

# **PENCTI 2026: Marco conceptual y definición de desafíos**

**SENCI / U+I / UNE-CTI**

***Setiembre 2026***

# Tabla de contenidos

|                                                                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabla de contenidos.....</b>                                                                                               | <b>2</b>  |
| <b>1. Introducción.....</b>                                                                                                   | <b>6</b>  |
| <b>1.1. Marco Introdutorio, Metodología y Desafíos Nacionales.....</b>                                                        | <b>6</b>  |
| <b>1.2. Proceso Metodológico y Participación Colaborativa.....</b>                                                            | <b>7</b>  |
| <b>1.3. Los 6 Desafíos Nacionales y su Relevancia Estratégica.....</b>                                                        | <b>8</b>  |
| Desafío 1.3.1. Salud humana: prevención, terapia y bienestar (10 desafíos CTI).....                                           | 8         |
| Desafío 1.3.2. Ambiente y desarrollo sostenible (7 desafíos CTI).....                                                         | 9         |
| Desafío 1.3.3. Trabajo y producción: crecimiento y desarrollo (7 desafíos CTI).....                                           | 9         |
| Desafío 1.3.4. Educación inclusiva para la sociedad del conocimiento (11 desafíos CTI).....                                   | 10        |
| Desafío 1.3.5. Seguridad ciudadana e integral (10 desafíos CTI).....                                                          | 10        |
| Desafío 1.3.6. Desigualdad social, de género y territorial (10 desafíos CTI).....                                             | 11        |
| 1.4. Estructura de los Documentos Operativos del Plan.....                                                                    | 11        |
| <b>2. Fichas de desafíos de CTI.....</b>                                                                                      | <b>12</b> |
| <b>2.1. Desafío Nacional: Salud Humana: prevención, terapia y bienestar.....</b>                                              | <b>12</b> |
| Desafío 2.1.1. Prevenir y controlar integralmente las enfermedades no transmisibles.....                                      | 12        |
| Desafío 2.1.2. Abordar integralmente el bienestar poblacional, con foco en la salud mental.....                               | 13        |
| Desafío 2.1.3. Optimizar la atención y el bienestar en las etapas gestacional, neonatal, pediátrica y de la adolescencia..... | 13        |
| Desafío 2.1.4. Reducir las inequidades sociales en salud a lo largo del curso de vida.....                                    | 14        |
| Desafío 2.1.5. Consolidar el enfoque de Una Salud frente al cambio climático y el deterioro ambiental.....                    | 15        |
| Desafío 2.1.6. Fortalecer el sistema sociosanitario ante el envejecimiento poblacional.....                                   | 16        |
| Desafío 2.1.7. Fortalecer la soberanía tecnológica en terapias, diagnóstico y datos en salud.....                             | 16        |
| Desafío 2.1.8. Consolidar modelos de atención basados en la Atención Primaria de Salud.....                                   | 17        |
| Desafío 2.1.9. Mitigar el avance de la resistencia a los antiinfecciosos.....                                                 | 18        |
| Desafío 2.1.10. Optimizar la relación equipo-paciente, la adherencia terapéutica y las conductas en salud.....                | 19        |
| <b>2.2. Desafío Nacional: Ambiente y desarrollo sostenible.....</b>                                                           | <b>20</b> |
| Desafío 2.2.1. Transición hacia sistemas agroalimentarios sostenibles, resilientes e intensivos en conocimiento.....          | 20        |
| Desafío 2.2.2. Impulsar la circularidad y la bioeconomía sostenible.....                                                      | 21        |
| Desafío 2.2.3. Fortalecer la seguridad hídrica y la gestión sostenible del agua en clave de cuenca.....                       | 22        |

|                                                                                                                                                                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Desafío 2.2.4. Transición energética e impulso a la descarbonización del país.....                                                                                                                                         | 23        |
| Desafío 2.2.5. Conservación y recuperación de la biodiversidad y los ecosistemas naturales.....                                                                                                                            | 24        |
| Desafío 2.2.6. Generar conocimiento y capacidades para la resiliencia climática.....                                                                                                                                       | 25        |
| Desafío 2.2.7. Gestión integral, conservación y ordenamiento del espacio marino-costero.....                                                                                                                               | 26        |
| <b>2.3. Desafío Nacional: Trabajo y producción: crecimiento y desarrollo.....</b>                                                                                                                                          | <b>27</b> |
| Desafío 2.3.1. Transformación productiva basada en conocimiento y sostenibilidad.....                                                                                                                                      | 27        |
| Desafío 2.3.2. Repensar la logística y la infraestructura hacia un desarrollo productivo inteligente.....                                                                                                                  | 28        |
| Desafío 2.3.3. Avanzar hacia la seguridad hídrica mediante una gestión sostenible del agua para la producción.....                                                                                                         | 29        |
| Desafío 2.3.4. Impulso del desarrollo territorial basado en conocimiento e innovación.....                                                                                                                                 | 30        |
| Desafío 2.3.5. Promover una adaptación anticipada a las transformaciones productivas y del mundo del trabajo.....                                                                                                          | 31        |
| Desafío 2.3.6. Potenciar el desarrollo productivo en torno a la transición energética.....                                                                                                                                 | 32        |
| Desafío 2.3.7. Aprovechamiento sostenible de recursos naturales.....                                                                                                                                                       | 33        |
| <b>2.4. Desafío Nacional: Educación inclusiva para la sociedad del conocimiento.....</b>                                                                                                                                   | <b>34</b> |
| Desafío 2.4.1. Comprender cómo se aprende y se enseña en las aulas uruguayas para reducir la brecha entre la investigación y la práctica.....                                                                              | 34        |
| Desafío 2.4.2. Reducir las brechas de aprendizaje y asegurar la calidad con equidad a través de la evaluación de los modelos de formación y desarrollo profesional docente.....                                            | 35        |
| Desafío 2.4.3. Identificar cómo inciden la tecnología y la inteligencia artificial en la enseñanza y los aprendizajes para una integración tecnológica equitativa y un uso propositivo.....                                | 35        |
| Desafío 2.4.4. Comprender la incidencia de los dispositivos digitales y las redes sociales en el aprendizaje, la sociabilidad y convivencia en la infancia y la adolescencia.....                                          | 36        |
| Desafío 2.4.5. Establecer qué sostiene e interrumpe las trayectorias educativas y uso estratégico de datos para la evaluación de intervenciones...                                                                         | 37        |
| Desafío 2.4.6. Medir la eficacia de los dispositivos de detección y acompañamiento en salud mental, bienestar y convivencia en los centros educativos, para sostener el aprendizaje y las trayectorias.....                | 38        |
| Desafío 2.4.7. Mapear y evaluar qué efectos tienen los dispositivos vigentes sobre las trayectorias de las poblaciones con necesidades específicas, para una educación inclusiva en el marco de políticas universales..... | 39        |
| Desafío 2.4.8. Anticipar qué competencias y habilidades requiere el sector productivo y establecer qué modalidades formativas y formas de articulación                                                                     |           |

|                                                                                                                                                                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| entre educación, academia y sector productivo las desarrollan.....                                                                                                                                                           | 40        |
| Desafío 2.4.9. Reconocer y evaluar qué modalidades, formatos de certificación y dispositivos de reingreso al sistema educativo resultan efectivos, incluyendo la educación de personas adultas fuera del sistema formal..... | 41        |
| Desafío 2.4.10. Fortalecer las condiciones de ejercicio y el desarrollo de la profesión docente, generando evidencia que acompañe su evolución frente a los desafíos de la sociedad actual y futura.....                     | 41        |
| Desafío 2.4.11. Comprender las lógicas identitarias, expresiones culturales y modos de sociabilidad de adolescentes y jóvenes.....                                                                                           | 42        |
| <b>2.5. Desafío Nacional: Seguridad ciudadana e integral.....</b>                                                                                                                                                            | <b>43</b> |
| Desafío 2.5.1. Repensar el sistema penitenciario para reducir el hacinamiento, la reincidencia y resguardar los derechos humanos.....                                                                                        | 43        |
| Desafío 2.5.2. Desarticular el crimen organizado y los mercados ilegales...                                                                                                                                                  | 44        |
| Desafío 2.5.3. Prevenir y reducir las violencias y los delitos comunes.....                                                                                                                                                  | 45        |
| Desafío 2.5.4. Prevenir el inicio y la continuidad de las trayectorias delictivas                                                                                                                                            | 46        |
| Desafío 2.5.5. Protección frente al ciberdelito y fortalecimiento de la ciberseguridad.....                                                                                                                                  | 47        |
| Desafío 2.5.6. Prevenir y reducir las violencias basadas en género y contra niñas, niños y adolescentes.....                                                                                                                 | 48        |
| Desafío 2.5.7. Elevar la eficacia, eficiencia y legitimidad del sistema de justicia penal.....                                                                                                                               | 49        |
| Desafío 2.5.8. Fortalecer el control de armas de fuego y municiones.....                                                                                                                                                     | 50        |
| Desafío 2.5.9. Construir una acción ciudadana informada frente al delito y las políticas de seguridad pública.....                                                                                                           | 51        |
| Desafío 2.5.10. Articular la seguridad privada y comunitaria con la seguridad pública.....                                                                                                                                   | 52        |
| <b>2.6. Desafío Nacional: Desigualdad social, de género y territorial.....</b>                                                                                                                                               | <b>53</b> |
| Desafío 2.6.1. Superar la desigualdad de género: trascender barreras, impulsar la corresponsabilidad y transformar trayectorias.....                                                                                         | 53        |
| Desafío 2.6.2. Transformar el sistema de ciencia, tecnología e innovación desde la equidad de género.....                                                                                                                    | 54        |
| Desafío 2.6.3. Atacar la desigualdad económica y la reproducción intergeneracional de la pobreza.....                                                                                                                        | 54        |
| Desafío 2.6.4. Equilibrar el territorio: potenciar y distribuir las capacidades de ciencia, tecnología e innovación.....                                                                                                     | 55        |
| Desafío 2.6.5. Gestionar el impacto de las transformaciones tecnológicas sobre la desigualdad en el empleo.....                                                                                                              | 55        |
| Desafío 2.6.6. Promover la autonomía y gestionar la dependencia frente al envejecimiento poblacional.....                                                                                                                    | 56        |
| Desafío 2.6.7. Erradicar las desigualdades étnico-raciales y migratorias desde el reconocimiento de la diversidad cultural.....                                                                                              | 57        |
| Desafío 2.6.8. Superar las barreras y desigualdades asociadas a la discapacidad.....                                                                                                                                         | 57        |

|                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Desafío 2.6.9. Intervenir en los procesos de exclusión social severa.....                                     | 58        |
| Desafío 2.6.10. Transformar el territorio: acciones contra la segregación territorial e inequidad urbana..... | 58        |
| <b>3. Factores Habilitantes.....</b>                                                                          | <b>59</b> |
| <b>3.1. Desafío Nacional: Salud Humana: prevención, terapia y bienestar.....</b>                              | <b>59</b> |
| FH 3.1.1 Traslación del conocimiento biomédico a la salud de la población.....                                | 59        |
| FH 3.1.2 Articulación del sistema nacional de CTI en salud.....                                               | 60        |
| FH 3.1.3 Formación de recursos humanos para la investigación en salud.....                                    | 60        |
| FH 3.1.4 Modernización del marco regulatorio y ético de la investigación clínica...                           | 60        |
| FH 3.1.5 Gobernanza e interoperabilidad de los datos de salud.....                                            | 60        |
| <b>3.2. Desafío Nacional: Ambiente y desarrollo sostenible.....</b>                                           | <b>60</b> |
| FH 3.2.1 Gobernanza ambiental basada en evidencia y normativa actualizada.....                                | 60        |
| FH 3.2.2 Capacidades científico-técnicas y formación de recursos humanos para el ambiente.....                | 60        |
| FH 3.2.3 Monitoreo ambiental, inteligencia territorial y alertas tempranas.....                               | 61        |
| <b>3.3. Desafío Nacional: Trabajo y producción: crecimiento y desarrollo.....</b>                             | <b>61</b> |
| FH 3.3.1 Articulación entre CTI y sector productivo.....                                                      | 61        |
| FH 3.3.2 Gobernanza, coordinación y alineación estratégica.....                                               | 61        |
| FH 3.3.3 Priorización estratégica y capacidades de prospectiva.....                                           | 61        |
| FH 3.3.4 Financiamiento e inversión en I+D+i.....                                                             | 61        |
| FH 3.3.5 Promover el talento y la movilidad para la innovación.....                                           | 61        |
| FH 3.3.6 Fortalecer los sistemas de información para la toma de decisiones.....                               | 61        |
| FH 3.3.7 Garantizar un entorno regulatorio favorable a la innovación y la experimentación.....                | 62        |
| <b>3.4. Desafío Nacional: Educación inclusiva para la sociedad del conocimiento...</b>                        | <b>62</b> |
| FH 3.4.1 Gobernanza de la interfaz ciencia-política educativa.....                                            | 62        |
| FH 3.4.2 Infraestructura de datos educativos integrada e interoperable.....                                   | 62        |
| FH 3.4.3 Marcos normativos para la incorporación de tecnología y el reconocimiento de aprendizajes.....       | 62        |
| FH 3.4.4 Articulación entre el sistema educativo, la academia y el sector productivo.                         | 62        |
| FH 3.4.5 Instrumentos para el pilotaje y la evaluación de innovaciones educativas...                          | 62        |
| <b>3.5. Desafío Nacional: Seguridad ciudadana e integral.....</b>                                             | <b>63</b> |
| FH 3.5.1 Generación de evidencia y capacidades analíticas para la toma de decisiones en seguridad.....        | 63        |
| FH 3.5.2 Gobernanza democrática de la innovación y las tecnologías de vigilancia...                           | 63        |
| FH 3.5.3 Articulación entre las áreas de educación y seguridad para la prevención...                          | 63        |
| <b>3.6. Desafío Nacional: Desigualdad social, de género y territorial.....</b>                                | <b>63</b> |
| FH 3.6.1 Apropiación social del conocimiento científico-tecnológico.....                                      | 63        |
| FH 3.6.2 Articulación entre necesidades sociales y capacidades nacionales en I+D+i.....                       | 63        |

# 1. Introducción

## 1.1. Marco Introductorio, Metodología y Desafíos Nacionales

El Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI) es el instrumento de planificación estratégica rector, encargado de definir y articular la política pública nacional en la materia. Su propósito central es orientar y movilizar las capacidades del sistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI) hacia la comprensión, prevención y resolución de los grandes problemas y oportunidades del desarrollo sostenible del país.

El diseño del Plan se estructura en tres fases consecutivas e interdependientes:

- **Fase 1:** Identificación y priorización de los Desafíos en CTI.
- **Fase 2:** Relevamiento y análisis exhaustivo de las capacidades científicas, tecnológicas y organizacionales disponibles en el ecosistema nacional e internacional para responder a los desafíos.
- **Fase 3:** Formulación de recomendaciones, instrumentos y lineamientos estratégicos que orienten la asignación eficiente y continuada de recursos públicos hacia el fortalecimiento de capacidades y la resolución efectiva de las prioridades identificadas.

A los efectos conceptuales y metodológicos de este proceso, se establecieron tres definiciones clave:

- **Desafío Nacional:** Situación o problemática compleja y estructural que incide directamente sobre el desarrollo sostenible del país y el bienestar integral de la población.
- **Desafío en Ciencia, Tecnología e Innovación (Desafío CTI):** Dimensión delimitada, priorizada y accionable de un Desafío Nacional cuya naturaleza y escala permiten un abordaje sistemático y efectivo a través de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i).
- **Factores Habilitantes:** Condiciones institucionales, normativas, de gobernanza, infraestructura y apropiación social del conocimiento indispensables para articular de forma sinérgica las demandas sociales y productivas con las capacidades de I+D+i. Su abordaje continuo constituye

un requisito indispensable para dar respuestas sostenibles y de largo plazo.

## **1.2. Proceso Metodológico y Participación Colaborativa**

La Fase 1 comenzó con una consulta técnica inicial a más de 70 expertos mediante formularios estructurados para relevar, fundamentar y priorizar desafíos en sus respectivas áreas de conocimiento, complementada con la revisión crítica de insumos técnicos oficiales y marcos normativos vigentes.

Posteriormente, el proceso convergió en los Espacios Técnicos de Co-creación (ETC), conformados por tres ciclos de talleres desarrollados entre julio y septiembre de 2026. En estas instancias participaron especialistas, investigadores y gestores de referencia pertenecientes a la Universidad de la República (UdelaR), el Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (CONICYT), la Academia Nacional de Ciencias del Uruguay (ANCIU) e Investiga Uy, entre otras instituciones académicas y técnicas de primer nivel.

El proceso participativo avanzó de forma incremental y reflexiva a lo largo de los tres ciclos:

- **Taller 1:** Partió de una base exploratoria de 49 desafíos preliminares.
- **Taller 2:** Amplió y reformuló la agenda temática hasta alcanzar 71 desafíos a partir de la deliberación técnica.
- **Taller 3:** Consolidó y sintetizó el marco final en 55 Desafíos en CTI.

En conjunto, las instancias presenciales y virtuales involucraron a más de 80 especialistas, recabaron 2.646 aportes y alcanzaron un consenso metodológico global del 89,6 % sobre la formulación y priorización de la agenda.

Tras la culminación del trabajo técnico en los ETC, el proceso continúa su despliegue bajo una lógica de alternancia entre etapas técnicas, participativas y gubernamentales. Para finalizar la Fase 1, la propuesta consolidada se eleva en primera instancia a la validación del Consejo Estratégico Ministerial de Innovación (CEM) y avanza luego hacia los Espacios Amplios de Co-creación (EAC). Esta etapa ampliará la convocatoria a un vasto conjunto de actores económicos, productivos, sociales e institucionales de todo el país, con el fin de poner a

consideración los resultados obtenidos, sumar nuevas perspectivas y validar social e institucionalmente las prioridades estratégicas del Plan, sentando bases sólidas para las Fases 2 y 3.

### **1.3. Los 6 Desafíos Nacionales y su Relevancia Estratégica**

Los 55 desafíos específicos en CTI se articulan en torno a 6 grandes Desafíos Nacionales, los cuales reflejan encrucijadas estructurales de Uruguay compartidas con la región latinoamericana:

#### **Desafío 1.3.1. Salud humana: prevención, terapia y bienestar (10 desafíos CTI)**

**Para Uruguay:** El país presenta una de las transiciones demográficas y epidemiológicas más avanzadas del continente, caracterizada por una alta prevalencia de enfermedades no transmisibles (cardiovasculares, oncológicas y metabólicas), problemáticas críticas de salud mental y tasas alarmantes de suicidio, junto con una creciente demanda de cuidados ante el envejecimiento poblacional. Responder a esta realidad exige orientar la investigación clínica, traslacional y social hacia modelos de prevención comunitaria, reducir las inequidades territoriales de acceso y construir soberanía tecnológica y de datos clínicos frente a los elevados costos de las terapias y diagnósticos de última generación.

**Para América Latina:** El fortalecimiento de los modelos basados en la Atención Primaria de Salud, la consolidación del enfoque transversal de Una Salud (intersección entre salud humana, animal y ambiental) y la mitigación de la resistencia antimicrobiana resultan urgencias compartidas. La región enfrenta una vulnerabilidad estructural común ante patógenos emergentes, una marcada fragmentación institucional de los sistemas sanitarios y una fuerte dependencia externa en biotecnología y fármacos de alto costo, lo que convierte a la cooperación regional en I+D+i en un pilar esencial para la resiliencia y la equidad en salud.

### **Desafío 1.3.2. Ambiente y desarrollo sostenible (7 desafíos CTI)**

**Para Uruguay:** La seguridad hídrica, la conservación ecosistémica y la estabilidad climática son condiciones indispensables para sostener la viabilidad social y productiva. Eventos extremos recientes evidenciaron la necesidad inaplazable de consolidar una gestión integrada de cuencas hidrográficas que resuelva las tensiones entre el suministro de agua potable, el riego productivo y el caudal ecológico. Asimismo, la protección de pastizales naturales, monte nativo, humedales y zonas costeras demanda conocimiento científico propio y métricas de capital natural ajustadas a las particularidades biofísicas del país.

**Para América Latina:** Poseedora de una biodiversidad estratégica global pero altamente susceptible al cambio climático, la región requiere acelerar su transición hacia la bioeconomía circular y la descarbonización de sus matrices productivas, energéticas y de transporte. Desarrollar capacidades científicas autóctonas para cuantificar balances de carbono, restaurar ecosistemas degradados e implementar soluciones basadas en la naturaleza permitirá a los países latinoamericanos liderar los foros ambientales internacionales y defender soberanamente sus activos naturales.

### **Desafío 1.3.3. Trabajo y producción: crecimiento y desarrollo (7 desafíos CTI)**

**Para Uruguay:** El modelo productivo enfrenta la necesidad imperiosa de superar la dependencia de exportaciones primarias de escaso procesamiento para elevar el crecimiento potencial y la productividad media. La transformación productiva exige incorporar intensivamente biotecnología, digitalización, logística inteligente e infraestructura resiliente, agregando valor ambiental certificable a la producción y cerrando las profundas asimetrías de innovación y empleo calificado entre el área metropolitana y los departamentos del interior.

**Para América Latina:** La región padece un rezago crónico de productividad estructural, elevados niveles de informalidad laboral y una débil vinculación entre la investigación académica y la empresa. En un escenario signado por la automatización y la inteligencia artificial, resulta imprescindible desarrollar capacidades de prospectiva tecnológica, formación técnica continua e innovación

abierta para evitar que América Latina permanezca como mera compradora pasiva de tecnología y logre insertarse en cadenas de valor de alta complejidad.

#### **Desafío 1.3.4. Educación inclusiva para la sociedad del conocimiento (11 desafíos CTI)**

**Para Uruguay:** La educación es el soporte estructural de la cohesión ciudadana y de la participación en la economía del conocimiento. El país afronta brechas críticas en la culminación de la educación media, rezagos en competencias fundamentales (lectura, matemática y pensamiento científico) y la necesidad de orientar pedagógicamente y éticamente la incorporación de la inteligencia artificial y las tecnologías digitales en las aulas. Generar evidencia rigurosa sobre cómo se aprende y cómo se enseña en el contexto uruguayo es indispensable para transformar la formación docente y asegurar trayectorias educativas continuas.

**Para América Latina:** La persistencia de profundas brechas de calidad educativa consolida la reproducción intergeneracional de las desigualdades y limita la formación del talento especializado necesario para el desarrollo científico. La articulación entre la investigación pedagógica, las ciencias cognitivas y las políticas públicas universales es urgente para modernizar las metodologías didácticas y garantizar que la digitalización no ensanche las asimetrías socioeconómicas existentes entre los estudiantes de la región.

#### **Desafío 1.3.5. Seguridad ciudadana e integral (10 desafíos CTI)**

**Para Uruguay:** La convivencia pacífica y el orden público se encuentran amenazados por la sofisticación del crimen organizado, el tráfico ilícito de armas y una grave crisis carcelaria marcada por el hacinamiento y la alta reincidencia, factores que comprometen los derechos humanos e impiden la rehabilitación efectiva. Superar este escenario exige trascender abordajes meramente reactivos o punitivos, incorporando herramientas de inteligencia financiera, ciencia de datos, criminología basada en evidencia y evaluación de intervenciones preventivas tempranas.

**Para América Latina:** Siendo una de las regiones con mayores tasas de violencia y homicidios a nivel global, desarticular las redes transnacionales de narcotráfico y

contrabando y fortalecer la integridad de las instituciones policiales y judiciales constituye un desafío de primer orden. La ciencia y la tecnología ofrecen metodologías decisivas para mapear mercados ilícitos, proteger a la infancia y adolescencia de dinámicas violentas y garantizar la transparencia del sistema de justicia penal en toda la región.

### **Desafío 1.3.6. Desigualdad social, de género y territorial (10 desafíos CTI)**

**Para Uruguay:** A pesar de indicadores comparativamente favorables en bienestar social, el país mantiene núcleos persistentes de pobreza infantil concentrada, segregación residencial urbana y marcadas disparidades por razones de género, ascendencia étnico-racial y discapacidad. El conocimiento y la innovación deben orientarse decididamente a desmantelar la transmisión intergeneracional de la vulnerabilidad, fortalecer los sistemas integrados de cuidados y garantizar la plena participación económica y científica de las mujeres y minorías.

**Para América Latina:** Reconocida como la región más desigual del planeta, la fragmentación social y territorial margina sistemáticamente a amplios sectores rurales y periurbanos. Impulsar una distribución territorialmente equitativa de las capacidades científicas y tecnológicas es indispensable para descentralizar las oportunidades productivas, promover la justicia distributiva y edificar un modelo de desarrollo verdaderamente inclusivo y cohesionado.

## **1.4. Estructura de los Documentos Operativos del Plan**

En concordancia con esta arquitectura estratégica, este capítulo prosigue de la siguiente manera:

- **Listado de Desafíos de CTI:** Catálogo estructurado y codificado que presenta los 55 desafíos de I+D+i agrupados según su correspondiente Desafío Nacional.
- **Fichas de los Desafíos:** Hojas de ruta operativas individuales que detallan, para cada uno de los 55 desafíos, el planteamiento del problema a nivel nacional, su delimitación conceptual y las contribuciones prioritarias de I+D+i requeridas para su abordaje y solución.

## 2. Fichas de desafíos de CTI

### 2.1. Desafío Nacional: Salud Humana: prevención, terapia y bienestar

#### ***Desafío 2.1.1. Prevenir y controlar integralmente las enfermedades no transmisibles***

El desafío consiste en reducir la carga de las enfermedades no transmisibles (ENT) mediante un enfoque preventivo, equitativo y de salud colectiva. Para ello, se requiere generar evidencia e innovaciones interdisciplinarias a través de la investigación integral sobre factores de riesgo poblacionales, como el sedentarismo, la alimentación no saludable, el estrés, y el consumo de tabaco, alcohol y otras sustancias. Esto busca mitigar su impacto en las primeras causas de morbilidad y mortalidad en la sociedad, incluyendo las afecciones cardiovasculares y el cáncer. Asimismo, enfatiza la evaluación de la efectividad de las guías, medidas e intervenciones de vigilancia en salud a lo largo de todo el proceso de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Realizar investigación científica clínica y traslacional en diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de ENT.
- Investigar y evaluar intervenciones aplicadas para la adopción de estilos de vida saludables, la prevención de factores de riesgo y el autocuidado en enfermedades no transmisibles.
- Generar epidemiología descriptiva y diagnósticos de situación.
- Investigar sobre determinantes sociales, ambientales y conductuales de la salud.
- Aplicar inteligencia artificial y ciencia de datos para el monitoreo en tiempo real, la identificación temprana de riesgos y la analítica predictiva.
- Evaluar la efectividad de guías, políticas de prevención, promoción y vigilancia en salud.
- Implementar tecnologías digitales e innovación en salud para la prevención, el autocuidado y el fortalecimiento del primer nivel de atención.

### ***Desafío 2.1.2. Abordar integralmente el bienestar poblacional, con foco en la salud mental***

El desafío consiste en generar evidencia e innovaciones integrales para promover el bienestar poblacional, así como para prevenir y atender los trastornos de salud mental desde una perspectiva no exclusivamente patológica. Abarca la investigación preclínica, clínica, traslacional y social sobre factores de riesgo y factores protectores, incorporando distintos abordajes multidimensionales (como los biológicos, contextuales, comunitarios, educativos y de estilos de vida), para comprender y responder a las particularidades socioculturales del contexto uruguayo. Asimismo, abarca la evaluación de la efectividad de tratamientos e intervenciones para la atención integral de la salud mental, con especial énfasis en la prevención del suicidio.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Realizar investigación preclínica, clínica, traslacional y epidemiológica sobre determinantes, factores de riesgo y factores protectores de la salud mental.
- Desarrollar investigación interdisciplinaria sobre factores protectores comunitarios y contextuales (enfoques sociológicos, educativos, nutricionales y de estilos de vida).
- Profundizar estudios enfocados en poblaciones prioritarias y de alta vulnerabilidad, con énfasis en niños, adolescentes y adultos mayores.
- Diseñar, adaptar y evaluar la efectividad de estrategias e intervenciones para la prevención del suicidio en el contexto local.
- Investigar sobre modelos de atención comunitaria y validar la eficacia de herramientas remotas adaptadas a la realidad nacional.
- Aplicar inteligencia artificial y ciencia de datos para la identificación temprana de síntomas y alertas de riesgo en salud mental general.
- Evaluar la efectividad y adaptabilidad de tratamientos farmacológicos y psicoterapéuticos en la estructura sociocultural nacional.
- Investigar el impacto de la promoción de hábitos y prácticas saludables, incluyendo alimentación saludable, actividad física, y ejercicios grupales, sobre la salud mental y el bienestar poblacional.

### ***Desafío 2.1.3. Optimizar la atención y el bienestar en las etapas gestacional, neonatal, pediátrica y de la adolescencia***

El desafío consiste en optimizar la atención, la prevención y la calidad de vida en las etapas gestacional, neonatal, pediátrica y de la adolescencia, promoviendo soluciones e innovaciones sanitarias adaptadas a sus necesidades específicas y a los diversos contextos socioeconómicos del país. Implica abordar esta

problemática mediante la investigación clínica, traslacional e interdisciplinaria, y la generación de evidencia técnica y científica, que permita optimizar las estrategias de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación en estas etapas clave del desarrollo.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Realizar investigación clínica y traslacional enfocada en la salud gestacional, neonatal, pediátrica y de la adolescencia.
- Diseñar, validar y adaptar nacionalmente instrumentos de evaluación del neurodesarrollo.
- Desarrollar estudios sociológicos sobre patrones adaptativos socioculturales e impacto en el bienestar.
- Investigar en farmacología clínica pediátrica y neonatal, incluyendo formulaciones adaptadas, esquemas terapéuticos y dosificación específica.
- Investigar en vacunología e inmunizaciones, evaluando el impacto de los esquemas de vacunación con evidencia local.
- Evaluar estrategias e intervenciones precoces para el abordaje de patologías prevalentes y condiciones del desarrollo en etapas tempranas.
- Desarrollar estudios interdisciplinarios de la influencia del contexto sociocultural y ambiental en la salud y el desarrollo biológico gestacional, neonatal, pediátrico y de la adolescencia.

***Desafío 2.1.4. Reducir las inequidades sociales en salud a lo largo del curso de vida***

El desafío consiste en identificar, comprender y reducir las barreras estructurales de acceso y las inequidades en los resultados de salud y la atención sanitaria a lo largo de todo el curso de vida, especialmente para las poblaciones en situación de mayor vulnerabilidad o exclusión estructural. Demanda la investigación interdisciplinaria sobre las comunidades que quedan al margen del sistema sanitario, analizando los determinantes sociales, territoriales, económicos, de género y étnico-raciales que generan brechas en los resultados de salud, con el fin de fundamentar estrategias e intervenciones inclusivas.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar la influencia de los determinantes sociales, de género, territoriales y étnico-raciales sobre las brechas de salud a lo largo de las distintas etapas del curso de vida, incluyendo la adultez activa.
- Realizar estudios sobre desigualdades territoriales y brechas de acceso geográfico a la atención de salud.
- Identificar y caracterizar poblaciones vulnerables y grupos que quedan al

margen del sistema de salud.

- Investigar y evaluar la efectividad de estrategias e intervenciones orientadas a garantizar la equidad en la atención sanitaria.
- Implementar sistemas de ciencia de datos, sistemas de información geográfica y analítica avanzada para el monitoreo de inequidades poblacionales.
- Incorporar las diferencias por sexo en la investigación clínica y farmacológica, garantizando una adecuada representación de las mujeres, y el análisis de resultados desagregados por sexo para la dosificación, la respuesta a tratamientos y las necesidades específicas en las distintas etapas de la vida.

### ***Desafío 2.1.5. Consolidar el enfoque de Una Salud frente al cambio climático y el deterioro ambiental***

El desafío consiste en prevenir y mitigar los impactos del cambio climático y el deterioro ambiental en la salud humana, animal y vegetal, fortaleciendo la resiliencia nacional y reduciendo las vulnerabilidades sanitarias de la población. Abarca la generación de conocimiento e innovaciones interdisciplinarias sobre la dinámica de patógenos, el monitoreo y remediación del deterioro de los ecosistemas, y la respuesta frente a eventos ambientales extremos. Asimismo, abarca el análisis de las inequidades socioeconómicas y territoriales en la vulnerabilidad sanitaria y en el acceso a la información ambiental para fundamentar estrategias integradas de adaptación.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Realizar vigilancia epidemiológica y genómica, e investigación integrada sobre la dinámica de patógenos en seres humanos, animales y plantas.
- Desarrollar modelización predictiva y analítica de datos para anticipar brotes zoonóticos, enfermedades emergentes y efectos del cambio climático.
- Investigar el estado de los recursos naturales (agua, efluentes, suelo y calidad del aire) y su relación con la incidencia de patologías, desarrollando herramientas y aplicaciones de alerta temprana.
- Investigar el impacto de las alteraciones climáticas sobre la fisiología, la salud humana y las enfermedades no transmisibles, incluyendo patologías cardiovasculares, respiratorias y dermatológicas afectadas por variaciones ambientales.
- Desarrollar observatorios ambientales y sistemas de información que guíen las estrategias de adaptación en salud.

### ***Desafío 2.1.6. Fortalecer el sistema sociosanitario ante el envejecimiento poblacional***

El desafío consiste en evaluar, diseñar y adaptar las respuestas del sistema sociosanitario frente a las dinámicas del envejecimiento poblacional y la dependencia funcional, promoviendo un envejecimiento saludable y garantizando la calidad de los cuidados de larga duración. Esto demanda la generación de evidencia científica y metodológica que permita realizar un diagnóstico de situación sobre la preparación real del sistema de salud y de cuidados. Asimismo, abarca la investigación sobre pautas de fiscalización y modelos de atención en establecimientos de larga estadía, así como la evaluación de modelos de cuidado integral sostenidos en redes comunitarias, apoyos intergeneracionales y entornos domiciliarios.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Realizar un diagnóstico de situación y evaluar la capacidad de respuesta del sistema sociosanitario frente a las demandas del envejecimiento poblacional.
- Investigar sobre envejecimiento saludable y activo, con énfasis en la prevención, el abordaje de la soledad no deseada y la promoción de la salud comunitaria.
- Evaluar modelos de cuidados de larga duración, incluyendo pautas de calidad e inspección para centros de larga estadía, centros de día y redes de apoyo sociosanitario.
- Desarrollar tecnologías de apoyo, teleasistencia, telerehabilitación e ingeniería biomédica para promover la autonomía y la capacidad funcional, incorporando el análisis de los aspectos éticos, legales y de privacidad vinculados a su uso.
- Estudiar los patrones de medicalización, polifarmacia y sobremedicación en personas mayores, analizando la adecuación terapéutica y el impacto de la fragmentación asistencial en la prescripción de fármacos.
- Desarrollar estudios de sostenibilidad técnica, económica y social de los sistemas de cuidados y previsión.

### ***Desafío 2.1.7. Fortalecer la soberanía tecnológica en terapias, diagnóstico y datos en salud***

El desafío consiste en reducir la dependencia tecnológica externa del sistema de salud, garantizando el acceso oportuno y equitativo a soluciones terapéuticas y diagnósticas de alto valor. Para ello, se requiere fortalecer la capacidad soberana en la investigación, desarrollo y producción nacional de terapias, herramientas diagnósticas, medicina de precisión y ciencia de datos, impulsando la capacidad científica local en articulación con la cooperación e integración internacional.

Asimismo, abarca la evaluación de tecnologías sanitarias basada en evidencia de costo-efectividad y resultados clínicos para guiar la incorporación rigurosa de innovaciones.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Realizar investigación en medicina de precisión y desarrollo de estrategias terapéuticas innovadoras.
- Desarrollar y validar a nivel nacional herramientas y técnicas diagnósticas, así como modelos preclínicos para la evaluación de agentes terapéuticos.
- Investigar en ciencias ómicas y tecnologías adaptadas a las características biológicas y epidemiológicas de la población nacional.
- Implementar modelos predictivos y algoritmos de inteligencia artificial aplicados a la información clínica para la identificación temprana, el pronóstico y la optimización de la respuesta a tratamientos.
- Realizar investigación y evaluación de tecnologías sanitarias, midiendo costo-efectividad, seguridad y evidencia proveniente de estudios de vida real para guiar la incorporación de innovaciones al sistema de salud.
- Fomentar la investigación en red, el diseño de ensayos clínicos y la transferencia biotecnológica internacional para el co-desarrollo, escalamiento y licenciamiento de tecnologías en salud, abordando las barreras éticas y regulatorias asociadas.
- Promover el desarrollo, la regulación y la sostenibilidad de biobancos, bancos celulares y repositorios de datos de imágenes médicas como infraestructura científica habilitante para la I+D+i.

***Desafío 2.1.8. Consolidar modelos de atención basados en la Atención Primaria de Salud***

El desafío consiste en consolidar modelos de atención basados en la Atención Primaria de Salud (APS) que fortalezcan el acceso, la continuidad y la integralidad del cuidado en todo el sistema sociosanitario. Para ello, se requiere generar evidencia e innovaciones orientadas a evaluar las respuestas asistenciales y superar la concepción de la APS como un mero primer nivel operativo, mediante la investigación de estrategias de participación comunitaria y la optimización de la coordinación asistencial. Asimismo, abarca la evaluación de sistemas de información e interoperabilidad adaptados al contexto nacional que resuelvan la fragmentación del registro clínico y aseguren el flujo continuo de información entre los distintos niveles asistenciales.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Evaluar modelos de atención primaria, analizando su impacto en la integralidad del cuidado, el acceso, la continuidad asistencial y la

reducción de la fragmentación del sistema sociosanitario.

- Investigar sobre estrategias de participación comunitaria y promoción de la salud orientadas al primer nivel de atención.
- Desarrollar estudios e intervenciones para la integración de sistemas de información clínica, orientados a resolver la fragmentación del registro entre los distintos niveles asistenciales (ambulatorio, emergencia e internación).
- Desarrollar y evaluar herramientas de telesalud y atención remota, diseñadas específicamente para fortalecer el seguimiento continuo de las personas en la comunidad desde el primer nivel de atención.
- Realizar investigación operacional en servicios de salud para la optimización de los flujos de atención y la coordinación efectiva entre la atención primaria y la atención especializada.

### ***Desafío 2.1.9. Mitigar el avance de la resistencia a los antiinfecciosos***

El desafío consiste en mitigar el avance de la resistencia a los antiinfecciosos y preservar la efectividad de los tratamientos frente a la selección de patógenos multirresistentes en la población. Para ello, se requiere generar evidencia e innovaciones científicas enfocadas en la investigación de los mecanismos biológicos de resistencia, la búsqueda de nuevas alternativas terapéuticas y el desarrollo de herramientas diagnósticas rápidas y descentralizadas (Point-of-Care) para el primer nivel de atención. Asimismo, comprende el estudio de las dinámicas epidemiológicas, sociales y conductuales que determinan el uso de fármacos antiinfecciosos, fundamentando estrategias de educación y concientización para promover su uso responsable.

#### **Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:**

- Realizar investigación en mecanismos biológicos de selección y propagación de mutaciones resistentes en patógenos prioritarios.
- Desarrollar y evaluar nuevas alternativas terapéuticas, principios activos y estrategias que reduzcan la emergencia y la propagación de resistencia a los antiinfecciosos.
- Desarrollar y validar herramientas de diagnóstico rápido y descentralizado en el punto de atención (Point-of-Care) para guiar la prescripción precisa de antiinfecciosos.
- Desarrollar estudios epidemiológicos y de vigilancia integrada (humana, animal y ambiental) sobre la circulación y persistencia ambiental de patógenos y genes de resistencia bajo el enfoque de Una Salud.
- Investigar desde las ciencias del comportamiento y de la educación para comprender y modificar los patrones socioculturales de uso y automedicación de antiinfecciosos en la población.

**Desafío 2.1.10. Optimizar la relación equipo-paciente, la adherencia terapéutica y las conductas en salud**

El desafío consiste en comprender y transformar la relación entre las personas, las familias, las comunidades y los equipos de salud para optimizar los resultados sanitarios, promover hábitos saludables y garantizar la humanización de la atención. Para ello, se requiere la investigación interdisciplinaria que integre la psicología médica, las ciencias sociales, la comunicación en salud y disciplinas clínicas no médicas, con el fin de generar evidencia sobre los determinantes de la adherencia a las indicaciones terapéuticas y la alfabetización en salud. Asimismo, prioriza el abordaje centrado en las personas a través de la medicina familiar y comunitaria, la interacción con los entornos familiares y la articulación entre el sistema sanitario y las redes sociales.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Profundizar la investigación interdisciplinaria sobre adherencia terapéutica en tratamientos farmacológicos y no farmacológicos (incluyendo fisioterapia, oncología y terapia del dolor), integrando equipos de psicología médica, psiquiatría, química farmacéutica y disciplinas afines.
- Investigar y evaluar estrategias sostenibles de alfabetización en salud, identificando intervenciones efectivas a largo plazo que mejoren la comprensión, el acceso y el uso de la información sanitaria en personas, familias y comunidades.
- Desarrollar estudios sobre la relación entre el equipo de salud, la persona, la familia y la comunidad, fortaleciendo el rol de la medicina familiar y comunitaria como nexo con el entorno social y evaluando intervenciones en conductas de prevención desde el núcleo familiar.
- Evaluar la efectividad e impacto de la prescripción social y la integración comunitaria en los planes de cuidado e intervenciones en salud, especialmente en afecciones de salud mental, abordaje del dolor y atención a personas mayores.
- Sistematizar y evaluar modelos de humanización de la atención y comunicación en salud, analizando las dinámicas de interacción entre los equipos de salud y los usuarios para optimizar la toma de decisiones compartida y la calidad asistencial.

## **2.2. Desafío Nacional: Ambiente y desarrollo sostenible**

### ***Desafío 2.2.1. Transición hacia sistemas agroalimentarios sostenibles, resilientes e intensivos en conocimiento***

Uruguay ha consolidado una producción agropecuaria de alta relevancia, sustentada en procesos de intensificación productiva. Sostener su desempeño a largo plazo exige abordar las presiones sobre suelos, agua y biodiversidad, el uso de insumos y nutrientes, la generación de efluentes y residuos, y los riesgos sanitarios asociados a plagas y enfermedades animales y vegetales que afectan la productividad y la resiliencia. Si bien el país cuenta con instrumentos y marcos nacionales, se requiere generar la evidencia técnica y las métricas necesarias para respaldar la transición hacia modelos sostenibles en todo el territorio.

El desafío consiste en avanzar hacia sistemas agroalimentarios sostenibles y resilientes, capaces de sostener su productividad, diversificar su oferta y reducir los impactos ambientales. Asimismo, busca garantizar la inocuidad, calidad nutricional, conservación y acceso a alimentos saludables mediante el fortalecimiento de circuitos de producción locales. Implica la investigación en sanidad y desarrollo de nuevos alimentos, así como la creación de mecanismos efectivos de co-innovación tecnológica para asegurar la adopción de estas soluciones en la diversidad de sistemas y territorios del país.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Co-diseñar, co-desarrollar y validar sistemas productivos sostenibles (agroecología, salud y regeneración de suelos, manejo de efluentes, bioinsumos, control biológico y aprovechamiento en cascada de biomasa) adaptados a la diversidad de escalas, regiones y sectores, evaluando sus impactos ambientales sobre la biodiversidad y los ecosistemas.
- Adoptar, implementar y transferir tecnologías de precisión, sensoramiento y conservación de alimentos para optimizar el uso de agua, nutrientes e insumos químicos en finca, y prevenir y reducir pérdidas y desperdicios de alimentos en línea con la estrategia nacional.
- Desarrollar nuevos alimentos, ingredientes y envases sostenibles con atributos de valor agregado, calidad nutricional, inocuidad, menor huella ambiental o de carbono y diferenciación para los mercados.
- Crear e integrar indicadores, métricas, metodologías y sistemas de monitoreo nacionales que incorporen tecnologías e inteligencia artificial para automatizar la medición del desempeño e impactos ambientales (incluyendo la presencia, acumulación, bioacumulación y dispersión de contaminantes y plaguicidas) y respaldar certificaciones basadas en evidencia.
- Establecer la línea base de partida y relevar datos e información existente sobre los sistemas agroalimentarios y agroecológicos del país para

alimentar modelos predictivos y productivos sobre transiciones agrícolas.

- Fortalecer los sistemas de vigilancia, detección temprana y respuesta sanitaria frente a plagas y enfermedades en producción animal y vegetal, en articulación con las autoridades sanitarias competentes y bajo el enfoque de Una Salud.

### ***Desafío 2.2.2. Impulsar la circularidad y la bioeconomía sostenible***

Los sistemas productivos y urbanos generan externalidades ambientales y un aprovechamiento de materiales, biomasa, nutrientes y subproductos que continúa siendo limitado, generando impactos ambientales, riesgos de contaminación y pérdida de valor económico en las cadenas productivas. Si bien Uruguay ha avanzado en el diseño de estrategias nacionales, persiste la necesidad de soporte científico-tecnológico para transformar esas metas normativas en soluciones viables a escala nacional.

El desafío consiste en avanzar hacia sistemas productivos agroalimentarios e industriales, así como entornos urbanos, que reduzcan el uso de recursos externos no renovables, prevengan la generación de residuos, prolonguen la vida útil de materiales y aprovechen subproductos industriales, agrícolas y biológicos. Esto demanda la generación de conocimiento científico, ecodiseño y soluciones tecnológicas para la valorización de materiales, así como herramientas de co-innovación, articulación e incentivos que faciliten la simbiosis industrial y territorial.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Desarrollar metodologías y tecnologías de control para garantizar la calidad e inocuidad de productos, materiales e insumos derivados de procesos circulares y de bioeconomía, previniendo riesgos sobre las personas, la biodiversidad y los ecosistemas.
- Diseñar procesos, productos y servicios circulares bajo criterios de ecodiseño (incorporando la colina de valor), extensión de vida útil, servitización, uso compartido, reutilización y reducción en el uso de insumos.
- Desarrollar y escalar tecnologías de valorización de biomasa, subproductos y corrientes de materiales industriales, agroalimentarios y residuos urbanos o domiciliarios (incluyendo aguas residuales y la recuperación de nutrientes), evaluando el compromiso entre la extracción de biomasa y la salud de los suelos.
- Evaluar el desempeño, durabilidad, calidad, inocuidad y seguridad de materiales secundarios, insumos reciclados y reciclaje de alta calidad a escala nacional para sustituir materias primas vírgenes.
- Implementar herramientas digitales de trazabilidad, logística e información integrada (sistemas de registro de subproductos) que faciliten la localización de residuos y promuevan la simbiosis industrial y territorial.

- Realizar análisis de ciclo de vida (ACV) y evaluaciones multicriterio (costo-beneficio, huellas, impactos sociales y sanitarios) para determinar el desempeño ambiental, económico, técnico y social de las soluciones circulares antes de su escalamiento territorial o industrial.

### ***Desafío 2.2.3. Fortalecer la seguridad hídrica y la gestión sostenible del agua en clave de cuenca***

La disponibilidad y calidad del agua enfrentan presiones crecientes asociadas a la variabilidad del régimen hídrico (sequías e inundaciones), la contaminación por nutrientes, contaminantes emergentes e inorgánicos, y la competencia por el recurso entre el abastecimiento humano, las actividades productivas e industriales, y las demandas ecológicas de las distintas cuencas. A esto se añaden los requerimientos de seguridad hídrica en las ciudades, especialmente en potabilización, saneamiento y tratamiento de efluentes. Sobre la base de los instrumentos existentes, el sistema requiere unificar y articular las bases de datos y modelos nacionales disponibles, profundizar el conocimiento de acuíferos, la analítica de contaminantes y la modelización predictiva, equilibrando la generación de diagnóstico y monitoreo con el desarrollo activo de soluciones de prevención, producción más limpia, mitigación y restauración ecológica de las cuencas.

El desafío consiste en asegurar agua en cantidad y calidad adecuadas para el abastecimiento humano, la producción, la industria y la conservación de los ecosistemas, resolviendo los conflictos entre usos en cada cuenca y reconociendo el funcionamiento ecosistémico como base de la seguridad hídrica. Implica integrar las bases de datos existentes, desarrollar capacidad de monitoreo participativo, modelización y alerta temprana de aguas superficiales, subterráneas, sedimentos y suelos, definir el caudal ecológico, generar metodologías nacionales de huella hídrica y aplicar soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación y rehabilitación de sistemas acuáticos en entornos rurales y urbano-industriales.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar y determinar el caudal ecológico conforme a la normativa vigente, e integrar parámetros y factores locales de huella hídrica e instrumentos de modelización para fundamentar las decisiones en la gestión integrada de cuencas.
- Desarrollar capacidades de detección, cuantificación y monitoreo de contaminantes emergentes y prioritarios (nutrientes, plaguicidas, fármacos, micro y nanoplásticos, e inorgánicos como el arsénico), así como de agentes biológicos y cianotoxinas.
- Integrar, unificar y articular las bases de datos, modelos y líneas de base existentes a nivel nacional para la caracterización integral de la dinámica y disponibilidad de aguas superficiales, subterráneas, acuíferos, sedimentos

y suelos.

- Implementar sistemas integrados de monitoreo continuo y alerta temprana combinando sensórica *in situ*, teledetección, analítica predictiva y mecanismos de monitoreo participativo y ciencia ciudadana para incorporar el conocimiento territorial de las comunidades.
- Desarrollar y evaluar tecnologías de prevención, producción más limpia y uso eficiente del agua, diferenciando entre la contaminación puntual (urbana e industrial) y la contaminación difusa (rural), incluyendo el manejo de efluentes, áreas buffer, reducción de insumos y tecnologías de mitigación en finca.
- Diseñar, co-diseñar, implementar y evaluar estrategias de restauración ecológica, remediación y soluciones basadas en la naturaleza para recuperar la calidad del agua, biodiversidad acuática y el funcionamiento integral de los ecosistemas y sistemas acuáticos deteriorados.

#### ***Desafío 2.2.4. Transición energética e impulso a la descarbonización del país***

Aunque Uruguay ha logrado un avance significativo en la incorporación de fuentes renovables en la generación eléctrica, persiste una dependencia relevante de combustibles fósiles en el transporte, la industria, el sector agropecuario y la edificación, planteando además requerimientos de almacenamiento, estabilidad, flexibilidad y gestión del sistema.

El desafío consiste en profundizar las transformaciones del sistema energético e impulsar la descarbonización del país, extendiendo el uso de soluciones sostenibles al transporte, la industria, la producción agropecuaria (incluyendo la sustitución de insumos y maquinaria dependientes de combustibles fósiles) y la edificación, aumentando la eficiencia y reduciendo emisiones. Para ello, se requiere la I+D+i en almacenamiento, vectores de bajas emisiones, digitalización de redes y soluciones de descarbonización, promoviendo al mismo tiempo la creación de proveedores y servicios nacionales con capacidad de inserción en cadenas de valor y la evaluación de impacto en la competitividad sectorial.

##### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar, diseñar, desarrollar y evaluar opciones tecnológicas de mitigación de emisiones y descarbonización, analizando su costo-efectividad, la adaptación al perfil productivo nacional y las exigencias de mercados internacionales.
- Investigar e implementar materiales, tecnologías y soluciones de eficiencia energética y descarbonización para la edificación, la movilidad, el sector agropecuario y los procesos industriales.
- Desarrollar e integrar tecnologías de almacenamiento y gestión digital para otorgar flexibilidad, estabilidad y resiliencia a la red eléctrica.
- Evaluar técnica y ambientalmente nuevas fuentes y vectores energéticos

de bajas emisiones para procesos industriales, el sector agropecuario y el transporte pesado.

- Transferir conocimiento y fortalecer a proveedores tecnológicos nacionales para el pilotaje, escalamiento, co-innovación y exportación de servicios energéticos y soluciones circulares o bajas en carbono.

### ***Desafío 2.2.5. Conservación y recuperación de la biodiversidad y los ecosistemas naturales***

La transformación y creciente intensidad en los usos del territorio (actividades productivas, infraestructura, urbanización y turismo) generan presiones sobre la biodiversidad, los suelos y los ecosistemas del país (incluyendo pastizales naturales, monte nativo, humedales y sistemas acuáticos), provocando pérdida y fragmentación de hábitats, proliferación de especies exóticas invasoras y afectando sus funciones ecosistémicas.

El desafío consiste en conservar y recuperar la biodiversidad y la integridad de los ecosistemas naturales (terrestres, acuáticos continentales y marino-costeros), integrando su protección a las decisiones sobre los usos del territorio y reconociendo la conservación como un objetivo en sí mismo, sin sesgos utilitarios. Esto demanda el desarrollo de conocimiento sobre el estado de los ecosistemas, la evaluación de impactos, la prevención y control de invasiones biológicas, y el desarrollo de métricas e indicadores adaptados a las características específicas del país para respaldar esquemas de valoración e incentivos a la conectividad ecológica y configuraciones productivas sostenibles.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Caracterizar el estado y funcionamiento de la biodiversidad y los ecosistemas naturales (con énfasis en pastizales naturales, monte nativo, humedales y ecosistemas acuáticos), la salud del suelo y sus funciones ecosistémicas.
- Investigar y evaluar herramientas de conectividad ecológica, como corredores biológicos y estrategias de manejo adaptativo y restauración de hábitats terrestres y acuáticos.
- Generar evidencia sobre los impactos territoriales y ambientales derivados de la producción, la infraestructura, la urbanización y el turismo.
- Desarrollar y adaptar métricas de capital natural e indicadores específicos a la realidad nacional, evaluando y contextualizando los estándares internacionales, para respaldar incentivos y esquemas de pago por servicios ecosistémicos.
- Investigar, diseñar y evaluar estrategias de prevención, alerta temprana, control y erradicación de especies exóticas invasoras, mitigando sus impactos sobre la biodiversidad y los ecosistemas naturales.
- Validar y transferir configuraciones productivas sostenibles compatibles con la conservación y recuperación de la biodiversidad en predios

privados y áreas comunitarias.

***Desafío 2.2.6. Generar conocimiento y capacidades para la resiliencia climática***

La creciente variabilidad climática, las temperaturas elevadas y la mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos (sequías, inundaciones, olas de calor) plantean riesgos significativos para la población, los ecosistemas, la infraestructura y los sistemas productivos. Estos impactos se manifiestan de manera desigual según la actividad y el territorio, generando vulnerabilidades específicas en ámbitos urbanos, rurales, costeros y sociales. Ante la incertidumbre sobre escenarios futuros, el país requiere profundizar la comprensión científica de los procesos climáticos actuales y desarrollar respuestas adaptativas integrales.

El desafío consiste en generar conocimiento y desarrollar capacidades científico-tecnológicas para comprender los impactos de la variabilidad y el cambio climático, reduciendo la vulnerabilidad de ecosistemas naturales, agroecosistemas, ciudades e infraestructura. Implica avanzar desde el diagnóstico y la modelización hacia la investigación, diseño, implementación y evaluación de estrategias de adaptación, mitigación y recuperación frente a eventos extremos. Asimismo, aborda la estimación de emisiones y la fijación de carbono adaptadas al perfil nacional, caracterizado por las emisiones de metano y el rol del sector agropecuario, fundamentándose en metodologías soberanas y soluciones basadas en la naturaleza.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Generar conocimiento sobre los procesos e impactos del cambio y la variabilidad climática actual, desarrollando modelos de predicción y escenarios climáticos de alta resolución espacial para orientar la planificación territorial y sectorial.
- Investigar, diseñar, desarrollar y evaluar opciones y tecnologías de mitigación y soluciones basadas en la naturaleza, alineadas con la estructura productiva nacional, la preservación de servicios ecosistémicos y la competitividad internacional.
- Evaluar vulnerabilidades y desarrollar estrategias concretas de adaptación en ciudades (islas de calor, drenaje pluvial y calidad del aire urbana y rural), infraestructura, salud humana, agroecosistemas y ecosistemas naturales, fortaleciendo su capacidad para absorber impactos y recuperarse.
- Determinar factores de emisión, parámetros y stocks de carbono propios en suelos (aprovechando modelos calibrados como línea de base), bosques y sistemas silvopastoriles para garantizar la soberanía metodológica y evaluar el balance de carbono en la producción ganadera y agrícola nacional.

- Diseñar, desarrollar y validar herramientas de apoyo a la decisión e instrumentos de gestión integrados directamente a los planes nacionales y departamentales de adaptación, gestión del riesgo y respuesta a emergencias.

### ***Desafío 2.2.7. Gestión integral, conservación y ordenamiento del espacio marino-costero***

Los sistemas costeros y marinos concentran ecosistemas de alto valor y múltiples actividades (urbanización, turismo, pesca e infraestructura) que generan presiones e interacciones complejas, agravadas por los impactos del cambio climático sobre los procesos de erosión, el ascenso del nivel del mar y la variabilidad oceanográfica. A esto se suma un conocimiento científico aún heterogéneo sobre el ámbito marino, lo que limita la toma de decisiones sobre su conservación, manejo y uso sostenible.

El desafío consiste en ampliar el conocimiento de base, conservar, restaurar y ordenar sosteniblemente los sistemas costeros y marinos, equilibrando sus funciones ecológicas, sociales y productivas. Para ello, la CTI aporta mediante la investigación oceanográfica y ecológica, el desarrollo de redes de monitoreo, el fortalecimiento de las Áreas Marinas Protegidas, y la generación de herramientas para el Manejo Costero Integrado y el ordenamiento espacial marino-costero, orientadas a la investigación, la innovación en recuperación ecosistémica y la toma de decisiones públicas y privadas.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar, diseñar y evaluar soluciones de restauración, recuperación y adaptación para dunas, humedales, bordes costeros y ecosistemas marinos frente a la erosión, impactos climáticos y presiones antrópicas.
- Desarrollar herramientas científicas, metodologías y modelos para el Manejo Costero Integrado, el ordenamiento espacial y la zonificación del territorio marino-costero.
- Profundizar la investigación de base en oceanografía, geofísica y ecología sobre frentes salinos, corrientes, lagunas costeras y dinámica dunar, considerando al cambio climático como forzante fundamental de la sostenibilidad costera.
- Desarrollar e integrar redes de observación y monitoreo continuo sobre biodiversidad, variables físico-químicas, erosión, eventos climáticos y calidad ambiental del mar.
- Generar conocimiento científico, herramientas de gestión e innovación para la creación, consolidación, monitoreo y recuperación de las Áreas Marinas Protegidas.
- Evaluar los impactos e interacciones entre la pesca, el turismo, la urbanización, la infraestructura y el cambio climático sobre la salud e integridad de los ecosistemas marinos y costeros.

- Desarrollar metodologías participativas que integren la evidencia científica con el conocimiento local de las comunidades costeras y pesqueras en la gestión y conservación del territorio.

## 2.3. Desafío Nacional: Trabajo y producción: crecimiento y desarrollo

### ***Desafío 2.3.1. Transformación productiva basada en conocimiento y sostenibilidad***

Uruguay enfrenta el desafío de transformar y diversificar su estructura productiva para generar mayor valor agregado, productividad y bienestar, aprovechando y expandiendo las capacidades científicas, tecnológicas y productivas existentes. La transformación productiva debe incorporar la sostenibilidad ambiental como una dimensión estructurante y un atributo de diferenciación competitiva, aprovechando oportunidades vinculadas a la bioeconomía, la economía circular, la descarbonización y la creciente demanda internacional de bienes y servicios sostenibles. Este proceso requiere abordajes sistémicos y transdisciplinarios que integren las dimensiones tecnológicas con factores regulatorios, sociales, de adopción e internacionalización, y que reconozcan que las dinámicas y necesidades de innovación difieren entre sectores (agro, industria manufacturera, tecnologías de la información y la comunicación, salud, innovación social, entre otros).

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación

- Investigar sobre los atributos ambientales, trazabilidad, certificación y diferenciación de productos y procesos, contribuyendo a convertir la sostenibilidad en una ventaja competitiva y facilitar el acceso a mercados de mayor valor.
- Generar y aplicar conocimiento orientado a la sofisticación de actividades existentes y al desarrollo de nuevos productos, procesos, servicios y actividades intensivas en conocimiento, contribuyendo a la creación de nuevas ventajas competitivas.
- Investigar en los distintos sectores el escalado tecnológico, la transferencia y la adopción de tecnologías, en particular MIPYMES sin capacidades propias de I+D+i.
- Investigar sobre las características, barreras y necesidades de los sectores y empresas con menores capacidades de innovación.
- Desarrollar herramientas específicas de articulación y procesos de innovación colaborativa entre empresas, universidades, institutos de investigación, centros tecnológicos y organismos públicos.

- Realizar investigación comparativa sobre las vinculaciones entre ciencia y sector productivo que funcionan y las que no en distintos sectores y cadenas, para extraer aprendizajes, herramientas y mecanismos transferibles.
- Investigar en áreas con potencial para aumentar el valor agregado y la sostenibilidad de la producción, incluyendo la bioeconomía, la economía circular, los nuevos materiales, la biotecnología y la digitalización.
- Investigar sobre el desarrollo económico y políticas productivas para identificar y abordar factores macroeconómicos, institucionales y regulatorios que puedan limitar la diversificación.
- Generar evidencia y desarrollar capacidades de análisis prospectivo que permitan identificar ámbitos en los que Uruguay pueda construir especializaciones competitivas, orientar esfuerzos de CTI y escalar soluciones hacia mercados internacionales.

### ***Desafío 2.3.2. Repensar la logística y la infraestructura hacia un desarrollo productivo inteligente***

La infraestructura y la logística son componentes esenciales de la competitividad y de la integración productiva y territorial del país. Uruguay dispone de fortalezas relevantes en algunas áreas, pero persisten restricciones y heterogeneidades en infraestructura de transporte, conectividad entre modos, información logística, planificación y gestión, particularmente fuera del área metropolitana.

El desafío consiste en aprovechar y potenciar las capacidades existentes y mejorar aquellos componentes de la infraestructura y la logística que condicionan el desarrollo productivo, mediante una planificación y gestión crecientemente apoyadas en conocimiento, datos y tecnologías.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Generar evidencia y herramientas analíticas para la planificación, localización, construcción, operación y mantenimiento de infraestructura productiva y logística.
- Desarrollar sistemas interoperables de información y herramientas de analítica, modelización y optimización que permitan mejorar la toma de decisiones y la gestión de redes y flujos logísticos, así como soluciones para la intermodalidad y la compatibilidad física de infraestructura y equipamiento entre modos de transporte, a nivel nacional y regional (por ejemplo, interfaces camión–ferrocarril).
- Desarrollar y adoptar tecnologías digitales para la automatización, trazabilidad, monitoreo y gestión inteligente del transporte, las cargas y los nodos logísticos.
- Investigar en materiales, tecnologías constructivas y soluciones adaptadas a las características geológicas, territoriales y productivas del país, considerando las diferencias geológicas entre regiones que inciden en el

deterioro temprano de infraestructuras viales, ferroviarias y portuarias.

- Desarrollar soluciones para una logística más sostenible y resiliente, incluyendo eficiencia energética y reducción de emisiones.

### ***Desafío 2.3.3. Avanzar hacia la seguridad hídrica mediante una gestión sostenible del agua para la producción***

El agua constituye un recurso estratégico para el desarrollo productivo y enfrenta crecientes presiones asociadas al cambio climático, la intensificación de las actividades económicas y la competencia entre distintos usos. Asegurar su disponibilidad y calidad es fundamental para la productividad, la resiliencia de los sistemas productivos, la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la población.

El desafío consiste en avanzar hacia una gestión integrada, eficiente y sostenible del agua que permita compatibilizar las necesidades productivas con la preservación de los ecosistemas y anticipar los efectos de la variabilidad y el cambio climático. Esto requiere fortalecer el conocimiento sobre los recursos hídricos, sus interacciones con los sistemas productivos, sociales y territoriales y los impactos de distintas alternativas de uso y gestión.

#### **Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:**

- Actualizar la base de información sobre disponibilidad, calidad y dinámica de los recursos hídricos y analizar con un enfoque de cuenca, integrado y de largo plazo, los efectos de los distintos usos del suelo y actividades productivas (incluida la contaminación y el agua devuelta al sistema tras su uso) y sus consecuencias para el uso humano y social.
- Desarrollar y adoptar tecnologías y prácticas para incrementar la eficiencia en el uso del agua, incluyendo riego y otros sistemas de gestión hídrica, considerando su viabilidad económica y financiera (costos, capacidad de adopción de los productores y mecanismos de financiamiento, crédito o subsidios).
- Desarrollar sistemas de monitoreo, modelización y alerta temprana mediante sensores, teledetección, analítica de datos y otras tecnologías, con capacidades prospectivas sobre las trayectorias y tendencias del cambio climático y sus efectos en los sectores productivos.
- Desarrollar soluciones para reducir impactos ambientales y aumentar la resiliencia de los sistemas productivos frente a sequías, inundaciones y variabilidad climática.
- Investigar de forma colaborativa entre los sistemas científico-tecnológicos, organismos públicos, productores y otros actores vinculados a la gestión del agua.

#### ***Desafío 2.3.4. Impulso del desarrollo territorial basado en conocimiento e innovación***

La generación de actividad económica y conocimiento no se traduce automáticamente en un desarrollo equilibrado de los territorios. Persisten importantes diferencias territoriales en la disponibilidad de capacidades científicas, tecnológicas, empresariales, de innovación y de talento, así como en las posibilidades de generar encadenamientos locales, empleo calificado y apropiación territorial del valor generado por las actividades productivas.

El desafío consiste en ampliar la capacidad de los territorios para participar activamente de los procesos de transformación productiva, desarrollar especializaciones vinculadas con sus capacidades y oportunidades y apropiarse de una mayor proporción del valor generado. Las brechas territoriales responden también a factores estructurales de conectividad, logística y organización territorial que dificultan atraer y retener capacidades en el interior, en estrecha relación con el Desafío 2.

##### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar los factores que dificultan la atracción y retención de talento calificado en el interior, incluidas las brechas salariales, y diseñar y evaluar incentivos para radicar investigadores, estudiantes, empresas y talento nacional e internacional en los territorios.
- Generar conocimiento sobre encadenamientos productivos y oportunidades para desarrollar proveedores, servicios especializados y nuevas actividades de mayor valor agregado en los territorios.
- Desarrollar mecanismos de transferencia, extensión y adopción tecnológica adaptados a las características de las empresas y actividades productivas de cada territorio.
- Identificar las capacidades actuales y potenciales, activos y oportunidades de especialización productiva y tecnológica en los diferentes territorios.
- Fortalecer los ecosistemas regionales de innovación y la articulación entre empresas, instituciones educativas, centros de investigación, gobiernos subnacionales y organizaciones locales.
- Fortalecer capacidades científicas y tecnológicas distribuidas territorialmente y su conexión con las necesidades y oportunidades productivas regionales, acompañando los procesos de clusterización productiva con generación de conocimiento, formación y oportunidades laborales.

### ***Desafío 2.3.5. Promover una adaptación anticipada a las transformaciones productivas y del mundo del trabajo***

La velocidad del cambio tecnológico, la digitalización, la automatización, la transición energética y ambiental, así como la aparición de nuevas actividades productivas, están transformando tanto las oportunidades de desarrollo como las capacidades y competencias requeridas por el mundo del trabajo. Uruguay enfrenta el desafío de fortalecer su capacidad permanente para anticipar estas transformaciones, identificar oportunidades y riesgos y orientar con suficiente anticipación las decisiones públicas y privadas. Esto supone articular la prospectiva productiva y tecnológica con el desarrollo y aprovechamiento de capacidades científicas, tecnológicas, empresariales y laborales, así como con las políticas de formación, empleo e innovación.

El desafío no radica únicamente en generar nuevas capacidades, sino también en identificar, conectar y movilizar las ya existentes, mejorando la articulación entre el sistema científico-tecnológico, el sistema educativo, el sector productivo y las políticas públicas. Esta capacidad de anticipación resulta especialmente relevante para acompañar los cambios en el empleo, favorecer el aprendizaje permanente y la reconversión laboral, y orientar decisiones estratégicas sobre las áreas en las que el país debe concentrar esfuerzos. En particular, la escasez de mano de obra calificada (especialmente de nivel técnico y técnico-terciario) constituye una restricción para el desarrollo y la inversión en actividades nuevas o emergentes, y su superación requiere anticipar con muchos años de antelación los perfiles que el país necesitará.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Desarrollar capacidades permanentes de prospectiva científica, tecnológica, productiva y ocupacional que permitan anticipar tecnologías emergentes, transformaciones sectoriales y cambios en la demanda de competencias.
- Generar sistemas de inteligencia estratégica y análisis de escenarios que integren información sobre capacidades nacionales, tendencias tecnológicas, oportunidades productivas y mercados internacionales.
- Aplicar ciencia de datos, analítica e inteligencia artificial para anticipar cambios en el empleo y en las competencias demandadas, y así apoyar decisiones de formación y reconversión laboral.
- Generar evidencia para orientar la formación continua, el aprendizaje permanente y la adecuación de capacidades a las transformaciones productivas y tecnológicas.
- Generar evidencia prospectiva sobre la demanda de perfiles técnicos y tecnológicos para orientar la actualización de la oferta educativa en todos sus niveles y el desarrollo de nuevas carreras y trayectorias formativas vinculadas a las transformaciones productivas.
- Mapear y conectar capacidades científicas, tecnológicas, educativas y

empresariales existentes, facilitando su movilización hacia oportunidades y prioridades estratégicas.

***Desafío 2.3.6. Potenciar el desarrollo productivo en torno a la transición energética***

La transición energética constituye simultáneamente una transformación tecnológica de los sistemas productivos y una oportunidad para desarrollar nuevas actividades económicas intensivas en conocimiento. Uruguay cuenta con capacidades acumuladas a partir de su transformación energética y con condiciones para avanzar en nuevas soluciones vinculadas a eficiencia energética, electrificación, bioenergía, combustibles sostenibles, almacenamiento, ingeniería y otras tecnologías asociadas a la descarbonización.

El desafío consiste en aprovechar estas capacidades para mejorar la eficiencia y sostenibilidad energética de la producción y, al mismo tiempo, desarrollar bienes, servicios, tecnologías y proveedores nacionales capaces de insertarse en cadenas regionales y globales de valor. El foco desde la CTI debe estar en aquellas dimensiones de la energía sobre las que el conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación pueden producir transformaciones, diferenciándose de cuestiones tarifarias, regulatorias o de gobernanza energética que requieren otros instrumentos de política.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar, desarrollar y adaptar tecnologías que permitan aumentar la eficiencia energética y reducir la intensidad energética y las emisiones de los procesos productivos.
- Desarrollar soluciones y capacidades nacionales en ámbitos emergentes asociados a la transición energética y la descarbonización.
- Impulsar proyectos de investigación aplicada, demostración, pilotaje y escalamiento de nuevas tecnologías energéticas, incluyendo plantas piloto e infraestructura que permitan probar soluciones a distintas escalas antes de su implementación comercial.
- Fortalecer las capacidades de empresas y proveedores nacionales para participar en nuevas cadenas de valor vinculadas a la transición energética.
- Generar evidencia sobre alternativas tecnológicas, costos, impactos y oportunidades productivas que permita orientar decisiones de inversión y desarrollo, incluyendo el análisis de la viabilidad económica de la transición (rentabilidad, incentivos, subsidios y otros instrumentos) y de cómo convertir una matriz mayoritariamente renovable en ventaja competitiva para el sector productivo.
- Desarrollar y promover la adopción de bioinsumos y soluciones biológicas en la producción agropecuaria que reduzcan el consumo energético y la dependencia de fertilizantes y agroquímicos de base fósil.

### ***Desafío 2.3.7. Aprovechamiento sostenible de recursos naturales***

El aprovechamiento de recursos naturales puede generar nuevas oportunidades productivas, pero también impactos económicos, sociales, territoriales y ambientales de largo plazo. Frente a actividades existentes o emergentes vinculadas, entre otras, a recursos minerales, energéticos, marinos (incluidos los de la plataforma continental), el suelo y su biodiversidad, la radiación solar, el viento y otros activos naturales, Uruguay necesita contar con conocimiento propio que permita evaluar alternativas de aprovechamiento, sus impactos y su contribución potencial a una estrategia de desarrollo sostenible.

El desafío consiste en fortalecer la base de conocimiento científico, tecnológico y socioeconómico necesaria para adoptar decisiones informadas sobre estos recursos. Ello supone evaluar diferentes modelos de aprovechamiento, tecnologías, impactos ambientales y territoriales, encadenamientos productivos y alternativas de apropiación de valor, en consistencia con los compromisos ambientales y las prioridades de desarrollo del país.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Fortalecer el conocimiento de base sobre los recursos naturales y los ecosistemas asociados, incluyendo su caracterización, disponibilidad y dinámica, en articulación con el Desafío 3 en el caso de los recursos hídricos.
- Profundizar, adaptar y aplicar las metodologías y estándares existentes (y desarrollar nuevos cuando sea necesario) para evaluar impactos ambientales, económicos, sociales y territoriales de diferentes alternativas de aprovechamiento.
- Generar evidencia comparada y análisis prospectivos sobre modelos tecnológicos y productivos y sus posibles efectos de largo plazo.
- Desarrollar, adaptar y difundir tecnologías y soluciones orientadas a minimizar impactos ambientales y aumentar la eficiencia y sostenibilidad en el uso de recursos.
- Generar conocimiento y soluciones absorbibles y adoptables por los sistemas productivos, mediante transferencia tecnológica y adaptación, para superar las barreras técnicas que dificultan avanzar hacia una producción sostenible.
- Generar información accesible y evidencia científica que contribuya a procesos públicos de deliberación y a decisiones informadas.
- Profundizar la investigación sobre la salud, calidad y complejidad de los suelos y la biodiversidad asociada, capitalizando la experiencia nacional acumulada en su gestión como aprendizaje para otros recursos naturales.
- Reservar un espacio de la agenda para investigación exploratoria sobre usos no evidentes de recursos ya conocidos.

## **2.4. Desafío Nacional: Educación inclusiva para la sociedad del conocimiento**

### ***Desafío 2.4.1. Comprender cómo se aprende y se enseña en las aulas uruguayas para reducir la brecha entre la investigación y la práctica***

Existe una brecha entre el conocimiento científico disponible sobre cómo se aprende, las innovaciones pedagógicas efectivas y las prácticas de enseñanza vigentes en el sistema educativo uruguayo. El desafío consiste en superar la brecha y el rezago en las prácticas pedagógicas, y en las condiciones del entorno educativo que limitan la efectividad de la enseñanza y afectan la disposición al aprendizaje, así como sus procesos y resultados a lo largo de la trayectoria educativa. Para comprender el fenómeno, es fundamental la investigación basada en evidencia y el uso de modelos cuasi experimentales que midan la efectividad de distintas estrategias de enseñanza, pedagogía y didáctica en el contexto uruguayo. Asimismo, se requiere el estudio de las condiciones que sostienen la disposición a aprender a lo largo y ancho de la trayectoria educativa (pedagógicas, institucionales y sociales), y de los factores que inciden en su variación en niños, niñas, adolescentes, jóvenes y personas adultas.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Realizar investigación empírica en didáctica, pedagogía, innovaciones, ciencias cognitivas y neurociencias del aprendizaje orientada a producir, discutir y validar conocimiento sobre cómo se aprende y cómo se enseña en el contexto uruguayo.
- Diseñar y evaluar estrategias e intervenciones pedagógicas, con especial atención a la lectura, la escritura y el razonamiento matemático y científico, atendiendo al aprendizaje profundo, la diversidad de perfiles de aprendizaje y contextos socioculturales.
- Estudiar sobre la efectividad de distintas estrategias de enseñanza, pedagogía y didáctica, tomando insumos a nivel internacional.
- Desarrollar y evaluar recursos y materiales didácticos basados en evidencia.

***Desafío 2.4.2. Reducir las brechas de aprendizaje y asegurar la calidad con equidad a través de la evaluación de los modelos de formación y desarrollo profesional docente***

El desafío consiste en fortalecer la formación inicial y el desarrollo profesional continuo, para que los y las docentes puedan atender la diversidad y disparidad en el aula, y lograr que la integración cotidiana de la tecnología efectivamente apoye los procesos de enseñanza y aprendizaje. Abordarlo tiene dos dimensiones. La primera es de conocimiento: se requiere sistematizar y generar evidencia sobre qué modelos y estrategias de formación inicial y de desarrollo profesional docente son más efectivos. La segunda es instrumental y formativa: busca la integración pedagógica y la evaluación de herramientas pedagógicas con soporte digital que integren y organicen los documentos curriculares vigentes de forma accesible, apoyando la planificación docente cotidiana y el desarrollo del aprendizaje.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar sobre la efectividad de distintos modelos y estrategias de formación docente inicial y desarrollo profesional docente para atender la diversidad de expectativas y necesidades de aprendizaje de las y los estudiantes, así como las disparidades que impactan en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación
- Diseñar y evaluar experimentalmente programas de formación basados en evidencia de ciencias de la educación, ciencias cognitivas y neurociencias de los aprendizajes
- Evaluar plataformas digitales de gestión curricular que faciliten la planificación docente y diseñar herramientas de apoyo para que los docentes identifiquen y acompañen perfiles de aprendizaje diversos.

***Desafío 2.4.3. Identificar cómo inciden la tecnología y la inteligencia artificial en la enseñanza y los aprendizajes para una integración tecnológica equitativa y un uso propositivo***

Uruguay tiene una destacada trayectoria pionera en inclusión digital y educativa, y, al mismo tiempo, enfrenta desafíos persistentes en la calidad y equidad de los aprendizajes, registrando brechas en alfabetización computacional, manejo de información y pensamiento computacional. A su vez, el crecimiento acelerado de herramientas de IA educativa plantea nuevos escenarios: la mayoría están desarrolladas fuera del contexto nacional, sin formación ni evaluación pedagógica local. La expansión del acceso a IA generativa tampoco está siendo

homogénea, lo que genera nuevas dimensiones de desigualdad y la agudización de brechas sociales y educativas dentro del sistema.

El desafío consiste en lograr que la incorporación de tecnología y de inteligencia artificial en la educación reduzca las brechas en lugar de ampliarlas, asegurando que las herramientas adoptadas resulten pedagógicamente adecuadas al contexto uruguayo y con foco en mejorar los aprendizajes en las alfabetizaciones fundacionales. Ello supone comprender por qué canales la IA opera efectivamente sobre la enseñanza y los aprendizajes, y contar con capacidad nacional para producirla, evaluarla, adaptarla y escalarla.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Estudiar habilidades digitales en docentes y estudiantes, y el acceso y uso de herramientas de IA generativa en la enseñanza como base empírica para políticas educativas informadas.
- Generar evidencia sobre los efectos en contextos reales mediante experimentos con diseños controlados, que permitan medir el impacto de las innovaciones tecnológicas sobre la enseñanza, los aprendizajes y la equidad con antelación a su adopción masiva.
- Realizar la evaluación pedagógica, ética y de equidad de las herramientas de IA educativa en uso en el sistema nacional, y brindar formación docente para su integración crítica en las prácticas de enseñanza y evaluación.
- Construir capacidades para el desarrollo de modelos adaptados al contexto uruguayo, reduciendo la dependencia de desarrollos externos.
- Investigar cómo las herramientas de IA generativa pueden complementar y fortalecer las capacidades humanas, así como el diseño y la evaluación de experiencias donde docentes y estudiantes colaboren en el uso crítico y la producción, discusión y validación de herramientas IA.
- Diseñar intervenciones para reducir la brecha socioeconómica y cultural en el acceso a herramientas digitales de calidad probadas y curadas.

#### ***Desafío 2.4.4. Comprender la incidencia de los dispositivos digitales y las redes sociales en el aprendizaje, la sociabilidad y convivencia en la infancia y la adolescencia***

La investigación internacional sobre los efectos del uso de dispositivos digitales y redes sociales en la infancia y la adolescencia no es concluyente, y su traslado al contexto uruguayo requiere su contextualización e integración en el marco de las políticas educativas. El desafío consiste en lograr que las decisiones sobre el uso de dispositivos en la infancia y la adolescencia se apoyen en conocimiento basado en la triangulación de evidencia sobre sus efectos en el país. Ello supone distinguir entre tipos de dispositivos y usos (celulares, tabletas y computadoras;

empleados con fines recreativos, comunicacionales o pedagógicos), y establecer cómo inciden en las competencias lectoras, en escritura y matemáticas, la motivación y la sociabilidad de niños, niñas y adolescentes uruguayos, así como qué formas de regulación resultan efectivas.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Sistematizar la investigación internacional disponible y analizar su transferibilidad al contexto uruguayo, de modo de distinguir qué preguntas ya cuentan con respuesta y cuáles requieren conocimiento contextualizado.
- Adaptar y validar instrumentos de medición que permitan diferenciar dispositivos y usos (incluyendo un análisis desagregado por género), y su incorporación a los relevamientos nacionales.
- Generar evidencia sobre las distintas formas de regulación (incluyendo la sistematización de regulación existente) tanto a nivel nacional como internacional y con foco en las alfabetizaciones sociales, emocionales y fundacionales.
- Investigar sobre la incidencia de las familias en el uso de los dispositivos digitales y las redes sociales.

***Desafío 2.4.5. Establecer qué sostiene e interrumpe las trayectorias educativas y uso estratégico de datos para la evaluación de intervenciones***

Uruguay presenta brechas de aprendizaje que afectan negativamente a las poblaciones vulnerables, así como dificultades para sostener las trayectorias educativas de todo el estudiantado a lo largo del sistema. El desafío consiste en detectar tempranamente el riesgo de desvinculación y actuar preventivamente sobre él mediante intervenciones cuya efectividad esté demostrada para los contextos de alta vulnerabilidad del país. Abordarlo requiere dos condiciones: en primer lugar, que la información sobre las trayectorias pueda seguirse a lo largo del tiempo, lo que exige interoperabilidad entre los subsistemas y calidad en los registros; en segundo lugar, que los datos existentes se conviertan en conocimiento accionable (tanto para la política educativa como para el aula) que informe la toma de decisiones para proteger las trayectorias educativas.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Fomentar el desarrollo de información de calidad y de criterios comunes de registro y medición entre subsistemas.

- Mejorar los sistemas de alerta temprana basados en datos de asistencia, desempeño y trayectoria, incorporando parámetros sobre respuestas del sistema educativo, para identificar estudiantes en riesgo de desvinculación educativa.
- Investigar sobre factores protectores y efectividad de intervenciones focalizadas en contextos de alta vulnerabilidad socioeconómica.
- Desarrollar capacidades analíticas para convertir los datos educativos existentes en conocimiento accionable sobre los procesos en el aula, trayectorias e impacto de políticas públicas.
- Crear herramientas tecnológicas para el seguimiento de aprendizajes en alfabetizaciones fundacionales (foco en lectoescritura y matemática) en tiempo real.
- Investigar sobre modelos alternativos de educación media y sistemas personalizados de acompañamiento de trayectorias en ambientes colectivos de aprendizaje.

***Desafío 2.4.6. Medir la eficacia de los dispositivos de detección y acompañamiento en salud mental, bienestar y convivencia en los centros educativos, para sostener el aprendizaje y las trayectorias***

El bienestar integral es una condición de base para aprender y sostener la trayectoria educativa, y la convivencia escolar tiene además una dimensión social más amplia: los centros educativos son uno de los primeros espacios donde se aprende a convivir con otros. El desafío consiste en que los centros educativos cuenten con dispositivos eficaces de detección y acompañamiento, en particular en salud mental, especialmente en contextos socioeconómicos vulnerables y/o donde se registran altos niveles de violencia en los centros educativos. Ello supone medir el impacto de las intervenciones en funcionamiento y establecer cuáles resultan más efectivas o si es necesario incorporar nuevos dispositivos de detección y acompañamiento.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Evaluar rigurosamente las intervenciones de promoción de la convivencia y de detección temprana en funcionamiento, y diseño y evaluación de nuevas intervenciones de detección temprana de dificultades sociales y emocionales.
- Investigar el vínculo entre bienestar integral, asistencia escolar, permanencia y aprendizajes con atención al ausentismo crónico post-pandemia.
- Desarrollar instrumentos de medición del bienestar integrados a los sistemas de información educativa y a los dispositivos de alerta temprana.

- Generar conocimiento local sobre el clima escolar y la convivencia, incluida la salud mental estudiantil y de docentes, en los centros educativos.

***Desafío 2.4.7. Mapear y evaluar qué efectos tienen los dispositivos vigentes sobre las trayectorias de las poblaciones con necesidades específicas, para una educación inclusiva en el marco de políticas universales***

El sistema educativo debe atender poblaciones con necesidades específicas que requieren enfoques y dispositivos diferenciados, como por ejemplo: personas con diversas capacidades y con dificultades específicas de aprendizaje, incluidos los trastornos del neurodesarrollo, población afrodescendiente, poblaciones migrantes, población en contextos rurales y personas con altas capacidades. El desafío consiste en que el sistema educativo atienda efectivamente a estas poblaciones y sostenga sus trayectorias educativas. Ello supone por un lado, producir los datos desagregados que permitan el análisis de estas poblaciones, consolidar la formación docente específica y apoyos dentro del aula, y por otro lado, las herramientas que cada subpoblación requiere. A su vez, establecer qué efectos tienen los dispositivos vigentes (por ejemplo, la transición hacia la inclusión plena en educación especial, las medidas de acción afirmativa de la Ley 19.122, los modelos de acogida a población migrante) sobre esas trayectorias.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Producir datos desagregados y robustos sobre acceso, permanencia, trayectorias y logros de egreso y aprendizaje de las poblaciones con necesidades específicas.
- Desarrollar y validar tecnologías de accesibilidad y herramientas tales como el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), adaptadas al contexto uruguayo.
- Investigar los efectos de la transición hacia la inclusión plena en diversos tipos de centros sobre el acceso, las trayectorias y los aprendizajes de las personas con diversas capacidades, incluidas aquellas que permanecen fuera del sistema educativo.
- Investigar barreras y facilitadores de la inclusión efectiva con enfoque interseccional, intersectorial e interinstitucional.
- Evaluar el impacto de las medidas de acción afirmativa vigentes (Ley 19.122) sobre las trayectorias de la población afrodescendiente.
- Investigar modelos de acogida educativa para población migrante.
- Investigar los factores que inciden en el acceso, los aprendizajes y la continuidad educativa en contextos rurales, así como los modelos de atención adecuados a esa realidad territorial.

- Investigar modelos de formación docente y de sistemas de apoyo continuo en aula para la atención de la diversidad.
- Desarrollar y validar instrumentos de identificación y respuesta educativa para personas con altas capacidades.

***Desafío 2.4.8. Anticipar qué competencias y habilidades requiere el sector productivo y establecer qué modalidades formativas y formas de articulación entre educación, academia y sector productivo las desarrollan***

La transformación digital del sector productivo se mueve a una velocidad que demanda actualización continua de competencias y conocimientos en tiempo real sobre qué habilidades serán requeridas. El desafío es fortalecer la articulación entre la academia, el sistema educativo y el sector productivo en cuatro frentes: la inteligencia sobre demanda ocupacional, el extensionismo hacia las MiPymes, las metodologías de formación técnica y la definición misma de qué conocimientos y competencias importa desarrollar. Ello supone entender la innovación en su dimensión tecnológica, y también social y organizacional.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Desarrollar sistemas de analítica de demanda ocupacional (presentes y futuras) basados en fuentes de alta frecuencia (vacantes en línea, registros administrativos, etc.) que permitan identificar de manera más oportuna los conocimientos y las competencias efectivamente requeridas por el sector productivo.
- Desarrollar investigación aplicada sobre modelos de extensionismo educativo e industrial que articulen conocimiento académico con las necesidades de adopción tecnológica de las MiPymes, especialmente fuera del área metropolitana.
- Diseñar y evaluar metodologías de formación técnica (aprendizaje basado en proyectos con empresas reales, modelos de alternancia entre formación y trabajo, entornos de simulación).
- Investigar sobre las dimensiones culturales, sociales, organizacionales y tecnológicas de la innovación en los procesos productivos y su vínculo con las competencias requeridas.
- Investigar sobre la efectividad comparada de competencias adaptativas frente a certificaciones específicas para la empleabilidad en contextos de transformación tecnológica acelerada.

**Desafío 2.4.9. Reconocer y evaluar qué modalidades, formatos de certificación y dispositivos de reingreso al sistema educativo resultan efectivos, incluyendo la educación de personas adultas fuera del sistema formal**

Una proporción de la población uruguaya está fuera del sistema educativo formal con un impacto fuerte en su contribución a la pobreza multidimensional. Ello supone considerar cómo aprenden las personas a lo largo y ancho de la vida, cómo se logra universalizar el egreso de la educación media, cómo se articulan los aprendizajes formales y no formales, y cómo se desarrolla la capacidad de seguir aprendiendo. Esto abarca situaciones distintas que conviene diferenciar: la formación continua de quienes ya egresaron y retoman estudios para actualizarse o perfeccionarse, y la educación no formal, con antecedentes de larga trayectoria en el país y presencia territorial extendida. El desafío consiste en que esa población cuente con modalidades, formatos de certificación y dispositivos de reingreso efectivos, y con docentes formados para esas modalidades. Ello supone establecer cuáles modalidades funcionan y qué perfiles y formación docente requieren.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Producir conocimiento sistemático sobre las trayectorias de aprendizaje fuera del sistema formal y sobre la articulación entre aprendizajes formales y no formales.
- Sistematizar y evaluar los impactos de las experiencias de educación no formal en funcionamiento en el país.
- Evaluar la efectividad de las modalidades de enseñanza, formatos de certificación y dispositivos de reingreso, especialmente dirigidos a las personas adultas que interrumpieron sus trayectorias.
- Investigar y proponer mecanismos de reconocimiento y validación de aprendizajes adquiridos fuera del sistema formal.
- Indagar y proponer modelos de formación adecuados a la educación de personas adultas y a las modalidades no formales.

**Desafío 2.4.10. Fortalecer las condiciones de ejercicio y el desarrollo de la profesión docente, generando evidencia que acompañe su evolución frente a los desafíos de la sociedad actual y futura**

El desafío consiste en fortalecer las condiciones de ejercicio de la profesión docente y su valoración social, considerando esas condiciones en sentido amplio que abarcan la salud ocupacional y las exigencias de enseñar en contextos

críticos y condiciones de trabajo relativas a sus dimensiones salariales y de carga horaria. Ello supone comprender qué factores institucionales y organizacionales determinan las condiciones de ejercicio de la profesión docente y su valoración social, y qué intervenciones resultan efectivas para incidir sobre las mismas. Requiere diseñar y poner a prueba políticas docentes integrales, que articulen condiciones de trabajo, formación docente, carrera y desarrollo profesional. A ello se suma una dimensión prospectiva: anticipar qué rol docente requiere la sociedad del futuro, qué conocimientos y competencias demanda ese rol y cómo debe transformarse en consecuencia el desarrollo profesional docente, en diálogo con la investigación comparada internacional.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Identificar los factores sociales, institucionales y organizacionales que inciden en el ingreso, la permanencia, la trayectoria laboral y la salud ocupacional docente, mediante la explotación conjunta de registros administrativos y encuestas existentes.
- Generar conocimiento aplicado a partir de experiencias piloto de políticas docentes integrales, mediante el diseño de sus evaluaciones y el análisis de sus resultados, así como el estudio de su extensión.
- Ampliar los relevamientos para captar las condiciones específicas del ejercicio docente en contextos críticos.
- Investigar de manera comparada la transformación del rol docente y sus implicancias para la formación.

***Desafío 2.4.11. Comprender las lógicas identitarias, expresiones culturales y modos de sociabilidad de adolescentes y jóvenes***

El diseño de la política educativa requiere conocimiento sistemático sobre la población a la que se dirige, y fortalecer la comprensión de las nuevas generaciones. El desafío consiste en comprender las lógicas identitarias, expresiones culturales y modos de sociabilidad en adolescentes y jóvenes en Uruguay, a partir de desarrollar estudios antropológicos y sociológicos sobre las culturas adolescentes y juveniles uruguayas actuales: cómo se configuran, su diversidad, qué prácticas y sentidos comparten, y cómo se vinculan entre sí y con las instituciones educativas.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigación antropológica y sociológica sobre las culturas adolescentes y juveniles en Uruguay, sus prácticas, formas de sociabilidad y vínculos con las instituciones educativas.

- Estudiar la heterogeneidad de estas culturas según territorio, género, condición socioeconómica, expectativas y aspiraciones.
- Generar conocimiento aplicable al diseño y la adecuación de las propuestas educativas dirigidas a esta población orientadas a fortalecer el entendimiento y la empatía intergeneracional sobre el sentido de la educación, su presente y futuro.

## 2.5. Desafío Nacional: Seguridad ciudadana e integral

### ***Desafío 2.5.1. Repensar el sistema penitenciario para reducir el hacinamiento, la reincidencia y resguardar los derechos humanos***

El sistema penitenciario enfrenta desafíos asociados al hacinamiento, las condiciones de reclusión, la violencia intracarcelaria e institucional, la corrupción y la gobernabilidad, que limitan su capacidad para favorecer la reinserción social y reducir la reincidencia. A estos desafíos se suman brechas en la cobertura, calidad y efectividad de los programas de tratamiento, rehabilitación, preparación para el egreso y apoyo pospenitenciario.

El desafío consiste en contribuir a fortalecer el sistema penitenciario mediante la generación y aplicación de conocimiento que permita comprender su funcionamiento, evaluar la efectividad de las distintas estrategias de intervención y orientar el diseño de políticas públicas para mejorar las condiciones de reclusión, fortalecer la reinserción social y reducir la reincidencia, promoviendo un sistema más eficaz, eficiente, justo y respetuoso de los derechos humanos.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar sobre las intervenciones vigentes orientadas a la reinserción social y la reducción de la reincidencia, incluyendo programas de tratamiento y rehabilitación, medidas alternativas a la privación de libertad, estrategias de justicia restaurativa y programas de preparación para el egreso, seguimiento y apoyo pospenitenciario.
- Desarrollar nuevas medidas alternativas a la privación de libertad y de estrategias de prevención de la reincidencia.
- Investigar sobre la violencia intracarcelaria e institucional y la corrupción, desarrollando metodologías que permitan dimensionar estos fenómenos, identificar sus factores asociados y analizar sus efectos sobre las condiciones de reclusión, la gobernabilidad del sistema y las posibilidades de reinserción.
- Investigar sobre las percepciones, expectativas y legitimidad social respecto de las finalidades del sistema penitenciario, incluyendo las

tensiones entre castigo y reinserción.

- Investigar sobre la dimensión juvenil del sistema penitenciario, atendiendo a sus características, finalidades, dinámicas particulares y marco específico de protección de derechos.

### ***Desafío 2.5.2. Desarticular el crimen organizado y los mercados ilegales***

El crimen organizado opera a través de diversos mercados y actividades ilegales, entre ellos el narcotráfico, el contrabando, el tráfico ilícito de armas, la trata y explotación de personas, la pesca ilegal y otras actividades con fines económicos. No obstante, no toda actividad o mercado ilegal constituye necesariamente una expresión de crimen organizado, que se caracteriza por determinados niveles de organización, coordinación, continuidad y capacidad operativa que permiten a estas redes sostener y expandir sus actividades.

El desafío consiste en enfrentar la creciente complejidad del crimen organizado y de los mercados ilegales mediante la generación y aplicación de conocimiento que permita comprender sus transformaciones, estructuras y modalidades de operación, anticipar su evolución y orientar políticas y estrategias de prevención, investigación y persecución basadas en evidencia. Esto implica desarrollar metodologías y fortalecer las capacidades de inteligencia, medición, monitoreo y análisis necesarias para identificar patrones, comprender las dinámicas territoriales y económicas de estas redes y evaluar la efectividad de las respuestas implementadas.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación

- Fortalecer las capacidades de inteligencia financiera mediante el desarrollo y la aplicación de metodologías y herramientas de análisis de datos y aprendizaje automático, que permitan detectar de manera proactiva movimientos y patrones de financiamiento sospechosos.
- Investigar sobre las formas de funcionamiento de las redes criminales y sus dinámicas, incluyendo los actores que operan en zonas grises entre la legalidad y la ilegalidad, así como las formas de corrupción, captura o cooptación institucional que amplían su capacidad operativa.
- Desarrollar metodologías, indicadores y sistemas de información para medir, monitorear y analizar el crimen organizado, los mercados ilegales y sus transformaciones, incorporando herramientas para la integración de información, el análisis histórico de casos y la identificación de patrones y tendencias.
- Investigar e implementar estrategias para el desarrollo de las capacidades estatales de detección, investigación y respuesta, mediante la identificación de fortalezas, debilidades y necesidades institucionales. Desarrollar mecanismos que permitan preservar, integrar y aprovechar la información generada en investigaciones previas.

- Analizar las dinámicas de los distintos mercados ilegales y generar evidencia sobre la efectividad de estrategias de prevención, investigación y persecución, así como sobre modelos regulatorios alternativos a la prohibición con enfoque de reducción de daños.

### ***Desafío 2.5.3. Prevenir y reducir las violencias y los delitos comunes***

Los delitos y las violencias presentan una distribución desigual entre los territorios y las poblaciones, en interacción con las características sociales, económicas, institucionales y territoriales de cada contexto. Estas desigualdades inciden tanto en la ocurrencia de los hechos como en sus consecuencias y afectan especialmente a poblaciones que resultan, al mismo tiempo, las más victimizadas y las más expuestas a procesos de criminalización.

El desafío consiste en contribuir a prevenir y reducir los delitos, así como las violencias comunes y sus efectos desiguales sobre las poblaciones y los territorios. Para ello, se requiere generar y aplicar conocimiento que permita comprender las dinámicas y los factores que los configuran en distintos contextos, así como desarrollar y evaluar estrategias de prevención e intervención adaptadas a sus características.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación

- Investigar los determinantes y las dinámicas de los delitos, así como las violencias en sus diferentes manifestaciones y ámbitos, incluidos los delitos de mayor incidencia cotidiana.
- Analizar las consecuencias, los costos de los delitos y las violencias, así como sus efectos diferenciados sobre las poblaciones y los territorios, con especial atención a los grupos más expuestos a la victimización y a procesos de criminalización.
- Desarrollar metodologías, indicadores y herramientas de observación y análisis que permitan caracterizar las distintas formas y ámbitos en que se manifiestan los delitos y las violencias, mejorar su medición y analizar su evolución en el tiempo. Esto incluye el desarrollo de instrumentos para medir fenómenos complejos de captura, como el riesgo de reincidencia o de comisión de delitos violentos.
- Fortalecer y diversificar las fuentes de información sobre delitos y violencias, complementando los registros administrativos con encuestas continuas de victimización, encuestas de autorreporte y, cuando resulte pertinente, análisis de datos provenientes de redes sociales y otras fuentes. Esto supone investigar cómo producir, relacionar y triangular datos de distintas instituciones —Ministerio del Interior, Poder Judicial y Fiscalía, entre otras—, mejorar su calidad y contrastar los registros de denuncias con encuestas de victimización para estimar la cifra del delito, atendiendo a las restricciones de acceso y protección de datos sensibles.

- Investigar los factores territoriales y contextuales asociados a las distintas dinámicas de los delitos y las violencias.
- Estudiar la evolución y transformación de las tipologías delictivas y la economía del delito, analizando la relación entre delitos tradicionales y emergentes, sus transformaciones en el tiempo y los recursos económicos que movilizan.
- Impulsar innovaciones en modelos de prevención comunitaria e interrupción de la violencia, adaptados a las características de los distintos territorios y poblaciones.
- Investigar el diseño, la activación y la resignificación del espacio público como herramienta de prevención de las violencias y el delito, incluyendo enfoques transdisciplinarios de prevención del delito mediante.
- Fortalecer las capacidades de evaluación de políticas y programas, mediante el desarrollo y aplicación de metodologías rigurosas y el uso integrado de datos.

#### ***Desafío 2.5.4. Prevenir el inicio y la continuidad de las trayectorias delictivas***

Las trayectorias delictivas se despliegan a lo largo del curso de vida y comprenden etapas de inicio, continuidad y abandono. Sobre ellas inciden distintos factores de riesgo y de protección de orden personal, familiar, social, económico e institucional, incluidas las dinámicas intergeneracionales que pueden contribuir a su reproducción. Comprender cómo interactúan estos factores y cómo varían a lo largo del curso de vida permite identificar los puntos de inflexión y las condiciones en las que es posible intervenir.

El desafío consiste en contribuir a prevenir el inicio y la continuidad de las trayectorias delictivas y a promover procesos de desistimiento, mediante la generación y aplicación de conocimiento sobre los factores de riesgo y de protección que inciden en sus distintas etapas.

##### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar sobre las trayectorias delictivas y los factores de riesgo y de protección que inciden en sus distintas etapas, bajo un enfoque de curso de vida. Esto incluye estudios de cohorte que permitan vincular determinadas trayectorias vitales con tipos específicos de delitos.
- Analizar las trayectorias de vida y los contextos sociales, económicos e institucionales que inciden en el inicio, la continuidad, la interrupción y el abandono de las trayectorias delictivas, incluyendo las dinámicas intergeneracionales asociadas a su reproducción.
- Desarrollar y validar metodologías e instrumentos para la identificación y análisis de factores de riesgo y de protección, asociados a las trayectorias delictivas y a los procesos de desistimiento.

- Investigar los puntos de inflexión de las trayectorias delictivas y sus particularidades en el contexto uruguayo —por ejemplo, el rol de los conflictos entre familias en el inicio del uso de armas y de la violencia—, y colaborar en el diseño, seguimiento y evaluación de las intervenciones.

#### ***Desafío 2.5.5. Protección frente al ciberdelito y fortalecimiento de la ciberseguridad***

La creciente digitalización de las actividades económicas, sociales, institucionales y ciudadanas ha ampliado las oportunidades para la comisión de delitos y la exposición a nuevas formas de victimización. Los dispositivos y servicios digitales operan hoy como medios para cometer delitos de distinta naturaleza —fraude, extorsión, abuso—, algunos de ellos vinculados con organizaciones criminales, de modo que el ciberdelito funciona como un facilitador transversal de la actividad delictiva. Los incidentes de ciberseguridad, en tendencia creciente, alcanzan a personas, empresas e instituciones públicas, así como a infraestructuras críticas y servicios esenciales para el funcionamiento del país.

El desafío consiste en fortalecer la protección de la ciudadanía, las organizaciones y las infraestructuras críticas frente al ciberdelito y a los incidentes de ciberseguridad, mediante la generación y aplicación de conocimiento que permita comprender las modalidades delictivas y los mecanismos humanos que las hacen posibles, anticipar los riesgos y oportunidades que introduce la inteligencia artificial y desarrollar las capacidades científicas y tecnológicas necesarias para responder a amenazas presentes y futuras.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación

- Investigar las modalidades, dinámicas y evolución del ciberdelito, incluyendo fraude, phishing, extorsión, abuso y otras formas de criminalidad digital, así como sus vínculos con organizaciones criminales, analizando sus mecanismos, impactos y efectos diferenciados sobre personas, empresas e instituciones públicas.
- Investigar los factores humanos, sociales y organizacionales que intervienen en el ciberdelito y los incidentes de ciberseguridad, incluyendo ingeniería social, sesgos cognitivos, patrones de comportamiento.
- Caracterizar a las víctimas y actores involucrados en el ciberdelito, considerando las diferencias entre personas, empresas, instituciones públicas y organizaciones criminales, así como sus distintos niveles de exposición al riesgo.
- Desarrollar metodologías y estrategias interdisciplinarias de prevención, detección y respuesta, integrando conocimientos de informática, ciberseguridad, psicología, ciencias cognitivas y ciencias sociales.
- Sistematizar el conocimiento científico y tecnológico nacional disponible

sobre ciberdelito y ciberseguridad, identificando vacíos de investigación y fortaleciendo una agenda acorde con la evolución de las amenazas.

- Desarrollar y validar bases científicas y metodologías para la identificación, preservación, análisis y utilización de evidencia digital en los procesos de investigación y persecución del ciberdelito.
- Fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas para el análisis forense digital, incorporando nuevas herramientas y metodologías que permitan responder a la evolución de las tecnologías y modalidades delictivas.
- Investigar los usos y riesgos de la inteligencia artificial en el ciberdelito y la ciberseguridad, incluyendo su utilización para aumentar la sofisticación, escala y automatización de los ataques, así como las nuevas modalidades delictivas que puedan surgir de su evolución.
- Investigar las vulnerabilidades de los sistemas y modelos de inteligencia artificial, incluyendo las formas en que pueden ser manipulados o utilizados de manera maliciosa, con especial atención a su incorporación en la administración pública y en servicios críticos.
- Desarrollar aplicaciones de inteligencia artificial para la prevención, detección, análisis e investigación del ciberdelito y de incidentes de ciberseguridad, así como mecanismos de privacidad, seguridad y explicabilidad que permitan comprender y mitigar sus vulnerabilidades.
- Desarrollar capacidades científicas y tecnológicas para la protección de infraestructuras críticas y servicios digitales, incluyendo los sectores financiero, energético, sanitario, de telecomunicaciones y de servicios públicos.
- Investigar y desarrollar soluciones para la protección de la identidad digital y la privacidad, incorporando principios de privacidad desde el diseño y considerando la evolución de mecanismos como las billeteras digitales y los circuitos de transacciones financieras, comerciales y ciudadanas.
- Desarrollar capacidades nacionales en criptografía, computación cuántica y seguridad de la información, incluyendo la transición hacia esquemas de criptografía poscuántica.
- Investigar sobre el riesgo asociado al uso de información actualmente cifrada que pueda ser descifrada en el futuro.

#### ***Desafío 2.5.6. Prevenir y reducir las violencias basadas en género y contra niñas, niños y adolescentes***

Las violencias basadas en género y las violencias contra niñas, niños y adolescentes (NNA) constituyen fenómenos de alta relevancia social, asociados a desigualdades y relaciones de poder, que presentan dinámicas, factores de riesgo y consecuencias diferenciadas. Si bien pueden superponerse en determinadas situaciones, se trata de fenómenos que requieren ser comprendidos en sus especificidades. Comprenden, entre otras manifestaciones, la violencia doméstica y sexual, la violencia femicida, la violencia económica y

vicaria, la explotación, la trata, el abuso y distintas formas de violencia que pueden producirse en ámbitos familiares, educativos, comunitarios y digitales.

El desafío consiste en contribuir a prevenir y reducir las violencias basadas en género y contra niñas, niños y adolescentes y a mejorar la atención de las personas afectadas, mediante la generación y aplicación de conocimiento sobre estos fenómenos y sobre la efectividad de las respuestas institucionales.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Fortalecer y perfeccionar los sistemas de seguimiento de las políticas y programas vinculados a las violencias basadas en género y contra niñas, niños y adolescentes, en sus distintos ámbitos de intervención, aprovechando y mejorando las capacidades y dispositivos existentes.
- Evaluar la eficacia de las intervenciones, incluyendo programas dirigidos a agresores con enfoques informados en trauma, programas de empoderamiento económico con componentes de diálogo de género.
- Investigar sobre los valores, normas y patrones socioculturales que producen y reproducen estas violencias, así como su evolución, incluyendo el modo en que los discursos de odio y las formas extremas de machismo inciden en ellas y se articulan con otras problemáticas sociales y de salud mental.
- Investigar los determinantes y factores de riesgo asociados tanto a la victimización como a la perpetración de estas violencias, incluidos factores vinculados a la salud mental y al consumo de alcohol y otras sustancias.
- Investigar cómo se reproducen los sesgos de género en las instituciones y cómo afectan la atención, la investigación y la aplicación de la justicia en los distintos niveles de respuesta institucional.

#### ***Desafío 2.5.7. Elevar la eficacia, eficiencia y legitimidad del sistema de justicia penal***

El sistema de justicia penal está integrado por instituciones que interactúan entre sí —policía, fiscalía, judicatura, defensa, servicios periciales y sistema penitenciario—, cuyas prácticas y decisiones constituyen un campo de investigación de alto valor y aún incipiente. Uruguay cuenta con antecedentes en distintos organismos y con la experiencia acumulada de la reforma procesal penal, que ofrece la posibilidad de estudiar un sistema en transformación.

El desafío consiste en mejorar la eficacia, eficiencia y legitimidad del sistema de justicia penal, a partir de una mejor comprensión del funcionamiento de sus distintos componentes, del recorrido de los casos y de los puntos donde se concentran los principales márgenes de mejora, así como de los resultados de las distintas modalidades de respuesta al delito.

### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar las prácticas y dinámicas cotidianas de los distintos actores del sistema penal, incluyendo policía, fiscalía, judicatura, defensa y peritos, así como su incidencia en la coordinación entre organismos y en las formas de intervención.
- Investigar las identidades profesionales e institucionales de los distintos actores del sistema penal y su incidencia en las prácticas y en la coordinación entre organismos.
- Investigar la implementación del Código del Proceso Penal, incluyendo los efectos de la reforma, la evolución del sistema acusatorio y las dinámicas entre jueces, fiscales y demás instituciones
- Investigar la evolución y trayectoria de los casos a lo largo del sistema, identificando cuellos de botella y puntos de apalancamiento.
- Investigación sobre el acceso a la justicia y los sesgos y desigualdades que lo condicionan según nivel socioeconómico, género, origen étnico-racial y otras variables.
- Investigar sobre integridad institucional, comprendiendo la corrupción —incluidas las redes de corrupción y las modalidades de captura institucional que involucran a actores del sistema— y la violencia institucional.
- Investigar sobre la legitimidad social de la administración del sistema penal y sobre la opinión ciudadana respecto de su desempeño, en articulación con el Desafío 9, que aborda la reacción ciudadana en términos generales.
- Investigar la eficacia e impactos de los dispositivos de justicia restaurativa y terapéutica, así como el papel de la reparación como respuesta complementaria o alternativa a la pena.
- Investigar el sistema de justicia penal juvenil como ámbito específico, atendiendo a su carácter diferenciado y a la escasa evidencia acumulada, con foco en el proceso y la respuesta judicial; la ejecución de la medida y la reinserción se abordan en el Desafío 1.
- Analizar la dimensión económica y temporal del sistema, incluyendo los costos y tiempos de cada etapa del proceso penal y la transparencia y rendición de cuentas sobre el uso de los recursos públicos destinados a la respuesta al delito.

### ***Desafío 2.5.8. Fortalecer el control de armas de fuego y municiones***

El conocimiento sobre la magnitud y la dinámica del mercado de armas y municiones en Uruguay —incluyendo la oferta, la demanda y el desvío hacia el uso ilegal— es aún limitado, pese a su relevancia para comprender la violencia letal y armada y orientar las políticas públicas de prevención y control. El desafío consiste en contribuir a un control más efectivo de las armas de fuego y

municiones, así como a la reducción de la violencia letal y armada asociada a su disponibilidad. Es necesario generar y aplicar conocimiento sobre la magnitud y la dinámica del mercado de armas y municiones, así como desarrollar capacidades tecnológicas que permitan procesar la evidencia balística, con la escala y oportunidad que requieren las necesidades del país.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar sobre el control y el uso ilegal de armas y municiones, comprendiendo la oferta, la demanda y el desvío hacia el mercado ilegal, y su incidencia en la violencia letal y armada.
- Desarrollar y evaluar tecnologías para el análisis balístico, considerando su costo, precisión, capacidad de procesamiento y potencial para reducir los tiempos de respuesta y atender los casos pendientes.
- Investigar y evaluar tecnologías para la detección de armas de fuego, incluyendo detección acústica de disparos, videovigilancia con inteligencia artificial y procesamiento algorítmico de imágenes.

***Desafío 2.5.9. Construir una acción ciudadana informada frente al delito y las políticas de seguridad pública***

La reacción ciudadana frente al delito constituye un objeto de investigación de alto valor y aún poco explorado en el país. Desarrollar mediciones públicas sistemáticas de la inseguridad subjetiva y estudiar sus determinantes permitiría establecer en qué medida la demanda ciudadana de seguridad se corresponde con la incidencia delictiva y qué otros factores intervienen en su formación, una relación que constituye en sí misma una pregunta de investigación y no un dato establecido. El desafío consiste en comprender la reacción ciudadana frente al delito y frente a las políticas de seguridad pública: sus determinantes, sus dimensiones cognitivas, emocionales y comportamentales, los procesos sociales y comunicacionales que la moldean y los criterios de legitimidad con que la ciudadanía evalúa a las instituciones.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación

- Investigar sobre la inseguridad subjetiva y sus determinantes, incluyendo sus componentes cognitivos, emocionales y comportamentales —así como la explotación de sesgos cognitivos en el marco del delito, en articulación con el Desafío 5—, y desarrollo de mediciones públicas sistemáticas.
- Investigar sobre la legitimidad y credibilidad de las instituciones de seguridad y justicia y de la información pública, y sobre los criterios con que la ciudadanía evalúa su desempeño.
- Investigar sobre el rol de los medios de comunicación, las redes sociales y

las nuevas formas de comunicación en la formación de la percepción de inseguridad y en la amplificación de determinados casos.

- Analizar los discursos públicos y políticos sobre la criminalidad y de los procesos de estigmatización asociados.
- Investigar sobre las formas de reacción social frente al delito: punitivismo, vigilantismo, linchamientos —incluidos los digitales—, pánico moral, movimientos de víctimas y activismos.

### ***Desafío 2.5.10. Articular la seguridad privada y comunitaria con la seguridad pública***

La seguridad privada ha adquirido una presencia significativa y coexiste con diversas capacidades de vigilancia comunitaria organizadas en los barrios. Resulta relevante precisar la distinción entre la seguridad privada (servicios formales y regulados) y la seguridad comunitaria (de carácter heterogéneo e informal, que abarca desde redes vecinales de alerta o contratación local de vigilantes hasta prácticas de cuidadores/serenos). Estos actores no integran formalmente el sistema de justicia penal, pero intervienen de hecho en la producción de seguridad. Dimensionar el sector privado y caracterizar las capacidades comunitarias, atendiendo a sus distintas formas de organización y funcionamiento, constituye el punto de partida para comprender su papel efectivo. El desafío consiste en contribuir a que la seguridad privada y comunitaria esté adecuadamente regulada y articulada con la seguridad pública, con criterios democráticos y responsables, generando evidencia sobre su funcionamiento, sus efectos y los resultados de las distintas formas de regulación y articulación.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Dimensionar el sector de la seguridad privada, mediante el desarrollo de indicadores y fuentes sobre el número de empresas y personal habilitado, su distribución territorial y su evolución, desarrollando metodologías específicas e independientes para caracterizar las capacidades y dinámicas de la seguridad comunitaria.
- Investigar los actores institucionales de la seguridad privada y las capacidades de vigilancia comunitaria, su desarrollo, formas de organización, funcionamiento y los recursos que movilizan.
- Analizar los efectos de la expansión de la seguridad privada y comunitaria sobre la distribución territorial y social de la protección. Así como los usos del espacio público y la relación entre la ciudadanía y las instituciones, incluyendo las desigualdades de acceso, las prácticas discriminatorias y las formas de vigilantismo.
- Investigar los factores que explican la demanda de seguridad privada y comunitaria que aborda la reacción ciudadana frente al delito y las respuestas sociales que de ella se derivan.

- Evaluar los marcos regulatorios y los mecanismos de fiscalización, habilitación y formación vigentes, generando evidencia sobre las condiciones de acceso, uso de la información y la protección de datos.
- Investigar y evaluar modelos de articulación entre la seguridad privada, la seguridad comunitaria y la seguridad pública, considerando las condiciones de su funcionamiento y los aspectos vinculados con la regulación, la rendición de cuentas, la protección de datos y la responsabilidad de los distintos actores.

## 2.6. Desafío Nacional: Desigualdad social, de género y territorial

### ***Desafío 2.6.1. Superar la desigualdad de género: trascender barreras, impulsar la corresponsabilidad y transformar trayectorias***

En la actualidad persisten desigualdades en las trayectorias educativas y laborales de las mujeres, expresadas en segregación entre campos y ocupaciones; brechas múltiples (de ingreso, reconocimiento, acceso a posiciones jerárquicas y recursos); fenómenos arraigados en barreras culturales, sesgos institucionales y una desigual distribución del trabajo remunerado y de cuidados. El desafío radica en abordar integralmente estas dinámicas, a partir de comprender en profundidad tal persistencia, desarrollando metodologías y modelos de innovación institucional, e impulsando soluciones sociales y tecnológicas para una corresponsabilidad efectiva de los cuidados.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar las causas/determinantes de las diferentes brechas de género en las áreas en las que haya vacíos de información.
- Estudiar el impacto de las normas culturales y los estereotipos de género implícitos en la sociedad uruguaya.
- Desarrollar tecnologías e innovaciones que contribuyan a las tareas de cuidado y favorezcan la corresponsabilidad.
- Analizar interseccionalmente las desigualdades de género y el estudio de las masculinidades.
- Investigar sobre la violencia de género como problema nacional y su dimensión histórica y cultural.

### ***Desafío 2.6.2. Transformar el sistema de ciencia, tecnología e innovación desde la equidad de género***

El sistema científico-tecnológico reproduce brechas de género en el acceso, la permanencia y la promoción de las trayectorias de investigación. Tales desigualdades son particularmente relevantes en la participación y el desarrollo de las mujeres en las disciplinas STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas). El desafío consiste en transformar el sistema de CTI en lo que a brechas de género refiere, neutralizando sesgos de género o impactos diferenciales negativos que perjudiquen al desarrollo profesional de las investigadoras. En particular, ampliar la participación y permanencia de las mujeres en las áreas STEAM.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Rediseñar los sistemas de evaluación y promoción científica, incorporando criterios de equidad de género y reconocimiento de trayectorias diversas.
- Investigar sobre los factores que explican las brechas de género y el acceso de niñas y mujeres a las disciplinas STEAM desde edades tempranas. Evaluar impacto de acciones desarrolladas en este ámbito.
- Estudiar longitudinalmente para identificar cuellos de botella y factores de exclusión del sistema CTI desde la enseñanza secundaria y terciaria.

### ***Desafío 2.6.3. Atacar la desigualdad económica y la reproducción intergeneracional de la pobreza***

La desigualdad en la distribución del ingreso y la riqueza persiste como problema, lo cual incide en la reproducción de la pobreza, -particularmente de la pobreza infantil- y de las privaciones multidimensionales. Estas condiciones limitan la movilidad social y perpetúan desventajas que se transmiten entre generaciones a través del entorno familiar, educativo y territorial.

El desafío consiste en analizar de forma sistémica e interdisciplinar los determinantes de estas dinámicas, diseñar intervenciones innovadoras y estrategias integrales para transitar hacia una mayor igualdad de oportunidades y un desarrollo inclusivo.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Integrar los sistemas de información longitudinales que articulen registros administrativos y encuestas para monitorear trayectorias de vida.
- Investigar interdisciplinariamente sobre los determinantes de la pobreza, desigualdad y movilidad social.
- Aplicar metodologías de evaluación de impacto para identificar

intervenciones y políticas efectivas en materia de inclusión y movilidad social.

- Investigar sobre el uso de análisis de datos e inteligencia artificial para mejorar la focalización, el seguimiento y la coordinación de las políticas públicas.

#### ***Desafío 2.6.4. Equilibrar el territorio: potenciar y distribuir las capacidades de ciencia, tecnología e innovación***

Las capacidades científicas y tecnológicas del país (recursos humanos calificados, infraestructura, entre otros) están fuertemente concentradas en pocos territorios, lo que representa una limitante para la convergencia territorial y el aprovechamiento del potencial productivo y de innovación, principalmente en los territorios con mayor rezago relativo. El desafío consiste en profundizar en la descentralización de las capacidades de CTI, fortaleciendo los ecosistemas regionales de innovación y articulando con las vocaciones productivas y necesidades específicas de cada territorio.

##### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Desarrollar agendas regionales de I+D+i que articulen academia, sector productivo, gobiernos departamentales y actores locales.
- Generar evidencia sobre especialización inteligente, innovación regional y desarrollo productivo territorial.
- Fortalecer las redes de colaboración, optimización de la infraestructura científica y articulación de capacidades tecnológicas distribuidas en el país.
- Analizar las determinantes multidimensionales que condicionan la radicación y permanencia de capital humano calificado en los territorios con mayor rezago relativo.

#### ***Desafío 2.6.5. Gestionar el impacto de las transformaciones tecnológicas sobre la desigualdad en el empleo***

El cambio tecnológico - del que la inteligencia artificial es la manifestación más reciente - redistribuye el empleo, las habilidades requeridas y el ingreso, y puede profundizar las brechas laborales si su dirección no se anticipa ni se orienta. Comprender esta dinámica contribuye a reducir los impactos negativos y a diseñar respuestas oportunas, evitando profundizar las desigualdades existentes. El desafío consiste en anticipar y gestionar el impacto distributivo de la transición tecnológica sobre el empleo, para evitar la profundización de las brechas laborales y avanzar en una transición inclusiva.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar sobre los efectos de la automatización y la inteligencia artificial en la estructura ocupacional, los niveles de productividad y la distribución del ingreso.
- Investigar sobre la apropiación del progreso técnico y el fortalecimiento de los sistemas de protección social, ante los riesgos de desplazamiento laboral e inestabilidad de ingresos.
- Desarrollar estudios prospectivos para la identificación temprana de sectores, ocupaciones y grupos poblacionales con mayor vulnerabilidad ante la transformación tecnológica.
- Fomentar el uso de evidencia y conocimiento en el diseño de incentivos públicos para el desarrollo y la adopción de inteligencia artificial orientada a potenciar la productividad del trabajador.
- Desarrollar la integración e interoperabilidad de fuentes de datos -registros administrativos, estadísticas nacionales, portales laborales- mediante IA y modelos econométricos, para la identificación oportuna de los cambios en los perfiles requeridos, que permita orientar a tiempo la formación y reconversión laboral.

***Desafío 2.6.6. Promover la autonomía y gestionar la dependencia frente al envejecimiento poblacional***

El envejecimiento de la población incrementa la demanda de cuidados y tensiona la autonomía y el bienestar de las personas mayores, planteando desafíos críticos vinculados a la dependencia, los cuidados de larga duración, la inequidad de género (desigual distribución de las tareas de cuidado no remunerado), entre otros determinantes multidimensionales que afectan la calidad de vida en la vejez. El desafío consiste en avanzar en la generación de conocimiento interdisciplinario para comprender estas dinámicas, aportando insumos que contribuyan a adaptar el sistema de cuidados y desarrollar soluciones tecnológicas e innovaciones sociales, que promuevan la autonomía, la equidad y el bienestar en el envejecimiento.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar sobre los determinantes y brechas de desigualdad en la provisión, uso del tiempo y acceso a los cuidados de personas mayores.
- Investigar sobre las dimensiones biomédicas y psicosociales del envejecimiento saludable, el aislamiento social y la salud mental como condicionantes de la autonomía.
- Desarrollar mecanismos de identificación a través de un registro de personas dependientes, para conocer cuáles son sus demandas de cuidados.

- Diseñar el prototipado y evaluación de soluciones gerontecnológicas asequibles (teleasistencia avanzada, sensores, dispositivos de apoyo y analítica de datos) para el monitoreo de la salud y la prevención de la dependencia en el hogar.
- Investigar y desarrollar modelos innovadores de cuidados de larga duración (comunitarios, domiciliarios e institucionales) adaptados a la diversidad territorial.
- Evaluar los resultados, impactos, sostenibilidad financiera y cobertura del Sistema Nacional Integrado de Cuidados.

***Desafío 2.6.7. Erradicar las desigualdades étnico-raciales y migratorias desde el reconocimiento de la diversidad cultural***

Las desigualdades que afectan a diversos colectivos (entre ellos, étnico-raciales y migratorios) responden a barreras institucionales y simbólicas que perpetúan su exclusión. El desafío consiste en profundizar en los determinantes de estos fenómenos para remover dichas barreras, aportando a la cohesión social y potenciando el valor de la diversidad cultural como un activo estratégico para la innovación y el desarrollo inclusivo.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Integrar los datos e indicadores con enfoque interseccional, que articulen registros administrativos y encuestas por origen étnico-racial y condición migratoria.
- Investigar los mecanismos formales, sesgos implícitos y barreras simbólicas que restringen el acceso a derechos, el empleo de calidad y la movilidad social.
- Evaluar el impacto de largo plazo de las políticas de acciones afirmativas sobre la movilidad social ascendente y las trayectorias laborales.

***Desafío 2.6.8. Superar las barreras y desigualdades asociadas a la discapacidad***

Persisten barreras estructurales que enfrentan las personas en situación de discapacidad para su desarrollo y acceso a derechos: brechas horizontales, desigualdades de bienestar, invisibilización, limitaciones sociales y económicas que condicionan la inclusión plena de esta población. El desafío consiste en promover la autonomía y mejora de la calidad de vida de las personas con discapacidad a lo largo de su ciclo de vida, a partir de comprender los mecanismos que cristalizan dichas barreras y diseñar intervenciones que permitan removerlas.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Complementar la perspectiva exclusiva de la investigación social con el desarrollo de tecnologías asistivas y estrategias tecnológicas aplicadas al cuidado.
- Incorporar marcos conceptuales y metodológicos armonizados en las fuentes de información primarias, para capturar la discapacidad desde un enfoque de barreras y derechos, superando la visión meramente médica.
- Desarrollar un registro que incluya la identificación de necesidades y detectar brechas de cobertura en sus demandas económicas, sociales y culturales.

***Desafío 2.6.9. Intervenir en los procesos de exclusión social severa***

La persistencia y profundización de las desigualdades multidimensionales perpetúan los procesos de exclusión social severa en el territorio (como la vida en la calle o las trayectorias carcelarias), resultando fenómenos sumamente problemáticos de abordar, más allá de la evidencia académica existente. El desafío consiste en intervenir sobre las dinámicas de exclusión radical: prevenir la marginalización, interrumpir las trayectorias críticas (privación de libertad/egreso penitenciario/situación de calle) y garantizar el acceso efectivo a derechos.

Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Investigar interdisciplinariamente sobre las causas complejas de exclusión radical (salud mental, trayectorias carcelarias, situación de calle y estigmas culturales).
- Investigar de forma participativa (investigar “con” y no “sobre” las personas) integrando a los propios sujetos colectivos para la recolección de evidencia cualitativa.
- Estudiar sobre los procesos de *descallejización* y acompañamiento de largo plazo para interrumpir trayectorias críticas.

***Desafío 2.6.10. Transformar el territorio: acciones contra la segregación territorial e inequidad urbana***

Ciertos territorios enfrentan procesos de transformación asociados a cambios demográficos, económicos, productivos y urbanos que pueden profundizar la segregación residencial y las desigualdades en el acceso al suelo, la vivienda, la

infraestructura, los servicios y las oportunidades. Factores como la concentración de inversiones, la valorización del suelo, las dinámicas del mercado inmobiliario, la expansión urbana y el desarrollo de actividades económicas -entre ellas el turismo- pueden generar procesos de desplazamiento de población, fragmentación socioespacial e impactos ambientales negativos. El desafío consiste en intervenir sobre tales distorsiones: rediseñar el esquema de incentivos, prevenir el desplazamiento de poblaciones vulnerables (ej. productores familiares rurales), interrumpir los procesos de periferización e informalidad habitacional, y garantizar el acceso equitativo a la ciudad y a los servicios esenciales.

#### Contribuciones de la ciencia, tecnología e innovación:

- Generar conocimiento e investigación para diseñar modelos de participación ciudadana efectiva desde una perspectiva de derechos humanos.
- Investigar sobre la protección de poblaciones y actividades vulnerables en el territorio: producción familiar rural frente a la expansión urbana y la recategorización del suelo.
- Relevar y evaluar el impacto de los instrumentos de política pública territorial existentes.

### **3. Factores Habilitantes**

#### **3.1. Desafío Nacional: Salud Humana: prevención, terapia y bienestar**

##### ***FH 3.1.1 Traslación del conocimiento biomédico a la salud de la población***

Superación de la brecha entre la investigación científica básica y su aplicación práctica mediante la creación de plataformas nacionales de investigación clínica, fortalecimiento de la transferencia tecnológica, desarrollo de ensayos clínicos y medicina personalizada.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b><i>FH 3.1.2 Articulación del sistema nacional de CTI en salud</i></b></p> <p>Consolidación de las alianzas entre academia, prestadores de salud, institutos de investigación e industria biotecnológica y farmacéutica a través de financiación innovadora y diálogo público-privado.</p>         |
| <p><b><i>FH 3.1.3 Formación de recursos humanos para la investigación en salud</i></b></p> <p>Capacitación, certificación y retención de los perfiles técnicos clave como coordinadores de estudio, gestores de datos y administradores de biobancos para evitar la fuga de talento.</p>                |
| <p><b><i>FH 3.1.4 Modernización del marco regulatorio y ético de la investigación clínica</i></b></p> <p>Armonización de los comités de ética, implementación de un punto único de presentación y regulación ágil para tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y terapias avanzadas.</p> |
| <p><b><i>FH 3.1.5 Gobernanza e interoperabilidad de los datos de salud</i></b></p> <p>Establecimiento de los estándares técnicos, protocolos y marcos legales para el uso secundario seguro de registros médicos fragmentados en cohortes, IA y medicina de precisión.</p>                              |
| <p><b>3.2. Desafío Nacional: Ambiente y desarrollo sostenible</b></p>                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p><b><i>FH 3.2.1 Gobernanza ambiental basada en evidencia y normativa actualizada</i></b></p> <p>Fortalecimiento del vínculo entre el conocimiento científico y la toma de decisiones públicas mediante marcos normativos actualizados e instancias permanentes de asesoramiento científico.</p>       |
| <p><b><i>FH 3.2.2 Capacidades científico-técnicas y formación de recursos humanos para el ambiente</i></b></p> <p>Formación de posgrado e inserción de jóvenes investigadores con enfoques transdisciplinarios para reducir la dependencia técnica externa en el sector público y en CTI.</p>           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b><i>FH 3.2.3 Monitoreo ambiental, inteligencia territorial y alertas tempranas</i></b></p> <p>Desarrollo de una infraestructura integrada de datos, sensores en tiempo real, modelización compleja e IA para anticipar riesgos y guiar la gestión territorial sostenible.</p>                 |
| <p><b>3.3. Desafío Nacional: Trabajo y producción: crecimiento y desarrollo</b></p>                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b><i>FH 3.3.1 Articulación entre CTI y sector productivo</i></b></p> <p>Fortalecimiento de la transferencia de conocimiento, espacios intermedios de validación, pilotaje y escalamiento, y Unidades de Vinculación Tecnológica para PYMES y empresas.</p>                                     |
| <p><b><i>FH 3.3.2 Gobernanza, coordinación y alineación estratégica</i></b></p> <p>Alineación de las prioridades de CTI con la Estrategia Nacional de Desarrollo y las políticas productivas, industriales, educativas, ambientales y territoriales.</p>                                           |
| <p><b><i>FH 3.3.3 Priorización estratégica y capacidades de prospectiva</i></b></p> <p>Consolidación de la inteligencia estratégica y la prospectiva como capacidades permanentes para definir y revisar de forma continua las prioridades nacionales de I+D+i.</p>                                |
| <p><b><i>FH 3.3.4 Financiamiento e inversión en I+D+i</i></b></p> <p>Aumento de la inversión privada y financiamiento sostenido para todas las etapas de la innovación, integrando el análisis de viabilidad económica y de mercado.</p>                                                           |
| <p><b><i>FH 3.3.5 Promover el talento y la movilidad para la innovación</i></b></p> <p>Formación técnica y científica, promoción de la movilidad intersectorial entre academia, empresas y sector público, y modernizar la evaluación investigadora para valorar la transferencia tecnológica.</p> |
| <p><b><i>FH 3.3.6 Fortalecer los sistemas de información para la toma de decisiones</i></b></p> <p>Consolidación de los datos confiables, interoperables y oportunos en logística, recursos hídricos, trabajo y cadenas productivas para el diseño de políticas</p>                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| basadas en evidencia.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b><i>FH 3.3.7 Garantizar un entorno regulatorio favorable a la innovación y la experimentación</i></b></p> <p>Implementación de entornos controlados de experimentación (sandboxes), evaluar los riesgos y agilidad normativa sin desproteger el interés público.</p>                                   |
| <p><b>3.4. Desafío Nacional: Educación inclusiva para la sociedad del conocimiento</b></p>                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b><i>FH 3.4.1 Gobernanza de la interfaz ciencia-política educativa</i></b></p> <p>Creación de una institucionalidad permanente para que la investigación llegue al diseño de políticas, integrando la evaluación de impacto desde el origen de la intervención.</p>                                     |
| <p><b><i>FH 3.4.2 Infraestructura de datos educativos integrada e interoperable</i></b></p> <p>Establecimiento de estándares de calidad y gobernanza de registros administrativos que permitan realizar estudios longitudinales de trayectorias con debida protección de datos.</p>                         |
| <p><b><i>FH 3.4.3 Marcos normativos para la incorporación de tecnología y el reconocimiento de aprendizajes</i></b></p> <p>Desarrollo de protocolos de validación para herramientas de IA educativa, incentivos al rol docente y marcos para acreditar conocimientos adquiridos en el ámbito no formal.</p> |
| <p><b><i>FH 3.4.4 Articulación entre el sistema educativo, la academia y el sector productivo</i></b></p> <p>Desarrollo de mecanismos de transferencia y extensionismo que conecten el conocimiento académico con el sistema educativo, las empresas y las comunidades fuera del área metropolitana.</p>    |
| <p><b><i>FH 3.4.5 Instrumentos para el pilotaje y la evaluación de innovaciones educativas</i></b></p> <p>Disponibilidad de financiamiento orientado a la innovación y fortalecimiento de capacidades metodológicas interdisciplinarias para realizar pruebas piloto</p>                                    |

escalables.

### **3.5. Desafío Nacional: Seguridad ciudadana e integral**

#### ***FH 3.5.1 Generación de evidencia y capacidades analíticas para la toma de decisiones en seguridad***

Integración e interoperar los datos de seguridad, desarrollar la ciencia de datos y métodos criminológicos, encuestas periódicas y protocolos claros de acceso a la investigación.

#### ***FH 3.5.2 Gobernanza democrática de la innovación y las tecnologías de vigilancia***

Realización de escrutinios democrático, auditoría ciudadana y evaluación de impacto en derechos fundamentales previa a la adopción de tecnologías de vigilancia, IA o análisis predictivo.

#### ***FH 3.5.3 Articulación entre las áreas de educación y seguridad para la prevención***

Consolidación de un marco de gobernanza e intercambio de información entre las instituciones educativas y de seguridad, habilitando el uso coordinado de datos administrativos e investigaciones sobre desvinculación escolar, trayectorias delictivas y violencia para la formulación de estrategias preventivas integrales.

### **3.6. Desafío Nacional: Desigualdad social, de género y territorial**

#### ***FH 3.6.1 Apropiación social del conocimiento científico-tecnológico***

Democratización de la ciencia mediante estrategias de cultura científica, acceso abierto y mecanismos participativos para que la sociedad co-cree y utilice la tecnología en su cotidianidad.

#### ***FH 3.6.2 Articulación entre necesidades sociales y capacidades nacionales en I+D+i***

Mapeo continuo de las capacidades nacionales e instrumentos de co-creación y evaluación de impacto para articular al Estado, la academia y la sociedad frente a las desigualdades prioritarias.