Documento técnico N.º 1

MONITOREO DEL ECOSISTEMA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN URUGUAY

Marco conceptual

Unidad Nacional de Evaluación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación

Cómo citar este documento

Unidad Nacional de Evaluación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación [UNE-CTI]. (2026a). *Monitoreo del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación en Uruguay: marco conceptual* (Documento Técnico N.º 1). Uruguay Innova.

Cita en el texto: (UNE-CTI, 2026a)

Uso de inteligencia artificial

En la elaboración de este documento se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa como apoyo en tareas de redacción, edición, organización y presentación de contenidos.

El contenido fue revisado y validado por el equipo técnico de la UNE-CTI, que asume la responsabilidad por su exactitud, interpretaciones y conclusiones.

Créditos

Equipo técnico: Fedora Carbajal, Elisa Hernández y Germán Pereira

Fecha de publicación: octubre de 2026

Contenido

Resumen ejecutivo 5
Siglas 6
1. Introducción 8
2. Marco conceptual 9
2.1 El ecosistema CTI como objeto de análisis 11
2.2 Desafíos específicos de la medición del ecosistema CTI 11
2.2.1 Complejidad e interacciones no lineales 11
2.2.2 Actores y participación más allá de las estadísticas convencionales 12
2.2.3 Rezagos largos: de la atribución a la contribución 12
2.2.4 Capacidades difíciles de cuantificar y registrar 12
2.2.5 Resultados concentrados en pocos casos 13
2.3 Hacia un monitoreo con enfoque sistémico 15
2.3.1 Del instrumento aislado al entramado del ecosistema 15
2.3.2 Niveles de análisis: macro, meso y micro 15
2.4 Implicaciones metodológicas para los análisis macro y meso 16
2.4.1 Criterios para la lectura de los indicadores 17
2.4.2 Análisis macro: capacidades y trayectoria del ecosistema 17
2.4.3 Análisis meso: coherencia y funcionamiento del portafolio de apoyo empresarial y del SNI 18
3. Conclusiones 21
Referencias bibliográficas 22

Resumen ejecutivo

Resumen ejecutivo

Este documento inaugura la serie de documentos técnicos con los que la Unidad Nacional de Evaluación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (UNE-CTI) da seguimiento al ecosistema nacional de CTI. Establece el marco conceptual que orienta el monitoreo y la construcción de una línea de base, que los documentos 2, 3 y 4 de la serie aplican al caso uruguayo: el primero, en el nivel macro, y los dos restantes, en el nivel meso.

El marco se apoya en tres pilares. El primero es la teoría de los sistemas de innovación y su extensión al concepto de ecosistema CTI, entendido como el conjunto articulado de actores, instrumentos, flujos e instituciones que condicionan la generación y la apropiación social del conocimiento científico-tecnológico. El segundo son cinco desafíos que distinguen la medición en este campo: la complejidad de las interacciones, la amplitud y diversidad de quienes participan, los rezagos largos entre la inversión y sus efectos, las capacidades difíciles de cuantificar y registrar, y la concentración de los resultados en pocos casos. El tercero es la transición desde el seguimiento de instrumentos aislados hacia un monitoreo con enfoque sistémico, que se construye de forma incremental.

De estos pilares se desprende una mirada multinivel. La serie trabaja en dos niveles. El macro caracteriza las capacidades y la trayectoria del ecosistema a partir de indicadores nacionales. El meso analiza los instrumentos públicos de apoyo desde una perspectiva sistémica y, en esta primera edición, se aborda en dos ámbitos complementarios: el portafolio de apoyo empresarial y la comunidad académica, a través del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y de la información que los investigadores registran en el Sistema de Currículum Vitae del Uruguay (CVUy). El nivel micro, correspondiente a la evaluación de proyectos e intervenciones específicas, no es objeto de la serie y su responsabilidad recae en las propias instituciones del ecosistema.

Cuatro criterios orientan el análisis y la interpretación de la evidencia. El primero es la visión integral: ningún indicador permite por sí solo caracterizar el desempeño del ecosistema. El segundo es la interpretación contextualizada, que complementa la medición con el análisis del contexto y de la evolución del ecosistema. El tercero es el análisis centrado en trayectorias y patrones, que prioriza la identificación de tendencias, cambios y regularidades a lo largo del tiempo, sin confundir asociaciones con relaciones causales. El cuarto es la transparencia sobre las brechas de información, que explicita las limitaciones y los vacíos existentes y los considera hallazgos relevantes para fortalecer las capacidades de seguimiento y evaluación.

Siglas

ANDE	Agencia Nacional de Desarrollo
ANII	Agencia Nacional de Investigación e Innovación
CTCI	Ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (Chile)
CTI	Ciencia, tecnología e innovación
CVUy	Sistema de Currículum Vitae del Uruguay
I+D	Investigación y desarrollo experimental
INACOOP	Instituto Nacional del Cooperativismo
INEFOP	Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
LATU	Laboratorio Tecnológico del Uruguay
MEC	Ministerio de Educación y Cultura
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MIEM	Ministerio de Industria, Energía y Minería
OCDE (OECD)	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OPP	Oficina de Planeamiento y Presupuesto
RICYT	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana
SII-CTI	Sistema Integrado de Información de CTI
SNI	Sistema Nacional de Investigadores
UNE-CTI	Unidad Nacional de Evaluación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación

Introducción

1. Introducción

El fortalecimiento de las capacidades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) es estratégico para el desarrollo del país, y disponer de información sistemática, confiable y comparable sobre el ecosistema nacional de CTI es fundamental para orientar las políticas públicas, mejorar la asignación de recursos, rendir cuentas y promover el aprendizaje institucional. La literatura sobre sistemas de innovación entiende la innovación como un proceso interactivo y acumulativo, cuyo desempeño depende no solo de los recursos destinados a investigación y desarrollo, sino también de la calidad de las interacciones entre actores, instituciones e instrumentos (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997; OECD, 1997). Por ello, la evaluación de programas aislados debe complementarse con un monitoreo permanente del ecosistema en su conjunto (Arnold, 2004; Magro y Wilson, 2013; OECD, 2023b).

El mandato de monitoreo y evaluación de la política de CTI se apoya en la Ley N.º 20.446 (2025), que creó el programa Uruguay Innova, y en el Decreto N.º 57/026 (2026), que asigna a ese programa, entre otros cometidos, el monitoreo y la evaluación de resultados e impactos de los instrumentos. En ese marco, la Unidad Nacional de Evaluación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (UNE-CTI), incubada en Uruguay Innova, desarrolla un sistema de monitoreo y evaluación del ecosistema orientado a fortalecer la gestión pública basada en evidencia.

Aunque el mandato abarca ambas funciones, el monitoreo y la evaluación responden a propósitos distintos y complementarios. El monitoreo es el seguimiento continuo y sistemático, a partir de indicadores, del estado y la trayectoria del ecosistema y de sus instrumentos: describe dónde se está, cómo se evoluciona y qué patrones emergen, sin pronunciarse sobre las causas. La evaluación, en cambio, es un ejercicio acotado en el tiempo que valora la pertinencia, los resultados y los impactos de intervenciones específicas y busca establecer su contribución a los cambios observados. Esta serie se ubica en el campo del monitoreo. Recurre, no obstante, a la literatura sobre evaluación de políticas de innovación, porque los desafíos de medición que esta identifica son comunes a ambas funciones, y construye la línea de base que servirá de insumo a evaluaciones futuras.

Este documento inaugura la serie de documentos técnicos de monitoreo de la UNE-CTI. Establece el marco conceptual y las orientaciones metodológicas que guían el seguimiento del ecosistema y la construcción de una línea de base, y distingue dos niveles de análisis, que los tres documentos siguientes de la serie aplican al caso uruguayo. El nivel macro (UNE-CTI, 2026b) examina las capacidades y los resultados del ecosistema a partir de indicadores nacionales, en perspectiva internacional y con las brechas de género como dimensión transversal. El nivel meso analiza los instrumentos públicos de apoyo como conjuntos articulados y, en esta primera edición, se desarrolla en dos documentos: uno dedicado al portafolio de apoyo empresarial (UNE-CTI, 2026c) y otro a la comunidad académica, a partir del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y de la información que los investigadores registran en el Sistema de Currículum Vitae del Uruguay (CVUy) (UNE-CTI, 2026d).

El documento se organiza en tres capítulos. Tras esta introducción, el capítulo 2 desarrolla el marco conceptual a partir de tres pilares (el concepto de ecosistema CTI, los desafíos específicos de su medición y la transición hacia un enfoque sistémico de monitoreo) y cierra con las implicaciones metodológicas para los análisis macro y meso. El capítulo 3 presenta las conclusiones.

2. Marco conceptual

El capítulo presenta los tres pilares que sustentan el monitoreo de la UNE-CTI: el ecosistema CTI como objeto de análisis (sección 2.1), los desafíos específicos de su medición (sección 2.2) y la transición hacia un monitoreo con enfoque sistémico (sección 2.3). A partir de ellos, deriva las implicaciones metodológicas para los análisis macro y meso (sección 2.4).

Fundamentos

2.1 El ecosistema CTI como objeto de análisis
2.2 Desafíos de la medición

2.1 El ecosistema CTI como objeto de análisis

El concepto de Sistema Nacional de Innovación surgió a finales de los años ochenta para describir el conjunto de instituciones, organizaciones y actores cuyas interacciones determinan el desempeño innovador de un país (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993). Su aporte central fue romper con la concepción lineal del cambio tecnológico, según la cual la investigación básica precede al desarrollo experimental y este a la innovación comercial, para poner el acento en las relaciones y los flujos de conocimiento como motor del proceso innovador. En América Latina, esta perspectiva tuvo un antecedente temprano en el «triángulo» de Sábato y Botana (1968), que planteaba la necesidad de articular gobierno, estructura productiva e infraestructura científico-tecnológica. La literatura regional ha advertido, además, que en los países del Sur el sistema de innovación opera más como una noción orientada a la política que como la descripción de una realidad consolidada, dada la debilidad de las interacciones entre sus actores (Arocena y Sutz, 2000, 2003).

Este enfoque evolucionó incorporando dimensiones sectoriales (Malerba, 2002), regionales (Cooke et al., 1997) y funcionales (Edquist, 2005; Hekkert et al., 2007). Más recientemente, la noción de ecosistema, originada en el análisis de la interdependencia tecnológica entre empresas (Adner y Kapoor, 2010), se extendió al estudio de la CTI. Esta metáfora pone el acento en la heterogeneidad de los actores, su interdependencia no jerárquica y la posibilidad de que emerjan propiedades sistémicas no anticipadas a partir de interacciones locales. Su valor analítico frente al concepto de sistema de innovación es objeto de debate (Oh et al., 2016); este documento la adopta por su capacidad para integrar actores no tradicionales y relaciones no jerárquicas, sin desconocer su continuidad con la tradición de los sistemas de innovación. Desde esta perspectiva, la innovación ya no se concibe como el producto de una cadena secuencial, sino como el resultado de la interacción entre actores cada vez más diversos, con capacidades, lógicas e incentivos distintos, en múltiples formatos y direcciones posibles (Menéndez y Villarroel, 2024).

Una implicación central de esta perspectiva es que el ecosistema CTI no opera en el vacío: está inmerso en contextos económicos, sociales y ambientales que inciden en su funcionamiento y sus trayectorias. La estructura productiva del país, sus dotaciones de capital humano y físico, sus instituciones formales e informales, y las tendencias globales de cambio tecnológico son parte constitutiva del análisis, no variables externas. Para los fines de este documento, el ecosistema CTI uruguayo se entiende como el conjunto articulado de actores, instrumentos, flujos e instituciones que condicionan la generación y la apropiación social del conocimiento científico-tecnológico en el país.

2.2 Desafíos específicos de la medición del ecosistema CTI

La naturaleza compleja e interactiva de los ecosistemas CTI plantea desafíos de medición, comunes al monitoreo y a la evaluación, que los distinguen de otros campos de política pública. A partir de Arnold (2004) y Rosenberg et al. (2024), y siguiendo la sistematización de Bravo et al. (2026, pp. 12–13), que identifica seis desafíos, este documento los agrupa en cinco, al tratar en conjunto los beneficios intangibles y la escasa observabilidad. Estos desafíos condicionan directamente las opciones de monitoreo disponibles para la UNE-CTI.

2.2.1 Complejidad e interacciones no lineales

Los ecosistemas CTI están integrados por actores con capacidades, funciones, trayectorias, lógicas e incentivos diversos, cuyas interacciones no siguen una secuencia lineal y pueden generar dinámicas y resultados que no se explican únicamente a partir del análisis de sus componentes individuales (Arnold, 2004; Magro y Wilson, 2013). En Uruguay, esta complejidad se observa en los vínculos entre universidades, institutos de investigación, empresas y organismos públicos de apoyo: de esas interacciones, y no solo de las capacidades de cada actor por separado, depende en buena medida que el conocimiento generado llegue a aplicarse.

Esta configuración plantea un desafío para el monitoreo: el desempeño del ecosistema no se reduce a la suma de los resultados de sus componentes, sino que depende también de cómo estos se vinculan y complementan sus capacidades. Por ello, el análisis requiere combinar indicadores que caractericen las capacidades y los resultados de los distintos actores con evidencia sobre las interacciones entre ellos. Esa evidencia incluye, por ejemplo, la colaboración en publicaciones, los vínculos de las empresas innovativas con universidades y otros agentes del ecosistema, los proyectos conjuntos y la presencia de investigadores en empresas. Así es posible identificar tanto las complementariedades como las posibles desconexiones que inciden en el funcionamiento del ecosistema.

2.2.2 Actores y participación más allá de las estadísticas convencionales

El ecosistema CTI no se reduce a los cuatro sectores tradicionales de las estadísticas de I+D: Estado, empresas, instituciones de educación superior e instituciones privadas sin fines de lucro (OECD, 2015). Incorpora también actores de intermediación y articulación: oficinas de transferencia tecnológica, incubadoras, aceleradoras, fondos de capital semilla, redes de mentores y plataformas de colaboración, entre otros (Howells, 2006). Esta diversidad amplía el potencial del ecosistema, pero también complejiza su medición, porque muchos de estos actores no quedan registrados en las estadísticas convencionales de I+D. Un sistema de monitoreo que se limite a los actores tradicionales producirá una imagen incompleta y posiblemente sesgada del ecosistema real. Las primeras ediciones de esta serie cubren a los actores de intermediación solo de manera parcial, lo que constituye una de las brechas de información señaladas en la sección 2.4.1.

La diversidad del ecosistema también se expresa en quiénes participan en él. Las brechas de género en la formación, la carrera científica, el acceso al financiamiento y el emprendimiento limitan el aprovechamiento del talento disponible. Un patrón frecuente es la menor presencia de mujeres en los niveles más altos de la carrera científica, documentado en distintos países (Comisión Europea, 2021) y también en Uruguay (UNE-CTI, 2026b). Si los indicadores se analizan solo de forma agregada, estas brechas quedan ocultas. Por ello, el monitoreo incorpora el género como dimensión transversal: siempre que la información lo permite, los indicadores se desagregan por sexo para identificar en qué etapas de la trayectoria se generan o se amplían las brechas.

2.2.3 Rezagos largos: de la atribución a la contribución

Las inversiones en investigación y desarrollo tienen impactos esperados que pueden materializarse entre cinco y veinte años después de realizadas, con variaciones significativas según el tipo de conocimiento financiado y la complejidad de las tecnologías involucradas (Rosenberg et al., 2024). En el caso de la ciencia básica, la naturaleza misma de la actividad impide anticipar aplicaciones directas, y sus contribuciones solo se vuelven visibles a horizontes de tiempo muy extendidos. A esto se suma que cuanto mayor es el rezago entre la actividad CTI y sus efectos observables, más difícil resulta trazar la cadena causal que los vincula. Esta dificultad de atribución es estructural: los diseños cuasiexperimentales pueden estimar efectos de instrumentos específicos en horizontes acotados, pero no resuelven por sí solos la atribución de los cambios que experimenta el ecosistema en su conjunto. Por ello, el monitoreo sistémico adopta la noción de contribución (Mayne, 2001), en lugar de la de atribución exclusiva, como principio organizador del análisis, y requiere construir series de tiempo largas que permitan identificar tendencias más allá de las fluctuaciones de corto plazo.

2.2.4 Capacidades difíciles de cuantificar y registrar

Una parte sustancial del valor generado por el ecosistema CTI no es directamente cuantificable. Las mejoras en las habilidades tácitas de los investigadores, la reputación institucional acumulada, el fortalecimiento de redes de confianza entre actores, los cambios en las culturas organizacionales y la capacidad de anticipación tecnológica son activos del ecosistema que

inciden significativamente en su desempeño, pero que escapan a los indicadores convencionales (Bozeman et al., 2001). A esto se suma la escasa observabilidad de ciertos procesos clave: la movilidad de personas con formación científica entre el sector público y el privado, o entre el país y el exterior, produce transferencias de conocimiento con efectos sistémicos importantes que raramente quedan registradas en los sistemas estadísticos disponibles. Un monitoreo basado exclusivamente en indicadores cuantitativos de insumo y resultado captará solo una fracción de las capacidades efectivamente acumuladas en el ecosistema.

2.2.5 Resultados concentrados en pocos casos

La distribución de resultados en los ecosistemas CTI es marcadamente asimétrica: por cada proyecto de innovación exitoso existen múltiples intentos fallidos, y el potencial transformador del ecosistema puede concentrarse en unos pocos nodos de excelencia que los promedios estadísticos tienden a diluir (Scherer y Harhoff, 2000). En un ecosistema de escala reducida como el uruguayo, un solo proyecto de alto impacto puede modificar la posición del país en un área tecnológica de una manera que los indicadores agregados no reflejan adecuadamente. Es el caso, por ejemplo, de las plataformas tecnológicas desarrolladas por empresas uruguayas de software que hoy operan en decenas de países. Por tanto, el análisis debe combinar indicadores agregados con el estudio de casos de alto impacto, para identificar contribuciones significativas que los promedios pueden invisibilizar, sin perder de vista su relación con el desempeño del ecosistema en su conjunto.

Tabla 2.1. Desafíos de medición y sus implicaciones para el monitoreo

Desafío	Implicación para el monitoreo
Complejidad e interacciones no lineales	Combinar indicadores de desempeño de los componentes con indicadores sobre la calidad de sus interacciones.
Actores y participación más allá de las estadísticas convencionales	Incluir actores de intermediación y articulación que no figuran en las estadísticas convencionales de I+D.
Rezagos largos: de la atribución a la contribución	Adoptar la noción de contribución y construir series de tiempo largas.
Capacidades difíciles de cuantificar y registrar	Ir más allá de los indicadores de insumo y resultado para captar capacidades acumuladas.
Resultados concentrados en pocos casos	Complementar los indicadores agregados con el estudio de casos de alto impacto.

Fuente: elaboración propia a partir de Bravo et al. (2026).

Del enfoque a la práctica

2.3 La transición hacia el monitoreo sistémico
2.4 Implicaciones metodológicas

2.3 Hacia un monitoreo con enfoque sistémico

2.3.1 Del instrumento aislado al entramado del ecosistema

El monitoreo y la evaluación de las políticas CTI han seguido históricamente la lógica de los instrumentos: cada programa se evalúa en sus propios términos, con sus propios indicadores, en el marco de su propio ciclo de gestión. Esta lógica produce información útil para la gestión operativa, pero insuficiente para comprender cómo el conjunto de las intervenciones contribuye, o no, al fortalecimiento del ecosistema. Capturar esa contribución requiere situar cada instrumento dentro de un entramado más amplio de políticas, instituciones y actores, y entender cómo las estrategias nacionales, las capacidades organizacionales y las acciones concretas interactúan entre sí en el tiempo (Flanagan et al., 2011; Magro y Wilson, 2013). A ello se suma un cambio en el propio encuadre de las políticas de innovación: junto con la corrección de fallas de mercado y de sistema, gana peso la orientación de la CTI hacia desafíos sociales y ambientales, lo que incorpora la direccionalidad del ecosistema como objeto de seguimiento (Schot y Steinmueller, 2018; OECD, 2023b).

Esta reorientación implica pasar de un seguimiento centrado en indicadores de eficiencia y eficacia de programas individuales a un monitoreo orientado a comprender las trayectorias del ecosistema en su conjunto. No exige transformar de inmediato los sistemas de información y seguimiento existentes, sino incorporar de forma progresiva prácticas que amplíen la mirada hacia el ecosistema. Para la UNE-CTI, este documento inaugural es precisamente ese primer paso. La línea de base que construye la serie será, además, el insumo que hará posibles, en etapas posteriores, evaluaciones con enfoque sistémico.

Construir una concepción sistémica es un proceso de largo aliento. El punto de partida es un ecosistema en proceso de consolidación, con capacidades en desarrollo, información aún parcial y marcos institucionales en maduración. Por eso, el enfoque sistémico no es un estándar que se alcanza de una vez, sino una orientación que se construye de forma incremental. Avanza con cada análisis, con cada indicador que se incorpora y con cada vínculo que se establece entre el monitoreo de instrumentos y el seguimiento del ecosistema.

2.3.2 Niveles de análisis: macro, meso y micro

El alcance del monitoreo sistémico se define por la escala del ecosistema en la que se realiza el análisis. Bravo et al. (2026, pp. 20–21) distinguen tres niveles: macro, meso y micro (tabla 2.2). Esta serie adopta como objeto de análisis los dos primeros, que estructuran los documentos siguientes:

El **nivel macro** corresponde al análisis del ecosistema CTI en su conjunto. Organiza los indicadores nacionales en insumos (inversión en I+D, capital humano e investigadores), productos de conocimiento (producción científica y patentamiento) y resultados de innovación y emprendimiento (innovación empresarial y actividad emprendedora), y sitúa al país en perspectiva internacional; las brechas de género se analizan como dimensión transversal. Su propósito es describir el estado y la trayectoria del ecosistema, identificar sus fortalezas y brechas estructurales, y proveer la evidencia que orienta las decisiones de política en el nivel político-estratégico. Sus principales usuarios son los ministerios rectores, las entidades de planificación y presupuesto, y los organismos con mandato de coordinación intersectorial en CTI. En Uruguay se cuentan entre ellos la Secretaría Nacional de Ciencia y Valorización del Conocimiento (SENCI), Uruguay Innova, el Ministerio de Educación y Cultura (MEC), el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP).

El **nivel meso** corresponde al análisis del conjunto de instrumentos públicos de apoyo, considerado como portafolio. Su objeto no es el desempeño de cada instrumento por separado, sino la manera en que el conjunto de intervenciones públicas se articula y responde a los problemas que identifica el análisis macro (UNE-CTI, 2026b). En esta primera edición, el nivel

meso se aborda en dos documentos complementarios, que corresponden a dos ámbitos del ecosistema. El primero (UNE-CTI, 2026c) se centra en el portafolio de apoyo empresarial, es decir, en los instrumentos cuya beneficiaria final es la empresa, ofrecidos por ocho instituciones: la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE), la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), el MIEM, el Instituto Nacional del Cooperativismo (INACOOP), el Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional (INEFOP), Uruguay XXI, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). Su propósito es generar evidencia sobre la coherencia de los instrumentos de apoyo, identificar superposiciones o vacíos, y apoyar decisiones sobre su diseño y reconfiguración.

El segundo (UNE-CTI, 2026d) se centra en la comunidad académica: analiza el SNI, el instrumento que evalúa y categoriza a los investigadores del país, a partir de la información que estos registran en el CVUy.

El **nivel micro** refiere al estudio de proyectos e intervenciones específicas y no constituye objeto de análisis de esta serie. Su abordaje corresponde a las unidades de monitoreo y evaluación de las propias instituciones del ecosistema. La UNE-CTI no produce evidencia en este nivel, pero la incorpora cuando está disponible.

Tabla 2.2. Niveles de análisis y su aplicación en la serie

Nivel de análisis	Objeto de monitoreo	Aporte a la lectura del ecosistema
MACRO Ecosistema CTI	Indicadores nacionales del ecosistema CTI, organizados en insumos, productos de conocimiento y resultados de innovación y emprendimiento, y posición internacional. Brechas de género como dimensión transversal.	Describe el estado y la trayectoria del ecosistema en su conjunto. Identifica fortalezas y brechas estructurales. Orienta decisiones en el nivel político-estratégico.
MESO Portafolio de instrumentos de apoyo (empresas y academia)	Instrumentos públicos de apoyo, leídos como conjunto. Primera edición, en dos ámbitos: el portafolio de apoyo empresarial (subsidios, servicios subsidiados, créditos, garantías, capital, entre otros) y la comunidad académica, a través del SNI.	Examina la coherencia y complementariedad del portafolio de política. Identifica superposiciones, vacíos y tensiones entre instrumentos en relación con los problemas que busca atender. En el ámbito académico, caracteriza a los integrantes del SNI.
MICRO Iniciativas institucionales	Proyectos específicos e intervenciones propias de las instituciones.	A cargo de las propias instituciones: seguimiento y evaluación de proyectos e intervenciones.

Fuente: elaboración propia, adaptada de Bravo et al. (2026, p. 21, tabla 2).

2.4 Implicaciones metodológicas para los análisis macro y meso

Los tres pilares desarrollados en las secciones anteriores convergen en un conjunto de implicaciones metodológicas. La principal consiste en establecer cómo deben interpretarse los indicadores cuando el objeto de estudio es un ecosistema complejo, dinámico e interdependiente: no como medidas aisladas del desempeño, sino como evidencias que, analizadas en conjunto y en el tiempo, permiten caracterizar capacidades, trayectorias, relaciones y posibles tensiones. Esta sección presenta primero los criterios generales de lectura de los indicadores y luego las orientaciones específicas para los niveles macro y meso que se analizan en los documentos siguientes de esta serie.

2.4.1 Criterios para la lectura de los indicadores

Visión integral. Los desafíos de medición descritos implican que no existe un indicador único ni un conjunto reducido de indicadores capaz de representar por sí solo el desempeño sistémico. El análisis debe trabajar con un conjunto articulado de indicadores que incluya, además de los de insumo y resultado, evidencia sobre las interacciones entre actores y sobre las capacidades acumuladas en el ecosistema, y evitar interpretar cualquier indicador individual como una representación completa de su funcionamiento.

Interpretación contextualizada. La interpretación de los indicadores es tan relevante como su medición. Un enfoque sistémico requiere analizar cada indicador en relación con otras variables, con su evolución temporal y, cuando resulte pertinente, con referencias internacionales o grupos comparables. Esto implica prestar atención no solo a niveles y promedios, sino también a tendencias, brechas, cambios en las relaciones entre dimensiones y casos que se apartan de los patrones generales.

Análisis centrado en trayectorias y patrones. El análisis debe privilegiar la identificación de trayectorias y patrones antes que la formulación de explicaciones causales directas. En un ecosistema donde los resultados son producto de múltiples factores y se manifiestan con diferentes rezagos, los indicadores permiten identificar cambios, asociaciones, fortalezas, brechas y señales de alerta, pero no necesariamente atribuir esos cambios a una política, instrumento o actor específico. Por ello, el monitoreo debe distinguir entre la evidencia disponible y las interpretaciones que pueden construirse a partir de ella.

Transparencia sobre las brechas de información. El análisis debe reconocer explícitamente sus limitaciones: los datos disponibles capturan solo una fracción de las capacidades del ecosistema CTI uruguayo, y las brechas de información son en sí mismas un indicador del estado del sistema de monitoreo y evaluación. Las primeras ediciones de la serie, por ejemplo, cubren solo de manera parcial a los actores de intermediación y no disponen aún de información longitudinal sobre las empresas beneficiarias de los instrumentos, que dependerá del desarrollo del SII-CTI. Tampoco incorporan aún el estudio de casos de alto impacto ni indicadores de capacidades intangibles, que la tabla 2.1 identifica como necesarios y que se prevé desarrollar en ediciones futuras. Identificar esas brechas y proponer estrategias para cerrarlas es una contribución tan importante como el análisis de los indicadores disponibles. Además, permite que la metodología evolucione a medida que mejoren la disponibilidad y la calidad de la información y que se acumule aprendizaje institucional.

2.4.2 Análisis macro: capacidades y trayectoria del ecosistema

En el nivel macro, la metodología debe permitir caracterizar las capacidades estructurales y la evolución del ecosistema nacional de CTI, considerando las dimensiones definidas en la sección 2.3.2 y sintetizadas en la tabla 2.2. Los indicadores se organizan en tres bloques que siguen el recorrido del conocimiento: los insumos, que describen los recursos financieros y humanos destinados a la investigación; los productos de conocimiento, que recogen sus resultados directos (la producción científica y el patentamiento), y los resultados de innovación y emprendimiento, que reflejan la incorporación del conocimiento a la actividad económica. A ellos se suman la comparación internacional y la perspectiva de género (UNE-CTI, 2026b).

El análisis debe combinar tres perspectivas: nivel, trayectoria y comparación. El nivel permite conocer la situación observada; la trayectoria permite identificar cambios y persistencias a lo largo del tiempo; y la comparación permite contextualizar los resultados frente a otros países, referentes internacionales o grupos pertinentes. Para ello, el análisis se apoya en las normas internacionales de medición, como el Manual de Frascati para la I+D (OECD, 2015) y el Manual de Oslo para la innovación empresarial (OECD y Eurostat, 2018), y, en el ámbito regional, en los indicadores de la RICYT y en el Manual de Bogotá, que adapta la medición de la innovación a las particularidades de América Latina (Jaramillo et al., 2001).

La lectura sistémica requiere, además, analizar las relaciones entre dimensiones. Por ejemplo, la evolución de la inversión en I+D adquiere un significado diferente cuando se observa conjuntamente con la evolución del capital humano, las capacidades de investigación, la actividad empresarial o los resultados de innovación. De esta forma, el análisis busca identificar patrones y configuraciones de capacidades, y no establecer rankings a partir de indicadores individuales.

La interpretación debe explicitar las limitaciones de cobertura, comparabilidad y oportunidad de los datos y evitar inferencias causales que excedan la evidencia disponible. El análisis macro no busca atribuir impactos a instrumentos o programas específicos, sino caracterizar el estado y la trayectoria del ecosistema en su conjunto y proveer evidencia que oriente decisiones estratégicas sobre prioridades, asignación de recursos y marcos institucionales. Bravo et al. (2026, p. 21) caracterizan el nivel macro como el «propiamente sistémico», porque orienta la dirección del ecosistema en su conjunto. En su tipología, ese nivel corresponde a la evaluación de las políticas y estrategias nacionales. Esta serie lo aborda, en cambio, a partir de los indicadores del ecosistema, que aportan la evidencia de base para esas decisiones.

2.4.3 Análisis meso: coherencia y funcionamiento del portafolio de apoyo empresarial y del SNI

En el nivel meso, la unidad de análisis se desplaza desde los indicadores agregados del ecosistema hacia el conjunto de instrumentos públicos de apoyo. La pregunta central no es únicamente qué instrumentos existen, sino cómo funciona el portafolio de apoyo en su conjunto y en qué medida sus componentes contribuyen a conformar un conjunto de apoyos coherente y conectado. En esta primera edición, esa lectura se aplica a dos ámbitos: el portafolio de apoyo empresarial y la comunidad académica categorizada en el SNI.

Desde esta perspectiva, y en diálogo con la literatura sobre la combinación de políticas de innovación (Flanagan et al., 2011; Magro y Wilson, 2013), el análisis se organiza en torno a seis dimensiones complementarias (tabla 2.3). Para caracterizar los instrumentos de apoyo empresarial, se toma como referencia el marco de la OCDE para mapear el apoyo público a la innovación empresarial (OECD, 2023a), que los clasifica según la actividad apoyada, los objetivos de política, la autoridad que los financia, los beneficiarios y el mecanismo de apoyo. En el ámbito empresarial, el Documento 3 organiza esta lectura mediante tres correspondencias: entre el apoyo y la necesidad de la empresa, entre las exigencias de los instrumentos y las capacidades de implementación, y entre las funciones del sistema y su articulación (UNE-CTI, 2026c).

Tabla 2.3. Dimensiones de lectura del portafolio

Completitud En qué medida el portafolio cubre los problemas prioritarios y las distintas etapas de las trayectorias que busca acompañar.	**Balance** En qué medida la intensidad y el tipo de mecanismos (subsidios, créditos, garantías, capital o incentivos fiscales, en el apoyo empresarial) guardan relación con las restricciones que buscan atender.
Complementariedad En qué medida los instrumentos se refuerzan o encadenan, de modo que las capacidades que genera uno habiliten el aprovechamiento de otro.	**Conectividad** En qué medida existen condiciones para que las empresas puedan transitar entre apoyos, compartir información y acceder al instrumento adecuado en cada etapa.

Coherencia
En qué medida los objetivos, reglas e incentivos de las instituciones que integran el portafolio son consistentes entre sí.

Aprendizaje
En qué medida la información que generan los instrumentos y el monitoreo se utiliza para revisar, adaptar y mejorar el portafolio.

Fuente: elaboración propia.

Estas dimensiones no deben interpretarse como independientes, sino como componentes de un mismo funcionamiento sistémico. Un portafolio puede presentar una amplia cobertura formal y, al mismo tiempo, mostrar dificultades de articulación o continuidad. Del mismo modo, la existencia de múltiples instrumentos no constituye por sí misma evidencia de mayor capacidad del ecosistema si no existen mecanismos que permitan su complementariedad y aprendizaje.

En el ámbito académico, el sistema de apoyo a la comunidad científica es amplio e involucra a múltiples actores e instrumentos, como fondos de investigación, becas de posgrado, regímenes de dedicación a la investigación y programas de financiamiento de proyectos e infraestructura. Reconociendo esa amplitud, en esta primera edición el análisis meso se enfoca en el SNI, el instrumento que evalúa y categoriza a los investigadores del país, y el Documento 4 adapta a ese ámbito las dimensiones de lectura del portafolio (UNE-CTI, 2026d).

La disponibilidad de esa información difiere entre los dos ámbitos meso.

- En el portafolio empresarial, el análisis se apoya sobre todo en la información de oferta, ya que los datos de utilización y de trayectorias de las empresas beneficiarias aún no están disponibles de forma sistemática (UNE-CTI, 2026c).
- En la comunidad académica, en cambio, los registros del CVUy permiten trabajar con información sobre los propios investigadores del SNI, sus perfiles y sus trayectorias (UNE-CTI, 2026d).

Al igual que en el nivel macro, el objetivo no es atribuir resultados a instrumentos individuales, sino identificar patrones de funcionamiento del conjunto que permitan orientar decisiones de mejora.

Conclusiones

3. Conclusiones

El marco conceptual desarrollado en este documento establece las bases para el diseño y la aplicación de una metodología de análisis de indicadores sistémicos para el monitoreo del ecosistema nacional de CTI que impulsa la UNE-CTI. Su aporte central es una forma de leer la evidencia: tomar como objeto de análisis al ecosistema, y no al instrumento o al actor aislado; reconocer que ningún indicador captura por sí solo su desempeño; privilegiar la identificación de trayectorias y patrones por sobre la atribución causal, y articular niveles de análisis complementarios. En ese esquema, el nivel macro caracteriza las capacidades del ecosistema y el nivel meso examina el funcionamiento de los instrumentos públicos de apoyo en dos ámbitos: el portafolio de apoyo empresarial y la comunidad académica, a través del SNI.

Este marco conceptual no pretende ser un esquema cerrado, sino una referencia que se irá ajustando a medida que se consoliden las capacidades de monitoreo y evaluación y se amplíe la información disponible. Los documentos siguientes de la serie lo aplican al caso uruguayo: el segundo, en el nivel macro (UNE-CTI, 2026b), y el tercero y el cuarto, en el nivel meso, dedicados respectivamente al portafolio de apoyo empresarial (UNE-CTI, 2026c) y a la comunidad académica, a partir del SNI y del CVUy (UNE-CTI, 2026d). En conjunto, establecen la línea de base a partir de la cual la UNE-CTI podrá acompañar la evolución del ecosistema con evidencia sistemática y contribuir a una gestión pública de la CTI orientada al aprendizaje y a la mejora continua.

Los documentos de análisis permiten adelantar dos hallazgos que ordenan la serie. En el nivel macro, Uruguay amplió en la última década sus capacidades científicas, pero esa base no se extendió con la misma fuerza a la innovación en las empresas (UNE-CTI, 2026b). En el nivel meso, el portafolio de apoyo empresarial es amplio y especializado, y la pregunta que queda abierta es si sus partes se conectan para acompañar a las empresas a lo largo de su trayectoria (UNE-CTI, 2026c). Responder esa pregunta, con información sobre el uso y los resultados de los apoyos, es el paso siguiente del monitoreo.

Referencias bibliográficas

Adner, R. y Kapoor, R. (2010). Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. *Strategic Management Journal, 31*(3), 306–333.

Arnold, E. (2004). Evaluating research and innovation policy: A systems world needs systems evaluations. *Research Evaluation, 13*(1), 3–17.

Arocena, R. y Sutz, J. (2000). Looking at national systems of innovation from the South. *Industry and Innovation, 7*(1), 55–75.

Arocena, R. y Sutz, J. (2003). *Subdesarrollo e innovación: navegando contra el viento*. Cambridge University Press; OEI.

Bozeman, B., Dietz, J. S. y Gaughan, M. (2001). Scientific and technical human capital: An alternative model for research evaluation. *International Journal of Technology Management, 22*(7–8), 716–740.

Bravo, M. J., Valdés, S. y Zapata, J. (2026). *Guía metodológica para la evaluación con enfoque sistémico de políticas CTCI* [Documento técnico]. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo (Consejo CTCI). https://docs.consejoctci.cl/assets/documentos/GUIAORIENTACIONMETODOLOGICAV51.pdf

Comisión Europea. (2021). *She figures 2021: Gender in research and innovation*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

Cooke, P., Gómez Uranga, M. y Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy, 26*(4–5), 475–491.

Decreto N.º 57/026. (2026). Reglamentación de las Leyes N.º 20.446 y N.º 18.084: cometidos de la Secretaría Nacional de Ciencia y Valorización de Conocimiento y del Programa Uruguay Innova. IMPO.

Edquist, C. (Ed.). (1997). *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*. Pinter.

Edquist, C. (2005). Systems of innovation: Perspectives and challenges. En J. Fagerberg, D. C. Mowery y R. R. Nelson (Eds.), *The Oxford handbook of innovation* (pp. 181–208). Oxford University Press.

Flanagan, K., Uyarra, E. y Laranja, M. (2011). Reconceptualising the 'policy mix' for innovation. *Research Policy, 40*(5), 702–713.

Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Pinter.

Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S. y Smits, R. E. H. M. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change, 74*(4), 413–432.

Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy, 35*(5), 715–728.

Jaramillo, H., Lugones, G. y Salazar, M. (2001). *Manual de Bogotá: Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. RICYT; OEA; CYTED; COLCIENCIAS; OCT.

Ley N.º 20.446. (2025). Presupuesto Nacional de Sueldos, Gastos e Inversiones. Ejercicio 2025–2029. IMPO.

Lundvall, B.-Å. (Ed.). (1992). *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter.

Magro, E. y Wilson, J. R. (2013). Complex innovation policy systems: Towards an evaluation mix. *Research Policy, 42*(9), 1647–1656.

Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy, 31*(2), 247–264.

Mayne, J. (2001). Addressing attribution through contribution analysis: Using performance measures sensibly. *Canadian Journal of Program Evaluation, 16*(1), 1–24.

Menéndez, M. J. y Villarroel, K. (2024). *Análisis del ecosistema CTCI en Chile en un contexto de grandes transformaciones*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo.

Nelson, R. R. (Ed.). (1993). *National innovation systems: A comparative analysis*. Oxford University Press.

OECD. (1997). *National innovation systems*. OECD Publishing.

OECD. (2015). *Frascati manual 2015: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development*. OECD Publishing.

OECD. (2023a). *OECD framework for mapping and quantifying government support for business innovation* (OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, N.º 160). OECD Publishing.

OECD. (2023b). *OECD science, technology and innovation outlook 2023: Enabling transitions in times of disruption*. OECD Publishing.

OECD y Eurostat. (2018). *Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4.ª ed.). OECD Publishing; Eurostat.

Oh, D.-S., Phillips, F., Park, S. y Lee, E. (2016). Innovation ecosystems: A critical examination. *Technovation, 54*, 1–6.

Rosenberg, C., Obando, C. y El-Rayyes, T. (2024). *What methods work for evaluating the impact of public investments in RD&I*. Department for Science, Innovation and Technology. https://www.gov.uk/government/publications/what-methods-work-for-evaluating-the-impact-of-public-investments-in-research-development-and-innovation

Sábato, J. y Botana, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Revista de la Integración*, (3), 15–36.

Scherer, F. M. y Harhoff, D. (2000). Technology policy for a world of skew-distributed outcomes. *Research Policy, 29*(4–5), 559–566.

Schot, J. y Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy, 47*(9), 1554–1567.

Unidad Nacional de Evaluación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación [UNE-CTI]. (2026b). *Monitoreo del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación en Uruguay: análisis de las capacidades y resultados* (Documento Técnico N.º 2). Uruguay Innova, Presidencia de la República.

Unidad Nacional de Evaluación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación [UNE-CTI]. (2026c). *Monitoreo del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación en Uruguay: análisis del portafolio de apoyo empresarial* (Documento Técnico N.º 3). Uruguay Innova, Presidencia de la República.

Unidad Nacional de Evaluación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación [UNE-CTI]. (2026d). *Monitoreo del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación en Uruguay: análisis de la comunidad académica: el Sistema Nacional de Investigadores* (Documento Técnico N.º 4). Uruguay Innova, Presidencia de la República.

UNE

Unidad Nacional de
Evaluación del Sistema de
Ciencia, Tecnología e Innovación