde a un 340% de la muestra colocada como piso en la planificación de esta consultoría.

Caracterización de los participantes

De las 34 respuestas obtenidas, 20 corresponden a mujeres (58,8%) y 14 a hombres (41,2%). Un 29,4% declara tener grado de Doctor, un 20,6% grado de Magíster, un 8,7% tiene una especialidad médica u odontológica y un 38,2% título profesional. Se registró una respuesta (2,9%) con formación universitaria incompleta.

Los participantes pertenecen a 16 instituciones diferentes. Un 76,5% está afiliado a Universidades Privadas, un 8,8% a Universidades Públicas, un 2,9% a empresas y un 14,5% tienen filiación en

diferentes tipos de instituciones en simultáneo entre Universidades, Gobierno, ONG's y centros de investigación.

Análisis interno

Fortalezas

Las fortalezas fueron definidas como recursos disponibles, capacidades institucionales y humanas, y aspectos positivos del contexto nacional que puedan ser aprovechados para fomentar la producción científica y avanzar en la frontera del conocimiento.

Las fortalezas encontradas son:

1. Inversión en I+D: Aunque aún se requiere un mayor esfuerzo, se observa un incremento gradual en la inversión en investigación y desarrollo (I+D), tanto desde el sector público como del privado.
2. Infraestructura: El país cuenta con instituciones de investigación y Universidades que disponen de laboratorios y equipamiento para llevar a cabo investigaciones de calidad.
3. Fondos de financiamiento: Existen fondos y programas de financiamiento disponibles para investigadores, que aunque no son suficientes, permiten el desarrollo de proyectos de investigación.
4. Capital humano calificado: Paraguay cuenta con un creciente número de investigadores con formación de posgrado en diversas áreas del conocimiento, formados dentro y fuera del país, lo que constituye un valioso recurso para la generación de conocimiento. En este ámbito, las becas de estudios en el exterior a través del programa BECAL es una fortaleza para la formación de capital humano.
5. Sistema Nacional de Investigadores: incentiva la producción científica y el reconocimiento a nivel nacional.
6. Bajo costo de la vida: los equipos de investigación son sensiblemente menos costosos que en otros países.
7. Redes de colaboración: Se han establecido redes de colaboración entre instituciones de investigación, Universidades y el sector productivo, aunque son emergentes, facilitan la transferencia de conocimiento y la resolución de problemas concretos. Por otro lado, Paraguay participa activamente en redes internacionales de investigación y cooperación científica, lo que permite acceder a conocimientos y tecnologías de vanguardia.
8. Compromiso institucional: Existe un creciente compromiso de las instituciones de educación superior y de investigación por fortalecer sus capacidades en ciencia, tecnología e innovación.
9. Voluntad política del Poder Ejecutivo para el desarrollo de la investigación, el desarrollo y la innovación: Se cuenta con el compromiso del Estado en seguir apoyando a la Investigación como motor del desarrollo nacional. En ese contexto, existe un marco legal y una política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Calidad de la I+D+i. A nivel gubernamental existe el Consejo Nacional de Ciencia y tecnología CONACYT, con representación de sectores públicos y privados.
10. Biodiversidad y recursos naturales: La rica biodiversidad y los abundantes recursos naturales de Paraguay ofrecen un amplio campo de estudio y desarrollo de tecnologías sostenibles. En este punto destaca el potencial agrícola: El sector agrícola es un motor importante de la economía paraguaya y ofrece oportunidades para la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y productos.

11. Enfoque en la innovación: Existe una creciente conciencia sobre la importancia de la innovación para el desarrollo económico y social del país.
12. Vinculación con la sociedad: Se observa un creciente interés por vincular la investigación científica con las necesidades y demandas de la sociedad.

Debilidades

Las debilidades fueron definidas como limitaciones internas, ya sean de recursos, capacidades, infraestructura o gobernanza, que podrían obstaculizar el desarrollo en este ámbito del país y de sus instituciones en la producción científica y en el avance hacia la frontera del conocimiento.

Las debilidades encontradas fueron las siguientes:

1. Inversión en I+D: Una de las principales debilidades es la baja inversión en investigación y desarrollo (I+D) en comparación con otros países de la región. Esta insuficiente asignación de recursos limita la capacidad de generar conocimiento y desarrollar nuevas tecnologías. A pesar de contar con recursos humanos el avance es muy lento. Es por ello que esta variable fue levantada por los actores encuestados como fortaleza y como debilidad.
2. Capital humano. La cantidad de personas que se pueden dedicar a tiempo completo a la investigación en Paraguay es muy limitada, por lo tanto la producción es muy escasa y generalmente de muy poco impacto. Es necesario fortalecer la formación de recursos humanos altamente calificados en áreas estratégicas para el desarrollo del país, tanto a nivel de grados académicos como en capacitación continua y en personal técnico de laboratorio.
3. Incentivos para la investigación. Faltan incentivos para la carrera del investigador, priorizando la carrera docente. Por otro lado existen incentivos mal categorizados, donde se le da más valor a extensión en investigación que a producción científica. Bajas remuneraciones y pocos beneficios para los investigadores, lo que lleva a fuga de talentos y bajas oportunidades de inserción de investigadores en el país.
4. Colaboración interinstitucional. Poca colaboración entre equipos de investigación.
5. Cultura de la innovación y Vinculación universidad-empresa. La conexión entre el mundo académico y el sector productivo es aún débil, lo que dificulta la transferencia de conocimiento y la generación de innovación. Por otro lado las empresas tienen una baja valoración de la ciencia. Como la cultura de la innovación en Paraguay aún está en desarrollo, esto se traduce en una menor propensión a asumir riesgos y a adoptar nuevas tecnologías, llevando a su vez a una falta de apoyo para patentamiento, licenciamiento y transferencia en ciencia aplicada. Finalmente es importante señalar que existe una alta dependencia tecnológica, lo que produce que el país sea muy vulnerable a los cambios en el entorno internacional.
6. Infraestructura. La infraestructura científica, aunque ha mejorado en los últimos años, aún es insuficiente en muchos casos, lo que limita la capacidad de realizar investigaciones de alto nivel. Por otro lado no se evidencian fondos específicos para la actualización y mantención de infraestructura tecnológica. Dificil acceso a equipamiento mayor. Conexión a internet inestable y con una baja cobertura a nivel nacional. Baja inversión en software y en capacitaciones y culturalización hacia el avance tecnológico y las facilidades de que éste puede ofrecer en el mercado del trabajo.
7. Políticas públicas estables y a largo plazo: La falta de políticas públicas estables y a largo plazo en materia de ciencia y tecnología dificulta la planificación y la implementación de estrategias de desarrollo a largo plazo.

8. Fondos de investigación: La falta de fondos de investigación dirigida impide el fomento del crecimiento de líneas de investigación departamentales y de sectores estratégicos. Los instrumentos de financiamiento a la investigación dificultan la continuidad de las líneas de investigación al ser de ciclos muy cortos y carecer de un calendario de convocatorias y de financiamiento para el ecosistema de ciencia, tecnología e innovación.
9. Burocracia: Alta burocracia asociada a la postulación y adjudicación de fondos de investigación, así como para la gestión financiera de proyectos por parte de las instituciones beneficiarias.
10. Valoración de la ciencia. Percepción de una baja valoración social de la ciencia.
11. Relación entre el sistema de ciencia y educacional. Baja articulación entre el sistema de ciencia y el sistema educacional en todos los niveles educativos.

Análisis externo

Oportunidades

Las oportunidades fueron definidas como condiciones externas favorables, tendencias globales o avances tecnológicos que podrían impulsar el desarrollo científico del país, fortalecer sus instituciones y fomentar la producción de ciencia en la frontera del conocimiento.

Las oportunidades detectadas fueron:

1. Interés en la ciencia. Existe un creciente interés hacia el desarrollo de la ciencia en las instituciones de educación superior del país, y cada vez más personas buscan acceder a capacitación en los más altos niveles. Dicho entusiasmo es una oportunidad que debe ser aprovechada generando los espacios y las condiciones adecuadas para el mejor aprovechamiento de las capacidades adquiridas por los recursos humanos que vuelven al país.
2. Tecnologías emergentes. Estas tecnologías ofrecen posibilidades para la innovación en sectores clave como la agro industria, la salud y el desarrollo sostenible. Entre estas tecnologías encontramos:
 - a. Agricultura de precisión. La aplicación de tecnologías como sensores remotos, drones y análisis de datos puede optimizar la producción agrícola, reducir el uso de insumos y aumentar la productividad.
 - b. Energías renovables. El abundante recurso solar y hídrico de Paraguay ofrece un gran potencial para el desarrollo de energías renovables, como la energía solar fotovoltaica y la hidroeléctrica.
 - c. Biotecnología. La biotecnología puede contribuir a mejorar la productividad agrícola, desarrollar nuevos productos y servicios basados en recursos naturales, y abordar desafíos en salud.
 - d. Tecnologías de la información y la comunicación (TIC): La adopción de las TIC puede mejorar la eficiencia de los procesos gubernamentales, impulsar la educación a distancia y facilitar el acceso a la información.
 - e. Inteligencia artificial (IA): La IA puede ser aplicada en diversos sectores, como la agricultura, la salud, la industria y el gobierno, para mejorar la toma de decisiones y automatizar procesos.
3. Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): La alineación de los esfuerzos de Paraguay con los ODS puede atraer financiamiento internacional y colaboración en proyectos de investigación relacionados con la sostenibilidad, energía renovable, agricultura

sostenible, y gestión de recursos naturales; siendo Paraguay un laboratorio natural en estas áreas.

4. Internacionalización y globalización de la investigación. La participación en redes de investigación internacionales y la colaboración con centros de excelencia en el extranjero pueden acelerar la transferencia de conocimiento y el desarrollo de capacidades locales. Esto puede exacerbarse en el campo de la formación de recursos humanos. Por otro lado, Paraguay posee acuerdos regionales e internacionales para fortalecer la Investigación y el desarrollo.
5. Economía digital: La creciente demanda global por servicios digitales y la expansión de la economía digital ofrecen oportunidades para el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras y la creación de nuevas empresas.
6. Margen de crecimiento: Hay todo por hacer, lo que implica que podemos moldear el futuro de la investigación con acciones concretas, leyes y fondos utilizados adecuadamente.

Amenazas

Las amenazas fueron definidas como factores externos, tales como cambios económicos, políticos, sociales o tecnológicos, que podrían poner en riesgo el desarrollo del país, la sostenibilidad de sus instituciones y el avance hacia una estrategia de ciencia en la frontera del conocimiento.

Las amenazas detectadas fueron las siguientes:

1. Políticas públicas: Los constantes cambios en las políticas públicas afectan la continuidad de los programas y no se consiguen resultados a largo plazo debido a dicha falta de continuidad. La excesiva dependencia de factores externos e intereses políticos ajenos a la ciencia son una amenaza constante que impiden un desarrollo sostenido en las distintas áreas del conocimiento.
2. Inestabilidad económica y política: La inestabilidad política puede generar incertidumbre y desconfianza en los inversores, lo que dificulta la planificación a largo plazo y la atracción de talento extranjero. Ello puede limitar la continuidad de financiamiento y políticas públicas destinadas a la investigación. Esta inestabilidad puede ser parte de conflictos regionales o de crisis económicas globales; las cuales pueden reducir el flujo de inversión extranjera directa, dificultar el acceso a financiamiento internacional y disminuir la demanda de productos paraguayos.
3. Precios de las materias primas: Paraguay es altamente dependiente de la exportación de materias primas. Las fluctuaciones en los precios de estos productos pueden afectar los ingresos fiscales y la capacidad de inversión en ciencia y tecnología.
4. Migración de talento humano: La migración de científicos y profesionales altamente calificados hacia otros países puede debilitar el capital humano del país y dificultar la retención de talento.
5. Desigualdad social: La desigualdad social puede generar tensiones sociales y políticas que dificulten la implementación de políticas de ciencia y tecnología orientadas al desarrollo sostenible.
6. Desastres naturales: Los desastres naturales pueden generar pérdidas económicas y humanas significativas, lo que dificulta la recuperación y el desarrollo a largo plazo.
7. Cambios Tecnológicos: Los cambios tecnológicos acelerados implican a su vez obsolescencia tecnológica de los equipos y conocimientos existentes, lo que exige una constante actualización y adaptación. Esto comprende tanto al equipamiento como al recurso humano.

8. Brecha digital: La brecha digital puede limitar el acceso a la información y a las tecnologías de la información y la comunicación, lo que dificulta la participación en la economía del conocimiento, así como adecuadas iniciativas de ciberseguridad. Los ciberataques y la vulnerabilidad de los sistemas informáticos pueden poner en riesgo la seguridad de la información y la infraestructura crítica.
9. Liderazgos técnicos: Existe una gran cantidad de liderazgos técnicos sin formación académica acorde. Este hecho dificulta la implementación de políticas basadas en evidencia.

Este análisis FODA fue retroalimentado con las entrevistas semi-estructuradas; las cuales arrojaron especial urgencia en la carrera del investigador y sus incentivos, las debilidades asociadas a los fondos de investigación y la burocracia, así como a aprovechar la riqueza paraguaya asociada a la biodiversidad que tiene el país.

Un resumen de estos hallazgos se encuentra en la Figura 7.

Figura 7. Matriz FODA de cuatro cuadrantes



Análisis de interrelaciones con cruce de variables.

En esta fase se analizó cómo las fortalezas pueden maximizar las oportunidades y mitigar las amenazas, y cómo las debilidades pueden ser superadas para evitar que se agraven con las amenazas externas. Para ello se utilizó la estrategia FO, DO, FA, DA. Para esbozar estas estrategias se llevó a cabo una consulta a expertos tal como en la primera parte del FODA.

FO (Fortalezas-Oportunidades): Estrategias que utilizan fortalezas internas para aprovechar oportunidades externas.

El incremento en inversión en I+D ha sido estable en el tiempo. Este aumento limitado, pero progresivo puede focalizarse en mejorar la adquisición de infraestructura, herramientas e instrumentos tecnológicos en cada institución a través de nuevos fondos de financiamiento.

Por otro lado, el bajo costo de la vida y los amplios recursos naturales del país pueden utilizarse como factores clave para la reinserción de recursos humanos, así como la atracción de capital extranjero. Ello, en conjunto con el compromiso institucional y gubernamental permitiría instaurar alianzas estratégicas con instituciones internacionales y participar en proyectos de investigación globales. Ejemplos de cómo los recursos naturales del país pueden capitalizarse a través de I+D son la biotecnología agrícola para mejorar la productividad y resistencia de los cultivos; así como la creación de nuevos productos con valor agregado; o explorar la flora y fauna local en busca de compuestos bioactivos con potencial farmacológico.

Por otro lado el país también es un potencial laboratorio natural, lo que permitiría potencial el sector agrícola mediante agricultura de precisión. Ello permitiría desarrollar y/o implementar tecnologías de precisión para optimizar el uso de recursos como agua y fertilizantes, aumentando la eficiencia y la sostenibilidad de la producción. Por otro lado, también existen los espacios para explorar el cultivo de productos con alto valor agregado y demanda internacional, como los productos orgánicos y los cultivos especiales.

Un recurso importante para Paraguay es su potencial energético, especialmente a través de la energía hidroeléctrica. Paraguay puede ser un polo de I+D en tecnologías asociadas al campo hidroeléctrico, solar y bioenergético del país.

Finalmente es importante aprovechar el compromiso institucional y la voluntad política para lograr cambios estructurales que permitan abrir nuevos fondos de financiamiento dirigido, fortalecer el ecosistema asociado a la protección de la propiedad intelectual e industrial, mejorar la gobernanza y la coordinación entre las instituciones públicas encargadas de la ciencia y la tecnología.

DO (Debilidades-Oportunidades): Estrategias que minimizan debilidades internas para aprovechar oportunidades externas.

Un paso clave para minimizar las debilidades internas es aumentar los incentivos para el desarrollo de la investigación; lo cual debe provenir de las instituciones públicas. Estos incentivos deben contemplar tanto a las instituciones como a los investigadores, comprendiendo réditos económicos y reconocimiento social. Las instituciones también deben velar por una adecuada asignación de recursos que permitan contar con los medios financieros, tecnológicos y humanos adecuados para las investigaciones que ahí se realizan.

Por otro lado se debe velar por una capacitación oportuna del recurso humano el país, con énfasis en nuevas tecnologías y nichos estratégicos. Ello debe realizarse a través de programas de formación y retención de talento humano, del fortalecimiento de redes de investigación y de la movilidad académica de investigadores y estudiantes.

A pesar de que existe un aumento sostenido de la inversión en I+D, este aumento es muy limitado, siendo muy inferior a otros países de la región. Es por ello que es de enorme importancia tener transparencia en la gestión de los fondos públicos destinados a I+D, así como la rendición de cuentas de los resultados obtenidos.

Para fortalecer el capital humano se propone ampliar los programas de becas para la formación de recursos humanos altamente calificados en áreas estratégicas para el desarrollo del país.

Por otro lado para disminuir la brecha Universidad-Empresa es importante fomentar la innovación y el emprendimiento. Ello permitirá aprovechar mejor las oportunidades asociadas a las nuevas tecnologías. El fomento de la innovación y el emprendimiento puede llevarse a cabo a través de la creación de parques tecnológicos, centros de transferencia tecnológica e incubadoras, creación de

fondos de capital semilla para financiar proyectos innovadores en sus etapas iniciales, promover proyectos de investigación conjunta entre Universidades y Empresas y de fortalecer el sistema de protección de la propiedad intelectual.

Un punto importante es mejorar la infraestructura científica y la conectividad a internet en todo el territorio nacional para facilitar el acceso a la información y a la colaboración en línea.

Es de suma importancia avanzar en gobernanza anticipatoria y diseñar políticas públicas basadas en evidencia a largo plazo en materia de ciencia, tecnología e innovación. Este hecho es clave para generar certidumbre y fomentar la inversión. Como políticas basadas en evidencia deben tener sistemas de evaluación y monitoreo para medir el impacto de las políticas públicas y ajustarlas según sea necesario.

FA (Fortalezas-Amenazas): Estrategias que utilizan fortalezas internas para contrarrestar amenazas externas.

Un punto clave es disminuir la migración de talentos. Es por ello que aprovechar las fortalezas del país, creando políticas de apoyo a investigadores es un punto clave. Fortalecer la figura del investigador se puede llevar a cabo mediante reconocimientos, buenos salarios y buenas condiciones laborales. En este ámbito PRONI emerge como un instrumento que logra ciertos incentivos, pero que debe ser fortalecido.

Otro punto relevante tiene que ver con la biodiversidad y la capacidad energética que tiene el país, el cual puede ser aprovechado para desarrollar proyectos estratégicos que disminuyan la dependencia tecnológica y diversifiquen su economía. Por otro lado, el aprovechamiento de los recursos naturales del país como laboratorio natural permitiría atraer inversión y talento extranjero. Ello puede ser promovido a su vez por acuerdos comerciales que promuevan el acceso a nuevos mercados y la transferencia de tecnología.

DA (Debilidades-Amenazas): Estrategias defensivas que minimizan debilidades internas para evitar ser vulnerables a amenazas externas.

Es de enorme importancia asegurar una adecuada inversión en I+D que permita tener la infraestructura adecuada para responder a las amenazas del SXXI. Las asignaciones de recursos para el desarrollo de la ciencia deberían estar completamente aseguradas y no deberían depender de variables políticas o económicas, sino que deberían ser parte de una política de estado con visión a largo plazo. Ello significa a su vez fortalecer las reservas fiscales para hacer frente a shocks externos y garantizar la estabilidad macroeconómica.

Por otro lado es necesario avanzar en fortalecimiento institucional de forma transparente, con capacitaciones continuas a funcionarios públicos y de forma descentralizada.

Para fortalecer el capital humano del país es necesario garantizar educación de calidad en todos los niveles, con énfasis en la formación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Esto debe contemplar una ampliación de los programas de becas para la formación de profesionales altamente calificados en el extranjero y fomentar el retorno de talentos.

La disminución de la brecha Universidad-Empresa puede ir de la mano con el fomento de la innovación y el emprendimiento. Para ello es necesario crear y fortalecer ecosistemas de innovación que conecten a las universidades, las empresas y el gobierno y fomentar la protección de la propiedad intelectual, incentivando la innovación y la creación de nuevas empresas. Todo esto tendría un impacto importante en la diversificación económica, promoviendo la I+D asociada a sectores estratégicos como la agroindustria, la energía renovable, el turismo y las tecnologías de la información y la comunicación.

Análisis PESTEL para Anticipar Desafíos y Oportunidades en el Sistema de Ciencia Paraguay

El aspecto político, destaca la estabilidad relativa del país y los esfuerzos gubernamentales por fortalecer la ciencia mediante legislaciones como la *Ley del Investigador Científico* y el *Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030*. Sin embargo, también se enfrenta a retos en la coordinación interinstitucional y la asignación de recursos. Desde el punto de vista económico, Paraguay presenta un crecimiento sólido, pero su baja inversión en investigación y desarrollo (I+D) limita su competitividad global y a nivel Sudamericano. Socialmente, la juventud y los programas educativos ofrecen un gran potencial, aunque la fuga de talentos y la limitada percepción social de la ciencia representan desafíos importantes para el país.

En el ámbito tecnológico, las alianzas con empresas globales y el desarrollo de infraestructura digital posicionan al país como un posible hub tecnológico, aunque persisten brechas significativas en infraestructura y aplicación de tecnologías emergentes. En cuanto a los factores ecológicos, Paraguay se beneficia de recursos naturales y energía renovable, pero necesita integrar estrategias de sostenibilidad en sus políticas de ciencia y tecnología. Por último, el marco legal establece bases sólidas para la ciencia, aunque enfrenta retos en su aplicación y en la atracción de inversiones privadas. Paraguay sigue intentando mejorar sus políticas con leyes robustas.

En conclusión, Paraguay tiene el potencial de transformar su sistema de ciencia y tecnología en un motor de desarrollo sostenible y equitativo. Aprovechar sus fortalezas, como su estabilidad política y sus recursos naturales, mientras se abordan los desafíos en inversión, infraestructura y percepción social, permitirá al país avanzar hacia un modelo de desarrollo basado en el conocimiento.

El desarrollo científico y tecnológico constituye un pilar fundamental para el progreso sostenible de cualquier nación. En el caso de Paraguay, las oportunidades y los desafíos asociados a su sistema de ciencia e innovación reflejan un entorno macroeconómico y político en constante movimiento y evolución.

En este contexto, fortalecer las capacidades de investigación, innovación y adopción tecnológica se convierte en una prioridad estratégica. Esto no solo permitirá enfrentar con éxito los retos globales; sino también generar soluciones que respondan a las necesidades específicas del país, posicionándolo como un actor relevante en la región y en el mundo.

El propósito de este análisis es anticipar cambios, orientar la toma de decisiones y construir un entorno favorable para el avance del sistema científico paraguayo. Por otro lado, este estudio tiene como objetivo establecer los pasos necesarios para que el país desarrolle un ecosistema que fomente la investigación, la innovación, retenga talentos y se convierta en un motor de producción de conocimiento y de creación tecnológica. Esto permitirá que Paraguay se posicione en el futuro como un referente en innovación y desarrollo sostenible, alineando sus metas con un modelo basado en el conocimiento.

El Análisis PESTEL es una herramienta fundamental para evaluar los factores externos que influyen en un entorno determinado, ya sea una organización, un proyecto o un sistema. En el caso del sistema de ciencia paraguayo, esta metodología adquiere un valor especial, ya que permite identificar desafíos y oportunidades en un contexto caracterizado por la necesidad de desarrollo y adaptación a las demandas globales, al tiempo que se enfoca en las necesidades específicas del país.

Este análisis busca fortalecer las capacidades de producción de conocimiento, fomentar la adopción y creación de nuevas tecnologías, y promover procesos de innovación. Este documento examina los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales, con un enfoque detallado y basado en datos recientes y relevantes sobre el estado actual de Paraguay.

El objetivo principal del presente análisis, es identificar cómo los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales afectan al desarrollo científico en Paraguay.

En el plano político, se examinan las políticas gubernamentales y su impacto en la creación de un ecosistema propicio para la investigación. Desde la perspectiva económica, el análisis aborda el potencial de crecimiento y la necesidad de incrementar la inversión en I+D para alcanzar un nivel competitivo. Socialmente, se evalúa el impacto de las iniciativas educativas y la percepción de la ciencia en la sociedad paraguaya.

En el ámbito tecnológico, el informe destaca las alianzas con empresas tecnológicas globales y el desarrollo de infraestructura digital como pilares clave para la innovación. Por su parte, los factores ecológicos resaltan la importancia de integrar estrategias sostenibles en las políticas científicas del país. Finalmente, los aspectos legales abordan el marco regulatorio y los incentivos necesarios para fomentar la investigación y la innovación. Este documento también incluye referencias a datos recientes y casos de éxito que ilustran cómo Paraguay puede superar los desafíos identificados.

Este análisis, busca proporcionar una base sólida para la toma de decisiones estratégicas en el ámbito de la ciencia, tecnología y la innovación, fomentando un enfoque proactivo y sostenible que permita a Paraguay alcanzar un nuevo modelo de desarrollo basado en el conocimiento y la innovación.

Resultados

1. Análisis Político. El sistema político paraguayo ofrece estabilidad relativa, lo que permite planificar estrategias de largo plazo en el ámbito científico. La implementación de la Ley del Investigador Científico y el liderazgo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) son avances significativos para estructurar la investigación y el desarrollo en el país. Además, el Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030 (PND) incluye directrices para fomentar la ciencia y tecnología. El Presupuesto General de la Nación (PGN) 2025 refleja un compromiso con sectores prioritarios como la salud, educación y protección social, con aumentos significativos en los recursos destinados a estos ámbitos (Agencia IPa, 2024). Además, el presidente Santiago Peña ha planteado reformas clave como la modernización del transporte público para mejorar la calidad de vida (Agencia IPe, 2024).

En el ámbito de la política internacional, Paraguay ha fortalecido su participación en acuerdos multilaterales y ha buscado atraer inversiones mediante estrategias de cooperación económica y científica (MITIC, 2023).

Impacto positivo: La estabilidad política facilita la implementación de planes a largo plazo en ciencia y tecnología, y los acuerdos internacionales amplían el alcance de las iniciativas nacionales.

Impacto negativo: La baja prioridad asignada al sector en el presupuesto limita el alcance de las iniciativas, y la falta de coordinación interinstitucional puede ralentizar avances significativos que pudiera alcanzar la el país.

2. Análisis Económico. El crecimiento económico promedio del 5% durante la última década posiciona a Paraguay como un país con potencial para diversificar su economía (Banco Mundial, 2024). No obstante, la inversión en investigación y desarrollo (I+D) representa apenas el 0,12% del PIB, una de las más bajas de la región (Ciencia del Sur, 2024). Esto afecta la competitividad internacional y la capacidad para innovar.

Paraguay busca diversificar su economía mediante iniciativas tecnológicas y de infraestructura. Las alianzas con Google y Meta para desarrollar centros de datos y proyectos de inteligencia artificial son ejemplos de esta estrategia (MITIC, 2024). Además, los aumentos presupuestarios en programas sociales como Tekoporã y Hambre Cero refuerzan la estabilidad económica al atender a los sectores más vulnerables (Agencia IPa, 2024).

La revisión del Anexo C de Itaipú también tiene implicaciones económicas significativas, ya que podría impactar la estabilidad financiera y el costo de la energía (Agencia IPb, 2024).

Impacto positivo: La estabilidad económica permite atraer inversiones internacionales y fortalecer sectores clave como la tecnología y la innovación.

Impacto negativo: La baja inversión en I+D limita la generación de conocimiento y su aplicación práctica, mientras que los costos energéticos pueden convertirse en un desafío.

3. Análisis Social. La población joven y en crecimiento de Paraguay presenta una gran oportunidad para desarrollar talentos en ciencias y tecnologías. Programas como “Becas Gobierno del Paraguay” promueven la inclusión social y educativa, abordando brechas existentes (Agencia IPC, 2024). Estas becas están orientadas a sectores prioritarios como ciencias naturales, ingeniería y tecnología, lo que podría impulsar la innovación.

No obstante, la percepción social de la ciencia sigue siendo limitada, y existe una brecha significativa en la formación de investigadores y tecnólogos (CONACYT, 2023). La migración de talento joven a otros países también es un problema creciente. Es importante mencionar la existencia de iniciativas que pueden ser consideradas como ejemplos de éxito; tal es el caso de OMAPA (Organización Multidisciplinaria de Apoyo a Profesores y Alumnos), la cual podría replicarse en otras áreas del conocimiento.

Impacto positivo: La inversión en educación podría formar una generación de profesionales orientados a la ciencia.

Impacto negativo: La falta de percepción sobre la importancia de la ciencia limita la participación ciudadana en iniciativas tecnológicas, y la fuga de talentos afecta la capacidad nacional.

4. Análisis Tecnológico. El desarrollo tecnológico en Paraguay está avanzando con iniciativas como el Plan Nacional TIC 2022-2030, que busca cerrar brechas digitales y fomentar la transformación digital (MITIC, 2023). También se han establecido alianzas con gigantes tecnológicos como Google y Meta, lo que posiciona al país como un posible hub tecnológico. Para fondos futuros deben considerarse ítem de financiamiento en mantención, insumos y capital humano asociado a equipamiento mediano y mayor, que permitan disminuir el tiempo ocioso de estos equipos y fortalecer el sector de prestación de servicios entre centros de investigación y empresas. Es importante mencionar que para que esto tenga éxito es clave asegurar la infraestructura pública que permita una conexión estable y de alta cobertura en internet y electricidad.

El Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación aborda temas como el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica y la promoción de patentes, aunque los avances son lentos (Política Nacional de CTI, 2017).

Impacto positivo: Las alianzas internacionales pueden acelerar la modernización tecnológica y aumentar la competitividad.

Impacto negativo: La falta de infraestructura limita la capacidad de aplicar tecnologías avanzadas.

5. Análisis Ecológico Paraguay cuenta con abundantes recursos naturales y un fuerte compromiso hacia la sostenibilidad ambiental. La represa de Itaipú es un ejemplo de energía limpia que puede impulsar proyectos tecnológicos sostenibles (Agencia IPb 2024).

Sin embargo, los efectos del cambio climático amenazan sectores clave como la agricultura (Política Nacional de CTI, 2017). Además, las iniciativas de sostenibilidad no siempre están integradas en las políticas de ciencia y tecnología, lo que limita el impacto positivo de estas estrategias. En este ámbito las fundaciones o ONG's que realizan investigación y conservación en reservas naturales, son actores importantes en el ámbito local. Una mayor participación del Estado en mantener condiciones de seguridad humana en estas localidades es clave para convertirse en un polo de atracción de capital humano y económico asociado a I+D en conservación y biodiversidad.

Impacto positivo: La disponibilidad de energía renovable posiciona al país como un destino atractivo para inversiones sostenibles.

Impacto negativo: La falta de integración entre la sostenibilidad y la ciencia limita el desarrollo de proyectos ecológicos.

6. Análisis Legal El marco legal paraguayo incluye leyes importantes como la Ley del Investigador Científico, que busca estructurar la investigación. Sin embargo, la aplicación de estas leyes enfrenta retos significativos debido a la falta de recursos.

Además, la previsibilidad en las políticas públicas y los incentivos fiscales para la investigación privada son limitados. Esto afecta la capacidad de atraer inversión extranjera y promover la innovación local. Finalmente es importante señalar que la regulación que impide a estudiantes cursar estudios de doctorados sin tener grado de magíster, perjudica una formación de capital humano oportuna y fluida, afectando a los programas de doctorado nacionales y al acceso a personal capacitado en los laboratorios. Finalmente es importante destacar la regulación asociada a la acreditación en Universidades. Un modelo de acreditación que permita impulsar la calidad y el ejercicio de la investigación en las casas de estudios superiores, puede ser una herramienta clave en el impulso de la investigación universitaria.

Impacto positivo: Un marco legal más robusto podría atraer inversiones y fomentar la investigación.

Impacto negativo: La implementación deficiente de las leyes limita su impacto positivo.

Figura 8. Matriz PESTEL con los resultados expuestos de este estudio.



Este análisis se condice con la información levantada en las entrevistas semi-estructuradas, donde los entrevistados hicieron énfasis en la importancia de mejorar las articulaciones interinstitucionales, en los factores legales que permitan mejorar las condiciones de la carrera del investigador y al rol de los recursos naturales y de la biodiversidad de Paraguay para mejorar su posición internacional en ciencia, tecnología e innovación.

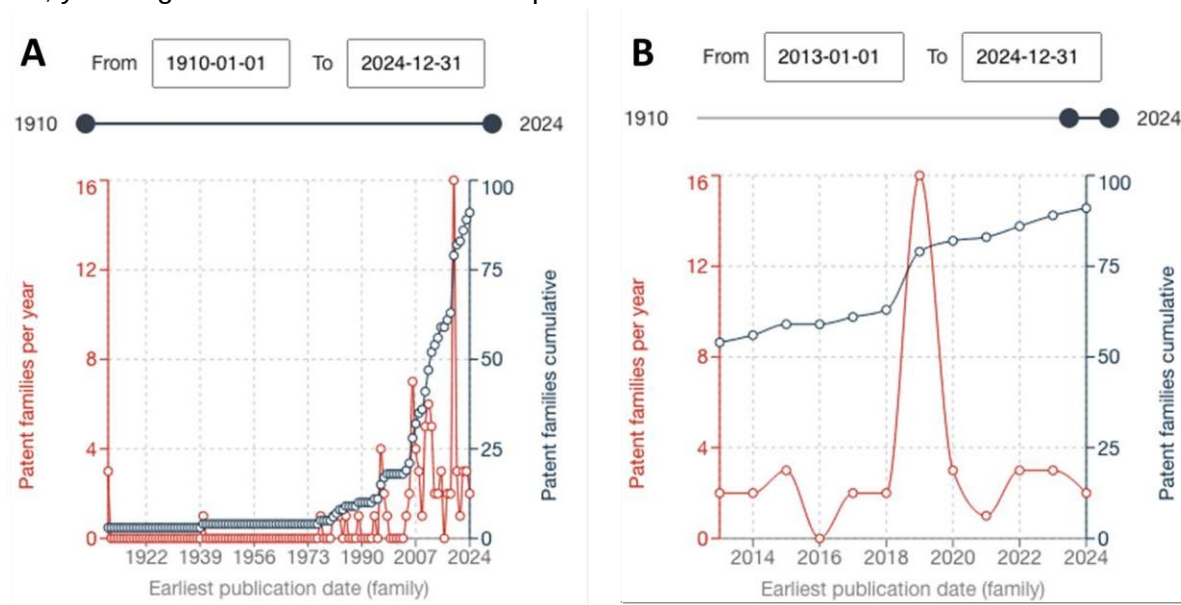
The background of the slide is a futuristic, cyberpunk-style cityscape at night, viewed through a large, circular, metallic-looking portal. The portal has a complex, multi-layered rim with various mechanical details and glowing blue lights. A bright blue beam of light enters from the top, passes through the portal, and exits from the bottom. The cityscape inside the portal is filled with tall buildings, glowing windows, and a dense network of lights and structures. The overall color palette is dominated by deep blues and blacks, with bright blue highlights and light effects.

Fase 2. Estudio Prospectivo

Análisis de patentes de solicitantes de origen paraguayo

Al 29 de noviembre del 2024 hay 91 familias de patentes en Espacenet con solicitantes de origen paraguayo (Gráfico 8A), de las cuales 39 son de los últimos 10 años (Gráfico 8B)¹. Desde la década de los 80s las solicitudes de patentes han aumentado de forma discrecional, mostrando aumentos en las solicitudes de patentes sólo en años específicos.

Gráfico 8. Patentes de solicitantes de origen paraguayo. En A se observan todas las patentes publicadas de solicitantes de origen paraguayo y en B las familias de patentes de solicitantes de origen paraguayo en los últimos 10 años. En rojo se observan las familias de patentes publicadas por año, y en negro al acumulado. Fuente Espacenet



Tal como observamos en el Gráfico 8, no hay aumentos sostenidos en el tiempo en las solicitudes de patentes; lo que muestra falta de inversión en esta área. En toda la historia de Paraguay sólo en los años 2006, 2011 y 2019 se superaron las 4 familias de patentes solicitadas al año. Los últimos 10 años muestran un promedio de 3,5 familias de patentes al año, lo que se ve afectado de forma importante por el año 2019 donde de forma excepcional se publicaron 16 solicitudes. Si no contáramos el año 2019, en los últimos 10 años tendríamos un promedio de 2 solicitudes de patentes al año.

Un análisis de las patentes de los últimos 10 años muestra que los principales solicitantes de patentes son las Universidades:

1. Universidad Nacional de Itapúa
2. Universidad Nacional de Asunción
3. Universidad Católica Nuestra Señora de Asunción

¹ Link a los resultados de búsqueda:

https://worldwide.espacenet.com/patent/search?f=publications.pac_patents%3Ain%3DPY%7Cpd%3Ain%3D20130101-20241231&q=nftxt%20all%20%22a%22

4. Universidad Nacional del Este
5. Universidad Nacional del Pilar
6. Universidad Americana
7. Universidad del Cono Sur de las Américas

Y las empresas:

1. De la Asunción Interactiva S.A
2. Stevia Natural S.A.
3. Pacific Agrosiences
4. Tecnomyl SA
5. Itiday Compañía Paraguaya
6. Enerpy SA.

Un análisis de las patentes de invención registradas es Espacenet muestra que son patentes asociadas a instrumentos o artículos domésticos, aparatos de transmisión o almacenamiento de energía, detección de patógenos, cardiología, insecticidas, herramientas médicas, dispositivo antirrobo, estimulación muscular, manta para sillas de montar, dispositivos asociados a campos eléctricos, refrigeración, cultivo de semillas y fertilizantes, entre otros. En general no hay un área de patentamiento que predomine sobre otra, ya que las patentes son escasas y se distribuyen en una amplia gama de códigos CIP (Códigos internacionales de patentes). Ninguna clasificación tiene más de 3 familias de patentes.

Dada la importancia de la agroindustria en la matriz productiva de Paraguay, resulta fundamental que los esfuerzos en investigación y desarrollo (I+D) se orienten prioritariamente hacia este sector estratégico. En este contexto, analizar las tendencias globales en el patentamiento de tecnologías agroalimentarias es esencial para identificar oportunidades y desafíos. El último informe de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, conocida como WIPO por su sigla en inglés) ofrece un valioso insumo para la formulación de políticas y la toma de decisiones orientadas al desarrollo sostenible y la innovación tecnológica en el país.

El informe *WIPO Patent Landscape Report on Agrifood* (WIPO, 2024) examina las tendencias recientes en tecnologías relacionadas con la agroalimentación, identificando innovaciones clave y su impacto en la sostenibilidad del sistema alimentario global. Este informe abarca tanto la tecnología agrícola (AgriTech) como la alimentaria (FoodTech), y se centra en áreas como la agricultura de precisión, la gestión de suelos y fertilizantes, la gestión no química de plagas y enfermedades, y los nutrientes alternativos para alimentos humanos.

Dentro de los principales hallazgos de este informe tenemos el notable crecimiento que ha tenido el AgriTech mediante tecnologías de automatización agrícola, conectividad mediante Internet de las Cosas (IoT), sensores y agricultura de precisión. Dentro de los subdominios destacados de esta área encontramos patentes asociadas al manejo de plagas/enfermedades, genética y adaptación de cultivos, gestión de ganado, robótica agrícola, y fertilización sostenible. Los países que han liderado estas iniciativas de I+D son Estados Unidos, China, Japón y Alemania, transformándose en socios estratégicos clave para los centros de investigación paraguaya.

En el ámbito del FoodTech encontramos como puntos de patentamiento fuertes las innovaciones en química de alimentos y cadenas de suministro. Existe un enfoque importante en fuentes sostenibles de nutrientes como proteínas a base de insectos, algas y plantas.

Las empresas clave que trabajan en I+D en este ámbito son Nestlé, junto con startups que reciben financiamiento significativo en proteínas alternativas.

Iniciativas en Paraguay para el fortalecimiento de la propiedad intelectual:

Se ha pesquisado que en Paraguay, se han desarrollado diversas iniciativas para fortalecer el sistema de propiedad intelectual (PI), tales como:

Fortalecimiento institucional a través de la creación el 2012 de la Dirección Nacional de Propiedad Intelectual (DINAPI)

Preparación para la participación en tratados internacionales; tales como: Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT) (2014), el Convenio de París y el Convenio de Berna.

Creación de programas de promoción de la innovación como el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIDE)

A pesar de que Paraguay ha dado pasos importantes para fortalecer su sistema de propiedad intelectual, especialmente a través de la DINAPI, la adhesión a tratados internacionales y el fomento de la investigación, ha tenido un impacto limitado. El país enfrenta retos importantes para traducir estas iniciativas en un aumento significativo de innovaciones protegidas y en competitividad tecnológica.

Escenarios de eventos posibles

Se analizaron las variables que afectan al Sistema de Ciencia de Paraguay, clasificándolas según la influencia que cada una de ellas tiene en el Sistema. se identificaron 35 variables, de las cuales 6 fueron clasificadas como variables de influencia alta. Estas variables son: inversión en I+D, número de investigadores, redes internacionales, programas de capacitación, conectividad digital y desastres ambientales. Para cada una de estas variables se establecieron los valores que tomarían en un escenario más probable, un escenario optimista y un escenario pesimista, a modo de prospectar el Sistema de Ciencia al 2050 en estas condiciones. Los resultados muestran escenario más probable alentador, manteniendo las tendencias actuales de crecimiento.

Identificación de Variables

Para el Sistema de Ciencia se determinaron las siguientes variables:

1. Inversión en I+D
2. N° de Investigadores
3. N° de estudiantes de posgrado nacionales e internacionales
4. N° de programas de doctorados nacionales
5. N° de publicaciones indexadas
6. N° de solicitudes de patentes

7. Ranking de universidades paraguayas
8. Diversificación de los fondos de financiamiento
9. Presiones de la matriz productiva
10. Desastres ambientales asociados al cambio climático
11. Infraestructura destinada a investigación
12. Acceso a equipamiento
13. Interés social por la ciencia
14. Brecha de género en carreras STEM
15. Carrera del investigador
16. Redes internacionales
17. N° de académicos de planta en Universidades
18. N° de Centros de Investigación
19. N° de convenios asociados a investigación
20. Beneficios tributarios para empresas que inviertan en I+D
21. Redes de investigación (entre Universidades, Centros de Investigación y Empresas)
22. Transferencia tecnológica: mecanismos efectivos para transferencia de tecnologías al sector productivo
23. Educación científica: mejorar la enseñanza de ciencias básicas en todos los niveles educativos
24. Diversidad en la investigación: inclusión de diversas áreas científicas y enfoques interdisciplinarios
25. Sistema de evaluación: implementación de métricas para evaluar el impacto científico
26. Desarrollo sostenible: integración de principios sostenibles en la investigación científica
27. Acceso a publicaciones abiertas y acceso a publicar en open Access
28. Apoyo a Empresas de Base Científico-Tecnológica (EBCT)
29. Programas de actualización y capacitación constante para investigadores
30. Fomento de la innovación científico- tecnológica
31. Conectividad digital. Asegurar acceso a internet a investigadores y centros productores de conocimiento
32. Conferencias y simposios científicos
33. Desarrollo regional equitativo
34. Promoción de la ética científica
35. Acceso a bases de datos especializadas

Plazo de ocurrencia: año 2050

Clasificación de las variables

Las variables son identificadas en las imágenes con el número asignado en la lista descrita anteriormente. Para la clasificación de probabilidad e impacto se tomará en cuenta la probabilidad de cambio de dicha variable y su impacto en el sistema de ciencia paraguayo.

Clasificación por tipo de variable

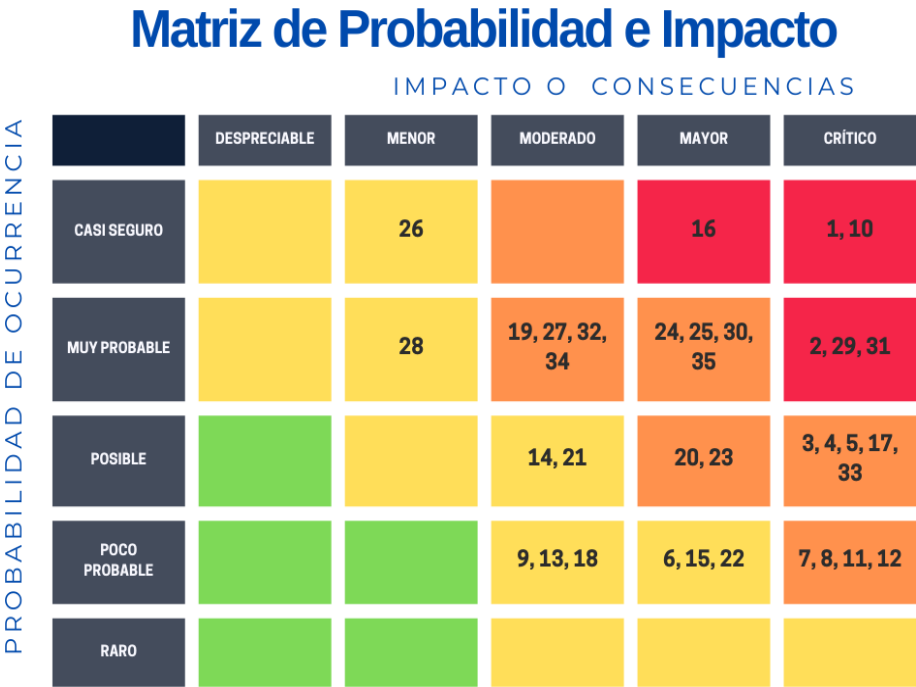
- Variables físico-ambientales:
 - 5.- N° de programas de doctorados nacionales
 - 10.- Desastres ambientales asociados al cambio climático

- 11.- Infraestructura destinada a investigación
- 12.- Acceso a equipamiento
- 18.- Nº de Centros de Investigación
- 31.- Conectividad digital. Asegurar acceso a internet a investigadores y centros productores de conocimiento
- 32.- Conferencias y simposios científicos
- 33.- Desarrollo regional equitativo
- 35.- Acceso a bases de datos especializadas
- Variables técnico-económicas:
 - 1.- inversión en I+D
 - 6.- Nº de solicitudes de patentes
 - 8.- Fondos de financiamiento
 - 9.- Presiones de la matriz productiva
 - 20.- Beneficios tributarios para empresas que inviertan en I+D
 - 22.- Transferencia tecnológica: mecanismos efectivos para transferencia de tecnologías al sector productivo
 - 25.- Sistema de evaluación: implementación de métricas para evaluar el impacto científico
 - 27.- Acceso a publicaciones abiertas y acceso a publicar en open Access
 - 28.- Apoyo a Empresas de Base Científico-Tecnológica (EBCT)
 - 34.- Promoción de la ética científica
- Variables sociales y político-institucionales:
 - 2.- Nº de investigadores
 - 3.- Nº de estudiantes de posgrado nacionales e internacionales
 - 4.- Nº de estudiantes de posgrado nacionales e internacionales
 - 7.- Ranking de universidades paraguayas
 - 13.- Interés social por la ciencia
 - 14.- Brecha de género en carreras STEM
 - 15.- Carrera del investigador
 - 16.- Redes internacionales
 - 17.- Nº de académicos de planta en Universidades
 - 19.- Nº de convenios asociados a investigación
 - 21.- Redes de investigación (entre Universidades, Centros de Investigación y Empresas)
 - 23.- Educación científica: mejorar la enseñanza de ciencias básicas en todos los niveles educativos
 - 24.- Diversidad en la investigación: inclusión de diversas áreas científicas y enfoques interdisciplinarios
 - 26.- Desarrollo sostenible: integración de principios sostenibles en la investigación científica
 - 29.- Programas de actualización y capacitación constante para investigadores
 - 30.- Fomento de la innovación científico- tecnológica

Para completar la matriz de probabilidad e importancia se tomaron en cuenta los datos encontrados en la revisión sistemática. En dicha revisión se tomaron en cuenta los datos de los últimos 10 años

para prospectar sus valores para el año 2050; las instituciones con mayor producción científica y su evolución en publicaciones de los últimos 10 años.

Figura 9. Matriz de probabilidad e impacto. El color verde corresponde a influencia baja, amarillo a influencia leve, naranja a influencia moderada y rojo a influencia alta. El número corresponde a la variable según su enunciado en el paso 1.



Definición del valor de las variables en cada escenario

Cada variable adquiere un valor más probable, optimista y pesimista, según las tendencias de los últimos 10 años extrapolándolas al 2050. Varias de dichas variables ya han sido calculadas y se encuentran dentro del análisis de revisión sistemática. Por otro lado, las variables que no pueden calcularse por falta de datos, se determinan sus valores según las tendencias mundiales a la fecha. Este análisis se centra en las variables catalogadas como de influencia alta. Las variables de influencia leve, baja y moderada serán consideradas dentro de la construcción de los escenarios, tomando el valor más probable en el contexto otorgado por la valores optimista, más probable y pesimista de las variables de alta influencia.

Inversión en I+D: Variable técnico-económica.

Paraguay muestra un panorama económico dinámico, con un crecimiento del PIB proyectado de 4% en 2024, con un compromiso férreo del gobierno con reformas y desarrollo sostenible (FMI, 2024) y expectativas de crecimiento sostenido. Si tomamos en cuenta los datos de los últimos 10 años y extrapolamos al 2050, el escenario más probable (moderado) es del 0,47% del PIB. En un escenario optimista es de esperar que aumente la inversión en sectores tecnológicos como en energía verde. Si a eso sumamos la calificación de grado de inversión otorgada por Moody's en

2024 (FMI, 2024), los recursos naturales abundantes y la población joven de Paraguay², podemos prospectar una inversión del 1,2% del PIB.

En un escenario pesista, donde habría limitaciones estructurales en inversión en innovación, con una dependencia sostenida de sectores tradicionales como agricultura (Banco Mundial, 2024), se esperarían restricciones presupuestarias para I+D, prospectando un valor de un 0,2% del PIB.

Los factores condicionantes para esta variable serían el desarrollo del sector energético, inversión en educación y en formación, las políticas de innovación gubernamentales y la evolución del sector manufacturero y de servicios.

Número de investigadores: variable social y político-institucional

Paraguay enfrenta desafíos significativos en la formación de investigadores, pero también muestra potencial de crecimiento. El escenario más probable, tomando en cuenta el crecimiento actual de investigadores del 2.4% anual, con un número de investigadores al 2021 de 1.832 investigadores; así como la meta nacional de 5,175 investigadores para 2030 con las limitaciones estructurales actuales en inversión en I+D es de 3.500 investigadores.

El escenario optimista toma en cuenta una implementación efectiva de políticas de CONACYT; específicamente a través de programas como BECAL y PRONII (Lemarchand, 2018), así como un incremento sostenido de doctorandos (de 87 a 314 entre 2014-2021). Estos datos nos permiten prospectar a 6.000 investigadores al 2050 en un escenario optimista.

El escenario pesimista contempla un estancamiento en inversión en ciencia y tecnología, con una inversión que ya es baja (0,15% del PIB) (Lemarchand, 2018), teniendo como obstáculos escaso personal calificado y limitada producción científica internacional. Todas estas variables nos permiten prospectar a 1.500 investigadores en un escenario pesimista.

Los factores críticos de influencia para esta variable son la inversión en educación superior, las políticas de incentivo a la investigación, el desarrollo de infraestructura tecnológica y los programas de formación de posgrado.

Desastres ambientales asociados al cambio climático: Variable físico-ambiental

Las proyecciones climáticas para Paraguay indican un aumento significativo de temperatura y cambios en los patrones de precipitación, tales como un aumento de temperatura de +2.5°C para 2050 y una variación de precipitaciones entre +6% y -9% sobre el territorio paraguayo (Bidegain y cols, 2012). Tomando en cuenta esto es de esperar como escenario más probable un impacto moderado con un incremento de eventos climáticos extremos, reducción parcial de recursos hídricos y un aumento de sequías e inundaciones localizadas. Este escenario impactaría al sistema científico paraguayo redireccionando investigaciones hacia adaptación climática debido a la necesidad de desarrollar tecnologías de resiliencia agrícola, aumentando la inversión en sistemas de monitoreo ambiental.

Un escenario optimista, consistiría en una adaptación efectiva al cambio climático. Esto se traduciría en una implementación exitosa de estrategias de mitigación, como el proyecto Paraguay + Verde reduciendo emisiones (FAO, 2022), manteniendo una conservación de bosques y recursos naturales. Es de esperar que este hecho impacte en el sistema científico con un incremento de investigaciones en tecnologías verdes, en el desarrollo de innovaciones para preservación ambiental, así como en atracción de financiamiento internacional para investigación.

Un escenario pesimista consistiría en una crisis ambiental. Para ello el aumento de temperatura sería cercano a 4.5°C, produciendo una reducción significativa de recursos hídricos y un incremento de eventos climáticos extremos. El impacto en el sistema científico sería un colapso parcial de infraestructura de investigación con una alta migración de investigadores y limitaciones severas de recursos para investigación.

Redes internacionales: Variable social y político-institucional

Paraguay muestra un desarrollo incipiente pero estratégico en redes científicas internacionales, con iniciativas como PROCENCIA y programas de cooperación bilateral. Tomando en cuenta esto el escenario más probable considera una expansión gradual de redes científicas con 15 a 20 alianzas internacionales consolidadas. Se prospecta un fortalecimiento de cooperación con países del MERCOSUR, y un incremento de investigadores en redes internacionales del 40%. Con ello el escenario más probable es un desarrollo moderado de las redes científicas de Paraguay. Ello se justifica tomando en cuenta la experiencia actual en cooperación con Chile, Brasil y otros países (AGCID, 2022; CONACYT d, 2024), así como la estrategia de creación de redes como método de compensación de limitaciones de inversión.

Un escenario optimista consistiría en una integración científica robusta, con 35 a 40 alianzas científicas internacionales, participación activa en redes globales de investigación, financiamiento internacional significativo, así como la repatriación de investigadores paraguayos.

Un escenario pesimista sería equivalente a un estancamiento en redes científicas. Esto se traduciría en menos de 10 redes científicas internacionales, una limitada cooperación internacional y baja producción científica; lo que llevaría a migración de investigadores.

Programas de actualización y capacitación constante para investigadores: Variable social y político-institucional.

El escenario más probable es un desarrollo moderado de programas de actualización. Esto consistiría en 15 a 20 programas de capacitación anuales con una cobertura para 500 a 700 investigadores por año. Los énfasis se encontrarían en áreas estratégicas como salud, tecnología y ciencias aplicadas con una inversión sostenida, pero limitada. Para ello se esperaría continuidad de iniciativas actuales como PROCENCIA, un compromiso de los programas de CONACYT en formación científica, así como capacitaciones del Instituto Nacional de Salud (INS) como modelo de desarrollo.

Un escenario optimista sería un escenario de transformación científica, el cual contemplaría 30 a 35 programas de capacitación anuales con una cobertura para 1.000 a 1.500 investigadores, Programas internacionales de intercambio, financiamiento diversificado y tecnologías de capacitación avanzadas. Esto sería posible tomando en cuenta las convocatorias actuales de CONACYT para formación de investigadores, los compromisos con excelencia académica y una inversión en diplomacia científica.

Un escenario pesimista sería el estancamiento. En este escenario se llevarían a cabo menos de 10 programas de capacitación anuales con una cobertura inferior a 200 investigadores, limitada actualización tecnológica y migración de investigadores. Esto ocurriría en el caso de existir restricciones presupuestarias, manteniendo la baja inversión histórica en ciencia y una competencia internacional limitada.

Conectividad digital. Asegurar acceso a internet a investigadores y centros productores de conocimiento: Variable físico-ambiental.

Paraguay ha experimentado un notable crecimiento en conectividad digital, pasando del 61.1% de usuarios de internet en 2017 al 78.1% en 2023.

El escenario más probable es de conectividad moderada. Ello contempla una cobertura de internet del 90% del territorio nacional con un acceso universal en centros de investigación con velocidades

de conexión promedio de 100 Mbps y una reducción de brecha digital entre zonas urbanas y rurales. Ello se lograría gracias a planes nacionales como "Paraguay Digital" proyectando conectividad inclusiva (PND2050), con un compromiso gubernamental con transformación digital y un crecimiento sostenido de infraestructura tecnológica.

El escenario optimista es de conectividad avanzada, con una cobertura del 98% del territorio, acceso universal a internet de alta velocidad (500 Mbps), infraestructura 5G completamente implementada y centros de investigación con conectividad de clase mundial. Para ello se toma en cuenta la Política Energética 2050 contemplando innovación tecnológica (Ferrere, 2024), inversiones planificadas en infraestructura digital, así como el compromiso con objetivos de desarrollo sostenible

El escenario pesimista es el estancamiento digital. En este escenario habría una cobertura limitada al 70% del territorio con grandes brechas entre zonas urbanas y rurales y velocidades de conexión inferiores a 50 Mbps. Todo ello produciría una limitada conectividad para investigadores. Esto podría ocurrir al tener restricciones presupuestarias, con grandes desafíos de infraestructura en zonas rurales y una limitada inversión en tecnologías digitales

Tomando en cuenta este análisis, los valores de las variables se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5. Valores de las variables de alto impacto en el escenario más probable, optimista y pesimista al 2050.

Variable	Escenario mas probable	Escenario optimista	Escenario pesimista
Inversión en I+D	0,47% del PIB	1,2% el PIB	0,2% del PIB
Número de investigadores	3.500	6.000	1.500
Desastres ambientales	Impacto moderado	Adaptación efectiva	Crisis ambiental
Redes internacionales	Expansión gradual	Integración científica robusta	Estancamiento
Programas de actualización y capacitación	Desarrollo moderado	Transformación científica	Estancamiento
Conectividad digital	Conectividad moderada	Conectividad avanzada	Estancamiento digital.

Síntesis de escenarios

Tomando en cuenta el análisis anterior se determinaron los siguientes escenarios:

Escenario más probable:

La inversión en I+D al 2050 es de un 0,47% del PIB. actualmente el país cuenta con 3.500 investigadores con capacitación constante. Existen 15 a 20 programas de capacitación con una cobertura para 500 a 700 investigadores por año. Los énfasis de estas capacitaciones se encuentran en las áreas de salud, tecnología y ciencias aplicadas. Existen importantes avances en su infraestructura tecnológica. El país cuenta con 15 a 20 alianzas internacionales consolidadas y se ha fortalecido la cooperación con países del MERCOSUR. La cobertura de internet es del 90% del territorio nacional con un acceso universal en centros de investigación con velocidades de conexión promedio de 100 Mbps y una reducción de brecha digital entre zonas urbanas y rurales. Ello se ha logrado gracias a planes nacionales que proyectaron conectividad inclusiva, con un compromiso gubernamental con transformación digital y un crecimiento sostenido de infraestructura tecnológica.

El aumento de la temperatura ha sido significativo y con importantes cambios en los patrones de precipitación. Este hecho ha tenido un impacto moderado con un incremento de eventos climáticos extremos, con una reducción parcial de los recursos hídricos y un aumento de sequías e inundaciones localizadas. Este escenario ha impactado en el sistema científico paraguayo redireccionando investigaciones hacia adaptación climática debido a la necesidad de desarrollar tecnologías de resiliencia agrícola, aumentando la inversión en sistemas de monitoreo ambiental.

Escenario optimista:

Existe un aumento de la inversión en sectores tecnológicos como en energía verde. Los recursos naturales se mantienen abundantes y la inversión en I+D es del 1,2% del PIB. Existe una implementación efectiva de políticas de CONACYT; específicamente a través de programas como BECAL y del Sistema Nacional de Investigadores (ex PRONII), así como un incremento sostenido de doctorandos (de 87 a 314 entre 2014-2021). Actualmente el país cuenta con 6.000 investigadores, los cuales tienen capacitación constante con 30 a 35 programas de capacitación anuales con una cobertura para 1.000 a 1.500 investigadores. El país cuenta con programas internacionales de intercambio, financiamiento diversificado y tecnologías de capacitación avanzadas. Esto es posible gracias a convocatorias de CONACYT para formación de investigadores, importantes compromisos con la excelencia académica desde las Instituciones de educación superior y una inversión en diplomacia científica y en infraestructura tecnológica. que permite desarrollar sin problemas los proyectos de investigación vigentes. Existe una integración científica robusta, con 35 a 40 alianzas científicas internacionales, participación activa en redes globales de investigación, financiamiento internacional significativo, y se ha logrado la repatriación de un alto número de investigadores paraguayos. El país tiene una conectividad avanzada, con una cobertura del 98% del territorio, acceso universal a internet de alta velocidad (500 Mbps), infraestructura 5G completamente implementada y centros de investigación con conectividad de clase mundial. Ello se logró gracias a inversiones planificadas en infraestructura digital, así como el compromiso del país con los objetivos de desarrollo sostenible

Por otro lado se ha llevado a cabo una adaptación efectiva al cambio climático, gracias a una implementación exitosa de estrategias de mitigación. Se han mantenido los bosques y recursos naturales. Ha habido un incremento de investigaciones en tecnologías verdes, en el desarrollo de innovaciones para preservación ambiental, así como en atracción de financiamiento internacional para investigación.

Escenario pesimista:

En este escenario existen limitaciones estructurales en inversión en innovación, con una dependencia sostenida de sectores tradicionales como agricultura. Las restricciones presupuestarias para I+D llevan a un gasto en esta área del 0,2% del PIB. Hay un escaso personal calificado y limitada producción científica internacional. A nivel país existen sólo 1.500 investigadores a nivel nacional. Existen menos de 10 programas de capacitación anuales con una cobertura inferior a 200 investigadores; lo que ha llevado a una limitada actualización tecnológica.

La infraestructura tecnológica es muy limitada. Hay un estancamiento en redes científicas, con menos de 10 redes científicas internacionales, una limitada cooperación internacional y baja producción científica; lo que ha llevado a una alta migración de investigadores.

El país tiene una cobertura limitada a internet del 70% del territorio con grandes brechas entre zonas urbanas y rurales y velocidades de conexión inferiores a 50 Mbps. A la fecha existen grandes desafíos de infraestructura en zonas rurales y una limitada inversión en tecnologías digitales

El país se encuentra bajo una crisis ambiental. El aumento de la temperatura es cercano a 4.5°C, produciendo una reducción significativa de recursos hídricos y un incremento de eventos climáticos extremos. Hay un colapso parcial de infraestructura de investigación, una alta migración de investigadores y limitaciones severas de recursos para investigación.

Estudio Delphi

En el presente estudio, se realizaron 2 rondas (R) de consulta a expertos(as). En la primera ronda participaron 34 personas y en la segunda 26. La estrategia para conformar el panel de expertos(as), - y que conformaron ambas rondas- fue a partir de la aclamación social (Miles y cols., 2016), específicamente, identificados como tales por el CONACYT.

Muestra primera ronda

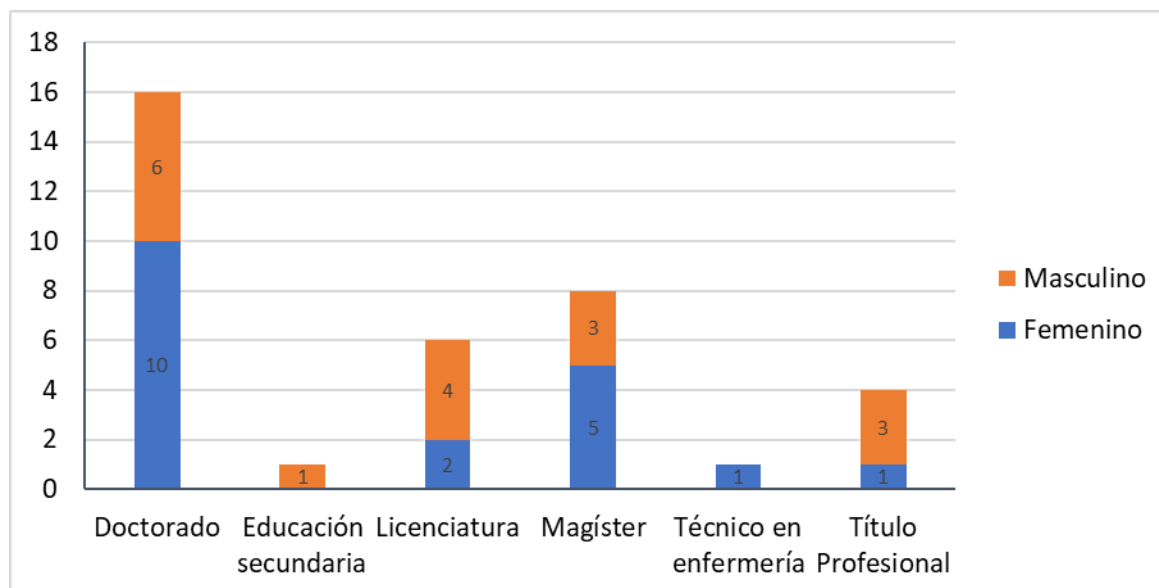
34 expertos(as) participaron en la primera ronda de preguntas. Los descriptores que los caracterizan se encuentran en las Tablas 6 y 7 y en el Gráfico 9.

Tabla 6. Sector al cual se encuentran asociados/representan. Datos desagregados por género.

Sector	Femenino	Masculino	Total
Empresa	0	6	6
Gobierno	1	1	2
Instituto de Educación Superior	0	1	1
Laboratorio privado	1		1
ONG	6	2	8
Pública y privada	1		1
Universidad Privada	5	3	8
Universidad Pública	5	4	9
Total	19	17	36

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9. Nivel educativo panel. Ronda 1.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Rol de expertos en las Instituciones que representan.

Rol	Femenino	Masculino	Total
Coordinador/a	3	0	3
Decano	0	1	1
Director/a	3	7	10
Docente	5	1	6
Gerente	0	2	2
Investigador/a	3	2	5
Otro	1	3	4
Programador	0	1	1
Rectora	2	0	2
Técnico de proyectos	1	0	1
Vicerrectora	1	0	1
Total	19	17	36

Fuente: Elaboración propia.

Muestra segunda ronda

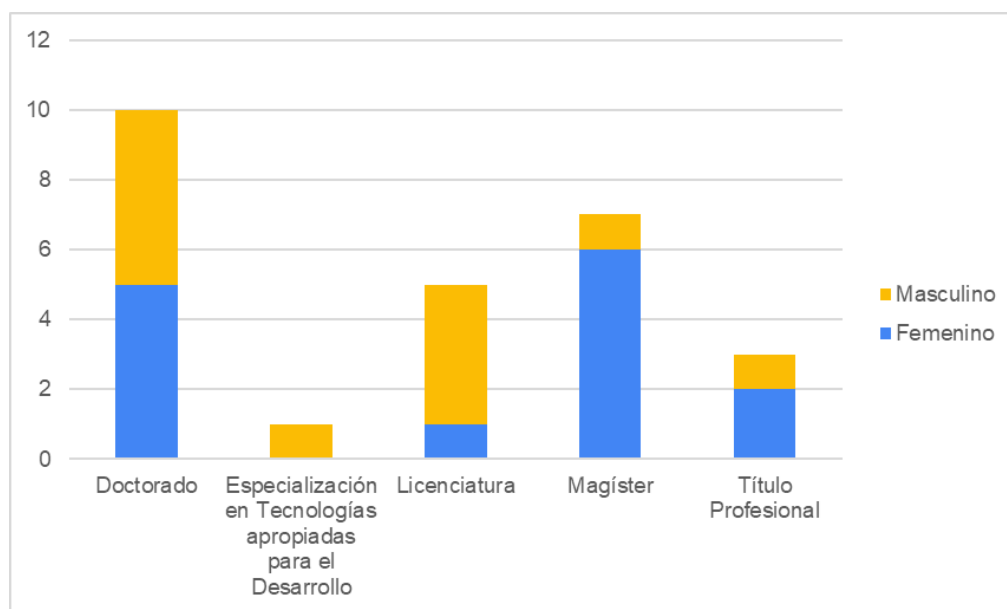
De los 36 expertos (as) que participaron en la primera ronda, 26 también participaron en la segunda. La composición del panel se encuentra en la Tabla 8.

Tabla 8. Sector al cual se encuentran asociados/representan.

Sector	Femenino	Masculino	Total
Empresa	1	3	4
Instituto Técnico Superior	0	1	1
Gobierno	0	1	1
Instituto Militar de Educación Superior	1	0	1
ONG	6	2	8
Universidad Privada	2	2	4
Universidad Pública	4	3	7
Total, general	14	12	26

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10. Nivel educativo panel. Ronda 2.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Rol de expertos en las Instituciones que representan.

Rol	Femenino	Masculino	Total
Coordinador/a	2	0	2
Director/a	5	5	10
Docente	3	2	5
Gerente	0	1	1
Investigador/a	2	3	5
Otro	0	1	1
Rector/a	1	0	1
Secretario/a	1	0	1
Total, general	14	12	26

Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo Primera Ronda.

Para llevar a cabo las consultas a expertos(as) en la primera ronda, se consensuaron con la contraparte técnica, 13 preguntas que se organizaron de acuerdo a los siguientes tópicos:

Investigación y Desarrollo Científico

a) Enfoque:

¿En qué áreas o enfoques de investigación se encuentra actualmente trabajando en su campo de las Ciencias Naturales y Exactas?

¿Cómo considera que estas investigaciones contribuirán al avance del conocimiento y, cómo eventualmente, podrían influir y traducirse en desarrollos o aplicaciones futuras?

¿Cómo contribuye o contribuirá su investigación a futuro, a las empresas y la sociedad?

b) Prioridades y Obstáculos:

¿Cuáles son sus principales investigaciones que debieran ser fomentadas, en el corto, mediano y largo plazo (en base a capacidades existentes y a posibles apalancamientos que pueda obtener para su desarrollo) y por qué?

¿Qué obstáculos de desarrollo futuro a nivel social, político, económico, ecológicos, geopolíticos (u otros) puede afectar la investigación en Ciencias Naturales y Exactas en Paraguay y cómo pueden superarse?

c) Tecnología e Innovación:

¿Qué tecnologías e investigaciones dentro de su área considera que impulsarán la innovación en Ciencias Naturales y Exactas?

¿Cuál o cuáles de estas tecnologías e investigaciones mencionadas anteriormente, son las más adecuadas y necesarias de implementar o introducir, para el avance en su campo de estudio y por qué?

Futuro de las Ciencias Naturales y Exactas en Paraguay.

a) Desafíos y Oportunidades:

¿Cuáles considera, son los principales desafíos para las Ciencias Naturales y Exactas en Paraguay para los próximos 15 -20 años?

¿Cuáles cree son las principales oportunidades de desarrollo que las Ciencias Naturales y Exactas tendrán en Paraguay en los próximos 15 -20 años?

b) Tendencias Mundiales e Implicaciones:

¿Qué tendencias mundiales, son las más relevantes para su campo de estudio? ¿Y por qué?

¿Qué posibles implicancias futuras traerán esas tendencias a su campo de estudio y como pueden afectar otras áreas de las Ciencias Naturales y Exactas en Paraguay?

c) Colaboración Interdisciplinaria:

¿Qué áreas de colaboración entre disciplinas considera críticas para el futuro de las Ciencias Naturales y Exactas en Paraguay y cómo puede fomentarse?

Ética en la Investigación:

¿Qué dilemas éticos pueden surgir en su área de investigación con los avances científicos-tecnológicos?

Resultados primera ronda

Para llevar a cabo el proceso, se elaboró un formulario de Google Forms que contenía una explicación del objetivo del estudio, las preguntas abiertas, y se indicó el plazo para contestar la primera ronda, el que se extendió desde 25 de enero al 10 de febrero 2025. En este acápite se mencionan los resultados de acuerdo, al presente, en las áreas en las que se encuentran trabajando y como observan su aporte tanto al conocimiento.

A. Áreas en las que trabajan:

Como resultados de la primera pregunta, se identificaron 34 áreas de investigación (aplicada) en que las y los expertos se encuentran actualmente trabajando. En la Tabla 10, las respuestas se clasifican según sector.

Tabla 10. Áreas de investigación. Enfoque.

Categoría	Desarrollo actual
Salud/Medicina	Medicina, Farmacoepidemiología, Relación paciente-médico, Productos naturales como antiparasitarios y antifúngicos.
Ciencias Biológicas y Ambientales	Microbiología, Biología, conservación de la biodiversidad; gestión sostenible de los recursos naturales; manejo de ecosistemas;
Ecología y Agroecología	Agroecología, Taxonomía de plantas vasculares; ecología y recursos fitogenéticos vegetales de plantas vasculares. Materiales biodegradables. Producción y sanidad animal, Agroindustria; turismo y servicios, Procesos productivos; calidad e inocuidad alimentaria, Tecnología de Alimentos.
Ciencias de la Tierra	Ciencias de la tierra, geotecnia, variabilidad climática, modelamiento de recursos hídricos.
Ciencia de Datos Matemáticas y Modelamiento	Ciencias de datos, machine learning; IA y análisis de datos, software empresarial. Modelamiento matemático y computacional; teoría de juego; teoría de control; dinámica de fluidos. Física solar y clima espacial.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las principales investigaciones que debieran ser fomentadas a futuro, los expertos señalaron diversas líneas de investigación, las cuales se encuentran resumidas en la Tabla 11.

Tabla 11. Información preliminar de áreas/aplicaciones a fomentar

1	Investigar especies exóticas invasoras de fácil propagación que representan un reto por su difícil erradicación y su impacto económico.
2	El desarrollo de la biotecnología para mejorar los rendimientos agrícolas con semillas adaptadas al Paraguay.
3	Agroecología y la adopción de tecnologías de precisión
4	Ciencias climáticas y biodiversidad puede posicionar a Paraguay como un referente en estas áreas.
5	Investigación de enfermedades tropicales.
6	Agroindustria con demanda de biotecnología aplicada a alimentos.
7	Bioeconomía con recursos locales.
8	Desarrollo de energía solar y eólica para reducir la dependencia hidroeléctrica.
9	Hidrógeno Verde para exportación y uso industrial.
10	Economía circular y reciclaje de residuos industriales y urbanos para generar biocombustibles y nuevos materiales
11	Desarrollo y producción de biofertilizantes y biopesticidas.
12	Medicina personalizada y biofármacos. Investigación en terapia genética, producción de vacunas y nuevos medicamentos basados en compuestos naturales.
13	Observación satelital para planificación territorial y cambio climático.
14	Ciencia de datos e inteligencia artificial y la digitalización de industrias.
15	Manipulación genética en la cadena alimenticia son claves en el desarrollo del país.

16	Las investigaciones Fitogenéticos de diferentes especies endémicas con
	aplicaciones nuevas en biotecnología.
17	Cambio climático, específicamente la aplicación de la IA para identificar probables desarrollos de eventos meteorológicos y climas extremos
18	Modulación de microbiomas en contexto de enfermedades inflamatorios no contagiosas y de microbiomas en el suelo.
19	Desarrollo de bioprocesos para la conservación de alimentos mediante microorganismos autóctonos.
20	Modelos de dinámicas mediante resolución numérica de ecuaciones diferenciales, esenciales para simular materiales, estructuras, sistemas sociales, energéticos y más.
21	Investigaciones sobre carbono forestal y su potencial en mercados de carbono
22	Datos sobre los parámetros de las eyecciones de masa coronal, manchas solares, tormentas geomagnéticas y rayos cósmicos.

Fuente: Elaboración propia.

Segunda Ronda

Desarrollo Segunda Ronda

El segundo cuestionario aplicado a expertos, se construyó a partir de toda la información analizada de la primera ronda. Las preguntas, se elaboraron de modo de que pudieran ser calificadas de acuerdo a una escala de Likert del 1 al 5 (Tabla 12), donde 1 es Totalmente en Desacuerdo y 5, Totalmente de Acuerdo.

Tabla 12. Escala Likert utilizada en la segunda ronda

Escala	
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Duda
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Fuente: Elaboración propia.

Para llevar a cabo esta segunda etapa, se elaboró un nuevo cuestionario en Google Forms. Se presentaron 22 afirmaciones y 2 de selección múltiple. En el formulario se explicó el proceso y el tiempo estimado para contestar la encuesta. La tasa de abandono en segunda ronda se considera dentro de lo esperado (Aceituno, 2017). Se observó una disminución de 10 expertos(as) asociados al área Agropecuaria; Ciencias de la Tierra e Ingeniería.

Resultados Segunda Ronda

Para conocer los niveles de consenso en relación a las áreas que debieran ser fomentadas en el país, se observaron respuestas muy coherentes con los resultados finales (Tabla 13). Esto es, un consenso importante de las áreas a fomentar en el país.

Para ello, se realizó una consulta para saber que tan de acuerdo o en desacuerdo se encontraba con que las Ciencias Exactas que se enunciaban, resultaban las más importantes y más pertinentes a fomentar en Paraguay. Los resultados de dicha consulta se encuentran en la Tabla 13.

Tabla 13. Ciencias exactas a ser fomentadas en Paraguay. La mediana corresponde a que tan de acuerdo o en desacuerdo está los expertos con la necesidad de fomento de esa área en el país.

Área	Mediana
Matemáticas	5
Ciencias de la computación e información	5
Ciencias de la tierra y ciencias ambientales	5
Ciencias físicas	4
Ciencias biológicas	4
Medicina/Ciencias de la salud	4
Agricultura, silvicultura	4
Biotecnología	4

Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, los patrones de consenso evidencian una orientación hacia disciplinas estratégicas e interdisciplinarias, sin desvalorizar los sectores tradicionales. Este resultado habla de la necesidad de impulsar políticas que fortalezcan tanto los campos consolidados como aquellos de alta proyección futura, garantizando una articulación coherente entre capacidades actuales y apuestas estratégicas de país.

Rangos de dispersión

A partir de los resultados de la escala de Likert, se calcula el nivel de consenso. Para ello, se establecen los rangos de dispersión para medir si existe un bajo, mediano o alto consenso en las respuestas.

Tabla 14. Rangos de dispersión de las respuestas

Categoría de Consenso	Coefficiente de Variación	Descripción
Bajo Consenso	$\leq 0,46$	Alta dispersión de respuestas, indica desacuerdo significativo entre los expertos.
Mediano Consenso	0,31 a $\leq 0,45$	Moderada dispersión, refleja un nivel aceptable de consenso con algunas divergencias.
Alto Consenso	$\leq 0,30$	Baja dispersión, alto nivel de acuerdo, respuestas concentradas.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos cualitativos y cuantitativos de la primera y segunda ronda de consultas, fueron categorizados y agrupados bajo diferentes ejes, según su enfoque temático integrativo como: Salud/Medicina; Ciencias Biológicas y Ambientales; Ecología y Agroecología; Ciencias de la Tierra; Ciencia de Datos, Matemáticas y Modelamiento.

A continuación, en las tablas 15 a 19, se presentan los resultados estadísticos descriptivos que permitieron organizar y luego describir las características principales del conjunto de datos (en Información Suplementaria 1) con los cuales se construyeron los 5 escenarios para cada categoría

Tabla 15. Categoría Salud/Medicina

Opiniones de expertos(as)	Alto Consenso	Mediano Consenso
12. Las oportunidades están asociadas a la medicina personalizada y biofármacos. Investigación en terapia genética, producción de vacunas y nuevos medicamentos basados en compuestos naturales.		
18. Estudios y modulación de microbiomas en contexto de enfermedades inflamatorias no contagiosas y de microbiomas en el suelo.		
5. Las mayores oportunidades están relacionadas con investigación de enfermedades tropicales.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Categoría Ciencias Biológicas y Ambientales

Opiniones de expertos(as)	Alto Consenso	Mediano Consenso
1. Una de las principales oportunidades, se encuentra en investigar especies exóticas invasoras de fácil propagación que representan un reto por su difícil erradicación y su impacto económico.		
16. Las investigaciones Fitogenéticas de diferentes especies endémicas con aplicaciones nuevas en biotecnología es clave.		
7. El potencial está en el desarrollo de bioeconomía con recursos locales.		
21. Investigaciones sobre carbono forestal y su potencial en mercados de carbono.		

4. El creciente interés en ciencias climáticas y biodiversidad puede posicionar a Paraguay como un referente en estas áreas		
15. Los estudios sobre el impacto de la manipulación genética en la cadena alimenticia son claves en el desarrollo del país		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Categoría Ecología y Agroecología

Opiniones de expertos(as)	Alto Consenso	Mediano Consenso
3. Las principales oportunidades están en la agroecología y la adopción de tecnologías de precisión.		
11. Las oportunidades están en el desarrollo y producción de biofertilizantes y biopesticidas.		
2. El desarrollo de la biotecnología para mejorar los rendimientos agrícolas con semillas adaptadas al Paraguay.		
6. Se debe fomentar el crecimiento del sector agroindustrial con demanda de biotecnología aplicada a alimentos.		
19. Desarrollo de bioprocesos para la conservación de alimentos mediante microorganismos autóctonos.		
10. La Economía circular y reciclaje de residuos industriales y urbanos para generar biocombustibles y nuevos materiales, es lo mejor y más adecuado a fomentar.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Categoría Ciencias de la Tierra

Opiniones de expertos(as)	Alto Consenso	Mediano Consenso
13. El país tiene una gran oportunidad en la observación satelital para planificación territorial y cambio climático.		
17. Apoyar investigaciones relacionadas al cambio climático, específicamente la aplicación de la IA para identificar probables desarrollos de eventos meteorológicos y climas extremos.		
8. La oportunidad para Paraguay, está en el desarrollo de energía solar y eólica para reducir la dependencia hidroeléctrica.		
9. La oportunidad real está en el desarrollar Hidrógeno Verde para exportación y uso industrial.		
22. Fomentar investigaciones relacionadas a los datos sobre los parámetros de las		

eyecciones de masa coronal, manchas solares, tormentas geomagnéticas y rayos cósmicos.	●	
--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

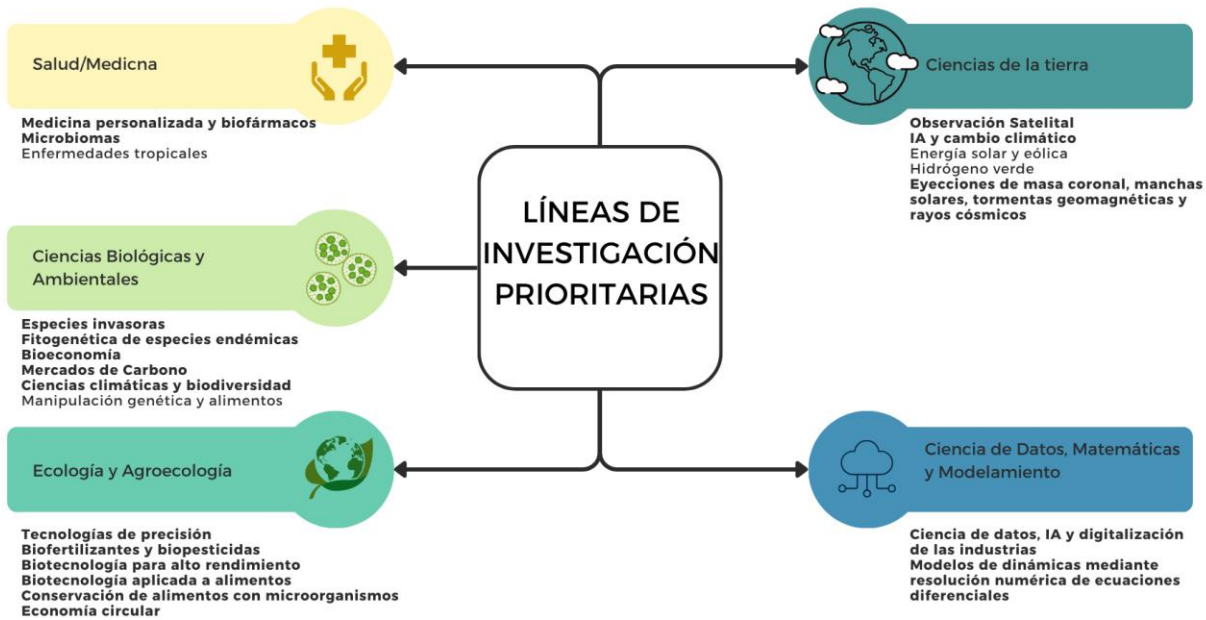
Tabla 19. Ciencia de Datos, Matemáticas y Modelamiento

Opiniones de expertos(as)	Alto Consenso	Mediano Consenso
14. Las principales oportunidades incluyen el crecimiento de la ciencia de datos e inteligencia artificial y la digitalización de industrias.	●	
20. Modelos de dinámicas mediante resolución numérica de ecuaciones diferenciales, esenciales para simular materiales, estructuras, sistemas sociales, energéticos y más	●	

Fuente: Elaboración propia.

Las Tablas 15 a 19 pueden resumirse en la Figura 10, donde se resumen cuáles serían las líneas de investigación prioritarias para el Paraguay del 2050

Figura 10. Líneas de investigación prioritarias para el Paraguay del 2050. En negrita se observan aquellas que tienen un alto nivel de consenso.



Fuente: Elaboración propia.

Observaciones a los niveles de consenso

Como es posible observar en las tablas 15 a 19, los niveles de consenso y de importancia que se ha dado a cada uno de los temas que emergieron en ambas rondas es significativa. Las y los expertos han alcanzado un consenso notable respecto a las áreas prioritarias de investigación y desarrollo, lo que permite inferir una visión relativamente compartida sobre el rumbo que debería tomar el país en materia de ciencia, tecnología e innovación. Este acuerdo no es menor, en contextos donde las agendas científicas suelen estar marcadas por la fragmentación disciplinarias particulares, el hecho de que exista una coincidencia significativa sobre ciertos temas clave representan un insumo valioso para la planificación estratégica a nivel nacional.

El análisis cualitativo de estos datos revela que el consenso no es meramente técnico, sino que surge de un proceso que coincide mayoritariamente en las prioridades. En este proceso de consulta, las visiones sobre el desarrollo nacional, e incluso narrativas comunes sobre los desafíos que enfrenta Paraguay frente a contextos globales como el cambio climático, la transformación digital y la transición energética convergen.

Aunque se identifican algunos niveles de dispersión en las opiniones -como es natural en cualquier comunidad científica diversa-, esta no impide reconocer núcleos fuertes de coincidencia. Estos núcleos se organizan en torno a áreas como la bioeconomía basada en recursos locales, la biotecnología con enfoque agroalimentario, la inteligencia artificial, la ciencia de datos, la salud y la investigación ambiental con fines de sostenibilidad. Tales áreas actúan como puntos desde los cuales puede articularse una agenda nacional de investigación con mayor cohesión, pertinencia y proyección.

La existencia de consensos no debe interpretarse como ausencia de debate, sino como evidencia de un ecosistema científico capaz de integrar diversas miradas en torno a objetivos comunes. Esta articulación es clave para superar la tradicional fragmentación del campo científico, y para facilitar la toma de decisiones en políticas públicas que requieren direccionalidad, continuidad y visión de largo plazo.

En suma, los resultados del presente análisis muestran que Paraguay cuenta con una comunidad experta que no solo identifica con claridad las oportunidades estratégicas en ciencia y tecnología, sino que también demuestra capacidad de diálogo, articulación y convergencia, donde los principales desafíos, tienen que ver con la sostenibilidad de recursos, infraestructura y una carrera científica reconocida a nivel nacional, entre otras oportunidades de mejora que las y los expertos detectan con mucha claridad. Este es, sin duda, un activo institucional que debe ser fortalecido y aprovechado en la construcción de un sistema de I+D+i más integrado, orientado al desarrollo sostenible y alineado con las prioridades del país.

ESCENARIOS PARAGUAY 2050

Paraguay 2050: Salud y Medicina

Año 2050. Paraguay ha experimentado importantes avances en el sector de la salud, gracias al desarrollo de la biotecnología y medicina personalizada. El país logró encaminarse a convertirse en un actor relevante en el uso de nuevas tecnologías y enfoques terapéuticos avanzados, especialmente en áreas como la modulación de microbiomas y el desarrollo de biofármacos.

Para lograrlo, Paraguay a partir de 2026, empezó a invertir de manera significativa en la medicina personalizada, incentivando los estudios clínicos, y con ello el desarrollo de tratamientos más precisos basados en las características genéticas individuales de los pacientes. Este avance ha permitido a los profesionales de la salud ofrecer terapias más efectivas y menos invasivas, adaptadas a las

necesidades específicas de cada persona. Los diagnósticos médicos asistidos por IA han resultado un complemento importante, que ha demostrado su efectividad y mayor rapidez en la atención y monitoreo tanto presencial como remoto de pacientes.

Si bien se lograron varios avances, en áreas como la medicina personalizada, la biotecnología y el estudio de microbiomas, los desafíos estructurales, la desconfianza de la población hacia las investigaciones, fueron problemáticas exacerbadas por la falta de recursos constantes y de comunicación, y afectaron muchas veces, la sostenibilidad de proyectos de investigación. Por su parte, la inestabilidad política, y el financiamiento, en varias ocasiones interrumpieron proyectos clave, ya que los cambios de gobierno provocaban reestructuraciones y orientaciones que afectaban estudios en curso. Identificar estas graves problemáticas, ayudó a establecer políticas, tendientes a fortalecer la investigación.

En el año 2025, Paraguay trazó una hoja de ruta hacia el 2050 que marcaría el rumbo hacia donde nos encontramos hoy. Es decir, el país identificó que solo a través de un cambio estructural sostenido en diversos frentes podría transformar su ecosistema de investigación e innovación. En este proceso, la clave residió en una sólida inversión económica local que, respaldada por un sistema de financiamiento robusto, impulsara el crecimiento de la ciencia y la tecnología. El CONACYT, como organismo central en este plan, fue el eje de una profunda transformación que logró asegurar la profesionalización de su equipo y una estabilidad financiera sostenida. Esto permitió la convocatoria continua a fondos concursables para proyectos, así como la creación de unidades especializadas en seguimiento y evaluación, cuyo objetivo principal es garantizar que las políticas implementadas estén alineadas con los indicadores y objetivos previamente establecidos. Este cambio se complementó con una política de reducción significativa de los costos aduaneros de los insumos científicos, que resultó en una infraestructura más accesible y eficiente para los investigadores. Para fortalecer aún más la calidad del sistema, se implementó en el 2030, la obligación de acreditación institucional de todas las universidades del país. Este paso no solo elevó la calidad educativa e impulsó la actividad investigativa en las instituciones de educación superior; sino que también incentivó una mayor competencia y un mayor intercambio de conocimiento a nivel global que impulsó centros de excelencia en las universidades.

En este camino trasado, la figura del investigador experimentó un crecimiento exponencial, con la creación de un sistema integral de incentivos por publicaciones, patentes y mejoras en sus condiciones laborales, Paraguay aseguró que sus científicos contaran con las herramientas, la capacitación y el apoyo necesario para explorar nuevos horizontes. Este esfuerzo fue complementado con la creación de becas para la formación de capital humano avanzado con énfasis en el área de salud y medicina, lo que aportó un número significativo a los casi 6.000 investigadores que actualmente tiene el país, quienes se encuentran desplegados en áreas estratégicas como la biotecnología, bioprospección de flora endémica, la inteligencia artificial, ciencias físicas y matemáticas, la energía renovable, entre otros sectores que Paraguay identificó como pilares para su futuro.

Por su parte, la conectividad, que fue entendida como un punto de inflexión fundamental del crecimiento y la investigación, se convirtió en una prioridad nacional el 2026. La inversión sostenida en la expansión de la banda ancha y la accesibilidad universal a internet permitió no solo que cada rincón del país pudiera integrarse al mundo, los investigadores, desde los centros urbanos hasta las zonas más remotas, tuvieron acceso a las herramientas digitales necesarias para colaborar y competir a nivel global. Los resultados de todo este esfuerzo sostenido por más de 15 años lograron crear un entorno fértil para la investigación y la generación de patentes y de propiedad intelectual, las invenciones paraguayas comenzaron a tener un impacto real en oportunidades tanto en innovación como en beneficios para la sociedad.

Otro factor importante, en el desarrollo de la investigación, fue que el país impulsó equipos de investigación multidisciplinarios, donde por ejemplo la biología y bioquímica, la informática, medicina, estadística fueron fomentados en proyectos de investigaciones conjuntas y se apuntó a crear conciencia de que un trabajo multidisciplinar integral entre diferentes disciplinas, ayudaba a considerar factores sociales, culturales y económicos que afectan la calidad de vida. Los grupos de investigación creados, han sido capaces de autogestionarse y dar frutos significativos a largo plazo gracias a proyectos en salud que unió a profesionales claves de: Hospital; Laboratorio (privado/público) y Universidad.

Pero, en todo este proceso, en el 2025 fue significativo identificar que la tendencia hacia la investigación en genética y genómica en la medicina moderna, era uno de las áreas importantes a fomentar en el país, debido a que ya se contaba con la ventaja de tener plataformas de análisis genético avanzadas, que estaban disponibles y a la espera de un mayor financiamiento. Lo anterior fue complementado, con un sistema informático de manejo de registro de muestras tipo “biobanco” que guarda los datos clínicos anónimos y permite su seguimiento.

En este camino al 2050, Paraguay se ha convertido en un productor de biofármacos, nuevas vacunas y tratamientos innovadores basados en compuestos naturales, lo que ha posicionado al país como un actor clave en la producción de medicamentos de este tipo en la región. Esta industria farmacéutica emergente atrajo inversiones extranjeras y permitió un crecimiento en empleos en el sector de la investigación en salud.

Por su parte, en 2035, el país ya se destacaba por sus investigaciones innovadoras sobre cómo los microbiomas pueden influir en la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes, enfermedades cardíacas, problemas digestivos, tratamiento de enfermedades inflamatorias no contagiosas, así como para la mejora de la salud del suelo cultivable. Una de las cuestiones fundamentales, fue la integración de la inteligencia artificial (IA) en los procesos de investigación en salud, lo que permitió avances en la predicción de enfermedades y la mejora de la producción agrícola. Pero, si bien en el 2025 se observaba la emergencia de enfermedades tropicales, la investigación en esa área logró algunos avances en los 15 años clave de la investigación paraguaya, principalmente por la falta de consenso en torno a su importancia y urgencia. A pesar de esa situación, el país logró desarrollar nuevos tratamientos preventivos y métodos de control, lo que ha permitido reducir la incidencia de estas enfermedades en las zonas más afectadas. Aunque la lucha contra las enfermedades tropicales sigue siendo un tema importante, su impacto en la agenda de salud fue menos pronunciado en comparación con las investigaciones sobre microbiomas, biofármacos y medicina personalizada.

Un punto importante al momento de crear la ruta hacia la innovación, fue contemplar el cambio climático y su impacto en la salud ya que se activaron nuevas áreas de investigación y el uso de nuevas tecnologías, como software avanzado, especialmente se fomentó la integración de disciplinas como la informática, la salud pública y las ciencias ambientales como ejes que enriquecieron el sector. Finalmente, desde el 2030, se estuvo trabajando en la creación de laboratorios conectados en red, con sistemas informáticos, realidad virtual y telemedicina, lo que mejoró la calidad del servicio de salud en todo el país resguardando que la información sobre pacientes y los datos generados en universidades sean manejados cuidadosamente, garantizando la privacidad en su uso científico.

Todo el avance logrado, hasta hoy, el 2050, no solo ha tenido desafíos estructurales y de reordenamiento, también existieron debates éticos y religiosos profundos, especialmente cuando se trata de intervenciones a nivel molecular o embrionario, lo que añadía una capa de complejidad para avanzar en esos campos. Pero, Paraguay, sin perder de vista su cultura, con un paso firme avanzó hacia la investigación de calidad y la innovación, en un área clave para la sociedad como es la salud y la medicina.

Paraguay 2050: Ciencias Biológicas y Ambientales.

Es el año 2050 Paraguay se ha transformado en un referente en el aprovechamiento sostenible de su biodiversidad. Durante las últimas décadas, el país ha apostado por una ciencia con raíces locales y visión global, permitiendo un avance considerable en la forma de relacionarse con el entorno natural. Las investigaciones fitogenéticas y de bioprospección de flora endémica han alcanzado un nivel de madurez notable y gracias al estudio de especies endémicas se han desarrollado soluciones biotecnológicas para la salud, la agricultura y la industria. Desde antibióticos derivados de plantas de la Amazonía hasta nuevos materiales biodegradables inspirados en organismos nativos, el conocimiento genético de estas especies se ha convertido en uno de los activos valiosos de la región. El país, -a partir de un plan maestro- en el 2026, dio un giro en su desarrollo científico y económico gracias al impulso sostenido e incentivo a la investigación, particularmente en el ámbito de la taxonomía de plantas vasculares, la ecología y el manejo estratégico de los recursos fitogenéticos vegetales. Lo que en décadas pasadas parecía una apuesta incierta, se fue consolidando como una política de Estado: conocer, proteger y aprovechar de manera sostenible la rica flora nacional. Uno de los ejemplos, fue que de las 25 especies de Stevia que se encuentran en el territorio nacional, solo una —Stevia rebaudiana, conocida como ka'a he'ê— había sido explotada comercialmente al 2025 y para 2040, al menos otras diez especies fueron estudiadas, mejoradas y utilizadas en aplicaciones nutricionales y farmacológicas, generando patentes e ingresos para el Estado paraguayo. Lo mismo ocurrió con el maní que se transformó en un negocio agroindustrial consolidado. Las especies silvestres de Arachis se utilizaron para obtener variedades híbridas resistentes a enfermedades y al estrés hídrico, claves en el contexto del cambio climático.

Pero no solo la flora fue protagonista de este cambio. La funga —el conjunto de hongos nativos— comenzó a recibir mayor atención. Si bien en 2025 ya se había iniciado incipientes estudios, para 2040 se había identificado varias especies micológicas endémicas de alto potencial industrial y farmacéutico. Algunos hongos se mostraron claves para la biorremediación de suelos degradados o contaminados; otros, con propiedades antimicrobianas o inmunomoduladores, que despertaron el interés de la industria farmacéutica. Lo mismo con las investigaciones valiosas sobre biotecnología aplicada a alimentos, como el uso de microorganismos para mejorar la conservación y calidad de productos locales, las investigaciones sobre fermentaciones tradicionales y el desarrollo de bioprocesos para la conservación de alimentos mediante microorganismos autóctonos, la implementación de biotecnología industrial a gran escala, como producción de enzimas y metabolitos de interés industrial, entre otras áreas innovadoras, que requirieron mayor infraestructura, pero que en parte se logró obtener mediante alianzas estratégicas.

Una apuesta diferente, pero que muy lentamente fue abordada, se trató de la flora melífera chaqueña y otras plantas que durante siglos florecieron de forma silvestre en la región —como Prosopis, Capparis, Ziziphus, Acacia y ciertas especies de cactus— resultaron tener características únicas.

Sin embargo, este camino no estuvo exento de desafíos. Las diferentes dificultades para realizar investigaciones de campo, así como la escasez e intermitencia y dificultad para acceder a fondos, retrasó los avances durante algunos años. Pero la urgencia por aprovechar estos recursos, junto con el cambio iniciado el 2027, impulsó una agenda de investigación y conservación basada en evidencia, participación y sostenibilidad en que la biotecnología y la inteligencia artificial (IA) jugaron un papel determinante para el avance de las investigaciones y las exploraciones de campo pudieron ser modeladas y replicadas para su estudio de manera controlada. Las bases de datos digitales integradas a redes globales permitieron una mejor comprensión de la diversidad biológica del país, y se crearon modelos predictivos apoyados por IA para prevenir diferentes amenazas.

Paraguay logró colocar en el mercado internacional productos derivados de su flora nativa con valor agregado: edulcorantes naturales, fitomedicamentos, ingredientes para cosmética ecológica,

alimentos funcionales, resinas, tintes y esencias, entre muchos otros. Estos desarrollos han generado empleo, ingresos y una nueva visión de soberanía científica y productiva.

La bioeconomía, avanzó también en territorios rurales y no se trató solo de explotar la riqueza natural, sino de comprenderla, valorarla y transformarla de manera sostenible. Comunidades rurales, pueblos originarios, cooperativas urbanas y centros de investigación crearon alianzas para convertir la flora, los microorganismos y los saberes tradicionales en soluciones concretas para la vida moderna: alimentos funcionales, bioplásticos, biofertilizantes, cosméticos naturales y medicinas derivadas de plantas endémicas. La bioeconomía local dejó de ser una promesa para convertirse lentamente en una realidad económica sólida al 2040, inclusiva y resiliente, capaz de posicionarse en los mercados sin perder su identidad territorial. Paralelamente, el carbono forestal se fue consolidando lentamente como una oportunidad clave en la lucha contra el cambio climático. Para ello, Paraguay debió desarrollar capacidades para medir, verificar y comercializar créditos de carbono con alto grado de transparencia, utilizando tecnologías satelitales y sensores remotos combinados con conocimientos tradicionales. Esto abrió mercados internacionales y generó ingresos sostenibles.

Pero existieron importantes amenazas a los ecosistemas a partir de especies exóticas invasoras, y a medida que el problema se fue evidenciando, se logró fomentar su investigación para comprender sus dinámicas y desarrollar métodos de control biológico y prevención, evitando su propagación sin dañar especies nativas.

Pero, todos estos avances fueron posibles, gracias a la articulación de un sistema nacional de investigación sólido y multidisciplinario en que las universidades conformaron redes de trabajo que integraban a botánicos, biotecnólogos, informáticos, matemáticos y estadísticos, en un verdadero trabajo colectivo en conjunto con las ONGs con reconocido trabajo en las reservas naturales del país. Las líneas de investigación dejaron de estar fragmentadas y se orientaron a objetivos y metas claras donde el cambio climático fue considerado como uno de los factores amenazantes para las investigaciones, debido a los fenómenos meteorológicos extremos, con olas de calor, sequías prolongadas, incendios forestales, disminución de caudales hídricos, tormentas prolongadas e inundaciones, comprometiendo ecosistemas vitales para la investigación.

Ante estos escenarios, se redefinió el papel de la ciencia en 2026, con énfasis en la conservación e investigación de la biodiversidad, la gestión del agua, el cambio climático y el desarrollo de una producción sustentable basada en ciencia.

A medida que la ciencia se expandía, también surgieron dilemas éticos. El uso de la biotecnología para mejorar cultivos, generó debates sobre la soberanía alimentaria y el poder de las corporaciones sobre los pequeños productores. El despliegue de drones y sensores para monitoreo ambiental abrió interrogantes sobre la privacidad y la propiedad de los datos territoriales. La infraestructura como, por ejemplo, asociadas a tecnologías espaciales y sistemas de información geográfica fueron herramientas clave y su uso fue más común entre profesionales de la conservación, como biólogos, quienes emplearon estas herramientas para mapear áreas de alta fragilidad ecológica, identificar corredores biológicos y prevenir intervenciones amenazantes, la aplicación de inteligencia artificial en conservación exigió transparencia y se fortaleció una cultura científica crítica y participativa con importante atracción de capital humano internacional. En esta área se generó una colaboración virtuosa entre investigación en reservas naturales e iniciativas de seguridad humana, incentivando la adopción de tecnologías duales en la región a través de la apertura de fondos conjuntos en investigación de recursos naturales, educación, salud y seguridad. El país también logró cerrar brechas históricas, invirtiendo en infraestructura científica, se crearon fondos específicos para proyectos interdisciplinarios, y se incentivó la formación de jóvenes investigadores con enfoque en sostenibilidad y desarrollo local. Los desafíos del pasado como fue la falta de recursos humanos y financiamiento, se fueron resolviendo en un lapso de 10 años, con la creación de una carrera científica

con incentivos económicos, condiciones laborales dignas, formación constante y acreditación institucional, donde un CONACYT fortalecido, fue un pilar fundamental en todos estos desarrollos. En este contexto, la ciencia se convirtió no solo en una herramienta de progreso para el país, sino también en un puente entre generaciones, culturas, biodiversidad y empresa.

Paraguay 2050: Ecología y Agroecología

En el año 2050, Paraguay ha consolidado un modelo de desarrollo agropecuario y ambiental sustentado en principios de sostenibilidad, eficiencia tecnológica y valorización de los recursos locales. Esta transformación fue posible gracias a la convergencia de políticas públicas orientadas al desarrollo, una creciente inversión en innovación científica y una mayor conciencia colectiva sobre la urgencia de adoptar prácticas productivas responsables con el ambiente.

Uno de los pilares fundamentales ha sido la implementación de tecnologías de precisión. Estas han permitido mejorar la eficiencia en el uso de recursos naturales, conocer la capacidad de carga de la biodiversidad y optimizar los rendimientos agrícolas. A través del uso de sensores remotos, sistemas automatizados de riego, monitoreo satelital, inteligencia artificial y análisis de datos en tiempo real, los productores han podido tomar decisiones más informadas, reducir el uso de insumos y preservar la frontera agrícola.

Simultáneamente, el enfoque agroecológico cobró relevancia como estrategia integral, combinando conocimientos tradicionales y científicos con prácticas agrícolas sostenibles. Esto ha contribuido a la restauración de ecosistemas, la conservación de la biodiversidad, la mejora de la salud del suelo y la adaptación de los sistemas productivos frente al cambio climático.

En este marco, emergieron líneas de investigación innovadoras, como el desarrollo de materiales a partir de subproductos agroindustriales y la optimización de sus propiedades mecánicas para ampliar su uso en diversos sectores. También se promovieron estudios comparativos entre distintos subproductos para identificar aquellos más adecuados para su uso como composites y su combinación con materiales biodegradables.

Se identificaron importantes oportunidades en biotecnología, enfocadas en el desarrollo de semillas adaptadas a las condiciones locales con el fin de mejorar los rendimientos agrícolas. Las investigaciones dirigidas a incrementar la eficiencia y productividad agropecuaria beneficiaron especialmente a fincas familiares y organizaciones sociales, al permitirles optimizar procesos, reducir costos y mejorar su rentabilidad de manera sostenible.

Otros ejes prioritarios fueron las investigaciones sobre el impacto de la agroecología y las enfermedades zoonóticas en la salud y bienestar de comunidades rurales, así como los estudios orientados a reducir residuos tóxicos en alimentos y promover dietas saludables, con efectos positivos a corto plazo en la calidad de vida. Asimismo, se destacó la necesidad de fomentar investigaciones que aborden la adaptación al cambio climático, integrando tecnologías innovadoras con saberes tradicionales. Estas iniciativas han respaldado el diseño de políticas públicas efectivas para el desarrollo rural integral, la equidad social y el acceso a servicios esenciales como la salud y la educación.

No obstante, rápidamente se identificaron desafíos por la falta de laboratorios certificados a nivel internacional, lo cual limitaba la validación de resultados científicos y su proyección a mercados altamente exigentes. Esto impulsó, desde el año 2026, una estrategia nacional para fortalecer la infraestructura científica del país.

En el proceso de transición hacia un nuevo modelo de fomento a la investigación, se identificó como necesidad clave la creación de una base de datos de expertos similar al modelo del Senior Expert Service (SES) de Alemania. Esta plataforma permitió convocar a profesionales con amplia trayectoria para contribuir con mentoría y experiencia al fortalecimiento de las capacidades científicas nacionales,

especialmente en apoyo a los nuevos investigadores que fueron sumándose al objetivo nacional de alcanzar los 6.000 investigadores activos en Paraguay para el año 2050.

Superar los desafíos estructurales requirió un enfoque multifacético: fomentar vocaciones científicas desde la educación básica, establecer políticas públicas estables para el sector, crear alianzas público-privadas y fortalecer redes internacionales de cooperación. Obstáculos como el escaso interés en carreras científicas, la baja inversión pública, la degradación ambiental y las restricciones en el acceso a tecnología y colaboración internacional, comenzaron a ser superados mediante una planificación estratégica sostenida desde el 2030.

Desde 2027, Paraguay emprendió un camino estratégico y sostenido hacia el fortalecimiento de la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i). Este proceso permitió al país aumentar progresivamente su inversión en ciencia y tecnología, pasando de un 0,14 % del PIB en 2025 a alcanzar un 1,2 % proyectado para el año 2050. Este avance fue posible gracias a la implementación de mecanismos de financiamiento mixto (público-privado), el establecimiento de incentivos fiscales para empresas que apostaron por la innovación, y la modernización de la gestión pública mediante la digitalización y simplificación de procesos administrativos. Paralelamente, se impulsaron programas de cooperación técnica y académica, becas de posgrado y políticas de retorno orientadas a la formación y retención de talento científico en el país.

En paralelo, Paraguay supo aprovechar oportunidades concretas: el impulso a la agroecología, la adopción de tecnologías de precisión, y el aprovechamiento de fuentes de energía limpias como la hidroeléctrica, la biomasa y la solar, esto a pesar de contar con una histórica fortaleza en energía hidroeléctrica, avanzando hacia una economía baja en carbono con objetivos claros que generaron empleo, atrajo inversión extranjera y fortaleció sectores emergentes como la bioprospección y la biotecnología aplicada a la producción agrícola.

Áreas como el tratamiento de residuos, la biorremediación y el reciclaje mostraron avances significativos debido a su sólida base científica y su atractivo para la inversión privada. La biotecnología orientada a cultivos resistentes al cambio climático, así como la inteligencia artificial, el big data y el modelado computacional transformaron la forma de abordar los desafíos científicos y productivos.

Conjuntamente se fomentó la creación de polos tecnológicos, centros de excelencia, laboratorios especializados y alianzas entre universidades, empresas y el Estado. Esto permitió abordar áreas clave como el desarrollo. Se potenciaron también las colaboraciones interdisciplinarias en geociencias, hidrología, informática, biología y agronomía para optimizar el uso de los recursos naturales.

Paraguay ha invertido de forma estratégica en el desarrollo de biofertilizantes y biopesticidas, lo que ha reducido significativamente la dependencia de productos agroquímicos importados. La producción local de estos insumos, basados en microorganismos autóctonos, no solo ha mejorado la calidad ambiental y la salud humana, sino que también ha generado nuevas cadenas de valor y empleo en zonas rurales.

Otro componente clave del escenario actual es el avance de la biotecnología agrícola, que ha permitido desarrollar semillas adaptadas a las condiciones agroecológicas del país, incluyendo tolerancia a sequías, plagas y enfermedades específicas. Estas semillas, diseñadas en centros de investigación nacionales en colaboración con universidades y el sector privado, han contribuido a aumentar los rendimientos de forma sostenible.

Paraguay ha logrado posicionarse como productor de alimentos con valor agregado, seguros, funcionales y de alta calidad nutricional, destinados tanto al mercado interno como a la exportación. Asimismo, el desarrollo de bioprocesos para la conservación de alimentos, mediante el uso de microorganismos autóctonos, ha potenciado el aprovechamiento de la biodiversidad microbiana del

país para extender la vida útil de los productos, reducir pérdidas postcosecha y diversificar la oferta alimentaria. Estos avances han fortalecido los sistemas alimentarios, favoreciendo la seguridad alimentaria y generando oportunidades económicas para pequeños productores y emprendedores rurales.

De forma complementaria, Paraguay ha logrado implementar un modelo robusto de economía circular, centrado en el reciclaje de residuos industriales y urbanos para la producción de biocombustibles y nuevos materiales sostenibles. La incorporación de nuevos materiales, procesos y tecnologías permitió diversificar la oferta empresarial y posicionarse en sectores clave como la biotecnología, nanotecnología y energías renovables. Esta estrategia ha permitido valorizar desechos orgánicos y residuos agroindustriales, reduciendo la presión sobre el ambiente y generando fuentes alternativas de energía.

En resumen, el Paraguay de 2050 ha logrado integrar la ciencia, la innovación y la sostenibilidad en su matriz productiva, posicionándose como un referente regional en ecología, agroecología y economía circular aplicada. Este modelo no solo ha fortalecido su economía, sino que también ha contribuido a la conservación de su patrimonio natural, la mejora de la calidad de vida y el bienestar de su población rural y urbana.

Paraguay 2050: Ciencias de la tierra y el Espacio

Al año 2050, Paraguay ha logrado posicionarse en el aprovechamiento de las Ciencias de la Tierra para el desarrollo sostenible, la gestión del cambio climático y la transición energética. Esta transformación fue impulsada por una visión estratégica que integró la tecnología satelital, la inteligencia artificial y la innovación energética como pilares fundamentales del progreso.

Uno de los avances más significativos fue la consolidación de un sistema nacional de observación satelital, orientado a la planificación territorial y el monitoreo ambiental. Esta infraestructura permitió realizar análisis detallados sobre el uso del suelo, la evolución de los ecosistemas y la vulnerabilidad de diferentes regiones frente a eventos climáticos extremos. Con el respaldo de datos geoespaciales en tiempo real, las autoridades pudieron tomar decisiones más precisas en la gestión del territorio, prevención de desastres y desarrollo urbano resiliente.

La inteligencia artificial desde el 2030 se integró de manera transversal en las investigaciones relacionadas al cambio climático. Modelos avanzados de predicción climática, alimentados con big data y algoritmos de aprendizaje automático, permitieron identificar patrones que anticipaban el desarrollo de fenómenos meteorológicos severos como olas de calor, tormentas extremas o sequías prolongadas. Esta capacidad predictiva y de alerta temprana, fortaleció la gestión del riesgo climático y la adaptación de los sectores productivos más vulnerables.

En el ámbito energético, Paraguay lentamente capitalizó su abundante radiación solar para diversificar su matriz, históricamente dependiente de la energía hidroeléctrica. El país logró desplegar parques solares y en menor medida eólicos de última generación, impulsando un modelo energético más resiliente y descentralizado. Esta diversificación no solo redujo la presión sobre los recursos hídricos, sino que permitió estabilizar la oferta energética frente a las variaciones climáticas.

Además, Paraguay se convirtió en un actor emergente en la producción de hidrógeno verde, aprovechando su capacidad para generar electricidad limpia y de bajo costo. Este vector energético se destinó tanto al mercado interno como a la exportación, posicionando al país como un proveedor estratégico en la transición energética global. Las alianzas internacionales, el desarrollo de infraestructura y la capacitación técnica fueron claves para consolidar esta industria.

Paraguay en las últimas décadas, ha avanzado en la investigación científica aplicada, particularmente en áreas vinculadas a fenómenos astrofísicos con impacto directo sobre la Tierra. Se promovieron investigaciones avanzadas sobre eyecciones de masa coronal, manchas solares, tormentas

geomagnéticas y rayos cósmicos, cuyo conocimiento resultó fundamental para comprender la influencia de la actividad solar en infraestructuras críticas como las telecomunicaciones, los sistemas eléctricos y la salud humana. Estos estudios se volvieron estratégicos ante la creciente dependencia de tecnologías sensibles a las variaciones del clima espacial.

Este escenario de desarrollo científico fue el resultado de décadas de inversión sostenida en ciencia y tecnología, acompañada de políticas públicas estables, mejoras salariales para investigadores y el fomento activo de la carrera científica. Se impulsó la investigación en facultades con carreras afines a las ciencias naturales, físicas y matemáticas, así como la creación de una base de datos centralizada y de acceso libre, para facilitar el trabajo académico y técnico con información confiable y actualizada.

La naturaleza interdisciplinaria fue un pilar fundamental de este proceso. Disciplinas como la climatología, ecología, biología, ciencias ambientales, física, bioinformática, nanotecnología, inteligencia artificial, economía y computación convergieron para abordar problemas complejos desde múltiples enfoques. Tecnologías como redes neuronales, automatización, sistemas de detección remota y programación avanzada permitieron importantes avances en el análisis predictivo y la gestión ambiental y climática.

Un campo de relevancia creciente fue la geotecnia, especialmente por su aplicación en regiones con suelos altamente complejos, como el Chaco paraguayo. El comportamiento salino y dispersivo de estos suelos, único a nivel mundial, demandó investigaciones especializadas para su caracterización y estabilización. Se desarrollaron especificaciones técnicas para obras de infraestructura duradera, particularmente vial, a fin de asegurar su funcionalidad durante todo el año y facilitar el transporte de bienes y servicios, fortaleciendo así la economía regional.

Asimismo, se promovió la investigación sobre nuevos materiales y aditivos que pudieran ser producidos a nivel industrial con costos accesibles, destinados a mejorar la infraestructura vial de manera sostenible. Otro eje fundamental fue el desarrollo de tecnologías para la potabilización del agua en el Chaco, mejorando así el acceso al agua segura para consumo humano en zonas tradicionalmente desatendidas.

Para lograr estos avances, fue necesaria una coordinación estratégica entre los tres actores clave del ecosistema científico y tecnológico: academia, industria y gobierno. Esta articulación permitió orientar los esfuerzos hacia sectores de alto impacto para el desarrollo nacional y maximizar el uso del conocimiento en beneficio de la sociedad.

En este marco, las Ciencias de la Tierra se han convertido en una herramienta crítica en la anticipación de riesgos, la protección de ecosistemas y la construcción de un futuro más justo, resiliente y sostenible para Paraguay.

Paraguay 2050: Ciencia de Datos, el Modelamiento Matemático y la Inteligencia Artificial

Año 2050, Paraguay ha logrado consolidarse en la aplicación de la ciencia de datos, la inteligencia artificial (IA) y modelamiento matemático como pilares fundamentales de su transformación digital y ecosistema económico. Esta evolución fue posible gracias a una visión de largo plazo que priorizó la inversión en talento humano, la modernización tecnológica y la articulación estratégica entre el Estado, la academia y el sector productivo.

Uno de los avances más significativos fue la integración de modelos matemáticos avanzados y la resolución numérica de ecuaciones diferenciales en la simulación de sistemas complejos. Esta capacidad permitió abordar desafíos en diversas áreas, desde el diseño de nuevos materiales e infraestructuras resilientes, hasta la planificación energética, salud, recursos hídricos y la modelización de dinámicas sociales y económicas, entre otros.

El auge de la ciencia de datos transformó profundamente todos los sectores productivos. La

digitalización de las industrias permitió recopilar, procesar y analizar grandes volúmenes de información en tiempo real, optimizando procesos, reduciendo desperdicios y mejorando la toma de decisiones. En la agricultura, por ejemplo, los sistemas basados en IA y datos satelitales permitieron predecir rendimientos de cultivos, ajustar el uso de recursos según condiciones climáticas cambiantes y gestionar plagas de manera anticipada. Las investigaciones enfocaron en los efectos de choques ambientales sobre los sistemas de producción nacionales, en particular el agropecuario, la previsibilidad y la gestión del riesgo son clave. En la salud pública, modelos predictivos basados en datos ayudaron a optimizar la distribución de servicios sanitarios.

El sector energético también fue beneficiado. Gracias al modelamiento matemático, Paraguay pudo diseñar una matriz energética diversificada y optimizada, incorporando energía solar, eólica e hidrógeno verde, con capacidad de respuesta ante fluctuaciones de demanda y eventos climáticos extremos. Simulaciones avanzadas permitieron prever escenarios de estrés energético y definir estrategias preventivas a largo plazo.

A nivel urbano, las ciudades paraguayas implementaron sistemas inteligentes de transporte y gestión del tráfico, basados en algoritmos de predicción y análisis de patrones de movilidad. Esto mejoró la eficiencia del transporte público y redujo significativamente las emisiones de carbono. Además, el análisis de datos se integró en la planificación territorial, facilitando una expansión urbana ordenada y sostenible.

Paraguay ha enfrentado el desafío crítico de fortalecer sus capacidades en la recolección, gestión y análisis de datos actualizados, elementos fundamentales para la anticipación de riesgos, el diseño de políticas públicas basadas en evidencia y la conducción de proyectos e investigaciones con impacto a nivel regional. A partir del año 2030, el país cuenta con sistemas de información integrados y operativos que permiten una toma de decisiones más oportuna, eficiente y estratégica. La ciencia de datos, ha jugado un rol estratégico en el fortalecimiento de sistemas de monitoreo y evaluación dinámicos, consistentes y accesibles, permitiendo el avance hacia una producción sostenible y resiliente y aprovechar oportunidades relevantes en este camino, como la disponibilidad de energía eléctrica para incorporar tecnologías limpias, y la gobernanza estratégica de recursos hídricos como el Acuífero Guaraní, fundamentales para el desarrollo sostenible.

La educación en matemáticas y programación se fortaleció desde los niveles básicos, y carreras vinculadas a la ciencia de datos y al análisis computacional ganaron protagonismo en las universidades del país con la creación de incentivos para su elección. Como resultado, surgió una nueva generación de científicos y profesionales capaces de liderar proyectos complejos y multidisciplinarios, que se sumaron a la meta de alcanzar los 6000 científicos al 2050.

Este escenario fue posible gracias a políticas públicas sostenidas que priorizaron la inversión en infraestructura digital, la profesionalización de la carrera científica, la alfabetización digital y la creación de centros de investigación de excelencia. Además, se fomentaron alianzas internacionales y programas de intercambio científico que facilitaron la transferencia de conocimiento y tecnología. En este proceso, el CONACYT desempeñó un rol estratégico y se ha fortalecido integralmente en todas sus áreas. La transformación científica se orientó a aumentar la valoración social de la ciencia, favorecer la incorporación de doctores en el sector productivo y consolidar la carrera del investigador en el ámbito académico, con un crecimiento sostenido en el número y la productividad de los investigadores paraguayos. Paralelamente, el acceso a una conectividad digital avanzada, con cobertura nacional, alta estabilidad y amplio ancho de banda, se consolidó como un pilar fundamental para el desarrollo científico-tecnológico y la inclusión digital.

En un Paraguay cada vez más consciente de la importancia estratégica del agua como bien común, la gestión de los recursos hídricos ha evolucionado hacia un enfoque integral y sostenible. Uno de los pilares fundamentales de este cambio ha sido el desarrollo y aplicación de modelos matemáticos con

enfoque socio hidrológico, una disciplina que permite comprender la compleja interacción entre los sistemas naturales —como ríos, acuíferos y lluvias— y los sistemas humanos —como la agricultura, el consumo urbano o las decisiones políticas.

Este tipo de modelamiento, aplicado a sistemas acoplados humano-ambiente (CHANS, por sus siglas en inglés), ha resultado crucial para analizar cómo los cambios en el uso del suelo, el clima, o en las dinámicas socioeconómicas pueden desencadenar presiones sobre los recursos naturales. Mediante la resolución numérica de ecuaciones diferenciales, se han simulado diversos escenarios futuros de uso del agua, evaluando estrategias de manejo, incentivos y esquemas de asignación que favorezcan su uso equitativo y sostenible. La investigación local sobre los sistemas hídricos del Paraguay —incluyendo el estratégico Acuífero Guaraní— con un fuerte componente multidisciplinario ha sido clave. Ingenieros de recursos hídricos, matemáticos, economistas, sociólogos y expertos en ciencias de la computación trabajaron conjuntamente en proyectos orientados a optimizar el uso del agua, enfrentar los efectos del cambio climático, y planificar escenarios de desarrollo territorial resiliente.

A través de herramientas como algoritmos de optimización, sistemas de información geográfica (GIS), modelación computacional y técnicas isotópicas para rastrear flujos de aguas subterráneas, los investigadores han podido generar simulaciones realistas, útiles tanto para la planificación territorial como para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia científica.

El marco regulatorio también experimentó una transformación importante. Ante la falta o ineffectividad de muchas normativas existentes, se impulsó la revisión, reglamentación y articulación de leyes que definieran con claridad los derechos, deberes y límites para el uso del agua. La equidad se volvió un principio central, las decisiones de uso no se basaron únicamente en ventajas económicas inmediatas, sino que priorizaron criterios de sostenibilidad a largo plazo, justicia social y respeto a los ecosistemas.

Así, Paraguay avanzó hacia una gobernanza del agua transparente y democrática, y se convirtió en una herramienta para la toma de decisiones. Esta transformación fue posible gracias al respaldo de políticas de investigación sostenidas desde el 2026, con fondos concursables con enfoque en ciencias de datos, recursos naturales y sociales, orientados a generar bienes públicos con una visión intergeneracional.

Paraguay, ha fortalecido la visión de que el futuro también requiere de una visión territorial que aproveche la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de cada región mediante programas de sostenibilidad regionalizados. En este proceso, la integración entre las ciencias naturales, exactas y sociales es crucial para construir una gobernanza ambiental sólida, generar bienes públicos accesibles y diseñar políticas públicas inclusivas y duraderas. La creación de instrumentos de análisis dinámico y preciso de datos ha sido un pilar para la toma de decisiones estratégicas.

En 2050, Paraguay no solo ha avanzado en términos tecnológicos, sino que ha logrado colocar el conocimiento y la ciencia aplicada en el centro de su estrategia de desarrollo. La ciencia de datos, el modelamiento matemático y la inteligencia artificial no son solo herramientas técnicas, sino motores clave para la innovación, la eficiencia y la sostenibilidad de una nación que mira al futuro con confianza y preparación.

The background is a deep blue gradient. A prominent 3D, light blue winding path or ribbon starts from the bottom left and curves upwards and to the right, then loops back. On this path, there are three small, dark, circular objects with white highlights, resembling spheres or small robots. The background is also filled with a faint, glowing network of white and light blue lines, resembling a map or a complex data structure. The text "Fase 3. Hoja de Ruta" is centered in the middle of the image in a white, bold, sans-serif font.

Fase 3. Hoja de Ruta

Estudio de Política Comparada

Selección de variables

Para este estudio, y tomando en cuenta los resultados obtenidos en los análisis anteriores se seleccionaron las siguientes variables:

Variable dependiente 1: Solicitudes de patentes

Variables independientes:

- 1.1.- Incentivos
- 1.2.- Políticas de capacitación
- 1.3.- Inversión en I+D
- 1.4.- Inversión privada en I+D

Variable dependiente 2: Número de investigadores

Variables independientes:

- 2.1.- Sistema de becas
- 2.2.- Incentivos en Universidades y empresas para la contratación de investigadores
- 2.3.- Inversión en I+D

Variable dependiente 3: Producción científica (número de artículos indexados y su impacto)

Variables independientes:

- 3.1.- Incentivos a privados o tributarios a la I+D
- 3.2.- Fondos de investigación
- 3.3.- Número de investigadores
- 3.5.- Inversión en I+D

Para la Variable 1 se seleccionó un estudio de caso único, revisando la experiencia de Iniciativa Regional de Patentes Tecnológicas para el Desarrollo del Banco de desarrollo de América Latina y El Caribe (CAF).

Para la Variable 2 se optó por un estudio comparativo *Mill's Method of Difference* comparando las políticas de becas en el extranjero de Chile y Japón. Ello con el objetivo de comparar dos políticas de becas internacionales con sus respectivos impactos .

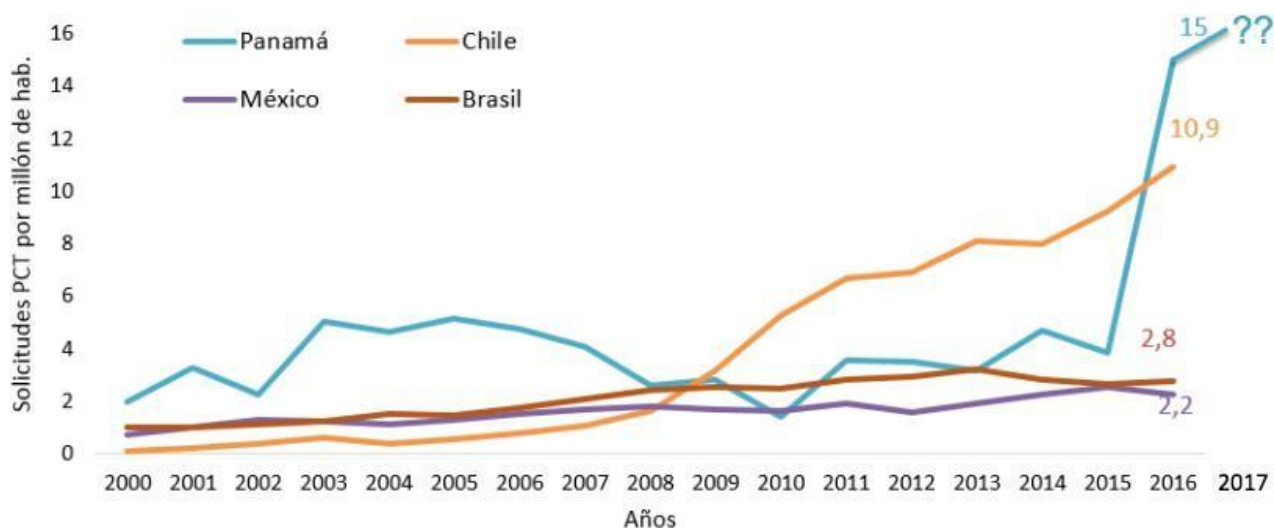
Para la Variable 3 de producción científica se llevará a cabo un estudio comparativo entre países latinoamericanos, para determinar qué caso(s) es/son atractivo/s para analizar según su inversión en I+D y su producción científica.

Variable 1. Solicitud de Patentes

Estudio de caso único: Iniciativa Regional de Patentes Tecnológicas para el Desarrollo de CAF

La Iniciativa Regional de Patentes Tecnológicas para el Desarrollo de CAF tuvo como objetivo establecer una plataforma regional que fomente la generación de conceptos tecnológicos susceptibles de ser patentados mediante solicitudes internacionales provenientes de América Latina y el Caribe. Sus principales líneas de acción incluían: la capacitación de la población en materia de patentes de invención; el aumento del número de solicitudes internacionales de patentes originadas en la región, a través de mecanismos como la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO) y el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT); la implementación de proyectos piloto con tecnologías seleccionadas; la promoción de incubadoras de patentes a nivel regional; y la consolidación de redes de conocimiento y formación orientadas a la propiedad intelectual tecnológica (CAF, 2014). Esta iniciativa logró importantes avances en Panamá; tales como el impacto en el Global Innovation Report avanzando 19 puestos entre el 2016 y el 2017; así como un aumento en las solicitudes de patentes vía PCT de 2,8 patentes por millón de habitantes antes de la intervención de CAF a 15 patentes por millón de habitantes a dos años de iniciado el programa (Gráfico 11).

Gráfico 11. Solicitudes de patentes vía PCT por millón de habitantes. Extraído de XXVIII Reunión de directores de Cooperación Internacional de América Latina y el Caribe: Cooperación para la Propiedad Intelectual (CAF, 2017)



Extraído de CAF, 2017

Esta experiencia llevó a CAF a proponer las siguientes recomendaciones:

1. Unificar las estrategias y políticas relacionadas con la propiedad industrial de los países latinoamericanos, en particular patentes, de manera que contribuyan a incrementar a corto plazo las regalías provenientes del licenciamiento y transferencia de la propiedad industrial y a mediano plazo las exportaciones de alta tecnología. Para ello se propuso:
 - Patentar paralelamente dentro y fuera de la región, especialmente en mercados importantes.
 - Trabajar con las entidades relacionadas con industria y comercio exterior en la unificación de estrategias y políticas.
 - Trabajar con empresas privadas grandes clave (anclas) que ayuden a crear un efecto vitrina que arrastre la pequeña y mediana empresa y a otras grandes empresas.
2. Modificar las misiones de las oficinas de patentes y marcas de los países miembros para que incluyan la promoción activa del patentamiento de nacionales y residentes en mercados internacionales. Para ello recomendó:
 - Garantizar que las patentes introducidas en las oficinas nacionales se presentaran siempre vía PCT dentro de los 11 meses después de la fecha de prioridad.
 - Garantizar en lo posible que las patentes introducidas en las oficinas nacionales se introduzcan paralelamente en una oficina de patentes importante (USPTO y/o EPO) dentro de los 11 meses después de la fecha prioritaria.
 - Concentrarse en apoyar principalmente a personalidades jurídicas en esta estrategia, sin abandonar el apoyo a personas naturales

No se encontraron noticias ni datos actualizados sobre esta iniciativa después del año 2017. A pesar del éxito obtenido, el programa habría terminado el año 2018.

Según los datos del Banco Mundial, no existiría una correlación entre esta iniciativa y el gasto en I+D como porcentaje del PIB. En Panamá no se observó una variación en la inversión en I+D en los años en los cuales se llevó a cabo este programa. Entre los años 2016 y 2018 la inversión fue invariable en el 0,13% del PIB, sólo incrementándose el año 2020, llegando al año 2022 al 0,18% del PIB.

Variable 2. Número de investigadores

Estudio comparativo *Mill's Method of Difference*.

El número de investigadores dedicados a investigación y desarrollo por cada millón de personas es un componente clave para la producción científica de un país. Para la formación de investigadores se analizó la experiencia de Chile y Japón, debido a que ambos países tienen becas internacionales con diferencias en las estrategias que pueden ser clave para entender el éxito de ambas políticas públicas y determinar qué políticas públicas pudiesen implementarse en Paraguay.

Formación de capital humano en Japón y su impacto en la productividad científica

Un paso importante para Japón fue la apertura hacia occidente y la reforma constitucional de 1889; en dicha instancia Japón enlazó sus necesidades de industrialización con sus necesidades educacionales, creando contratos de hasta 10 años con ingenieros ingleses, holandeses, alemanes y franceses; poniéndolos a cargo de equipos niponas, facilitando la transferencia tecnológica al mediano y largo plazo, y fortaleciendo al mismo tiempo su desarrollo industrial (Zalduendo, 1995). Por otro lado, entre 1871 y 1873 enviaron estudiantes a diversos países de occidente (especialmente a Estados Unidos, Inglaterra y Alemania) para mejorar sus niveles de educación técnica y profesional. Con esta estrategia en poco más de 10 años lograron crear un capital humano avanzado que pudo hacerse cargo de las empresas y servicios públicos del país; siendo el nacimiento de empresas como Mitsubishi, Mitsui, Sumitomo, Kawasaki, Furukawa y Yasuda (Restrepo, 2017).

Japón ha implementado un modelo robusto e integral de formación de capital humano que ha sido clave para su desarrollo científico y tecnológico. Este modelo se basa en tres pilares: una fuerte inversión estatal en educación, la articulación entre el sistema educativo y el sector productivo, y una cultura de formación continua dentro de las empresas.

La cooperación entre el gobierno, el sector privado y las universidades también ha sido clave. La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) ha promovido programas de formación técnica y transferencia de conocimiento en Japón y en otros países, posicionando al país como líder en diplomacia científica y formación de talento internacional (JICA, 2024).

Como resultado de estas políticas, Japón logró un crecimiento sostenido del número de investigadores. Según los datos del Banco Mundial, en 2021, Japón contaba con más de 5.638 investigadores por millón de habitantes, un 38% más que el promedio de la OCDE. Esta masa crítica ha contribuido a una productividad científica elevada, especialmente en ciencia aplicada e innovación tecnológica.

Formación de capital humano avanzado en Chile y su impacto en la productividad científica

Desde inicios de la década del 2000, Chile ha implementado un modelo sistemático de formación de capital humano avanzado con fuerte apoyo estatal, principalmente a través del financiamiento de becas de posgrado en el país y en el extranjero. Este esfuerzo ha estado liderado históricamente por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), ahora parte de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), la cual ejecuta los programas de becas a través del Subdepartamento de Capital Humano.

El pilar central de este modelo ha sido el programa de Becas Chile, creado en 2008, que ha financiado miles de estudios de doctorado y magíster en universidades extranjeras de alto prestigio. Este programa fue diseñado no sólo para aumentar el número de investigadores, sino también para conectar la ciencia chilena con redes académicas globales. A esto se suma la oferta de becas nacionales, como Beca Doctorado Nacional y Beca Magíster Nacional, que buscan fortalecer el ecosistema de investigación local.

El modelo chileno ha incorporado mecanismos de reinserción para investigadores formados en el extranjero, destacando programas como la Subvención a la Instalación en la Academia, que entrega apoyo financiero a doctores que se integran a universidades nacionales (ANID, 2025) y la Subvención

a la Inserción en el Sector Productivo, orientada a facilitar su incorporación en empresas privadas (ANID, 2024). No obstante, diversos estudios han señalado que estas políticas de retorno no han alcanzado plenamente sus objetivos, principalmente debido a la limitada capacidad del sistema académico y productivo nacional para absorber y aprovechar este capital humano altamente calificado (Ramaciotti y cols, 2022). A pesar de esto es importante mencionar el sistema de acreditación institucional llevado a cabo en Chile a través de la Comisión Nacional de Acreditación CNA. La acreditación institucional promueve la investigación en la Universidades, presionándolas a invertir en la producción de conocimiento, la contratación de doctores e impulsando la productividad científica impactando en la docencia universitaria. El sistema de acreditación institucional de Chile obliga a todas las Universidades a acreditarse, impactando en los fondos concursables a los que pueden acceder y al financiamiento estatal que reciben por matrícula. Gracias a este esfuerzo sostenido, y a pesar de los problemas de reinserción, Chile ha aumentado significativamente su masa crítica de investigadores. Según datos del Banco Mundial, Chile pasó de 320 investigadores por millón de habitantes en 2010 a 519 investigadores por millón de habitantes al 2020. Además, Chile lidera la región en crecimiento de publicaciones científicas, duplicando su producción en los últimos 10 años (RICYT, 2023).

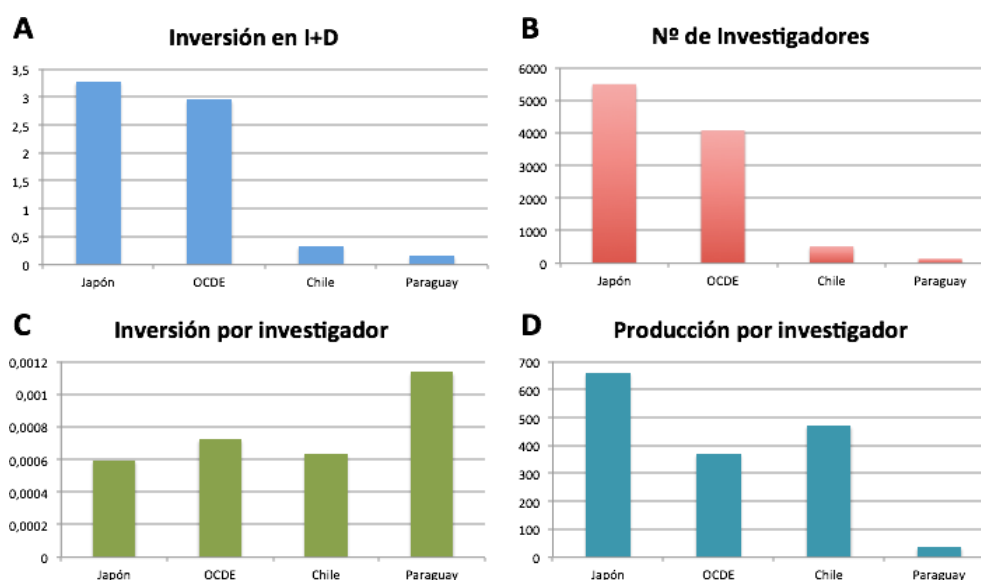
El crecimiento en la productividad científica está estrechamente relacionado con la consolidación del sistema de formación doctoral, la internacionalización de sus becarios y el fortalecimiento de redes académicas. No obstante, persisten desafíos importantes, como la baja participación del sector privado en la absorción de capital humano avanzado y la necesidad de diversificar las trayectorias laborales de los investigadores (Ramaciotti y cols, 2022).

Finalmente si evaluamos la inversión en I+D de Chile y Japón y su impacto en la formación de investigadores encontramos importantes hallazgos.

Tal como se observa en la Figura 11, existe una marcada diferencia en la inversión en I+D entre Japón y los países de la OCDE, en comparación con Chile y Paraguay. Esta brecha también se refleja al comparar el número de investigadores (Figura 11B). Sin embargo, al analizar la inversión en I+D por investigador (Figura 11C), el panorama cambia: Chile se posiciona entre Japón y el promedio OCDE, mientras que Paraguay destaca con una inversión por investigador significativamente mayor, superando el promedio OCDE en un 57%. Es relevante señalar que Chile invierte un 12% menos y Japón un 18% menos por investigador que el promedio OCDE.

En cuanto a la productividad científica por investigador, al comparar con el promedio OCDE, Japón produce un 79% más y Chile un 27% más, evidenciando una mayor eficiencia. En contraste, Paraguay produce un 90% menos, lo que indica que, a pesar de tener una mayor inversión por investigador, presenta niveles considerablemente más bajos de productividad científica. Esto sugiere una menor eficiencia en la conversión de inversión en resultados de investigación. Esta diferencia puede ser por varias razones; donde destacarían las políticas de formación e inserción de capital humano, los tipos de fondos y las políticas de aseguramiento de la calidad que fomentan la investigación.

Figura 11. Inversión en I+D para Chile y Japón, utilizando como comparadores el promedio OCDE y Paraguay. (A) gasto en I+D como porcentaje del PIB según datos del Banco Mundial. (B) número de investigadores por millón de habitantes según los datos del Banco Mundial. (C) gasto en I+D como % del PIB por investigador y (D) producción por investigador según datos de Scimago y del Banco Mundial.



Fuente: Elaboración propia desde datos del Banco Mundial y Scimago.

Tomando en cuenta este análisis se proponen transferir de Chile y Japón diversas políticas públicas, las cuales se encuentran individualizadas en la Tabla 20.

Tabla 20. Matriz de políticas transferibles a Paraguay basada en las experiencias de Japón y Chile.

Política / Instrumento	Origen	Factibilidad en Paraguay	Impacto potencial	Recomendación para adaptación
Transferencia de capital humano	Japón	Alta	Alto	Diseñar un sistema de estímulos a la atracción de capital humano altamente cualificado, ligado a la industria paraguaya.
Becas para estudios de posgrado en el extranjero focalizadas	Japón	Alto	Alto	Focalizar en áreas estratégicas.
Becas para estudios de posgrado en el extranjero con cláusulas específicas de reinserción.	Japón/Chile	Media	Alto	Establecer cláusulas de retorno y mecanismos de reinserción académica.

Políticas de calidad	Japón / Chile	Media	Alto	Incentivar la calidad en instituciones de educación, ya sea asociado a la culturalidad (Japón) o incentivado a través del sistema de acreditación institucional o acreditación de los programas de doctorado (Chile)
-----------------------------	---------------	-------	------	--

Variable 3. Producción científica

Estudio de caso único para Producción científica.

Para analizar estrategias de producción científica y su impacto en los resultados, se evaluó la producción científica de países Latinoamericanos, comparándolos con Paraguay. En el Ranking Scimago, Paraguay se encuentra en el número 18 de América Latina con 5.106 documentos en el periodo 1996-2023 con 18.66 citaciones por documento y un índice H de 115. Los países que lo preceden en este ranking se encuentran en la siguiente tabla, junto con datos asociados al Sistema de Ciencia de cada país. Los datos de producción científica corresponden a los datos de Scimago en el periodo 1996-2023, mientras que los indicadores de producción científica fueron extraídos del Banco Mundial.

Tal como observamos en la Tabla 21 vemos que los primeros países del Ranking no son necesariamente los que más invierten en I+D (variable 3.5) o los que tienen un mayor número de investigadores (a excepción de Brasil que encabeza el ranking) (variable 3.3). Es por ello que se hace particularmente interesante el posicionamiento de producción científica de México, Chile, Colombia y Perú (4 países en el top 6 de producción científica en Latinoamérica) con inversiones en I+D menor al 0,36% del PIB, cercano a la mitad del promedio de América Latina y el Caribe. Ya que los países que tienen los datos más actualizados son México y Chile, los datos de estos dos países se utilizarán para analizar las variables faltantes: 3.1 incentivos a privados o tributarios a la I+D y 3.2 fondos de investigación

Tabla 21: Datos de producción científica e indicadores del Sistema de Ciencia, de los países mejor rankeados que Paraguay en producción científica. Los datos con asterisco son datos que no han sido actualizados en el Banco Mundial y corresponden a datos del 2019 o de años inferiores. S/D= sin datos, ALC= América Latina y el Caribe.

Ranking	País	Documentos	Citas por documento	Índice H	Inversión en I+D (% del PIB)	Nº de investigadores/ millón de habitantes
1	Brasil	1.427.852	15,71	789	1,15	888*
2	México	483.821	16,09	598	0,28	384
3	Argentina	297.251	19,89	568	0,52	1.284
4	Chile	244.520	19,3	515	0,33	519
5	Colombia	187.928	13,2	405	0,29	90*
6	Perú	64.597	14,62	315	0,14	S/D

7	Cuba	52.870	10,61	223	0,32	S/D
8	Ecuador	51.197	11,89	223	0,44*	402*
9	Venezuela	48.729	16,54	279	0,69*	352
10	Uruguay	31.011	20,57	243	0,42	839
11	Puerto Rico	22.803	28,52	281	0,43*	334*
12	Costa Rica	21.425	22,55	235	0,28	399
13	Panamá	11.866	39,44	260	0,18	142
14	Trinidad y Tobago	9.707	14,76	131	0,05	525
15	Jamaica	9.126	19,95	136	0,06*	S/D
16	Bolivia	7.652	26,31	169	0,16	62
17	Guatemala	5.608	21,22	123	0,06	15
18	Paraguay	5.106	18,66	115	0,14	142
–	Promedio ALC	–	–	–	0,62	578*

Fuente: Elaboración propia según datos de Scimago y del Banco Mundial

Incentivos a privados o tributarios a la I+D

México ofrece incentivos fiscales a la investigación y el desarrollo (I+D) a través del Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología (EFIDT). El EFIDT es un crédito fiscal equivalente al 30% de los gastos e inversiones realizado por los contribuyentes del impuesto sobre la renta (ISR) en investigación y desarrollo de tecnología (Licea, 2023). A través del EFIDT, las empresas pueden acceder a créditos fiscales y subsidios directos destinados a proyectos que promuevan el desarrollo tecnológico y científico. Este incentivo se aplica exclusivamente a los gastos incrementales, es decir, aquellos que superan el promedio de inversión en I+D que la empresa ha realizado en años anteriores. En consecuencia, sólo los montos adicionales respecto del historial de inversión son elegibles para el crédito fiscal (Izambrano, 2024).

El EFIDT está orientado a fortalecer sectores estratégicos como la industria manufacturera, automotriz, aeroespacial, tecnologías de la información y biotecnología. Este enfoque permite a las empresas mexicanas no sólo innovar en sus procesos y productos, sino también mejorar su competitividad en el ámbito internacional, contribuyendo al crecimiento económico nacional.

En políticas más actuales que aún no se han podido evaluar en su impacto está el “Plan México” publicado en el Diario Oficial el 21 de enero de 2025. Este Decreto otorga estímulos fiscales donde destacan la depreciación acelerada de inversiones en bienes de activo fijo adquiridos entre enero de 2025 y septiembre de 2030, con tasas de hasta el 91%, así como una deducción adicional del 25% para gastos en capacitación e innovación (Kaye y Rosas, 2025).

En el caso de Chile encontramos Incentivos indirectos a empresas para I+D, como por ejemplo la Ley de incentivo tributario para inversión en investigación (Ley de Incentivo tributario para la I+D) (CORFO, 2025), la cual ha generado colaboración universidad-empresa. Esta ley tiene por objetivo contribuir a

mejorar la capacidad competitiva de las empresas chilenas, estableciendo un incentivo tributario que les permite rebajar, del impuesto de primera categoría, hasta el 52,55% de los recursos destinados a actividades de investigación y desarrollo. Los gastos de las empresas en I+D, pueden ser contabilizados como gastos internos de las empresas o como contratación de cualquier entidad externa que ejecute el proyecto I+D solicitado por la empresa. El tope anual de dicho beneficio es de 1 millón de dólares aproximado a moneda nacional, y en el caso de que la empresa se encuentre en situación de pérdida tributaria o que no disponen de impuesto suficiente contra el cual aplicar el crédito tributario, se autoriza la aplicación de este beneficio en ejercicios siguientes. En general, se certifican bajo este beneficio el 80% de los proyectos postulados, lo que ha llevado a invertir bajo esta modalidad 260 millones de dólares (datos Corfo).

Fondos de investigación

Los fondos de investigación en México son administrados por CONACYT (ahora CONAHCYT). Esta Agencia nacional de CTIC articula programas de becas, redes temáticas y financiamiento de centros públicos de investigación. En México destaca entre los fondos de investigación el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) el cual entrega estímulos económicos directos a investigadores por productividad, lo que incentiva la publicación en revistas indexadas y la formación de recursos humanos.

En Chile existen diversos programas, los cuales en su mayoría son administrados por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), aunque también existen fondos que dependen directamente del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (MinCiencia) enfocados en el mejoramiento institucional de instituciones productoras de conocimiento, en fondos asociados a investigación en las áreas de artes y humanidades del Ministerio de Agricultura y fondos asociados a empresas dependientes de Corfo y del Ministerio de Economía. Entre todos estos instrumentos se encuentran financiamientos competitivos de proyectos individuales y grupales, los cuales tienen una evaluación rigurosa por pares y énfasis en productividad científica. A su vez encontramos programas de formación de capital humano avanzado, como Becas Chile para estudios de posgrado en el extranjero y Becas de Doctorado Nacional. Ambos programas consideran el capital humano como motor de publicaciones e innovación. Finalmente encontramos los Centros de Excelencia y Fondos Basales con Financiamiento plurianual para grupos de alta productividad. En general, estos fondos consisten en una apuesta estratégica por áreas prioritarias para el país. Tomando en cuenta la información levantada, se propone transferir las siguientes políticas a Paraguay:

Matriz de políticas transferibles a Paraguay basada en las experiencias de México y Chile.

La matriz considera cuatro dimensiones clave por política:

1. Origen: País de referencia.
2. Nivel de factibilidad: Alta / Media / Baja (según recursos, marco legal, capacidad institucional actual).
3. Impacto potencial: Estimación cualitativa del efecto en la productividad científica.
4. Recomendaciones para adaptación al contexto paraguayo.

Tabla 22. Matriz de políticas transferibles a Paraguay basada en las experiencias de México y Chile.

Política / Instrumento	Origen	Factibilidad en Paraguay	Impacto potencial	Recomendación para adaptación
Sistema Nacional de Investigadores (SNI)	México	Alta	Alto	Diseñar un sistema de estímulos ligado a publicaciones, formación de RRHH y vinculación con entorno. Adaptar criterios a disciplinas emergentes y a tener salarios competitivos para la realidad paraguaya.

Fondo de proyectos competitivos (FONDECYT / CONACYT)	Chile	Alta	Alto	Consolidar convocatorias anuales con evaluación por pares y retroalimentación. Asegurar continuidad presupuestaria.
Becas para estudios de posgrado en el extranjero	Chile	Media	Alto	Focalizar en áreas estratégicas. Establecer cláusulas de retorno y mecanismos de reinserción académica.
Centros de excelencia o Fondos Basales	Chile	Media	Alto	Financiar grupos consolidados por resultados previos. Ofrecer fondos plurianuales. Comenzar con pilotos temáticos.
Redes temáticas y consorcios regionales	México	Alta	Medio/Alto	Incentivar agrupamientos interinstitucionales. Priorizar colaboración con países vecinos y en áreas estratégicas.
Incentivos tributarios a la I+D empresarial	Chile	Baja	Medio	Requiere reforma legal y capacidades de monitoreo. Comenzar con pilotos para sectores estratégicos (agroindustria, TICs).
Formación de capacidades institucionales en CTCI	México/Chile	Alta	Alto	Invertir en profesionalización del CONACYT y unidades de CTI universitarias. Formar evaluadores y gestores.
Reintegración de investigadores formados en el exterior	Chile	Media	Alto	Crear programas de atracción y reinserción (plazas, financiamiento semilla, redes).
Mapeo nacional de capacidades científicas	México/Chile	Alta	Medio	Diagnóstico regular de recursos humanos, infraestructura, productividad por disciplina. Base para planificación.
Observatorio de CTCI	Chile	Alta	Medio	Crear unidad de seguimiento y evaluación de políticas científicas y tecnológicas. Datos abiertos.

Hoja de Ruta

Resultados deseados de la hoja de ruta

Como resultados de la hoja de ruta se estableció como base el mejoramiento de los indicadores clave determinados en los escenarios de eventos posibles, hacia los escenarios optimistas determinados para cada indicador.

- Inversión en I+D: alcanzar el 1,2% del PIB.
- Número de investigadores: llegar a 6.000 investigadores en el país, para lo cual se fortalecerá la carrera del investigador y sus condiciones laborales.
- Desastres ambientales: adaptación efectiva al cambio climático con resiliencia en infraestructura. Disminución en el rango gastos en reparación de infraestructura/gastos en mantención, % de mantención de bosques y recursos naturales, aumento en fondos de investigación asociados a cambio climático, que tributen a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7, 12, 13 o 15. % de incremento de investigaciones en tecnologías verdes, en el desarrollo de innovaciones para preservación ambiental, así como en atracción de financiamiento internacional para investigación.
- Redes internacionales: lograr una integración científica robusta intra e inter instituciones nacionales, con instituciones internacionales. Ello se medirá colocando el 100% en 35 a 40 alianzas científicas internacionales, participación activa en redes globales de investigación a través de la producción de artículos científicos y/o patentes, % de aumento del financiamiento internacional, así como % de repatriación de investigadores paraguayos.
- Programas de actualización y capacitación: lograr una transformación científica con aumento de la valoración social de la ciencia, inserción de doctores en la industria y fortalecimiento de la carrera del investigador en la academia, aumentando el número y productividad de los investigadores paraguayos. Se medirá colocando el 100% de éxito para la creación de 30 a 35 programas de capacitación anuales con una cobertura para 1.000 a 1.500 investigadores, número de programas internacionales de intercambio, % de financiamiento diversificado y número de tecnologías de capacitación avanzadas. Para ello se actualizarán las convocatorias actuales de CONACYT para formación de investigadores, los compromisos con excelencia académica y se monitoreará la inversión en diplomacia científica.
- Conectividad digital: conectividad avanzada en todo el país, con alta cobertura, estabilidad y ancho de banda. El 100% de éxito se considerará con una cobertura del 98% del territorio, acceso universal a internet de alta velocidad (500 Mbps), infraestructura 5G completamente implementada y centros de investigación con conectividad de clase mundial.

Estos indicadores se complementarán con las políticas propuestas desde el estudio de política comparada y expuestas en las tablas 20 y 22:

- Atracción de capital humano en áreas estratégicas para la industria: % de aumento de inmigración de capital humano insertado en áreas estratégicas de la industria nacional.
- Becas de formación en el extranjero: % de becas en áreas estratégicas v/s por curiosidad, % de doctores insertados en la academia y % de doctores insertados en la industria.
- Políticas de calidad: % de instituciones acreditadas en investigación.
- Sistema nacional de investigadores: Aumento salarial de investigadores, % de aumento de número de artículos por investigador.
- Fondos de proyectos competitivos: creación de calendario anual de convocatorias, diversificación de fondos ofertados, creación de un mecanismo validado de evaluación de proyectos que priorice la calidad e impacto.
- Centros de excelencia: número de centros de excelencia (basales) creados.
- Redes temáticas en investigación: número de redes temáticas internacionales con participación.

- Incentivos a las I+D empresarial: % de inversión privada en I+D en Paraguay
- Formación de capacidades institucionales: cantidad de gestores tecnológicos y de administración de proyectos de I+D en universidades y estamentos gubernamentales
- Mapeo de capacidades científicas mediante la creación de sistema de monitoreo del ecosistema de I+D, con informes anuales de los indicadores para políticas públicas.
- Observatorio del sistema de CTCl: creación y puesta en marcha de políticas basadas en evidencia para el ecosistema de CTCl.

Parte importante de este proceso será monitorear y mejorar la valoración social de la ciencia, tarea que deberá llevar a cabo Conacyt o la unidad de monitoreo que se cree para el mapeo de capacidades científicas del país.

Por otro lado es importante considerar el análisis llevado a cabo en la Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2030, donde se plantea este desafío “Ciencia Paraguaya más competitiva y conectada con la frontera del conocimiento”. Este desafío se planteó para posicionar a la ciencia paraguaya en un nivel competitivo y articulado con los avances globales, mediante la consolidación de capacidades científicas en áreas estratégicas como las ciencias básicas, matemáticas, físicas, químicas, biológicas y biomédicas. Estas disciplinas son consideradas esenciales para desarrollar conocimiento de frontera, resolver problemas complejos y formar profesionales altamente capacitados. Esto se considera como la base para la innovación tecnológica y el desarrollo sostenible, su fortalecimiento permite enfrentar desafíos globales como la seguridad alimentaria, la salud, la energía, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

Paraguay presenta debilidades estructurales en capacidades científicas, pero también oportunidades para sumarse a redes internacionales, participar en proyectos de gran escala y desarrollar tecnologías propias. En ese contexto se establecieron como áreas estratégicas destacadas:

- Genómica y metagenómica: Clave para detectar enfermedades, pandemias y brotes epidémicos, así como para desarrollar medicina personalizada.
- Matemáticas aplicadas y computación científica: Necesarias para modelar sistemas complejos (clima, economía, salud, etc.) y participar en tecnologías emergentes.
- Física avanzada e instrumentación científica: Algunas capacidades nacionales ya permiten colaborar con centros internacionales como CERN y FERMI LAB.
- Infraestructuras científicas compartidas: El acceso a grandes instalaciones regionales o internacionales es esencial para no quedar rezagados tecnológicamente.
- Conservación de la biodiversidad: Ante mega tendencias como pérdida de biodiversidad, se reconoce que Paraguay tiene capacidades desarrolladas en la materia.

En ese contexto se establecen las siguientes líneas de acción propuestas:

- Fortalecimiento de capital humano en disciplinas clave, con foco en retención de talento, formación especializada y colaboración internacional.
- Impulso a proyectos de largo plazo que articulen a instituciones nacionales con centros de excelencia global.
- Creación de centros de excelencia nacionales, con perfil competitivo y capacidad de liderar investigación de frontera.
- Promoción de iniciativas interdisciplinarias, combinando capacidades en áreas como bioinformática, fisiología vegetal, inteligencia artificial, entre otras.

- Participación en redes y consorcios científicos internacionales, accediendo a conocimiento avanzado y plataformas tecnológicas.

Los impactos esperados de esta agenda consisten en la generación de conocimiento original relevante para Paraguay y el mundo, inserción de Paraguay en redes globales de ciencia e innovación, así como lograr el desarrollo de soluciones científicas con impacto en políticas públicas, productividad y bienestar social.

2.- Análisis del contexto

A continuación, se presenta un análisis del contexto político, social y económico de Paraguay hacia el año 2050, identificando factores que podrían facilitar o dificultar la implementación de políticas públicas que lleven a los resultados deseados de la hoja de ruta expuestos en el punto anterior.

Contexto Político

Dentro de las fortalezas que tiene Paraguay para la construcción de la hoja de ruta es que tiene una larga estabilidad institucional. Paraguay ha mantenido una estabilidad democrática desde 1989, lo que proporciona un entorno propicio para la planificación a largo plazo. Por otra parte el Estado tiene un compromiso con la participación ciudadana, lo que se refleja en la reciente iniciativa "Paraguay 2050". Esta iniciativa busca involucrar activamente a la ciudadanía en la construcción de un Plan Nacional de Desarrollo, promoviendo una democracia participativa e inclusiva (PND2050, 2021).

Entre las debilidades se encuentra una concentración del poder político, ya que el Partido Colorado ha dominado la política paraguaya durante décadas, lo que podría limitar la pluralidad de ideas y la innovación en políticas públicas.

Contexto Económico

Entre las fortalezas del contexto económico se encuentra el crecimiento económico sostenido que ha experimentado el país en los últimos 15 años, con un crecimiento económico promedio del 4,5% (Banco Mundial, 2019). Por otro lado, Paraguay ha tenido estabilidad macroeconómica con una inflación controlada y un bajo nivel de deuda pública.

Con respecto a las debilidades, se observa una gran dependencia a los sectores tradicionales. La economía paraguaya depende en gran medida de la agricultura y la energía hidroeléctrica, lo que la hace vulnerable a factores externos como el cambio climático y las fluctuaciones de precios internacionales. Junto con ello, existe una gran desigualdad en la distribución del ingreso. A pesar del crecimiento económico, persisten altos niveles de pobreza y desigualdad, especialmente en áreas rurales del país. Por otro lado, se ve escasez de financiamiento público, producto de una baja recaudación de impuestos.

Contexto Social

En el contexto social se observa como fortaleza que Paraguay cuenta con una población joven, lo que representa una oportunidad para invertir en educación y formación de capital humano; sin embargo existen desafíos en educación y salud. El país enfrenta retos significativos en la calidad de la educación y los servicios de salud, lo que podría limitar el desarrollo del capital humano necesario para fortalecer la I+D. Junto con ello, el Instituto Nacional de Estadísticas de Paraguay proyecta un aumento en la proporción de adultos mayores para el año 2050, lo que implicará mayores demandas en el sistema de pensiones y servicios sociales (INE, 2022).

En resumen, Paraguay presenta condiciones favorables para avanzar en una hoja de ruta que fortalezca sus capacidades en I+D hacia 2050, especialmente en términos de estabilidad macroeconómica y potencial demográfico. Sin embargo, será crucial abordar los desafíos institucionales, sociales y económicos identificados para garantizar una implementación efectiva y sostenible de las políticas propuestas.

3.- Fases de la hoja de ruta

- Inversión en I+D: alcanzar el 1,2% del PIB. La inversión en I+D es de un 0,14% del PIB, por lo que para llegar al 1,2% en 25 años se debe aumentar la inversión en un 0,0424% del PIB anualmente para llegar a la meta.
- Número de investigadores: llegar a 6.000 investigadores en el país, para lo cual se fortalecerá la carrera del investigador y sus condiciones laborales. El número de investigadores según los datos del Banco Mundial al 2014 es de 142 por millón de habitantes (último dato disponible), y según el informe "Relevamiento de Actividades Científicas y Tecnológicas en Paraguay" (ACT 2023) de CONACYT, en el año 2022 se registraron 1.805 investigadores lo que en jornada completa equivalente serían 895. Para llegar a 6000 debe existir un aumento de 204 investigadores anuales en jornada completa. Para que esto sea factible se debe crear la necesidad de contratar investigadores en la academia y en la industria, mejorar sus condiciones laborales para hacer que esta actividad sea competitiva a otras actividades laborales y tener un sistema de formación que permita tener disponible a ese recurso humano. Para lograr esto es que la primera Fase debiese presionar la inserción de investigadores en la academia y en la industria. Al aumentar la demanda de investigadores el sistema debiese acomodarse mejorando las condiciones laborales de los investigadores, haciendo a su vez más atractiva esta actividad. Todo ello debe realizarse junto con el diseño e implementación de becas, que prioricen ciertas áreas estratégicas donde la inserción de investigadores sea más factible en el corto plazo.
- Desastres ambientales: adaptación efectiva al cambio climático. Para mejorar los indicadores asociados a este resultado esperado se propone en una primera instancia la apertura de fondos que propicien la investigación en esta área, con énfasis en conservación, ciencias asociadas al estudio y aprovechamiento de estos recursos naturales y tecnologías verdes. Junto en ello se creará un fondo para colaboración internacional en esta área, así como un fondo interinstitucional entre Conacyt y los Ministerios asociados a seguridad, educación y salud para la investigación en reservas naturales.
- Redes internacionales: integración científica robusta intra e Inter instituciones nacionales, con instituciones internacionales. Para lograr este resultado esperado se crearán fondos específicos para creación y fortalecimiento de redes, los cuales financiarán gastos operacionales de proyectos de investigación en áreas estratégicas, viajes de investigadores para perfeccionamiento y estadías de investigación, donde deba rendirse al menos una publicación en revistas WOS o Scopus.
- Programas de actualización y capacitación: lograr una transformación científica con aumento de la valoración social de la ciencia, inserción de doctores en la industria y fortalecimiento de la carrera del investigador en la academia, aumentando el número y productividad de los investigadores paraguayos. Iniciativas diseñadas para aumentar el número de investigadores impactarán en este resultado esperado. Por otro lado se diseñarán programas de capacitación en diversas áreas, las cuales serán decididas por una mesa con participación de la academia y de la industria nacional. Sin desmedro de ello durante el primer año de implementación se diseñarán y pondrán en marcha programas de capacitación en propiedad intelectual, nuevas tendencias en escritura de artículos científicos y uso de inteligencia artificial en investigación.
- Conectividad digital: se creará un plan de infraestructura pública que logre obtener cobertura en el 98% del territorio, con acceso universal a internet de alta velocidad, infraestructura 5G completamente implementada y centros de investigación con conectividad de clase mundial.

- Atracción de capital humano en áreas estratégicas para la industria: En una mesa con participación del sector privado y la academia, se definirán áreas estratégicas donde se crearán plazas para inserción de investigadores en la industria. Con ello se abrirán convocatorias dirigidas a proyectos y empresas previamente acordados, comprometiendo una subvención del estado por 3 años. Se abrirán convocatorias para investigadores nacionales e internacionales, atrayendo recursos humanos desde el extranjero en áreas donde no hay oferta nacional. Los investigadores extranjeros que sean insertados en la industria se colocaran a cargo de equipos paraguayos para incentivar la transferencia de know how a equipos nacionales.
- Becas de formación en el extranjero: en una mesa con participación de la academia y de la industria se determinarán áreas estratégicas para formación de capital humano. Con ello se acordará un porcentaje del programa Becal para estas áreas.
- Políticas de calidad: Se fortalecerá la política de acreditación, reglamentando la acreditación institucional. Tanto universidades públicas como privadas deberán acreditarse al menos en 3 dimensiones: i) docencia y resultados del proceso formativo, ii) gestión de aseguramiento de la calidad, iii) investigación e innovación. Dentro de los criterios a evaluar estarán la producción científica, solicitudes de patentes, jornadas completas equivalentes de investigadores y participación de estudiantes en actividades de investigación y/o innovación.
- Sistema nacional de investigadores: Creación de un nuevo Sistema Nacional de Investigadores, el cual contemple un aumento salarial para los investigadores de tiempo completo, según estándares de producción y de calidad, haciéndolos competitivos con el mercado nacional.
- Fondos de proyectos competitivos: se creará un calendario anual de convocatorias, el cual considerará una diversificación de los fondos. La evaluación de los fondos será transparente, en ciego, asegurando una evaluación por pares.
- Centros de excelencia. Se crearán centros de excelencia, los cuales deberán ser multicéntricos y con participación de la industria. Estos centros de excelencia tendrán financiamiento plurianual y deberán cumplir con estrictos estándares de producción científica. Los centros de excelencia deberán implementarse en red y facilitar la colaboración con otras entidades a través del uso de equipamiento mediano y mayor. En ese contexto actuarán como centros de investigación y como prestadores de servicios para facilitar las actividades de investigación del ecosistema nacional.
- Redes temáticas en investigación: Se crearán redes temáticas de investigación en línea con las áreas prioritarias seleccionadas con la industria.
- Incentivos a las I+D empresarial: para incentivar la inversión privada en I+D, se acordará una cartera de incentivos con las empresas privadas establecidas en Paraguay. En un inicio se propondrá un apoyo estatal para la escritura y presentación de solicitudes de patentes en territorio nacional y en el extranjero, capacitaciones constantes en propiedad intelectual, y subvención para la instalación de investigadores en el sector productivo.
- Formación de capacidades institucionales: Se fomentará la inserción de gestores tecnológicos y de administración de proyectos de I+D, debidamente capacitados y certificados en universidades y estamentos gubernamentales. Para ello se utilizará la acreditación

institucional, donde se establecerá bajo el criterio de gestión de aseguramiento de la calidad, la inserción de profesionales debidamente certificados.

- Mapeo de capacidades científicas mediante la creación de sistema de monitoreo del ecosistema de I+D, con informes anuales de los indicadores para políticas públicas. Este sistema de monitoreo se alojará en Conacyt.
- Observatorio del sistema de CTCL: creación y puesta en marcha de políticas basadas en evidencia para el ecosistema de CTCL. Este observatorio dependerá del sistema de monitoreo de Conacyt.

Para cumplir con todas estas actividades se clasificaron estas acciones en 3 fases:

Fase 1: Instalación de capacidades e incentivos iniciales

Fase 2: Consolidación del ecosistema

Fase 3: internacionalización y madurez del ecosistema

Para estas Fases se confeccionaron las matrices de las tablas 23, 24 y 25

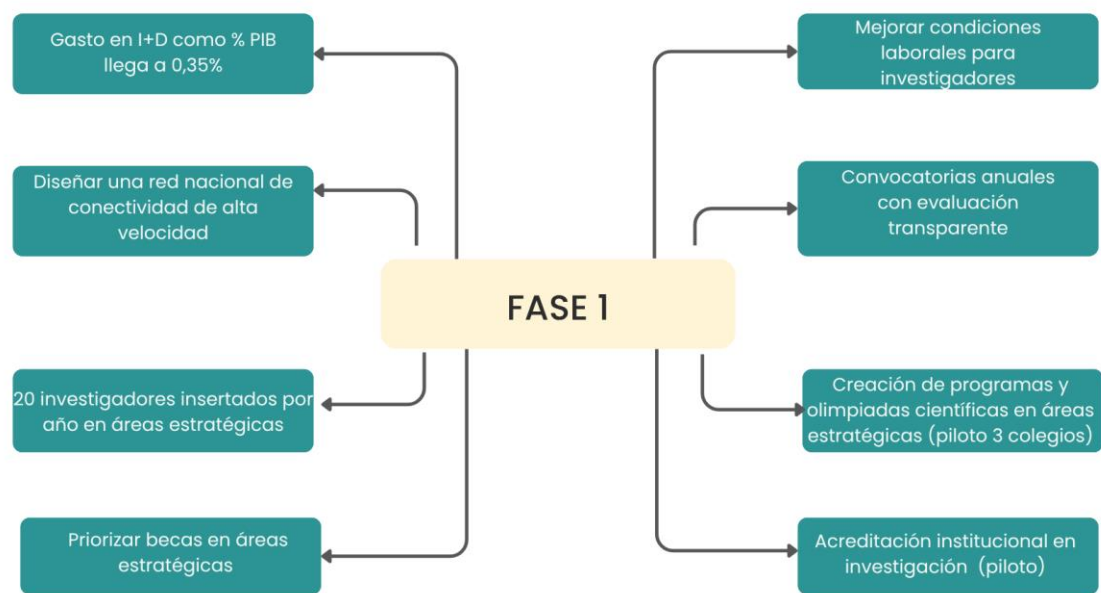
Tabla 23. Fase 1 (2025-2030): Instalación de capacidades e incentivos iniciales.

Resultado Deseado	Objetivo específico	Acción	Criterio de Éxito
Inversión en I+D	Alcanzar 1,2% del PIB sostenido	Creación de un Plan de inversión público y privado que contemple un aumento sostenido del presupuesto.	Gasto en I+D como % PIB llega a 0,35%; auditoría independiente confirma uso eficiente de fondos
Conectividad digital	Diseñar e implementar una red nacional de conectividad de alta velocidad	Elaborar plan nacional de conectividad avanzada (98% cobertura, 5G, 500 Mbps)	Plan aprobado por MOPC y MIC; financiamiento asignado
		Iniciar construcción de infraestructura en zonas prioritarias	Inicio de obras en al menos 30% del territorio
Nº de investigadores, Atracción de capital humano en áreas	Identificar áreas estratégicas con la industria y definir plazas de inserción. Considerar áreas estratégicas en	Creación de mesa academia-industria para definición de áreas y perfiles	Documento técnico de perfiles y áreas estratégicas aprobado

estratégicas	ciencias básicas y áreas estratégicas en ciencias aplicadas. Considerar las áreas prioritarias destacadas en la Fase Estudio Prospectivo	Convocatoria para proyectos con cofinanciamiento estatal y definición de cupos	Convocatorias abiertas con criterios transparentes; 20 investigadores insertados por año
Becas de formación en el extranjero	Priorizar becas en áreas estratégicas definidas con la industria y academia	Actualizar lineamientos de BECAL para priorización de áreas estratégicas	Nuevo reglamento de becas aprobado; primera cohorte adjudicada en línea con áreas estratégicas
Políticas de calidad	Reglamentar la acreditación institucional en investigación para Universidades públicas y privadas	Diseño e implementación de normativa obligatoria de acreditación de investigación	Decreto o resolución implementado
		Establecer criterios e indicadores claros: nº de publicaciones, nº de patentes adjudicadas, n° de investigadores, participación estudiantil en actividades de investigación	Publicación del manual de acreditación; piloto en al menos 3 universidades
Sistema nacional de investigadores	Mejorar condiciones laborales para investigadores	Crear nueva estructura de remuneración para investigadores de jornada completa, evaluar tanto financiamiento estatal a través de Conacyt, como financiamiento a través de Universidades privadas y la industria	Aprobación del sistema por Hacienda, Educación y CONACYT; primera nómina de investigadores beneficiados
Fondos de proyectos competitivos	Asegurar convocatorias anuales con evaluación transparente, asegurando eficiencia de recursos	Creación de calendario anual de fondos y mecanismo de evaluación por pares. Esta evaluación hace énfasis en análisis de los curriculum en ciego de los investigadores asegurando uso eficiente de los recursos.	Publicación del calendario y guías metodológicas; instalación del sistema de evaluación en ciego, con indicadores asociados a productos exigidos por fondo.
Instalación de capacidades científicas en jóvenes paraguayos	Creación de programas y olimpiadas científicas en áreas estratégicas	Creación de organismos espejo de OMAPA para física, química y biología	Programa creado, personal contratado, recepción de voluntarios y pilotos con al menos 3 colegios.

La tabla 23 se resume en la Figura 12, donde se muestran las iniciativas más relevantes para esta fase.

Figura 12. Fase 1 de la Hoja de Ruta (2025-2030)



Fuente: elaboración propia

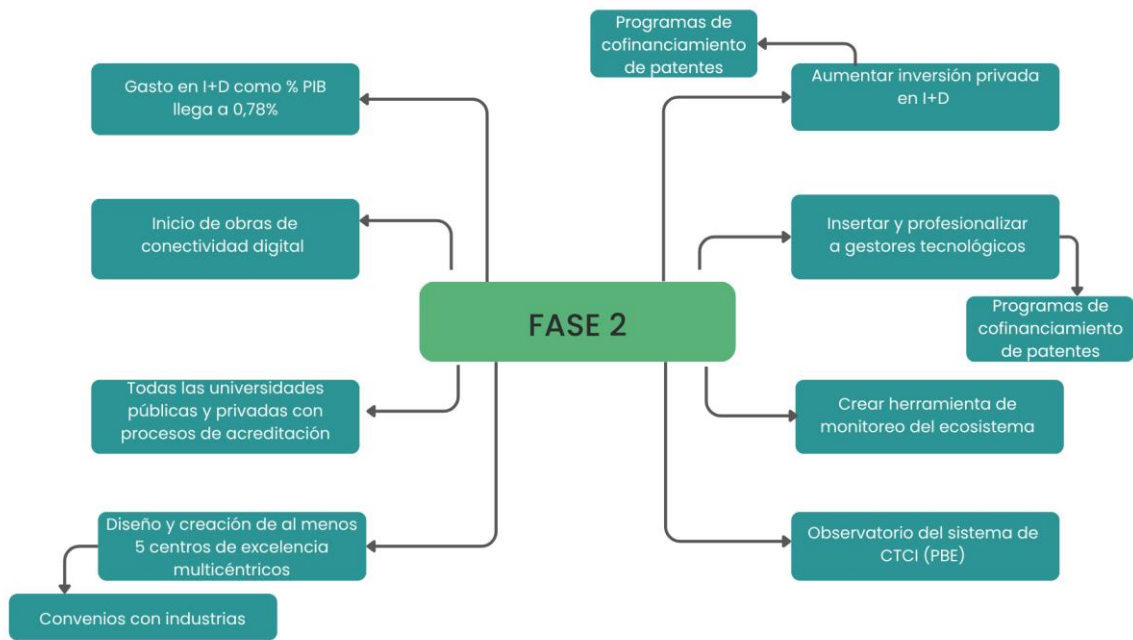
Tabla 24. Fase 2 (2031-2040): Consolidación del ecosistema.

Resultado Deseado	Objetivo específico	Acción	Criterio de Éxito
Inversión en I+D	Alcanzar 1,2% del PIB sostenido	Plan de inversión público y privado para el aumento sostenido del presupuesto en ejecución.	Gasto en I+D como % PIB llega a 0,78%; auditoría independiente confirma uso eficiente de fondos
Conectividad Digital	Avanzar en implementación de la red nacional de conectividad de alta velocidad	Construcción de infraestructura en áreas prioritarias según Gantt	Inicio de obras en el 100% del territorio establecido en la Fase 1.
Políticas de calidad	Tener a todas las universidades públicas y privadas acreditadas o preparando su acreditación en investigación	Todas las Universidades públicas y privadas han iniciado acciones asociadas a la acreditación institucional, incluyendo a la dimensión de investigación	100% de Universidades con acciones asociadas a acreditación en investigación. 50% de las Universidades con algún nivel de acreditación.

Centros de excelencia	Crear nodos de investigación de alto impacto nacional e internacional	Diseño y creación de al menos 5 centros de excelencia multicéntricos	Centros establecidos con estatutos, financiamiento asignado y personal científico contratado
		Integración de industria en gobernanza y colaboración técnica	Firmas de convenios con al menos 20 empresas
Redes temáticas en investigación	Establecer colaboración nacional e internacional en áreas prioritarias	Creación de redes temáticas y convocatoria a proyectos conjuntos	Al menos 10 redes temáticas activas con producción científica reconocida internacionalmente
Incentivos a la I+D empresarial	Aumentar inversión privada en I+D mediante subsidios e incentivos	Implementar programas de cofinanciamiento, patentes y capacitación en propiedad intelectual	Al menos 100 empresas beneficiadas; incremento en patentes presentadas por sector privado y en colaboración con universidades
Formación de capacidades institucionales	Insertar y profesionalizar a gestores tecnológicos	Capacitación y certificación de gestores en universidades y gobierno	200 gestores capacitados; criterios integrados a acreditación universitaria
Mapeo de capacidades científicas	Crear herramienta de monitoreo del ecosistema	Diseño e implementación del sistema nacional de monitoreo con informes anuales	Primer informe nacional publicado en línea y usado como insumo por instituciones públicas
Observatorio del sistema de CTCI	Generar políticas basadas en evidencia	Implementación del Observatorio con conexión directa al sistema de monitoreo	Primer informe de política publicado y utilizado para planificación presupuestaria nacional

La tabla 24 se resume en la Figura 13, donde se muestran las iniciativas más importantes para este fase.

Figura 13. Fase 2 de la Hoja de Ruta (2030-2040)



Fuente: elaboración propia

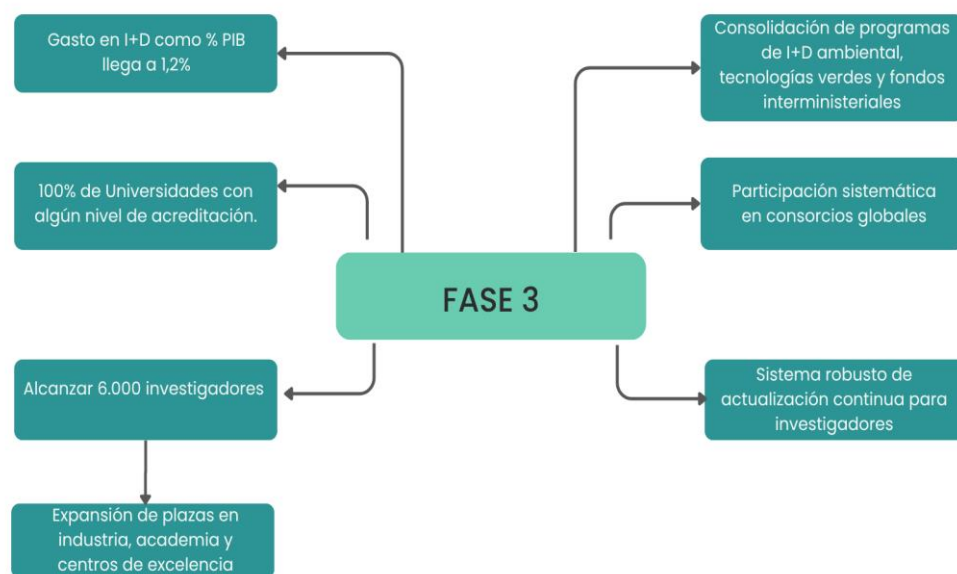
Tabla 25. Fase 3 (2041-2050): Internacionalización y madurez del ecosistema.

Resultado Deseado	Objetivo específico	Acción	Criterio de Éxito
Inversión en I+D	Alcanzar 1,2% del PIB sostenido	Consolidación de instrumentos de inversión públicos y privados	Gasto en I+D como % PIB llega a 1,2%; auditoría independiente confirma uso eficiente de fondos
Políticas de calidad	Tener a todas las universidades públicas y privadas acreditadas o preparando su acreditación en investigación	Todas las Universidades públicas y privadas han iniciado el proceso de acreditación institucional, incluyendo a la dimensión de investigación	100% de Universidades con algún nivel de acreditación.
Número de investigadores	Alcanzar 6.000 investigadores equivalentes a jornada completa	Expansión de plazas en industria, academia y centros de excelencia	Registro nacional de investigadores supera los 6.000 con condiciones competitivas

Adaptación al cambio climático	Disminuir vulnerabilidad y aumentar resiliencia ambiental	Consolidación de programas de I+D ambiental, tecnologías verdes y fondos interministeriales	Disminución de pérdidas en infraestructura por desastres; aumento en % de áreas conservadas
Redes internacionales	Internacionalizar la ciencia paraguaya	Participación sistemática en consorcios globales; incremento de publicaciones y patentes	40 alianzas internacionales activas; aumento del 300% en coautorías internacionales
Programas de actualización y capacitación	Lograr un sistema robusto de actualización continua	Establecer red de formación avanzada con inteligencia artificial, ciencia de datos, propiedad intelectual, etc.	1.500 investigadores capacitados anualmente; programas con evaluación de impacto positiva

La tabla 25 se resume en la Figura 14, donde se muestran las iniciativas más importantes para esta fase.

Figura 14. Fase 3 de la Hoja de Ruta (2040-2050)



Fuente: elaboración propia

Indicadores de éxito sugeridos para plan anual de monitoreo

- Aumento del número de publicaciones Scopus/Web of Science por millón de habitantes.
- Aumento del número de solicitudes de patentes
- Porcentaje de investigadores activos con proyectos financiados nacional o internacionalmente.

- Número de redes científicas nacionales e internacionales activas (con productos en los últimos 2 años).
- Número de becarios retornados reintegrados al sistema científico.
- Aumento de la inversión pública y privada en I+D como % del PIB.
- Consolidación del observatorio y sistemas de evaluación de impacto.

Curso de Propiedad Intelectual

Como anexo a la consultoría y parte de la hoja de ruta, se ha pesquisado la necesidad de capacitar en Propiedad Intelectual (PI) a académicos en Paraguay. En ese contexto se presenta a continuación una selección de programas y cursos de PI ofrecidos por diversas instituciones, tanto a nivel introductorio como avanzado, en modalidad online y presencial, y en diferentes formatos (cursos cortos, diplomados y formación certificada).

Academia de la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual). La OMPI ofrece una amplia gama de cursos en línea sobre propiedad intelectual, desde nivel básico hasta avanzado, en español y otros idiomas. Algunos de los cursos más destacados incluyen:

- DL-001: Curso sobre Propiedad Intelectual. Curso introductorio gratuito, ideal para principiantes que desean conocer las nociones básicas de la PI.
- DL-101: Curso General sobre Propiedad Intelectual. Curso auto formativo con 13 módulos y examen final. Cubre derecho de autor, derechos conexos, patentes, marcas, indicaciones geográficas, modelos industriales, protección de obtenciones vegetales, competencia desleal y sistemas internacionales de registro. Incluye autoevaluaciones y certificado electrónico al aprobar el examen final.
- DL-101-PCT: Curso sobre el Tratado de Cooperación en materia de Patentes. Curso autónomo de 14 módulos enfocado en el sistema PCT, con certificado al finalizar satisfactoriamente.
- DL-170: Conceptos Básicos de Patentes. Breve introducción a los principios y la incidencia económica de las patentes y el procedimiento de patentamiento internacional.
- Cursos Avanzados. Incluyen temas como derecho de autor (DL-201), licencias de software (DL-511), gestión colectiva de derechos (DL-501, DL-502, DL-503, DL-506), patentes (DL-301, DL-318, DL-320), marcas e indicaciones geográficas (DL-302, DL-303), entre otros. Estos cursos suelen requerir el pago de una tasa y están dirigidos a profesionales que buscan profundizar en áreas específicas.

Por otro lado en encuentran los siguientes cursos:

Edutin Academy. Curso de Propiedad Intelectual (Gratis y Certificado). Dirigido a abogados, emprendedores, empresarios, artistas y diseñadores. Incluye actividades prácticas, casos de estudio y opción de certificación mediante pago de una tarifa ajustada al país. El curso cubre identificación, protección, gestión y defensa de derechos de PI en diversos contextos.

Universidad Católica de Chile (UC), Educación Continua. Diplomado en Propiedad Intelectual. Programa online en vivo, orientado a profesionales universitarios. Incluye cursos sobre protección de activos intangibles (derecho de autor, marcas, patentes, indicaciones geográficas, nombres de dominio), defensa y explotación de activos intangibles, legislación nacional e internacional, análisis de casos y ejercicios prácticos. Se abordan también aspectos de tributación, transferencia tecnológica y análisis de jurisprudencia.

Superintendencia de Industria y Comercio, Colombia. Gestión de la Propiedad Intelectual. Curso sobre perspectiva económica, innovación, protección, valor y finanzas de la PI.

Lider System. Curso de Propiedad Intelectual. Curso gratuito y oficial enfocado en derechos de autor, edición e internacionalización empresarial.

Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Curso online de investigación en patentes y protección de propiedad intelectual, orientado a transferencia y emprendimiento .

Oficina de Patentes y Marcas de EE. UU. (USPTO) Curso de introducción a la propiedad intelectual, con recursos gratuitos para inventores y emprendedores.

ESAN (Perú) Curso de Derecho de la Propiedad Intelectual, con requisitos de asistencia y programación variable.

Tomando en cuenta los cursos ya existentes es que se detalla un Curso de Propiedad Intelectual, enfocado en el fortalecimiento del sistema de ciencia y tecnología de Paraguay. El Objetivo General de este curso es capacitar a investigadores, gestores de innovación, funcionarios públicos y profesionales vinculados a ciencia y tecnología en Paraguay en los fundamentos, herramientas y estrategias de la propiedad intelectual (PI), para potenciar la protección, gestión y transferencia de activos intangibles generados en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación.

Programa propuesto

Módulo 1: Introducción a la Propiedad Intelectual y su Rol en la Ciencia y Tecnología

- Concepto y tipos de propiedad intelectual: patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, derechos de autor, marcas, secretos comerciales, indicaciones geográficas.
- Importancia de la PI en la economía del conocimiento y la innovación.
- Marco legal nacional e internacional relevante para Paraguay.
- Casos exitosos de PI en sistemas de ciencia y tecnología de la región.

Módulo 2: Patentes y Modelos de Utilidad

- Definición, alcance y requisitos de patentabilidad.
- Procedimientos de solicitud nacional e internacional (PCT).
- Redacción de solicitudes de patente: estructura y mejores prácticas.
- Estrategias para la protección de invenciones en universidades y centros de I+D.
- Búsqueda y análisis de información tecnológica en bases de patentes.

Módulo 3: Derecho de Autor y Derechos Conexos en la Investigación

- Concepto y alcance del derecho de autor en la producción científica y tecnológica.
- Software y bases de datos: protección y licenciamiento.
- Gestión de derechos en publicaciones científicas, materiales educativos y recursos digitales.
- Licencias abiertas y Creative Commons en ciencia abierta.

Módulo 4: Marcas, Nombres Comerciales e Indicaciones Geográficas

- Importancia de las marcas en la transferencia y comercialización de resultados de investigación.
- Procedimiento de registro y gestión de marcas en Paraguay.
- Indicaciones geográficas y denominaciones de origen: oportunidades para productos innovadores y tradicionales.

Módulo 5: Estrategias de Gestión y Valorización de la Propiedad Intelectual

- Políticas institucionales de PI en universidades y centros de investigación.
- Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT): funciones y mejores prácticas.
- Valoración económica de activos intangibles.
- Estrategias de licenciamiento, spin-offs y contratos de transferencia tecnológica.
- Negociación y redacción de acuerdos de confidencialidad y transferencia de tecnología.

Módulo 6: Protección Internacional y Herramientas Digitales

- Sistemas internacionales de protección: PCT, Tratado de Madrid, OMPI.
- Uso de bases de datos y plataformas digitales para la gestión de PI.
- Vigilancia tecnológica y análisis de tendencias.

Módulo 7: Aspectos Éticos, Legales y de Políticas Públicas en PI

- Ética y buenas prácticas en la gestión de PI en ciencia y tecnología.
- PI y acceso abierto: equilibrio entre protección y difusión del conocimiento.
- Rol de la PI en políticas públicas de innovación y desarrollo tecnológico en Paraguay.
- Casos prácticos y análisis de jurisprudencia nacional e internacional.

Metodología del curso:

Clases teóricas y talleres prácticos.

Análisis de casos reales y simulaciones de gestión de PI.

Uso de plataformas de aprendizaje virtual y recursos de la OMPI.

Invitados expertos nacionales e internacionales.

Proyecto final: elaboración de una estrategia de protección y transferencia de PI para un caso real o simulado del sistema paraguayo.

Para llevar a cabo todos estos módulos se sugiere una duración sugerida de 60 horas (8 semanas), en modalidad híbrida (presencial y virtual), adaptable según contexto institucional. Se sugiere entregar una certificación de aprobación otorgado por la institución organizadora, con aval de la OMPI y/o autoridad nacional de PI.

CONCLUSIONES

Los principales hallazgos de la consultoría sobre la innovación en Paraguay, en el marco del proyecto "Innovación en Empresas Paraguayas" (PROINNOVA), se pueden resumir de la siguiente manera:

Baja inversión en I+D: Paraguay presenta una inversión en investigación y desarrollo (I+D) del 0.14% del PIB, muy por debajo del promedio del 0.62% en América Latina y del 2.63% a nivel mundial. Esto representa un desafío significativo para el desarrollo de capacidades científicas.

Déficit de investigadores: El país cuenta con sólo 142 investigadores por millón de habitantes, en comparación con 1.521 a nivel mundial, evidenciando una escasez de personal calificado en el sector de la ciencia, lo que limita su capacidad para generar conocimiento e innovación.

Escenarios de eventos posibles: Se identificaron tres escenarios futuros hasta 2050, dependiendo del contexto económico y político. El escenario optimista prevé un incremento de la inversión en I+D hasta el 1.2% del PIB y una consolidación en la vinculación entre universidades y empresas, mientras que el pesimista anticipa un estancamiento en la producción científica debido a crisis económicas y una posible fuga de talentos.

Falta de conectividad y colaboración: Se evidenció una débil integración entre el sector académico y el empresarial, así como entre investigadores de distintas instituciones o de unidades académicas. La conectividad digital también es insuficiente, con sólo el 70% del territorio cubierto por acceso a internet.

Necesidad de políticas públicas integradas: El informe subraya la urgencia de diseñar políticas públicas coherentes que promuevan la inversión en I+D, fortalezcan la infraestructura científica y fomenten la colaboración entre diferentes actores.

El estudio se dividió en 3 Fases: Fase 1.- Diagnóstico, Fase 2.- Estudio Prospectivo y Fase 3.- Hoja de Ruta.

La Fase 1 del estudio se centra en el diagnóstico del SNCTI, indicando que Paraguay presenta una inversión en investigación y desarrollo (I+D) de solo 0,14% del PIB, significativamente inferior al promedio regional. Esta situación se ve acompañada por un escaso número de investigadores (142 por millón de habitantes) y un limitado desarrollo científico. Los análisis FODA y PESTEL realizados durante esta fase destacan debilidades estructurales, como la baja vinculación entre las universidades y el sector empresarial, así como la falta de incentivos y condiciones laborales precarias para investigadores.

La Fase 2, correspondiente a parte del estudio prospectivo para el sistema científico hasta 2050, destaca la importancia de la inversión, la infraestructura digital, la carrera del investigador y la colaboración internacional. Se identificaron 35 variables que afectan a la ciencia y la tecnología en Paraguay y se clasificaron en tres escenarios posibles: uno optimista, que sugiere un aumento en la inversión en I+D y la mejora en la infraestructura; uno tendencial, que muestra el escenario que se

produciría se mantienen las tendencias actuales en el país; y uno pesimista, que anticipa un estancamiento y una mayor fuga de talentos. Este análisis resalta la importancia de fortalecer las redes internacionales de investigación y mejorar la formación de capital humano, en un contexto donde la innovación y la sostenibilidad son esenciales para el crecimiento. Finalmente, se subraya la necesidad urgente de políticas públicas integradas que promuevan la colaboración entre los distintos actores del sistema de ciencia y tecnología, con el fin de fomentar un ambiente propicio para la innovación, el crecimiento económico, y abordar los desafíos sociales y ambientales.

Un análisis más detallado del escenario deseado, nos permitió pasar de un análisis de forecasting a foresight a través de un Delphi llevado a cabo con más de 30 expertos del país. Este estudio nos llevó a la redacción de 5 escenarios deseados, no excluyentes entre sí, que muestran que sucedería en las áreas detectadas como con mayor oportunidad de posicionar al país en el ecosistema científico internacional. Los escenarios deseados fueron los siguientes:

Paraguay 2050: Salud y Medicina

Paraguay 2050: Ciencias Biológicas y

Ambientales Paraguay 2050: Ecología y

Agroecología Paraguay 2050: Ciencias de la tierra

y el Espacio

Paraguay 2050: Ciencia de Datos, el Modelamiento Matemático y la Inteligencia Artificial

Estos hallazgos enfatizan tanto los retos como las oportunidades para Paraguay, sugiriendo que un compromiso renovado con la ciencia puede posicionar al país en la frontera del conocimiento. Con toda esta información y un estudio de política comparada que analizó diversas variables con políticas públicas desarrolladas en Panamá, Japón, Chile y México, se diseñó una hoja de ruta pertinente a la realidad paraguaya.

La Hoja de ruta, correspondiente a la Fase 3 del estudio, propone diversas políticas públicas que van en la línea de aumentar la inversión pública y privada en I+D, instaurar la acreditación institucional con énfasis en investigación de las Universidades, crear áreas estratégicas con participación en triple hélice (gobierno-universidades-industria) para formación y atracción de capital humano avanzado, creación de centros de excelencia, calendarios establecidos de convocatorias a proyectos de investigación, redes estratégicas y fortalecimiento de la carrera del investigador. Estas iniciativas, entre otras cosas, permitirá aumentar el número de investigadores y de capital humano de excelencia en el país, estableciendo los cimientos para el desarrollo del país.

RECOMENDACIONES

Las principales recomendaciones preliminares para hacer más competitiva la ciencia en Paraguay hacia 2050 son:

Fortalecer el Sistema de Gobernanza: es fundamental consolidar el sistema de gobernanza del SNCTI mediante la implementación de mecanismos efectivos de coordinación interinstitucional. Se recomienda:

1. Crear una comisión de alto nivel con representantes del sector público, privado y académico para supervisar la implementación de la Política Nacional de CTI
2. Establecer un mecanismo de financiamiento sostenible para actividades científicas y tecnológicas, con un porcentaje fijo del PIB destinado a I+D
3. Desarrollar sistemas de monitoreo y evaluación continuos que permitan medir el impacto de las políticas implementadas
4. Implementar la acreditación institucional de universidades públicas y privadas en el ámbito de la investigación.

Desarrollo de Capital Humano Avanzado: el fortalecimiento de las capacidades científicas del país requiere una masa crítica de investigadores. En ese contexto se sugiere:

1. Implementar un programa nacional de formación de doctores en áreas estratégicas para el desarrollo del país
2. Evaluar y fortalecer el sistema de incentivos para la repatriación de investigadores paraguayos en el exterior
3. Crear programas de inserción laboral para investigadores en universidades, empresas y organismos públicos
4. Fortalecer los programas de formación científica desde la educación básica hasta la universidad y sus programas de doctorado
5. Evaluar y fortalecer el financiamiento de proyectos de investigación
6. Rediseñar y fortalecer la carrera del investigador

Infraestructura Científica y Tecnológica: para potenciar la capacidad de investigación, es esencial:

1. Desarrollar centros de excelencia en áreas prioritarias para el país (agroindustria, biotecnología, energías renovables)
2. Implementar un programa de modernización de laboratorios y equipamiento científico en universidades e institutos de investigación
3. Crear parques tecnológicos que faciliten la interacción entre academia, empresas y gobierno
4. Mejorar la infraestructura pública asociada a conectividad digital

Comunicación, Apropiación y Valorización Social de la Ciencia: para fomentar una cultura científica en la sociedad paraguaya se propone:

1. Desarrollar programas nacionales de divulgación científica en medios masivos
2. Implementar museos interactivos de ciencia y tecnología en las principales ciudades
3. Crear eventos anuales como ferias y olimpiadas científicas a nivel nacional
4. Incorporar contenidos sobre ciencia paraguaya en el currículum educativo

Finalmente se observa que el país tiene ciertas áreas de investigación en donde ya existe masa

crítica, las cuales deben ser fortalecidas para mejorar la posición del país en los rankings de I+D. Estas áreas son:

- Ciencias Médicas
- Matemáticas
- Física
- Ciencias Medioambientales
- Ciencias Biológicas y Agricultura
- Ingeniería
- Farmacología, Toxicología y Ciencias Farmacéuticas
- Bioquímica, Genética y Biología Molecular
- Inmunología y Microbiología
- Neurociencias

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accip. (n.d.). Recuperado de <https://accip.org/>
- Aceituno, P. (2017). *Prospectiva Bases y Practica Fundamental para la tomad de decisiones*. Ediciones UTEM, Santiago, Chile.
- AGCID (2022) Prensa. (s/f). *Chile y Paraguay aprueban 5 proyectos de cooperación para el periodo 2022-2024*. AGCID - Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo. Recuperado el 3 de mayo de 2025, de <https://www.agcid.gob.cl/noticias/2313-chile-y-paraguay-aprueban-5-proyectos-de-cooperacion-para-el-periodo-2022-2024>
- Agencia IPa. (2024, diciembre 16). PGN 2025 incorpora un 77% de incremento para atención a grupos vulnerables, salud, educación y seguridad. Recuperado de <https://www.ip.gov.py/ip/2024/12/16/presupuesto-del-2025-incorpora-un-77-de-incremento-para-atencion-a-grupos-vulnerables-salud-educacion-y-seguridad/>
- Agencia IPb. (2024, diciembre 17). Aspectos técnicos avanzados en un 80% para negociaciones por la revisión del Anexo C. Recuperado de <https://www.ip.gov.py/ip/2024/12/17/aspectos-tecnicos-avanzados-en-un-80-para-negociaciones-por-la-revision-del-anexo-c/>
- Agencia IPC. (2024, diciembre 18). 5.000 becas universitarias del Gobierno: ¿qué cambios se contemplan para la convocatoria 2025? Recuperado de <https://www.ip.gov.py/ip/2024/12/18/5-000-becas-universitarias-del-gobierno-que-cambios-contempla-para-la-convocatoria-2025/>
- Agencia IPd. (2024, diciembre 23). Paraguay apuesta a una visión a futuro para integrar el factor nuclear a su matriz energética. Recuperado de <https://www.ip.gov.py/ip/2024/12/23/paraguay-apuesta-a-una-vision-a-futuro-para-integrar-el-factor-nuclear-a-su-matriz-energetica/>
- Agencia IPe. (2024, diciembre 31). Peña: objetivo para el 2025 es crecimiento económico, bienestar social y reducción de la pobreza. Recuperado de <https://www.ip.gov.py/ip/2024/12/31/pena-objetivo-para-el-2025-es-crecimiento-economico-bienestar-social-y-reduccion-de-la-pobreza/>
- ANID (2024) Subvención a la Inserción en el Sector Productivo, convocatoria 2024 - ANID. (2024, septiembre 30). ANID. <https://anid.cl/concursos/subvencion-a-la-insercion-en-el-sector-productivo-convocatoria-2024/>
- ANID (2025) Subvención a la Instalación en la Academia 2025 - ANID. (2025, April 22). ANID. <https://anid.cl/concursos/subvencion-a-la-instalacion-en-la-academia-2025/>
- Bas, Enric (2002). *Prospectiva. Cómo usar el pensamiento sobre el futuro*. Barcelona. España. Editorial Ariel, S.A.
- Banco Mundial. (n.d.). Indicadores económicos de Paraguay. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org>
- Banco Mundial. (2019). Una evolución para el futuro de Paraguay. World Bank; Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/02/19/una-evolucion-para-el-futuro-de-paraguay>
- Bidegain, Mario, Coronel, G, Ríos, N, & de los Santos, B. (2012). Escenarios climáticos futuros para Paraguay. *Meteorologica*, 37(2), 47-55. Recuperado en 03 de mayo de 2025, de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-468X2012000200001&lng=es&tlng=es.
- CAF. (2014). Iniciativa regional de patentes tecnológicas para el desarrollo. CAF. Retrieved from <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/478>
- CAF (2017) Iniciativa Regional de Patentes Tecnológicas para el Desarrollo CAF XXVIII Reunión de directores de Cooperación Internacional de América Latina y el Caribe: Cooperación para la Propiedad Intelectual Ciudad de Panamá, Panamá 7 y 8 de noviembre de 2017. (n.d.). Recuperado de <https://www.sela.org/wp-content/uploads/2024/01/iniciativa-regional-de-patentes-tecnologicas-para-el-desarrollo.pdf>
- Capeco. (2023, julio 7). El secreto de la investigación científica en Paraguay es la creación de redes. Recuperado de <https://capeco.org.py/2023/07/07/el-secreto-de-la-investigacion-cientifica-en-paraguay-es-la-creacion-de-redes/>
- Capeco. (2023, octubre 9). La economía creció 54% al cierre del primer semestre de 2023. Recuperado de <https://capeco.org.py/2023/10/09/la-economia-crecio-54-al>

[cierre-del-primer-semester-de-2023/](#)

- CEDICPY. (n.d.). Recuperado de <https://www.cedicpy.com/>
- Centro de Estudios Ambientales y Sociales (CEAMSO). (n.d.). Recuperado de <https://grassrootsjusticenetwork.org/connect/organization/centro-de-estudios-ambientales-y-sociales-ceamso/>
- Ciencia del Sur. (2024). Baja la inversión en ciencia en el Paraguay y el país también cae en el ranking SCImago. Recuperado de <https://cienciasdelsur.com/2024/05/03/baja-la-inversion-en-ciencia-en-el-paraguay-y-el-pais-tambien-cae-en-el-ranking-sci-mago/>
- CONACYT a. (2022). Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022 - 2030. Recuperado de https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u489/Agenda-Nacional-CTI.pdf
- CONACYT. (2023). Relevamiento Nacional de Equipos de Laboratorios dedicados a la Investigación Científica y Tecnológica. Recuperado de <https://www.conacyt.gov.py>
- CONACYT a. (2024) Autoridades período 2023-2025. Recuperado de <https://www.conacyt.gov.py/autoridades-periodo-2023-2025>
- CONACYT c. (2024). Financiamiento de Estancias de Investigación - 2024. Recuperado de <https://www.conacyt.gov.py/financiamiento-estancias-investigacion-2024>
- CONACYT d (2024) CONACYT celebra 27 años impulsando la ciencia, tecnología, innovación y calidad en Paraguay. (s/f). Gov.py. Recuperado el 3 de mayo de 2025, de <https://www.conacyt.gov.py/conacyt-celebra-27-anos-impulsando-ciencia-tecnologia-innovacion-calidad-paraguay>
- CORFO (2025). – Corporación de Fomento a la Producción CORFO. https://www.corfo.cl/sites/cpp/incentivo_tributario
- Dávalos, L. (2023). Análisis crítico del discurso de los stakeholders del sistema nacional de ciencia y tecnología de Paraguay. Revista Científica En Ciencias Sociales, 5(2), 56-71. <https://doi.org/10.53732/rccsociales/05.02.2023.56>
- Dávalos, L. (2020). Ciencia en Paraguay: Análisis documental 1990-2020. Asunción: Sociedad Científica del Paraguay. ISBN 978-99967-0-950-0. Recuperado de <https://unae.edu.py/biblio/images/Ciencia-en-Paraguay-Analisis-Documental-Luis-Davalos-2020.pdf>
- Desarrollo.org.py. (n.d.). Recuperado de <https://desarrollo.org.py/>
- Elibrary IMF. (2024). Recuperado de <https://www.elibrary.imf.org/downloadpdf/view/journals/002/2024/367/002.2024.issue-367-es.pdf>
- Espacenet (2024). Base de datos
- FAO. (2022). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Paraguay prosigue con su lucha contra el cambio climático. (s/f). Fao.org. Recuperado el 3 de mayo de 2025, de <https://www.fao.org/paraguay/noticias/detail-events/es/c/1538191/>
- Ferrere. (2024). Nueva política energética del Paraguay con proyección al 2050. Recuperado de <https://www.ferrere.com/es/novedades/nueva-politica-energetica-del-paraguay-con-proyeccion-al-2050/>
- FMI (2024) Paraguay. Informe de país del FMI N° 24/367 recuperado de <https://www.elibrary.imf.org/downloadpdf/view/journals/002/2024/367/002.2024.issue-367-es.pdf>
- INE (2022). El Instituto Nacional de Estadística (INE) presenta 100 años de Estimaciones y Proyecciones en Paraguay, que contiene los datos de población y los principales indicadores demográficos desde el año 1950 y hasta el año 2050. Ine.gov.py. <https://www.ine.gov.py/noticias/2262/el-ine-presenta-100-anos-de-estimaciones-y-proyecciones-de-poblacion-en-paraguay>
- Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN). (n.d.). Recuperado de <https://www.inan.gov.py/site/>
- Instituto Nacional de Salud (INS). (n.d.). Recuperado de <https://www.ins.gov.py/>
- Itaipú Binacional. (n.d.). Parque Tecnológico Itaipú (PTI). Recuperado de <https://www.itaipu.gov.py/es/tecnologia/parque-tecnologico-itaipu-pti>
- Izambrano. (2024, noviembre 7). Impulsando la Innovación: Incentivos a la I+D+i en Hispanoamérica. Hispanic America. <https://ha.fi-group.com/incentivos-en->

- hispanoamerica-apoyando-a-las-empresas-innovadoras/
- JICA. (2024). Perfil de JICA. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. https://www.jica.go.jp/english/information/publication/brochures/icsFiles/afiedfile/2024/04/24/jicapofile_sp_1.pdf
 - Kaye, C., & Rosas, M. (2025). Retrieved May 14, 2025, from <https://www.perezllorca.com/wp-content/uploads/2025/01/Nota-Juridica-Umbrales-2025-para-la-Notificacion-de-Concentraciones-1-1.pdf>
 - Koga. (n.d.). Recuperado de <https://koga.com.py/>
 - Lemarchand, GA. (2018). Relevamiento de la investigación y la innovación en la República del Paraguay. UNESCO ISBN: 978-92-3-300104-6
 - Licea, Y. P. (2023). Estímulos Fiscales. Hacienda.gob.mx. <https://www.estimulosfiscales.hacienda.gob.mx/es/efiscales/efidt>
 - Mahler, G. S. (2000). Comparative Politics: An Institutional and Cross-National Approach. Prentice Hall.
 - María, G., & Luis, G. (2022). Sistema nacional de ciencia tecnología e innovación del Paraguay: caracterización, avances y desarrollo. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(2), 1214-1240. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.1948
 - Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES). (n.d.). Recuperado de <https://www.mades.gov.py/>
 - Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (n.d.). Recuperado de <https://www.mag.gov.py/>
 - Ministerio de Educación y Ciencias (MEC). (n.d.). Recuperado de <https://www.mec.gov.py/cms/>
 - Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). (n.d.). Recuperado de <https://mopc.gov.py/>
 - Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS). (n.d.). Recuperado de <https://www.mspbs.gov.py/index.php>
 - MITIC. (2023). Plan Nacional de TIC 2022 – 2030. Recuperado de <https://mitic.gov.py/plan-nacional-de-tic-2022-2030>
 - MITIC (2024) Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MITIC). (n.d.). Innovación productiva y economía digital. Recuperado de <https://mitic.gov.py/innovacion-productiva-economia-digital/>
 - Nature Index (2024) Base de datos
 - (Iniciativa Amotocodie) <https://www.nature.com/nature-index/institution-outputs/Paraguay/Iniciativa%20Amotocodie/666299d4069339fbc00d4f04>
 - (National University of Concepción) <https://www.nature.com/nature-index/institution-outputs/paraguay/national-university-of-concepcion/66e249ec450c7e4dc9001358>
 - (Universidad Nacional de Asunción) <https://www.nature.com/nature-index/institution-outputs/paraguay/universidad-nacional-de-asuncion-una/5139071734d6b65e6a001e75>
 - (Laboratorio Central de Salud Pública) <https://www.nature.com/nature-index/institution-outputs/paraguay/laboratorio-central-de-salud-publica/648bb05c1dda4ce59d0d8311>
 - Page M J, McKenzie J E, Bossuyt P M, Boutron I, Hoffmann T C, Mulrow C D et al. (2021) The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews BMJ; 372:n71 doi:10.1136/bmj.n71
 - Parque Tecnológico Itaipú Paraguay. (n.d.). Acerca del PTI. Recuperado de <https://www.pti.org.py/acerca-del-pti/>
 - PND2050. (2021). Paraguay2050.Gov.py. <https://www.paraguay2050.gov.py/>
 - PND2050. (n.d.). Propuestas del PND2050. Recuperado de <https://pnd2050.cds.com.py/processes/pnd2050/f/2/proposals/199>
 - Presidencia de Paraguay. (2024, mayo 17). Presidente expone al Paraguay como posible destino de inversiones ante gigantes de la tecnología. Recuperado de <https://edicion.presidencia.gov.py/sala-de-prensa/noticias/historial/presidente-expone-al-paraguay-como-posible-destino-de-inversiones-ante-gigantes-de-la-tecnologia>
 - Presidencia de Paraguay. (2024, octubre 7). Peña propone al Paraguay como sitio de

grandes inversiones en tecnología. Recuperado de <https://www.ip.gov.py/ip/2024/10/07/pena-propone-al-paraguay-como-sitio-de-grandes-inversiones-en-tecnologia/>

- RAMACIOTTI, L., REBUFEL, V., & VILLALOBOS, P. (2022). Informe final programa de inserción de investigadores Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo. Disponible en https://scholar.harvard.edu/sites/scholar.harvard.edu/files/pvillalobos/files/articles-285487_informe_final.pdf
- RedALyC. (2024). Base de datos
- Restrepo FC, “Desarrollo económico de Japón: de la génesis al llamado milagro económico”, Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, vol. XXV, núm. 1, pp. 57–73, 2017.
- Rethlefsen ML, Kirtley S, Waffenschmidt S, Ayala AP, Moher D, Page MJ, Koffel JB, (2020) PRISMA-S Group. Last updated February 27, 2020.
- RICYT. (2023). Indicadores de ciencia y tecnología. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana. <https://www.ricyt.org>
- Scielo (2024). Base de datos
- Scimago (2024). Base de datos
- Secretaría de Hacienda. (2024). Datos del Presupuesto General de Gastos de la Nación 2020-2024. Recuperado de <https://datos.hacienda.gov.py>
- Secretaría Nacional para el Turismo del Paraguay (SENATUR). (n.d.). Recuperado de <https://senatur.gov.py>
- Sociedad Paraguaya para la Medicina Interna (SPMI). (n.d.). Recuperado de <https://www.spmi.org.py/>
- Times Higher Education. (2024). Ranking de Universidades.
- UNESCO. (n.d.). Relevamiento de la investigación y la innovación en la República del Paraguay. Recuperado de <https://www.unesco.org/es/articles/relevamiento-de-la-investigacion-y-la-innovacion-en-la-republica-del-paraguay>
- World Bank. (2024). World Bank Open Data. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/>
- WIPO. (2024). Agrifood. Patent Landscape Report Series. Geneva: WIPO. DOI: 10.34667/tind.49840
- Zalduendo, “El desarrollo económico de Japón”, Boletín de Lecturas Sociales y Económicas, vol. 2, pp. 17–28, 1995.