

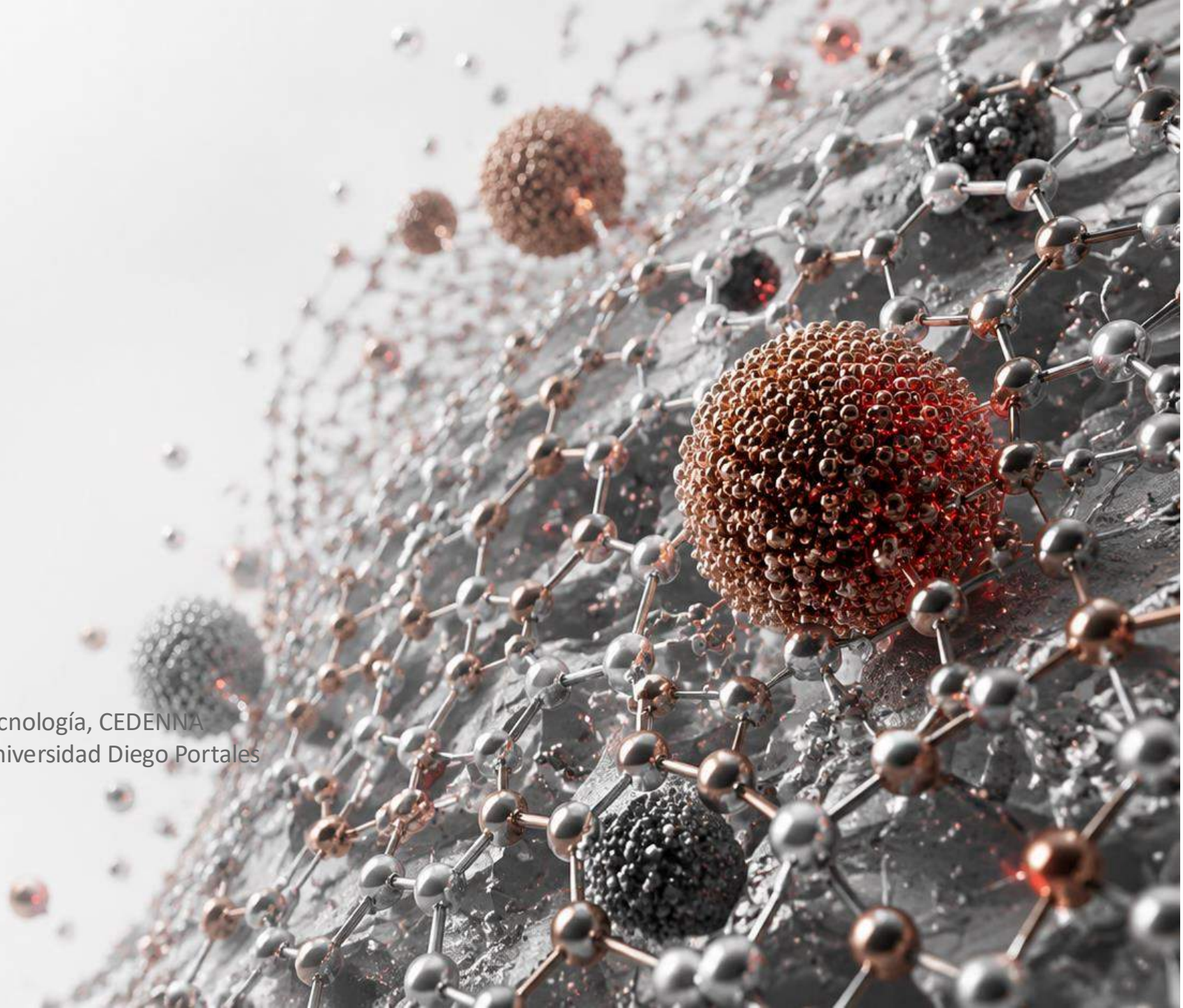
CLASE MAGISTRAL · XXXVII ANIVERSARIO

La revolución Invisible:

Nanotecnología para el desarrollo de Chile

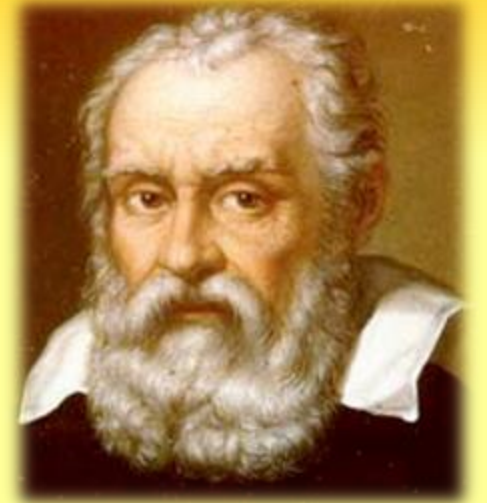
Dora Altbir Drullinsky

Directora del Centro de Nanociencia y Nanotecnología, CEDENNA
Directora de Proyectos Institucionales de la Universidad Diego Portales



Rol histórico de la investigación

- Durante muchos años la investigación (creación de conocimiento) era cercana a la filosofía y era vista sólo como un aporte al desarrollo cultural de las sociedades.
- La ciencia no necesitaba hacerse en el mismo sitio donde se enseñaban las diferentes profesiones.
Arquímedes 500, AC, Pitágoras 200, AC, Descartes 150, DC (etc.)



Rol histórico de la Investigación

- Esta tendencia se mantuvo en las Escuela Superior Imperial de China, Universidad de Constantinopla (Pandidakterion), las Escuelas Catedráticas y Monásticas, antecesoras de las actuales Universidades: El desarrollo de conocimiento es independiente del lugar donde este se enseña.
- Sólo a partir de 1810 se evidencia en la Universidad de Berlín la necesidad de que la **enseñanza superior y la investigación estén unidas. Los académicos debieron adaptarse a esta nueva forma de trabajo.**



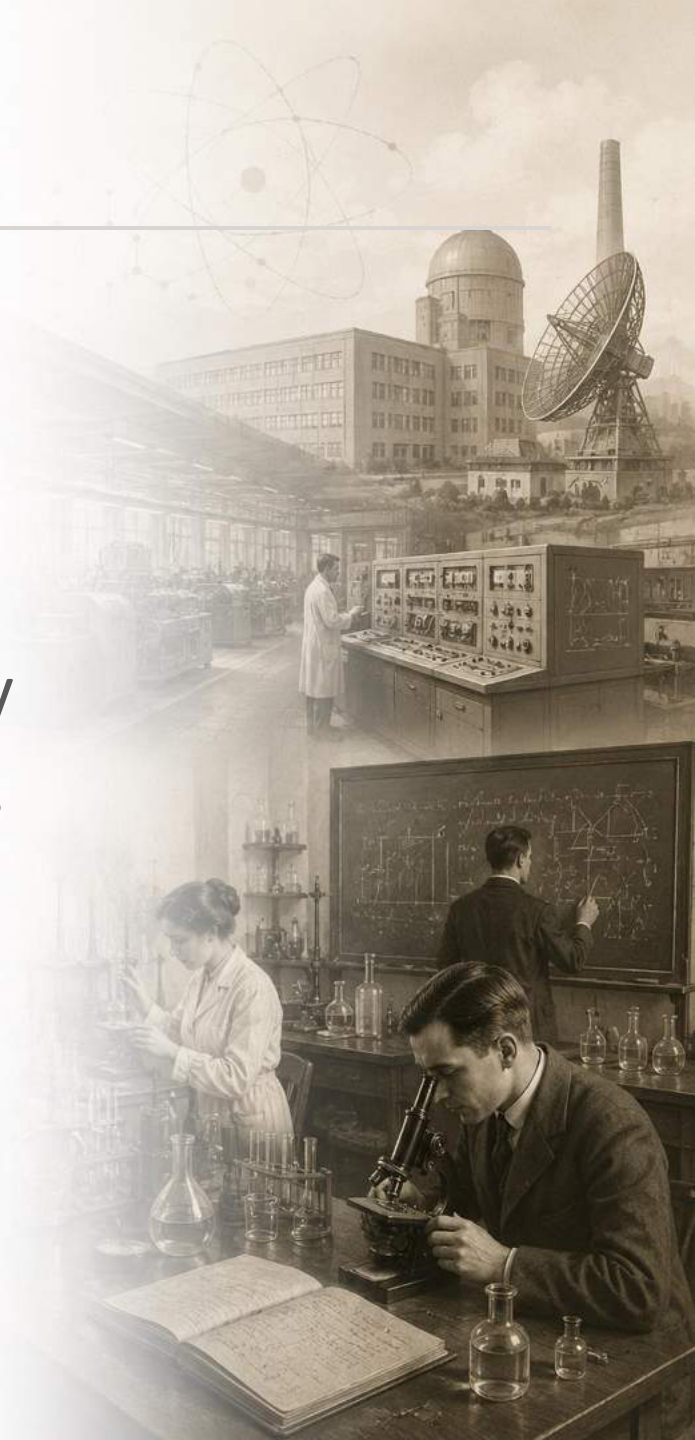
Rol histórico de la Investigación

La estructura de esta universidad alemana enfocada a la enseñanza y la investigación, sirvió de modelo durante el siglo XIX a instituciones como la Universidad Johns Hopkins (1876, primera dedicada a la investigación en Estados Unidos) y otras muchas como la Universidad de Harvard (1676), Duke (1838), y Cornell (1865).



Rol histórico de la Investigación

- Durante muchos años los académicos se sintieron cómodos con este tipo de Universidades, en las que se desarrollaba enseñanza e investigación (básica)
- Luego los países comienzan a experimentar guerras y vaivenes en sus economías. Instituto Kaiser Wilhelm. Bomba atómica. Luego ocurre lo mismo en otros países.



Rol histórico de la Investigación

- Aparecen los términos **innovación** y **desarrollo** en nuestro lenguaje cotidiano, ligándolos a las Universidades. **Y de nuevo los académicos debemos adaptarnos.**
- El rol de la ciencia fue relevado en la pandemia, mostrando la importancia de tomar decisiones apoyadas en ciencia y su potencial para resolver los problemas inesperados que enfrenta la sociedad.



De una pregunta visionaria a una industria global

En poco más de seis décadas, la nanotecnología pasó de una intuición física a un campo con universidades, políticas nacionales y mercados propios.

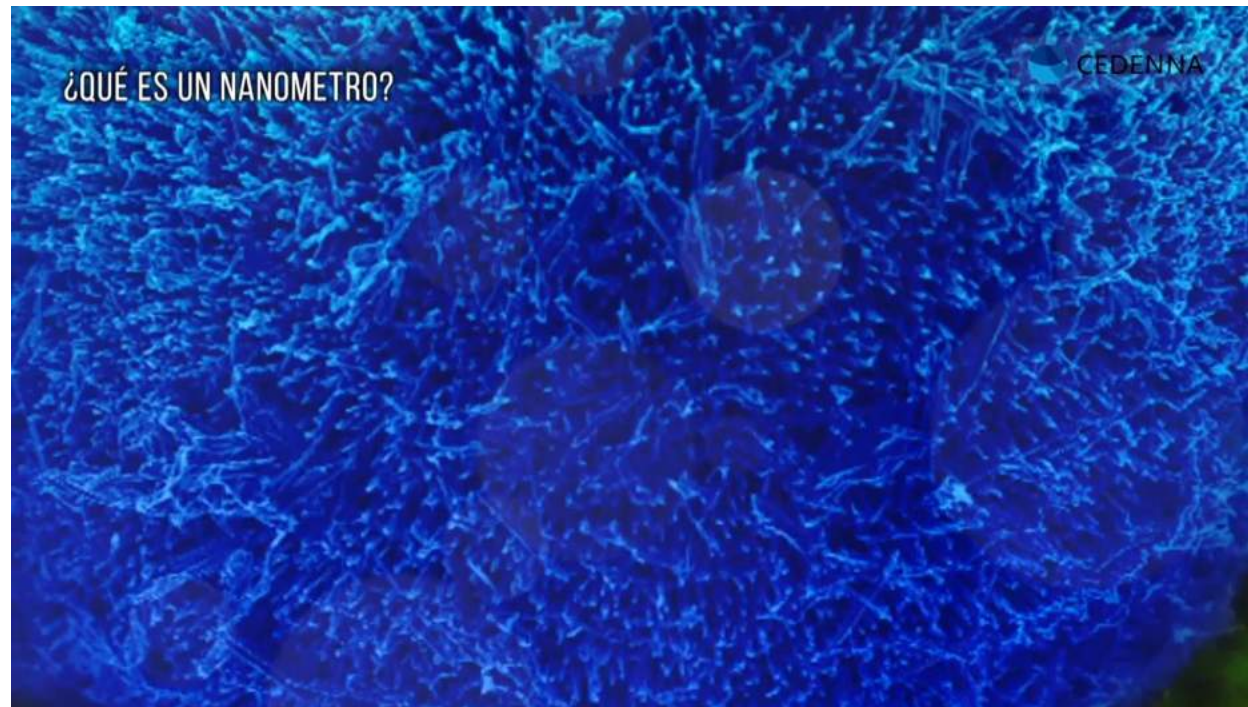


Pero ¿Qué es la escala nanométrica?

Un nanómetro es una **milmillonésima de metro**.

El prefijo viene del griego **enanus** que significa enano.

Es la **millonésima parte de un milímetro** y representa al tamaño de una cadena de seis átomos



Del mundo visible al nanomundo

Comparación de escalas desde lo observable a simple vista hasta la escala nanométrica



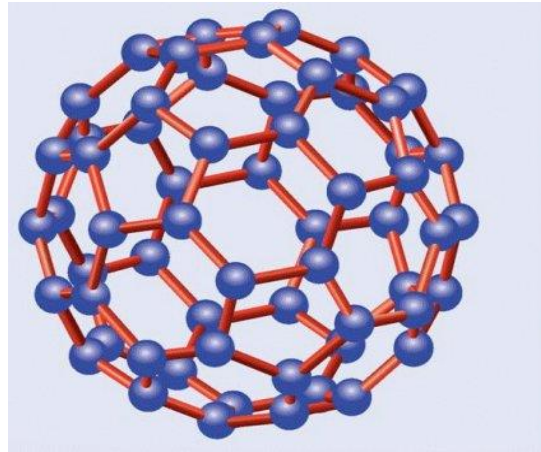
Por qué son relevantes los nanomateriales?

Menor tamaño → más superficie → nuevas propiedades

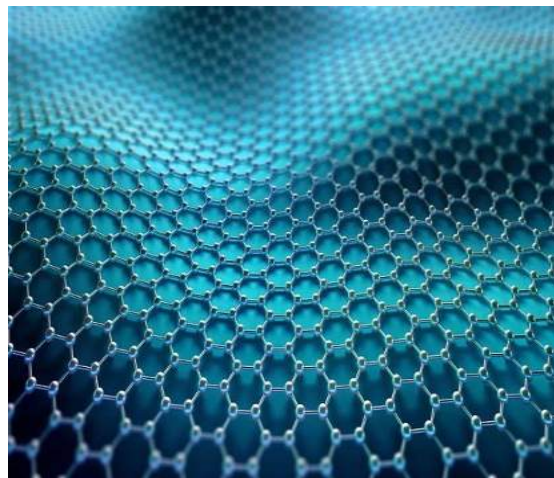
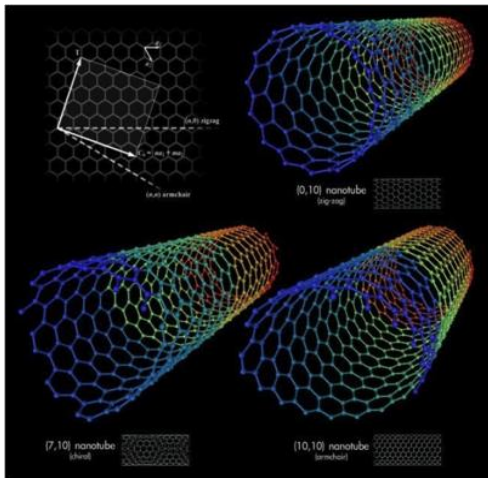


	1 Cubo de 4 cms.	8 Cubos de 2 cms.	64 cubos de 1 cm.
Superficie (cm2)	96	192	384
Volumen (cm3)	64	64	64
Superf./Volum.	1.5:1	3:1	6:1

Estructuras del Carbono

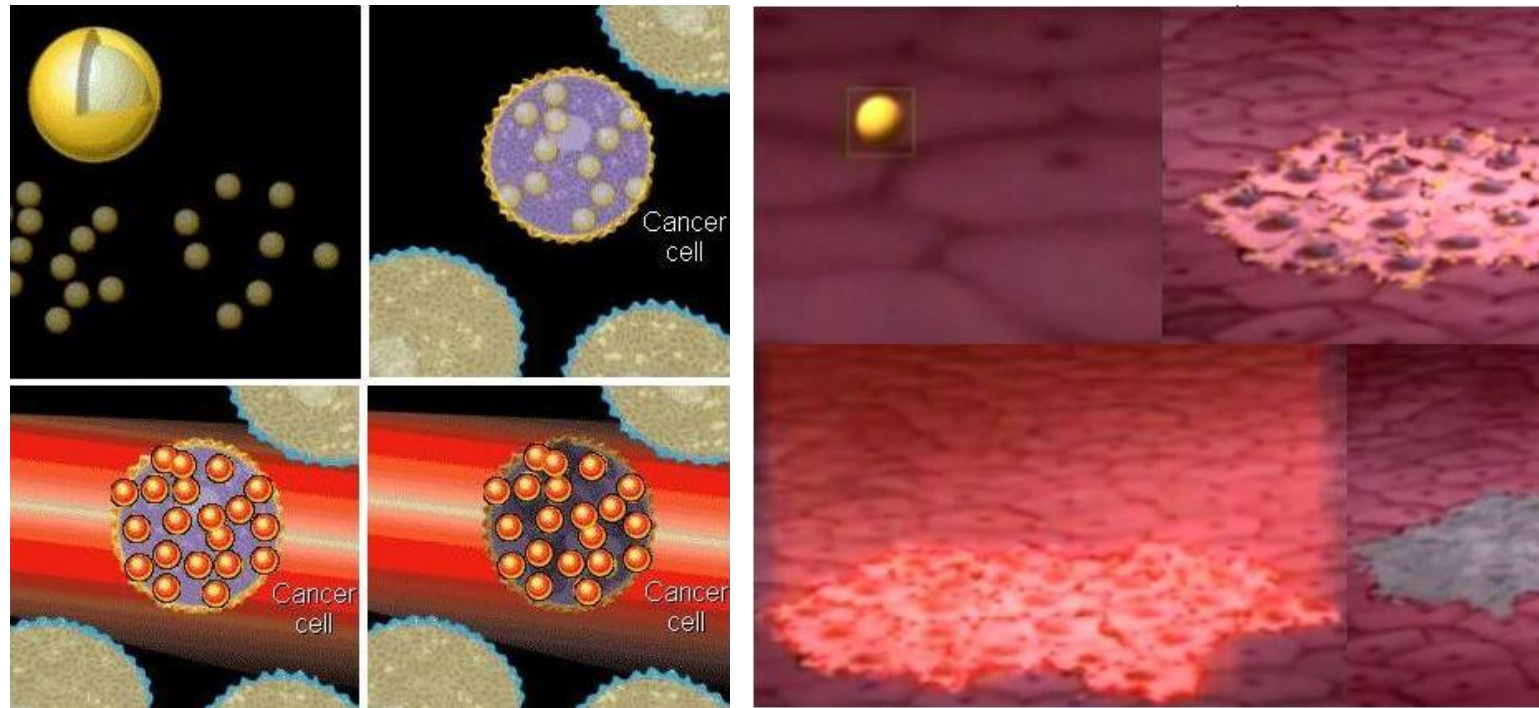


- **Carbón:** blando. Asado.
- **Fullereno:** Resistencia a presión (3000 atmósferas). Lubricante.
- **Grafeno:** Alta resistencia (200 veces más que el acero). Genera electricidad al exponerlo al sol. Paneles solares, transistores, detectores de gas.
- **Nanotubos:** Alta estabilidad térmica, conductores de electricidad, extremadamente resistentes y livianos. Fuselaje de un avión.



Hipertermia:

Utiliza radiación de ondas ultrasónicas, láser o magnética en combinación con los tratamientos radioterápicos, para potenciar la efectividad de estos, mediante el aumento local de la temperatura. Esto requiere un agente productor de calor que pueden ser nanopartículas de oro u óxido de hierro superparamagnético.



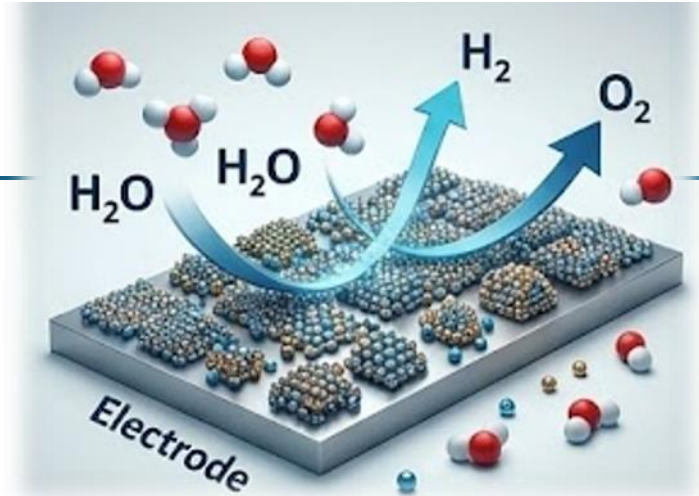
Nanotecnología para producir energía limpia con menos recursos críticos y menos infraestructura.

ELECTRÓLISIS
NANO-
ESTRUCTURADA
-75%

iridio y platino

Menos metal, igual rendimiento
Nanocatalizadores comprimidos a escala atómica reducen en tres cuartas partes el uso de metales críticos en la producción de hidrógeno verde, sin perder eficiencia.

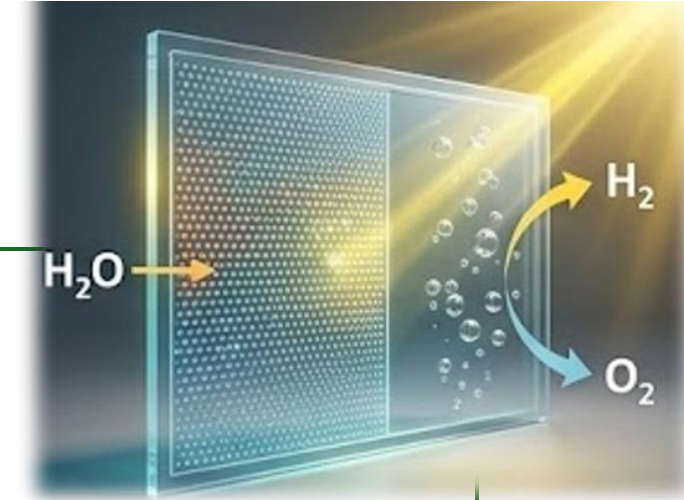
Fuente: IMDEA Materiales (España), Electrochimica Acta, 2026.



FOTOCATÁLISIS
SOLAR DIRECTA

Puntos cuánticos y materiales fotoactivos a escala nanométrica absorben luz solar y separan el agua en hidrógeno y oxígeno en un solo paso, sin electrólisis ni conexión a la red.

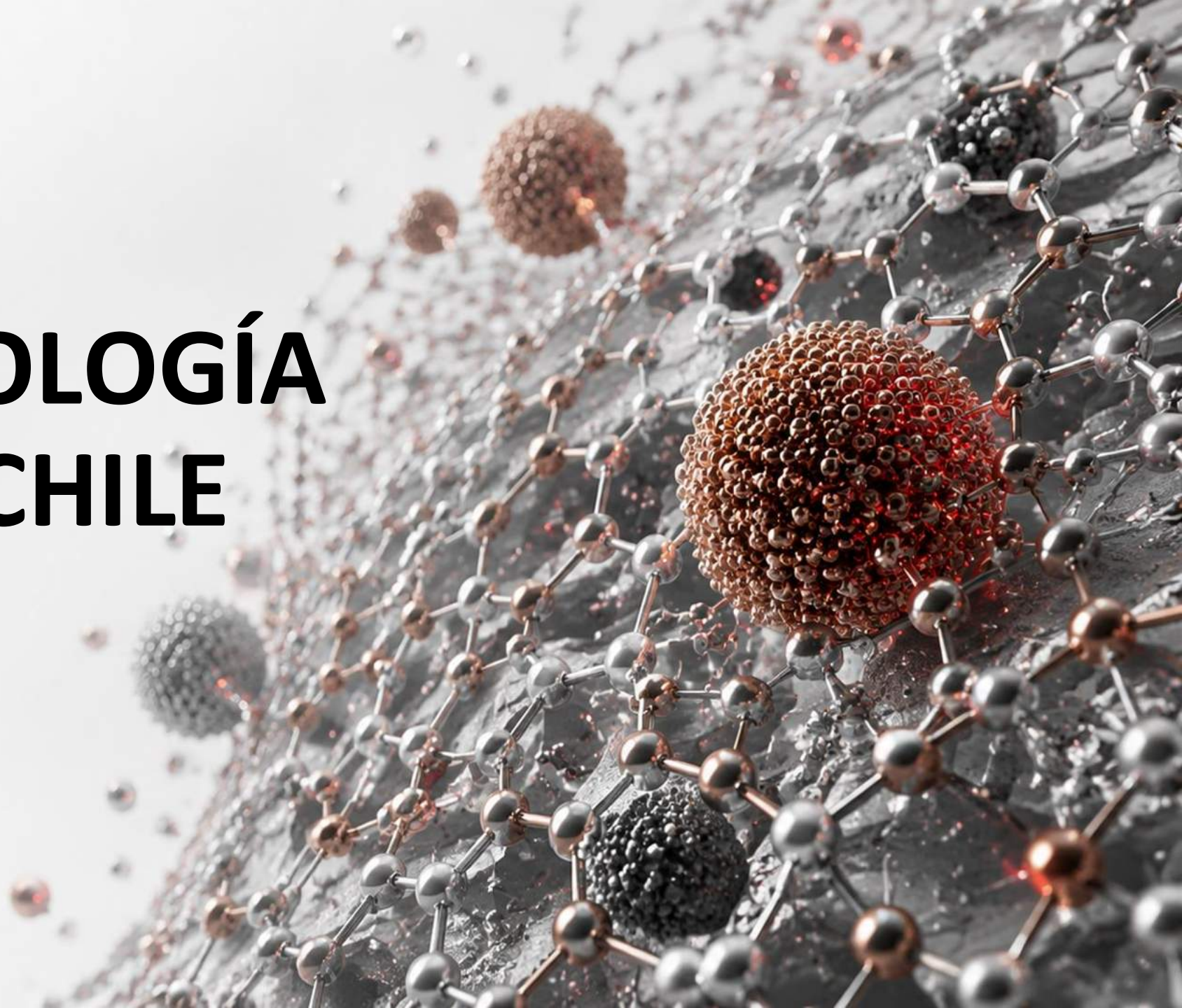
Fuente: Karlsruhe Institute of Technology (Photreon) y Universidad de Michigan, Nature Energy, 2026.



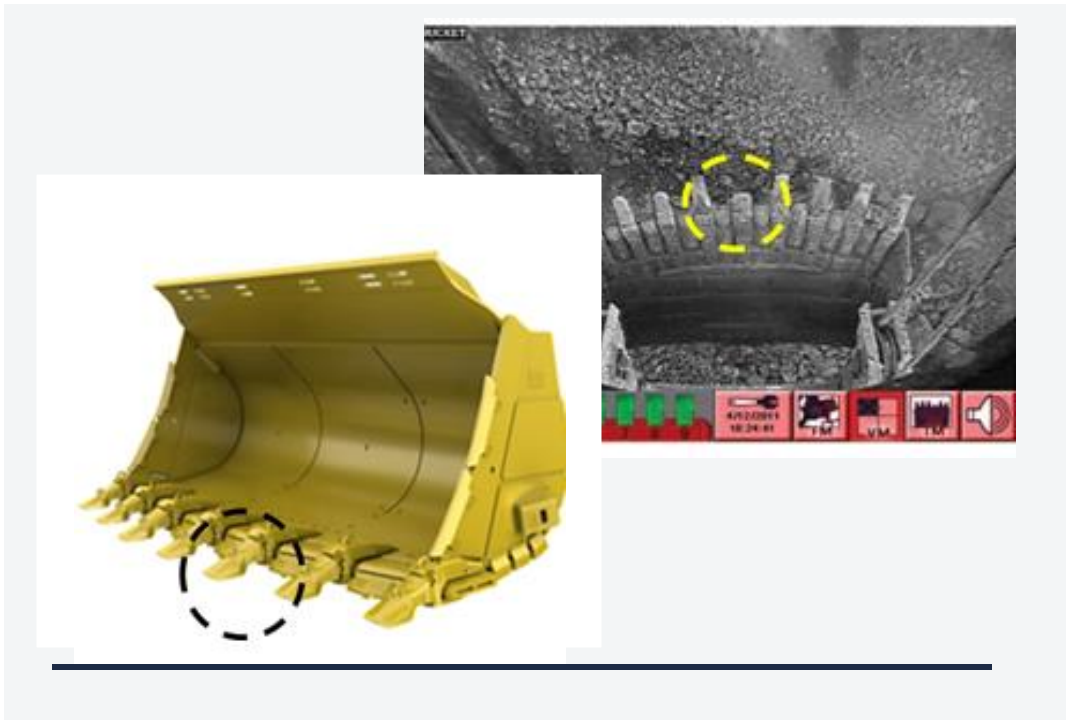


Remediación de aguas y suelos

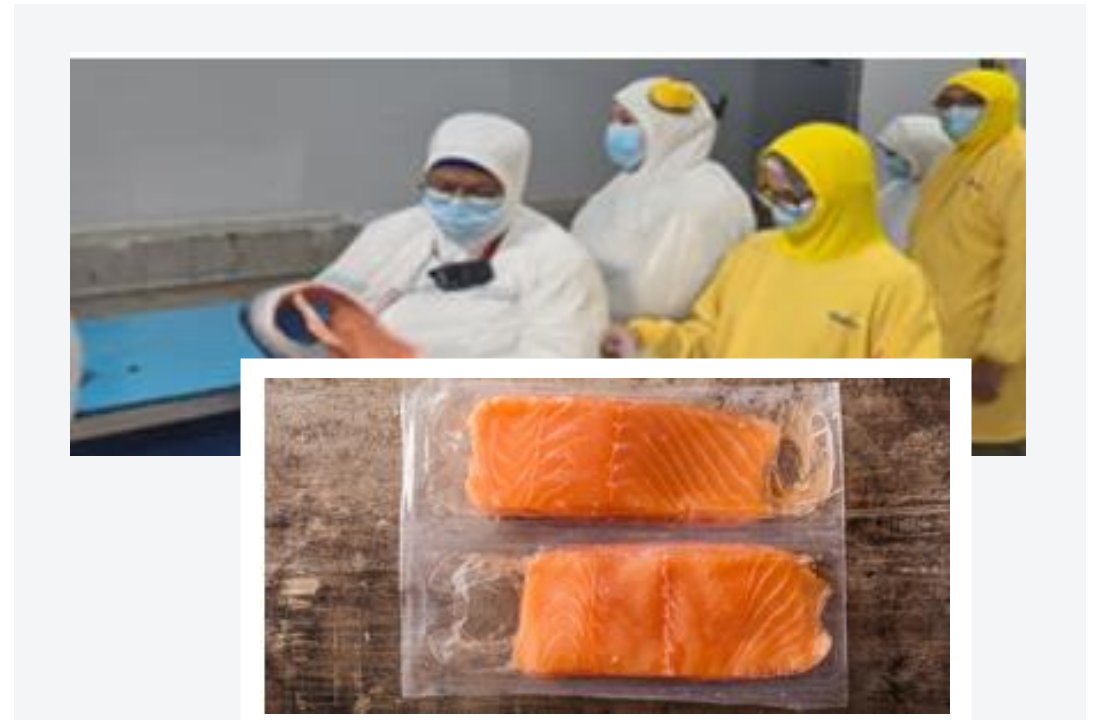
NANOTECNOLOGÍA MADE IN CHILE



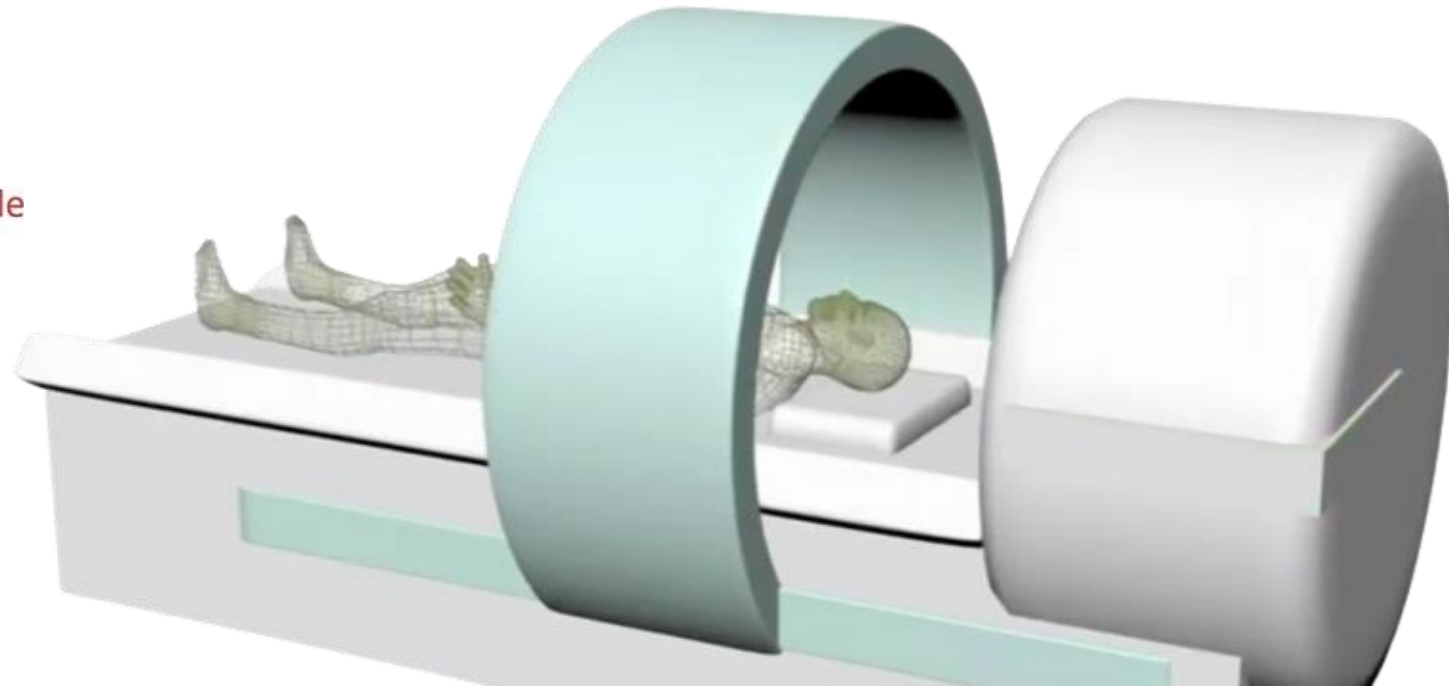
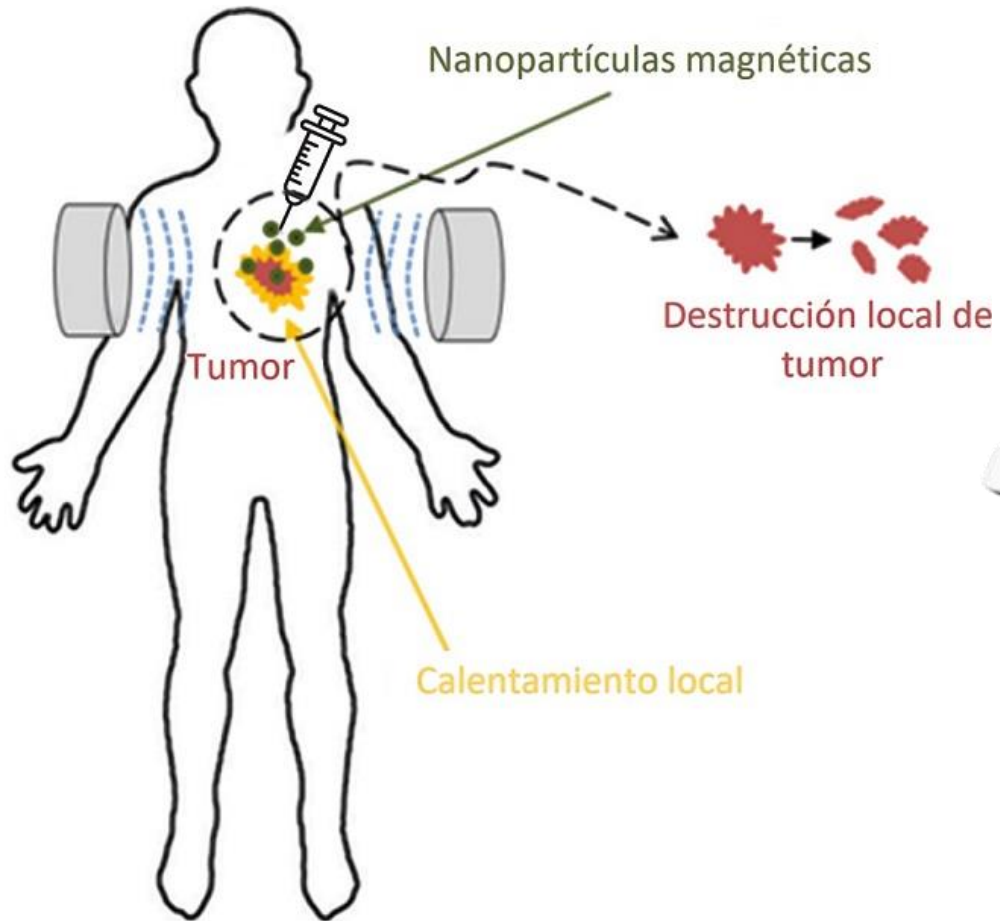
Sensores para Minería



Envases para Alimentos



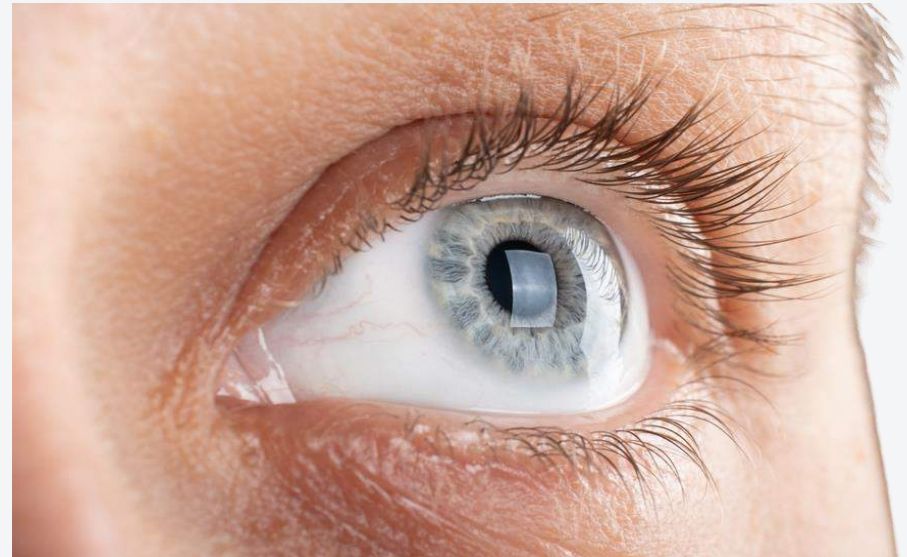
Nanopartículas magnéticas para tratar el cáncer a través de Hipertermia



Sensor para detección temprana del Parkinson



Cultivo de células del limbo corneal para tratar un tipo de ceguera



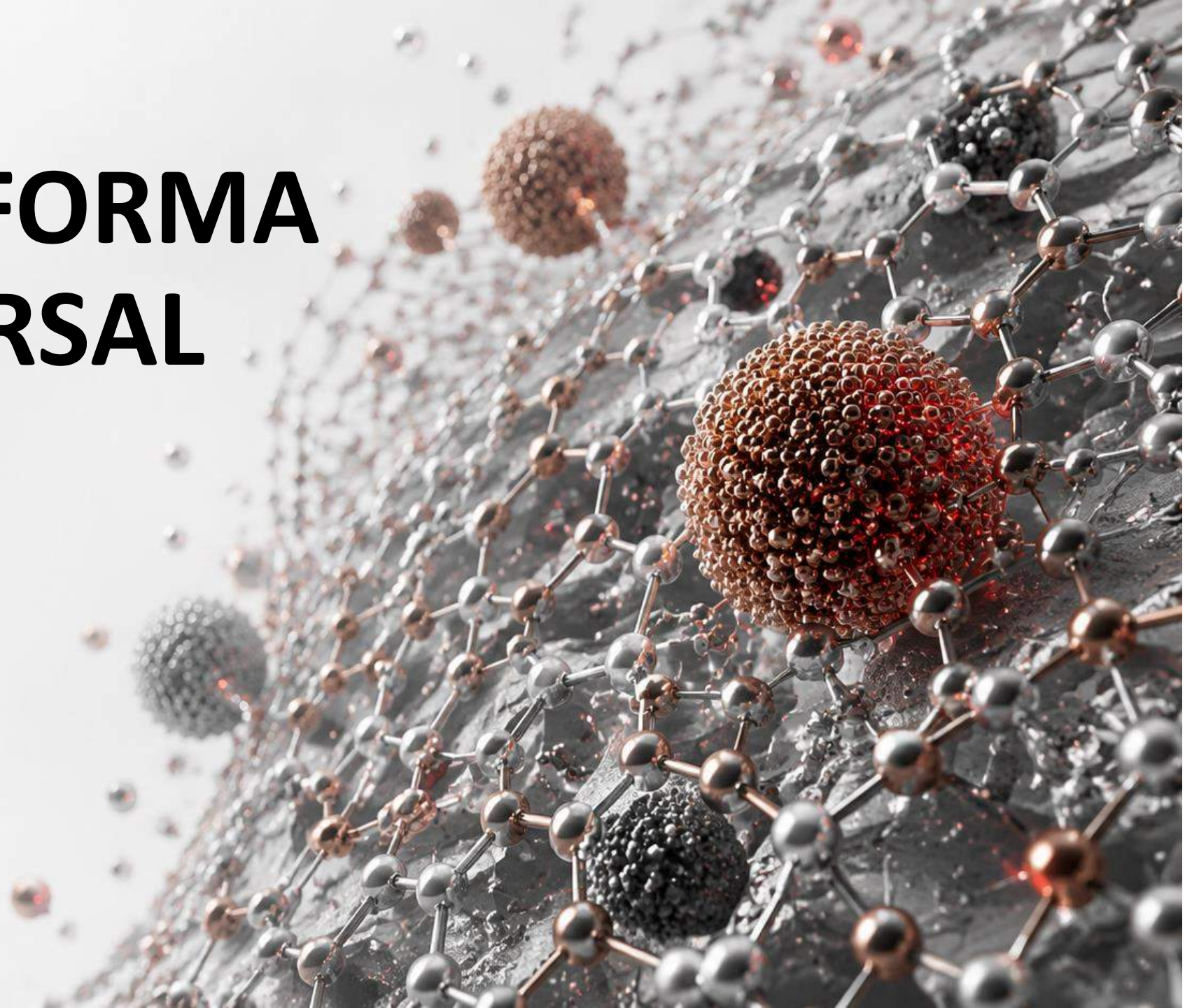
Hormigón aislante térmico



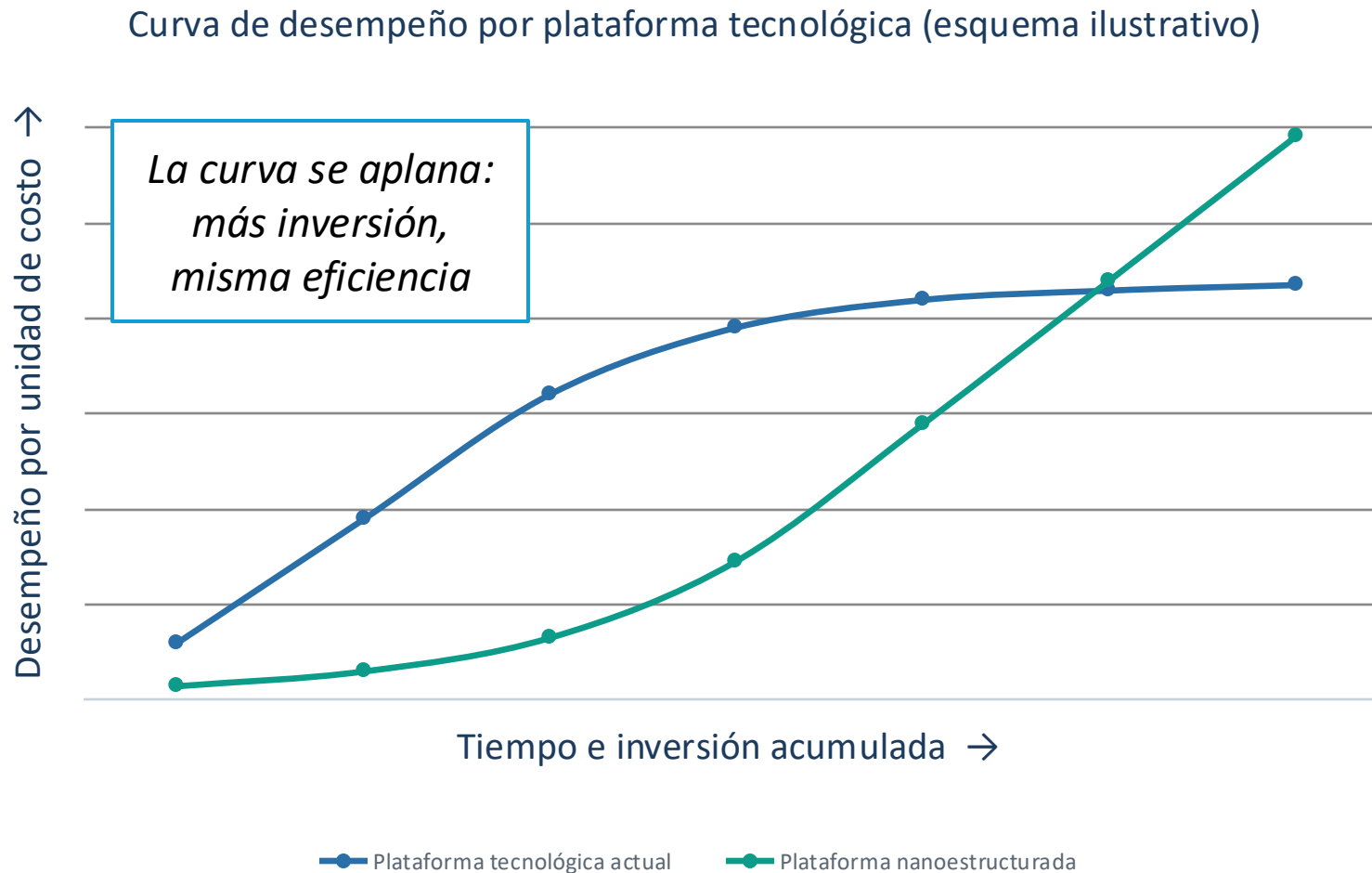
Determinación en tiempo real de fungicidas



UNA PLATAFORMA TRANSVERSAL



Las industrias tradicionales agotaron la mejora por diseño: hoy el límite no es la ingeniería, es el material.



Los límites al valor no se rompen con más capital: se rompen cambiando de material.



Fuentes: imec, Technology Roadmap; McKinsey & Company, Semiconductors Practice; IEA, Global EV Outlook 2025; Nature Reviews Drug Discovery; Curvas ilustrativas.

La Nanotecnología es una **capa habilitante** para el desarrollo industrial



No es una industria aislada: es una capa habilitante

Se integra directamente en sectores clave como la **farmacéutica**, la **minería** la **electrónica** o cualquiera.



Farmacéutica



Minería



Electrónica



Ya está monetizada: No es una promesa futura

Genera valor comercial concreto a través de soluciones de alta demanda e impacto ya desplegadas en el mercado.

Vacunas ARN

Pantallas Premium

Baterías densas

Recubrimientos anticorrosivos

MERCADO GLOBAL

USD 118,7

MIL MILLONES

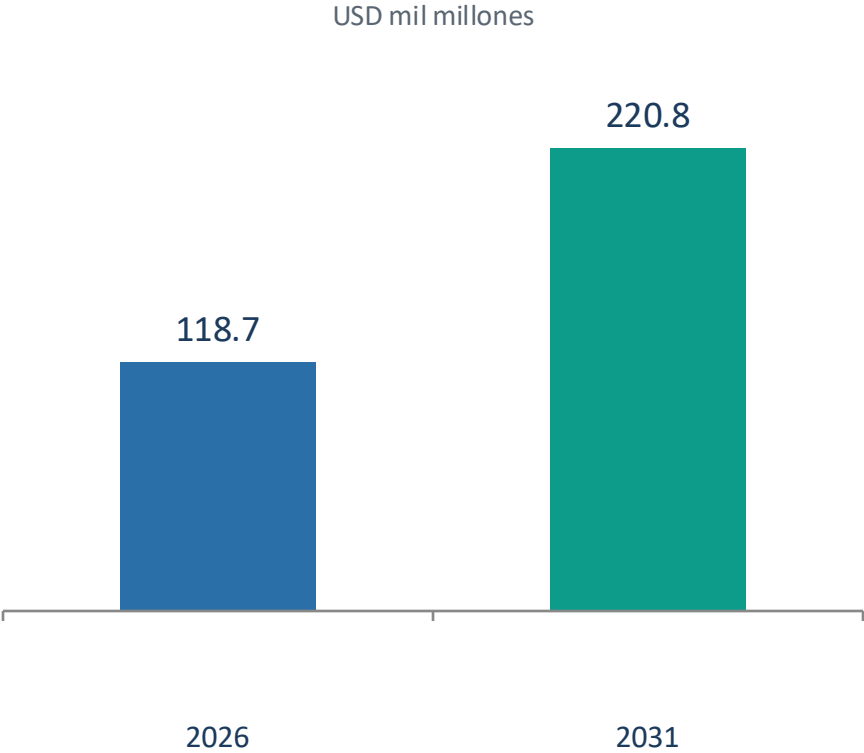
Mercado global de nanotecnología 2026.



13,2%

Crecimiento anual
sostenido hasta
2031

El mercado de la Nanotecnología se duplicaría a USD 220.800 millones en 2031, y el crecimiento se concentra principalmente en cuatro vectores.



Los cuatro vectores del crecimiento

● Salud y farmacéutica	13% anual
● Almacenamiento de energía	15,6% anual
● Nanodispositivos y sensores	16,7% anual
● Óptica avanzada (puntos cuánticos)	18,1% anual

Fuentes: Mordor Intelligence, Nanotechnology Market 2026–2031.

Algunos casos ganadores en Nanotecnología

01

Medicina de precisión

Problema: el fármaco no llegaba al destino.

Solución: nanopartículas lipídicas dirigidas.

Habilitó tratamientos para diversas enfermedades.

02

Aviones

Problema: cada kilo extra de fuselaje quema combustible.

Solución: refuerzos nanoestructurados.

Menos peso, misma resistencia y menos combustible.

03

Sensores avanzados

Problema: medir materiales en laboratorio.

Solución: detección de trazas en terreno.

Diagnóstico y monitoreo portátil en minutos

04

Auto

Problema: más autonomía sin agrandar la batería.

Solución: electrodos de silicio nanoestructurado.

Más densidad energética y carga más rápida.

Todo caso exitoso resolvió un problema conocido de una industria establecida.

Tres señales muestran que el sector ya tiene escala:

Juntas describen ciencia, propiedad intelectual e inversión

≈264 mil

artículos relacionados
con nano en 2024

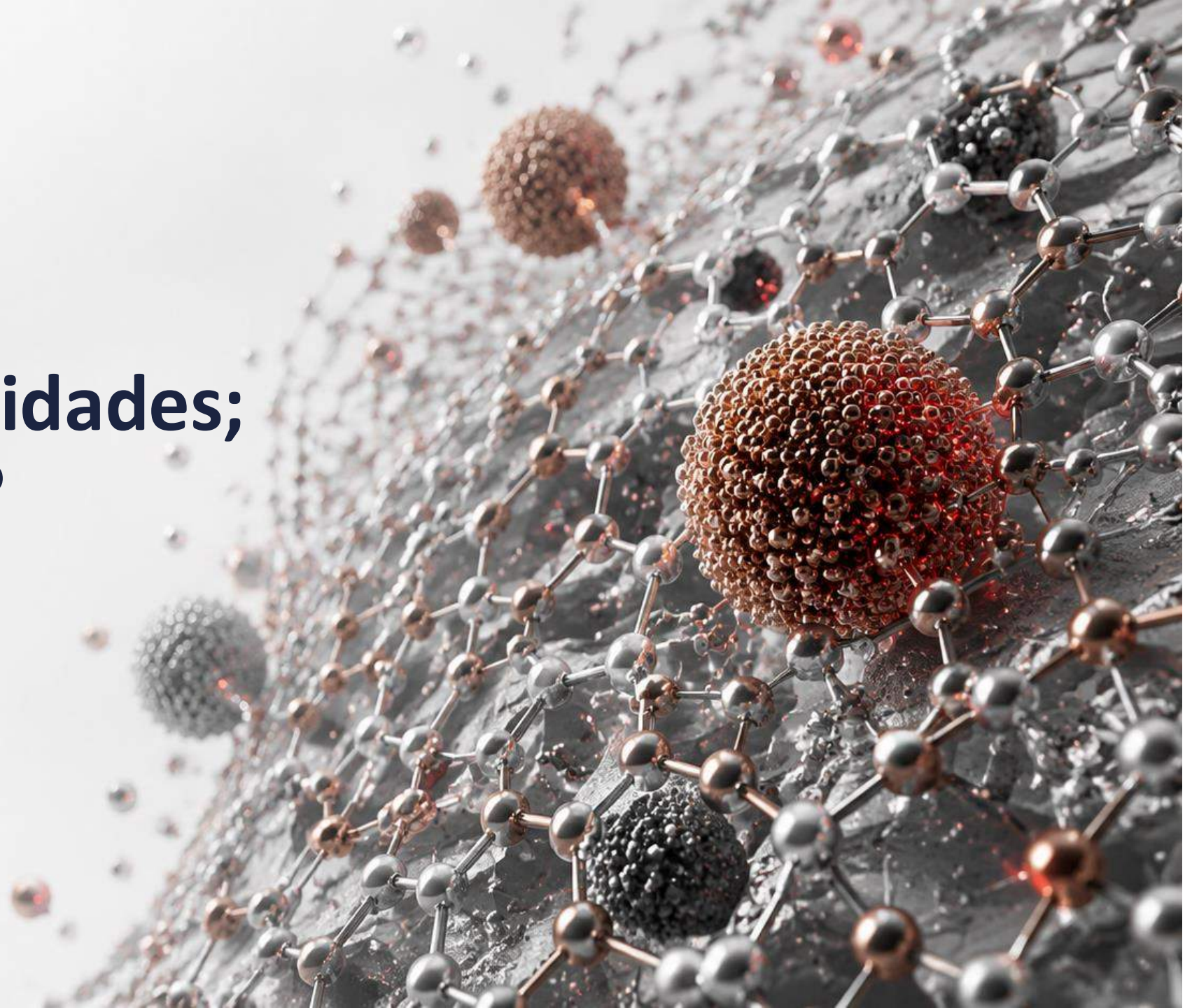
+10.250

patentes otorgadas por la USPTO
(Oficina de Patentes y Marcas de
Estados Unidos) durante 2024
fueron identificadas como
relacionadas con nanotecnología

36,7 MM US \$

Gasto de las empresas de EE.UU en
I+D (enfocada en nano, 2022)

**Chile tiene capacidades;
qué falta?**

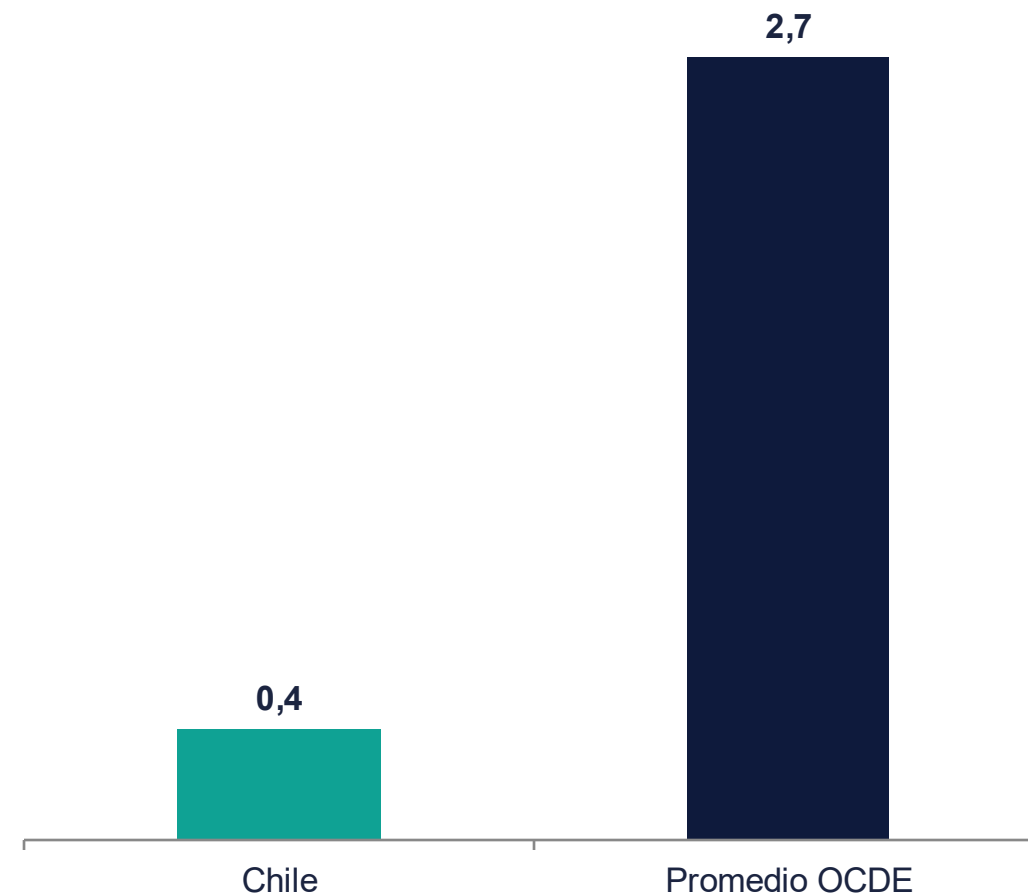


Chile ha construido ciencia, RRHH e infraestructura. Sin embargo, la inversión en I+D sigue muy por debajo del promedio de la OCDE y limita la continuidad necesaria para transformar conocimiento en soluciones.

≈ 6,6x

es la brecha entre Chile (0,4% del PIB) y el promedio OCDE (2,7%). Igual que en RRHH

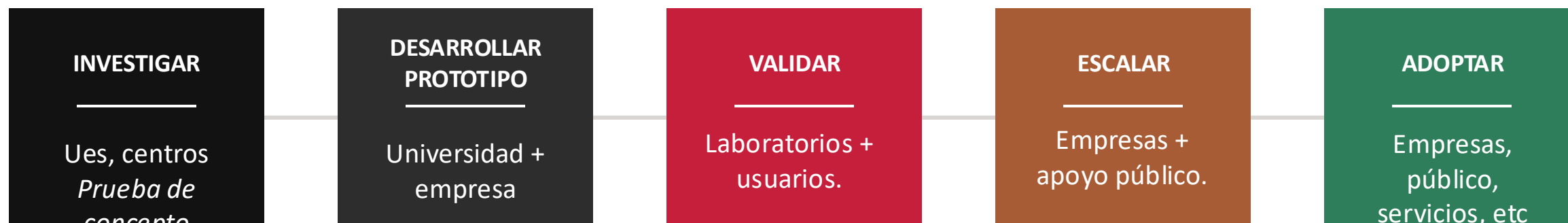
Inversión en I+D, 2023 (% del PIB)



Fuente: OECD Economic Surveys: Chile 2025.

¿Cómo convertir la nanociencia chilena en soluciones?

Una trayectoria continua desde la investigación hasta la adopción.



Universidades + Estado + empresas

Una oportunidad para el desarrollo

¿Por qué N&N?

*Se proyecta como la mejor opción de **desarrollo responsable**, cuidando el medio ambiente, **agregando valor** a los recursos naturales y **resolviendo los problemas propios** de cada país.*

Ciencia y Tecnología "nueva".

Una oportunidad para el desarrollo

*Contamos con las ideas para abordar esos desafíos y si logramos poner los **acentos adecuados** con la **velocidad correcta**, las **colaboraciones generosas** entre todas las instituciones, las **políticas y recursos** de largo plazo, la N&N aportarán para sortear este complejo momento local (siempre al borde del desarrollo) y global.*

La ciencia puede abrir el camino.
Como país, debemos decidir como vamos a recorrerlo.

Muchas gracias

