



Impacto de los observatorios de ciencia y tecnología en el desarrollo socioeconómico

Impact of science and technology observatories on socioeconomic development

Prudencio Chacón¹

Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez
<https://orcid.org/0000-0001-7852-6377>
prudenciochacon.ambiente@gmail.com
Caracas-Venezuela

Luis Marcano²

Universidad Central de Venezuela
<https://orcid.org/0000-0002-1094-1328>
marcanol48@gmail.com
Caracas-Venezuela

Fecha de recepción: 19/04/2024
Fecha de aprobación: 21/05/2024

Resumen

Se analiza en este ensayo la relevancia de los observatorios de ciencia y tecnología, especialmente en el contexto de Iberoamérica, donde los recursos para investigación y desarrollo son limitados. Se argumenta que un organismo como el Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Oncti) es crucial para optimizar la asignación de recursos y maximizar el retorno de la inversión en ciencia y tecnología. El texto destaca que los observatorios desempeñan una función estratégica al proporcionar datos, información y análisis que guían la toma de decisiones de gobiernos, instituciones y empresas, facilitando la identificación de áreas prioritarias para la inversión y la innovación. Se menciona la importancia de desarrollar capacidades robustas de observación y análisis para formular políticas efectivas que impulsen el desarrollo. Además, se presentan ejemplos de países como Japón y China, entre otros, que han utilizado indicadores de ciencia y tecnología para monitorear tendencias y orientar políticas, lo que ha contribuido a su crecimiento económico y competitividad. El ensayo concluye que el Oncti puede generar diagnósticos precisos del estado de las capacidades nacionales de investigación y desarrollo (I+D) y proponer políticas públicas que fortalezcan el desarrollo integral del país a través de la ciencia y la tecnología, priorizando acciones que generen ingresos a la nación y bienestar para la población.

Palabras clave:

Observatorios; investigación; indicadores; políticas; capacidades

Abstract

This essay analyzes the crucial role of science and technology observatories, particularly in Ibero-America, where resources for research and development are limited. It argues that an organization like the National Observatory of Science, Technology and Innovation (Oncti) is essential for optimizing resource allocation and maximizing the return on investment in science and technology. Observatories play a strategic role by providing data and analyses that guide decision-making in governments and institutions. This facilitates the identification of priority areas for investment and innovation. Developing robust observational and analytical capacities to formulate effective policies that drive development is crucial. Furthermore, examples from countries like Japan and China are presented, demonstrating how they have used science and technology indicators to monitor trends and guide policies, contributing to their economic growth and competitiveness. The article concludes that the Oncti can generate precise diagnostics of the state of national R&D capacities and propose public policies that strengthen Venezuela's integral development through science and technology, prioritizing actions that generate revenue for the nation and promote well-being for the population.

Keywords:

Observatories; research; indicators; policies; capacities

¹ Profesor Titular (J) Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Asesor del Oncti. ORCID: 0000-0001-7852-6377. Caracas, Venezuela. Correo-e: prudenciochacon.ambiente@gmail.com

² Profesor Titular (J) Universidad Central de Venezuela. Asesor del Oncti. ORCID: 0000-0002-1094-1328. Caracas, Venezuela. Correo-e: marcanol48@gmail.com / luis.marcano@ucv.ve



Introducción

Resulta inimaginable en el mundo cada vez con tendencias a la globalización en algunas áreas no considerar la innovación, el conocimiento y la tecnología como elementos fundamentales para impulsar el crecimiento económico de los países. Como consecuencia, las naciones llamadas desarrolladas han orientado políticas de inversión hacia el apoyo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Para evaluar los resultados de estas inversiones y guiar a los responsables en la asignación de recursos, ha sido esencial contar con un sistema de indicadores que permita una evaluación precisa de su aplicación y facilite a la sociedad el seguimiento y valoración de los esfuerzos realizados en estas áreas.

Para satisfacer esta necesidad, numerosos países, especialmente aquellos más avanzados o que han experimentado crecimientos significativos en las últimas décadas, han implementado estructuras novedosas bajo el formato de Observatorios de Ciencia y Tecnología. Estos observatorios se encargan de ejecutar acciones que recopilan, procesan y difunden información y conocimiento, con el objetivo de apoyar la toma de decisiones a través de una red de actores involucrados en la gestión de ciencia y tecnología (CyT, en adelante) (Ohayon *et al.*, 2014).

En consecuencia, los Observatorios de Ciencia y Tecnología (OCT) desempeñan un papel fundamental en el seguimiento y la anticipación del desarrollo científico y tecnológico. Estas instituciones están diseñadas específicamente para observar, rastrear, anticipar y monitorear el avance de diversas áreas del conocimiento, prestando especial atención a cuestiones críticas que pueden tener un impacto significativo en el desempeño de los países, regiones o empresas.

Entre las funciones que desempeñan los OCT se puede encontrar, por ejemplo, el análisis de los ciclos y períodos de desarrollo en áreas específicas. Al hacerlo, pueden identificar tendencias emergentes, oportunidades prometedoras y posibles desafíos que requieren una acción proactiva. Esta

información es invaluable para los responsables de la toma de decisiones, pues les permite anticiparse a los cambios y adaptar sus estrategias en consecuencia.

Además, los OCT se han convertido en herramientas clave para observar y analizar los procesos a lo largo de las cadenas productivas. Al identificar puntos críticos o cuellos de botella, estos observatorios pueden proporcionar información valiosa para mejorar la eficiencia y la competitividad de los sectores económicos clave de un determinado país.

Por ejemplo, un OCT dedicado a la observancia del sector agrícola podría monitorear el desarrollo de nuevas tecnologías de riego, variedades de cultivos resistentes a plagas y enfermedades o adaptados a las eventualidades generadas por las amenazas del cambio climático global. La motivación fundamental detrás de esta propuesta también ha sido en algunos países la necesidad de detectar y prever las demandas con el fin de desarrollar soluciones efectivas y fomentar la colaboración entre los sectores público y privado (Schmidt y Silva, 2018).

De manera similar, un OCT que se enfoque en el sector energético podría rastrear el desarrollo de las tecnologías de energía renovable, avances en el almacenamiento de energía, tendencias en el consumo energético y el desarrollo de nuevos productos. Esta información sería fundamental para los planificadores energéticos, las empresas del sector y los responsables políticos, en especial en aquellos países que dependen en gran medida de la explotación de los hidrocarburos.

La misión principal de los observatorios, en definitiva, es la producción de indicadores de CyT que tienen como fin proporcionar una comprensión más profunda de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación (en adelante, I+D+i) nacionales, así como su posición en el escenario internacional. Además, los observatorios permiten la agregación, organización y tratamiento “inteligente” y coordinado de una amplia gama de datos



provenientes de diversas fuentes (tanto nacionales como internacionales) para asegurar un mayor grado de comparabilidad.

En Venezuela, el Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Oncti) tiene más de 30 años de historia, si tomamos en cuenta su origen en el Programa de Promoción al Investigador (PPI). Inicialmente, su foco fue el registro y categorización de los investigadores del país, con el objetivo de establecer un mecanismo similar al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de México. Este sistema buscaba reconocer y estimular la excelencia en la investigación científica, tecnológica y humanística del personal de investigación nacional. Además, permitía mantener un registro detallado de la población dedicada a las ciencias, incluyendo información detallada sobre sus productos, dependencia institucional y otros datos de interés que podían ser de gran utilidad para la planificación estratégica del país.

La transformación subsiguiente del PPI en el Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Oncti, s.f.), con una ampliación significativa de su misión inicial, marcó un hito decisivo en la evolución de la gestión del conocimiento científico y tecnológico en el país. Este paso trascendental estableció una plataforma cada vez más robusta para la recopilación, análisis y difusión sistemática de información relevante sobre los avances en ciencia, tecnología e innovación en el contexto nacional.

La importancia de esta transición radica en su capacidad para proporcionar datos esenciales, información y análisis profundos que sirven como brújula para orientar y fortalecer el desarrollo tecnológico y, por extensión, el avance del país. Al ofrecer una visión clara, actualizada y contextualizada de las tendencias, desafíos y oportunidades en diversas áreas del conocimiento, el Oncti se ha convertido en una herramienta indispensable para la toma de decisiones estratégicas en el ámbito gubernamental, académico y empresarial.

En este sentido es de esperarse que el Oncti permita la identificación de áreas prioritarias para la inversión en

I+D+i, el fomento de la colaboración entre instituciones académicas, sector privado y Gobierno, la evaluación del impacto de las políticas científicas y tecnológicas, la promoción de la cultura científica y la innovación en la sociedad, y finalmente, pero no menos importante, la facilitación de la internacionalización de la investigación científica que se hace en el país mediante la comparación con indicadores globales.

Este observatorio no solo actúa como un repositorio de datos, sino que también busca funcionar como un catalizador para la innovación, proporcionando conocimientos y percepciones precisas que pueden impulsar la competitividad del país en la economía global del conocimiento.

En el contexto latinoamericano, y en particular el de Venezuela, donde los recursos para la investigación y el desarrollo suelen ser limitados, la existencia de un organismo como el Oncti cobra aún mayor relevancia, pues permite optimizar la asignación de recursos y maximizar el retorno de la inversión en CyT.

Este ensayo explora cómo las experiencias de observatorios similares en otros países que han logrado un crecimiento significativo pueden orientar los esfuerzos del Oncti venezolano para alcanzar objetivos similares. Al examinar casos exitosos en contextos internacionales y considerando sus particularidades políticas, sociales y económicas, se busca identificar estrategias y prácticas que puedan potenciar el impacto del observatorio en el desarrollo científico, tecnológico e industrial de Venezuela. Este análisis comparativo permitirá optimizar la asignación de recursos, maximizar el retorno de la inversión en CyT, y fortalecer la posición de Venezuela en la economía del conocimiento.

Objetivo

El objetivo general del ensayo es analizar la importancia estratégica de los observatorios de ciencia y tecnología en la promoción del desarrollo socioeconómico sostenible de los países a través de la formulación de políticas basadas en evidencia.

Metodología

Para la elaboración de este ensayo se empleó principalmente la metodología de investigación cualitativa, basada en una revisión de la literatura y un enfoque de estudios de casos comparativos.

Al efecto se revisó ampliamente la literatura existente sobre OCT, indicadores de ciencia, tecnología e innovación y el papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo económico de los países. Esto incluyó citar publicaciones académicas relevantes, informes de organizaciones internacionales y documentos de políticas.

Para los estudios de caso comparativos se examinaron aquellos de países que han utilizado con éxito la ciencia y la tecnología para el desarrollo económico, incluidos Japón, China, Corea del Sur, Vietnam e Irán. Se analizaron las políticas, estrategias e inversiones realizadas por estos países, destacando el papel de los OCT en su éxito.

De estos estudios de caso se extrajeron ideas y lecciones que se pueden aplicar al contexto de Venezuela. Este enfoque comparativo ayuda a identificar las mejores prácticas y los posibles desafíos en el aprovechamiento de la CyT para el desarrollo nacional.

Uso de información para el desarrollo tecnológico

El desarrollo tecnológico y la innovación son esenciales para el progreso económico y social de cualquier nación. En este contexto, los observatorios de ciencia, tecnología e innovación desempeñan un papel estratégico al proporcionar datos y análisis que orientan la toma de decisiones. Estas organizaciones ayudan a gobiernos, instituciones y empresas a comprender mejor las tendencias y dinámicas del desarrollo científico y tecnológico, facilitando la identificación y la evaluación de áreas prioritarias para la inversión y el fomento de la innovación.

Los observatorios son de esta manera entidades creadas por un colectivo con el propósito de seguir la evolución de un fenómeno, sea este de naturaleza social, científico o

tecnológico desde una posición estratégica. Impulsado por esta necesidad se han creado diversos tipos de observatorios, abarcando temáticas y sectores específicos; algunos son iniciativas gubernamentales, mientras que otros surgen de organizaciones sociales o empresas. Estos observatorios pueden tener alcance nacional, regional o local (Marcial, 2009).

De la Vega (2007) sostiene que la misión y los objetivos de los OCT muestran una notable consistencia entre los diferentes países, independientemente de su ubicación geográfica o el modelo específico adoptado. Esta similitud se centra en el estudio del estado actual de las actividades de CyT y el análisis de sus dinámicas en cada contexto nacional, aunque con variaciones en el nivel de rigurosidad y especificidad de las mediciones.

Esta convergencia en los objetivos puede atribuirse a la influencia generalizada del modelo francés, particularmente del *Observatoire des Sciences et des Techniques* (OST), que logró sintetizar y sistematizar la experiencia global en este campo, estableciendo un paradigma que ha sido ampliamente emulado. Su enfoque se caracteriza por una estructura organizacional compacta y adaptable, diseñada para responder eficazmente a los rápidos cambios inherentes al desarrollo tecnocientífico.

La adopción generalizada de este modelo subraya su eficacia percibida en la captura y análisis de las tendencias en CyT, así como su capacidad para informar sobre la toma de decisiones en política científica y tecnológica. Esta uniformidad en los objetivos y enfoques facilita, además, la comparabilidad internacional de los datos y análisis producidos por estos observatorios, contribuyendo a una comprensión más global del panorama de la CyT (De la Vega, 2007).

De acuerdo a este modelo, la información proporcionada por los observatorios se muestra así fundamental para identificar oportunidades de inversión en tecnologías emergentes o en consolidar las ya existentes. Los países utilizan estos datos para desarrollar políticas públicas que



fomenten la innovación, asegurando que las inversiones en I+D+i se alineen con las tendencias internacionales y las necesidades nacionales. Además, la información de los observatorios permite la creación de programas de financiamiento específicos que apoyan de investigación estratégicos, fortaleciendo así la base tecnológica del país.

En general se puede distinguir una fuerte relación entre la ciencia, la tecnología y la innovación (representadas por las actividades de I+D) y el desarrollo de los países, especialmente en el contexto de economías emergentes y países en desarrollo. En este sentido, la medición de estas actividades presenta desafíos específicos para estos países, indicando su importancia para el su economía y desarrollo social.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), los países latinoamericanos se pueden clasificar según la capacidad de sus sistemas de I+D, mostrando una relación entre estas capacidades y el desarrollo nacional. Esto promueve la necesidad de institucionalizar las estadísticas de I+D y crear registros comparativos para el desarrollo y la toma de decisiones. Fortalecer estas actividades mediante un círculo virtuoso de tareas es visto como un motor clave para la innovación y el desarrollo en estos países (Oncti, 2023).

A pesar de que pocos negarían que las CyT en general y la I+D en particular desempeñan roles importantes en el cambio económico y social a largo plazo, la naturaleza exacta de estas relaciones ha sido objeto de controversia debido a la dificultad de identificar empíricamente los vínculos entre las inversiones en ciencias y los beneficios económicos (Fagerberg, 2006). Este es un aspecto que debe ser motivo de atención desde el punto de vista de las metodologías aplicadas por los observatorios.

En este contexto la labor observacional se revela como una tarea de alta complejidad que requiere un enfoque multifacético, adaptable y sensible a las particularidades de cada contexto nacional. De allí que sea importante la iniciativa del observatorio nacional venezolano, el Oncti, al proponer el *Manual de Caracas* para atender las particularidades del país, pero sin perder la visión internacional con-

veniente para fines comparativos, entre otros objetivos. Esta complejidad subraya la importancia de desarrollar capacidades robustas de observación y análisis como base para la formulación de políticas efectivas de ciencia, tecnología e innovación que impulsen el desarrollo de los países.

Estrategias de desarrollo tecnológico y económico en potencias emergentes: el papel de la educación, la innovación y los ecosistemas industriales

Parece evidente que los países que han emergido como potencias regionales o globales en las últimas décadas se han caracterizado por las significativas inversiones en investigación y desarrollo fundamental para impulsar la innovación y el crecimiento económico. Han desarrollado políticas gubernamentales que promueven la innovación, incluyendo los incentivos fiscales, subvenciones y apoyo para la creación de nuevas empresas de base tecnológica.

Otro aspecto interesante y de gran importancia es la priorización de la educación, especialmente en las áreas llamadas STEM –abreviatura inglesa que agrupa a las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas– (Bybee, 2010). Estas especialidades están interconectadas y frecuentemente se combinan con otras áreas, como las artes, para fomentar un enfoque educativo multidimensional que promueva el pensamiento crítico y la innovación, lo que ha creado una fuerza laboral altamente calificada y preparada para afrontar los desafíos tecnológicos. También han desarrollado ecosistemas tecnológicos robustos, que incluyen parques científicos y tecnológicos, incubadoras y aceleradoras de empresas, que facilitan el crecimiento de nuevas empresas y la colaboración entre la industria y la academia.

Por ejemplo, en Japón se ha constituido una de las experiencias más positivas con la construcción y puesta en marcha de una Ciudad de la Ciencia, Tsukuba, que comenzó a ser diseñada en los años 60 con el fin de proporcionar un nuevo y enriquecedor ambiente de investigación que promoviese la ciencia avanzada y la tecnología que habrían de impulsar

la economía japonesa (Lozano, 1990). De hecho, Tsukuba es un centro de investigación que alberga numerosas instituciones académicas y empresas de alta tecnología, conocido por su enfoque en la biotecnología y la nanotecnología.

En la República Popular China, la Zona Económica Especial (ZEE) de Shenzhen ha evolucionado de una pequeña ciudad a un importante centro tecnológico global, impulsado por su estatus. Esta experiencia se compara frecuentemente con *Silicon Valley* en los Estados Unidos (König y Ploier, 2020). Aunque *Shenzhen* se desarrolla rápidamente, aún no puede superar a *Silicon Valley* en atractivo para las empresas de alta tecnología. Esto se debe a que las empresas de capital de riesgo en China están en una etapa incipiente y los nuevos emprendimientos dependen de estos fondos, además de fondos gubernamentales locales o pequeños préstamos bancarios, lo que facilita el financiamiento en el complejo estadounidense.

Además, se debe contar que la proximidad a instituciones educativas de alto nivel como Stanford y el Instituto de Tecnología de California favorece a *Silicon Valley*. Esto subraya la importancia de desarrollar y asociar instituciones de educación universitaria con una poderosa actividad de investigación y desarrollo de alto nivel a estas zonas especiales.

En términos generales la afirmación sobre el impulso de China hacia la innovación y la importancia de la educación universitaria está bien fundamentada en la literatura académica y en análisis de políticas. La combinación de un enfoque en la educación, la investigación y el desarrollo, junto con políticas estratégicas como "*Made in China 2025*", subraya la dirección en la que se dirige el país para convertirse en una potencia innovadora en el ámbito global (Mok *et al.*, 2019).

Otro país emergente en el desarrollo industrial con base tecnológica es Corea del Sur. Las bases de su desarrollo se sustentan en una combinación de planificación estratégica, inversión en educación, innovación tecnológica, la colaboración entre academia e industria y políticas de apoyo. Estos

elementos han permitido al país no solo crecer económicamente, sino también posicionarse como un líder en tecnología y desarrollo sostenible en el contexto global.

La educación ha sido un motor clave en el desarrollo tecnológico de Corea del Sur, proporcionando las habilidades y conocimientos necesarios para fomentar la innovación y mejorar la competitividad en un entorno global. La combinación de inversiones en educación y un enfoque en ciencias y tecnología, ha permitido a ese país convertirse en una de las economías más avanzadas del mundo. El papel decisivo de la educación y la formación de una fuerza laboral altamente cualificada, ha sido fundamental para la asimilación y adaptación de tecnologías extranjeras (Yoon, 2014).

Un ejemplo del avance de Corea del Sur es la transformación del antiguo centro textil tradicional en el complejo tecnológico G-Valley, avanzado concentrador ("*hub*") tecnológico, que ilustra la efectividad de las políticas industriales estratégicas implementadas por el gobierno. A través de inversiones específicas y el desarrollo de infraestructura, G-Valley no solo representa una exitosa adaptación del modelo de complejo industrial, sino que también desempeña un papel determinante en la transición de la economía surcoreana hacia los sectores de alta tecnología (Ryu y Kim, 2018).

Otro caso de un país emergente lo es la República Socialista de Vietnam. Este país, ha salido con relativo éxito de la destrucción causada por la guerra de agresión sufrida a manos de los EE. UU. superando el umbral del Banco Mundial de "ingresos bajos" a "ingresos medios-bajos" en 2010. El Gobierno y los donantes de ayudas comenzaron a hablar de la "trampa de los ingresos medios" como un problema central y a considerar la política de CyT como un medio para mantener el crecimiento económico y evitar esta trampa (Klingler-Vidra y Wade, 2019). Identificaron a China y su política de CyT como un modelo y promovieron la creación de los parques tecnológicos como un modo de impulsar el desarrollo industrial basado en la ciencia y la tecnología. Entre las iniciativas se puede mencionar el *Hoa Lac Hi-Tech Park* (*International Association of Science Parks and Areas of Innovation*; s.f.), dedicado fundamentalmente a ser una ciu-



dad científica especializada en biotecnología, informática y *hardware*, electrónica, tecnologías de producción y automatización, micro máquinas y nanotecnología, ingeniería de programación. Este parque tecnológico también sirve de base para empresas tecnológicas nacionales e internacionales, que atraen inversiones de compañías como Hanwha Aerospace, Nidec Corporation, Nissan Techno Co., Vingroup JSC, FPT Corporation, Vietnam Posts and Telecommunications Group (VNPT) y Viettel Telecom.

Este parque tecnológico se propuso también el desarrollo del talento local a través de centros de formación profesional, enfocándose en proporcionar recursos humanos altamente calificados para el propio parque y para la economía vietnamita en general. También ofrece servicios de apoyo a las empresas residentes, incluyendo un centro de servicios integrales que facilita la navegación de requisitos administrativos y una oficina de aduanas para agilizar los trámites administrativos. Igualmente, proporcionar infraestructura y servicios complementarios.

El *Hoa Lac Hi-Tech Park* es en esencia un ecosistema de innovación y desarrollo tecnológico, combinando investigación, formación, producción y servicios en áreas tecnológicas avanzadas, con el objetivo de impulsar el desarrollo económico y tecnológico de Vietnam.

Otras iniciativas similares se consiguen en India (*Noida IT Park*)³, *Cambridge Science Park* en el Reino Unido⁴, el Parque Tecnológico de *São José dos Campos* (Brasil)⁵, *Parc Scientifique de l'Université de Lille* (Francia)⁶, entre otros.

Estos ejemplos de parques tecnológicos tienen en común que establecen ecosistemas para el fomento de la innovación y el crecimiento económico al proporcionar infraestructura y un entorno propicio para la investigación y el desarrollo, elementos claves del éxito de las economías en las que se encuentran.

En estas iniciativas se destaca una combinación de políticas gubernamentales proactivas, inversiones estratégicas y un enfoque en la educación y la colaboración pública privada, que han permitido a estos países emerger como potencias económicas basadas en el desarrollo científico y tecnológico.

Observatorios de ciencia y tecnología: herramientas estratégicas para la innovación y el crecimiento

A la luz de los ejemplos expuestos en la sección anterior, es fácil concluir la relevancia del cambio tecnológico para el crecimiento económico a largo plazo, así como para el aumento de la productividad y en la mejora de los estándares de vida en general. Los indicadores de CyT que analizan tendencias históricas o relaciones entre variables en un momento específico pueden ser valiosos para determinar qué tipo y cuántos recursos deben destinarse a iniciativas científicas y tecnológicas, así como a los sectores que respaldan estas actividades (Ohayon, *et al.*, 2014). Además, los indicadores de CyT pueden servir para evaluar, por ejemplo, el impacto de una tecnología particular en el bienestar de grupos específicos de la población (Bhalla y Fluitman, 1985; Schmidt y Silva, 2018).

En consecuencia, debemos asumir que los OCT han sido herramientas decisivas para el desarrollo de políticas públicas en varios países. En la anterior parte, hemos mencionado ejemplos de políticas implementadas por algunos países que, sin duda, han surgido de una concienzuda lectura de la situación proporcionada por algún tipo de observación sistematizada y analizada. Esta observación ha servido de base para la toma de decisiones informadas y estratégicas.

En este orden de ideas debemos mencionar el caso de Japón que viene publicando indicadores de CyT anualmente,

³ The Economic Times (2023). *How emerging IT hub in Noida, Yamuna Expressway could challenge Gurgaon & Bengaluru tech supremacy*. Disponible en: <https://economictimes.indiatimes.com/industry/services/it/noida-the-it-hub-of-india/articleshow/76090536.cms>

⁴ Cambridge Science Park. Cambridge Science Park. Disponible en: <https://www.cambridgesciencepark.co.uk/>

⁵ Parque Tecnológico de São José dos Campos. Disponible en: <http://www.ptsjc.com.br/>

⁶ Parc Scientifique de l'Université de Lille. Disponible en: <https://www.univ-lille.fr/>

con datos que se remontan a inicios de la década de los 60. Esto ha sido fundamental para comprender las actividades científicas y tecnológicas del país, basado en datos objetivos y cuantitativos. Los informes clasifican estas actividades en cinco categorías: Gasto en I+D, personal de I+D, educación superior y personal de CyT, resultados de I+D y ciencia, tecnología e innovación, presentando aproximadamente 170 indicadores. La edición 2022 incluye nuevos indicadores como el estado de las empresas emergentes lanzadas por universidades y elabora comparaciones internacionales de actividades de investigación y confianza pública en la CyT. De allí se desprende que, según este informe, Japón ocupa el tercer lugar entre los principales países en gasto en I+D y número de investigadores, y mantiene el primer lugar mundial en familias de patentes. Sin embargo, ha bajado del cuarto al quinto lugar en número de publicaciones científicas y del puesto 10 al 12 en publicaciones altamente citadas (top 10 %). Aquí evidencian que China ha superado a EE.UU. en publicaciones altamente citadas (top 1 %). También resaltan que el número de nuevos doctorados en Japón ha disminuido ligeramente desde 2006, mientras que en Corea, China y EE. UU. se ha más que duplicado desde el año 2000 (*National Institute of Science and Technology Policy*, 2022).

A pesar de enfrentar desafíos en su política exterior y una disminución en su presencia global en ciertos aspectos, Japón ha logrado modernizar con éxito su economía y mantener su competitividad tecnológica. La información suministrada por las actividades de observancia es sin lugar a dudas ha jugado un papel importante en el monitoreo de tendencias y orientar las políticas en este contexto.

El caso de China es digno de evaluación. Ya en el análisis comparativo de la situación de Japón se pudieron evidenciar en los indicadores de aquel país los avances de China en el contexto internacional. Del estudio preparado por Pillsbury (2005) se desprende que el uso de los estudios de diagnóstico y proyecciones de carácter estratégicos, ha sido determinante para que China identifique la CyT como factores clave en la competitividad nacional.

Este estudio menciona que desde los años 70, China ha publicado evaluaciones optimistas sobre su futura competencia internacional en CyT, utilizando métodos científicos para predecir las relaciones de poder futuras. En las predicciones realizadas por las altas autoridades del país relativos a la posición de China en el ranking nacional para 2020 con respecto a Estados Unidos y otras naciones, los indicadores clave adoptados fueron similares a los utilizados tanto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), como por la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos (NSF, por sus siglas en inglés), para medir su progreso en CyT, incluyendo la proporción de I+D en el Producto Interno Bruto (PIB), el número de nuevos científicos e ingenieros, y la proporción de exportaciones de alta tecnología. A la fecha del informe se indicaba que, si China mejoraba significativamente en estos indicadores, se esperaba que superase a EE. UU. en términos de poder nacional para 2020, predicción que se ha demostrado certera, gracias al uso adecuado de la información en la generación de políticas eficaces.

La administración estatal tradicional china se centraba en cómo un líder sabio formulaba estrategias basadas en el poder de su estado. Sun Tzu señalaba que el resultado de la guerra depende de una evaluación precisa del poder mediante cálculos y estimaciones de las fortalezas y debilidades del enemigo. En la actualidad, los autores chinos, más que los futurólogos occidentales, desean prever la futura jerarquía del estatus internacional del país. Realizan estas evaluaciones estratégicas a través de la medición y comparación del Poder Nacional Integral (CNP)⁷, enfocándose especialmente en los factores de CyT, lo que conducirá a los decisores a seleccionar políticas sabias, de acuerdo a los autores chinos.

Otro país que merece la pena analizar, dada su situación geopolítica que guarda cierta similitud con la de Venezuela es la República Islámica de Irán. Irán ha enfrentado desafíos significativos, como sanciones internacionales y limitaciones en sus exportaciones; sin embargo, la producción científica de sus investigadores ha demostrado tener potencial



y capacidad para convertirse en una referencia mundial en ciencia y conocimiento. Según las directrices del líder supremo de la revolución islámica, es urgente y prioritario mantener, persistir y fortalecer el debate sobre la producción científica en los círculos académicos y científicos, por lo que es fundamental apoyar a las instituciones innovadoras y tecnológicas (Akhondzadeh, 2017).

Aunque Irán ha alcanzado el primer lugar en la región en términos de número de artículos publicados y tiene una clasificación mundial notable tanto en medicina básica como clínica, el proceso de comercialización de artículos y otros productos de investigación, y la transformación de la investigación en productos e innovaciones, necesita más atención. En cuanto a los indicadores internacionales de innovación, o el Índice Global de Innovación, Irán no se destaca. A pesar de liderar la región en la publicación de artículos y producción científica, en los indicadores globales de innovación, Irán ocupa el undécimo lugar en la región, detrás de países como Emiratos Árabes Unidos y Kuwait. A nivel mundial, Irán ocupa el puesto 78 entre 143 países en este sistema de clasificación. En cuanto a la infraestructura para la innovación, Irán se ubica en el puesto 91; en producción creativa, en el puesto 75; y en producción de conocimiento y tecnología, en el puesto 65. Se ha determinado en consecuencia, la necesidad de un mayor esfuerzo y determinación para establecer un sistema que transforme la ciencia en innovación, comercialice la investigación y oriente la investigación hacia la producción, para que Irán se convierta en un país innovador con una economía basada en la ciencia y adquiera la autoridad necesaria en el ámbito de la innovación (Akhondzadeh, 2017).

Si bien no existe un organismo centralizado para la observación del sistema nacional de CyT en Irán, siempre

ha habido una voluntad colectiva de evaluar y analizar la ciencia y la tecnología. Sin embargo, salvo en algunos casos donde se han realizado acciones para presentar ciertos indicadores y estadísticas, no se ha establecido un conjunto completo de herramientas para evaluar la ciencia, la tecnología y la innovación, que se base en indicadores internacionales y que tenga en cuenta las condiciones locales. Además, no se ha desarrollado un marco de referencia para estructurar el poder científico del país utilizando esos instrumentos (Namdarian, 2017).

A pesar de esta limitación, existe una gestión del conocimiento y la investigación, así como integración de la formulación de políticas, planificación y supervisión estratégica en el campo de la CyT, acompañado del aumento continuo de los indicadores que ha permitido la actualización del mapa científico total de Irán, en función de los desarrollos técnicos y científicos en la región y el mundo (Mahdi, 2015).

Según este especialista, los evaluadores del sistema nacional de CyT de Irán no han logrado un consenso sobre algunas políticas de ciencia y tecnología del país, debido a múltiples razones. Las capacidades económicas, políticas, sociales y tecnológicas de Irán no coinciden necesariamente con los altos ideales de los formuladores de políticas de CyT, que son abstractos y difíciles de cumplir en la práctica.

Por otra parte, existe una fuerte centralización en CyT y educación universitaria, enfocada en tecnologías avanzadas como biotecnología y nanotecnología. Aunque ha habido buenos resultados, el sector privado participa mínimamente en la financiación de la investigación y el desarrollo tecnológico.

⁷ El término “poder nacional comprensivo” (en inglés *Comprehensive National Power* o CNP) se refiere a una medida integrada y multifacética de la fuerza y capacidades de un país. Este concepto abarca diversos aspectos del poder nacional, incluyendo, pero no limitándose a, factores económicos, militares, tecnológicos, políticos, diplomáticos, y culturales. La idea es evaluar la fortaleza global de una nación considerando todas estas dimensiones de manera holística, en lugar de centrarse únicamente en un aspecto particular como el poder militar o el PIB. El concepto de CNP es especialmente utilizado en China para realizar evaluaciones estratégicas y comparativas del poder relativo de las naciones en el escenario global. En el contexto chino, el CNP se usa para predecir y planificar la posición futura del país en el mundo, especialmente destacando el papel crucial de la ciencia y la tecnología como factores fundamentales que contribuyen al aumento de dicho poder. En 1995, se reveló que Deng Xiaoping había establecido la base teórica del CNP, destacando la CyT como la fuerza guía para elevar el poder nacional. Deng modernizó el marxismo-leninismo al enfatizar la CyT como la principal fuerza productiva en el crecimiento económico (Pillsbury, 2005).

Irán está en una etapa clave para crear estructuras e instituciones para CyT e innovación, pero todavía tiene un largo camino para lograr la ejecución completa de las políticas. Las debilidades en la innovación y el emprendimiento son los principales obstáculos para el desarrollo sostenible del país.

La evaluación realizada en los estudios relacionados muestra un avance significativo en la creciente participación de las mujeres en el campo de CyT, constituyendo más de la mitad de los estudiantes de educación superior en 2015. La eliminación de barreras de género en la educación es una señal positiva para el desarrollo de CyT, la innovación y el emprendimiento en Irán (Mahdi, 2015).

Vietnam es otro país que merece una atención especial en lo que respecta al uso de la CyT en su desarrollo, como ya se apuntó. Al igual que otros países del este y sudeste asiático, Vietnam ha experimentado una profunda transformación en su historia reciente, pasando de ser una sociedad predominantemente agrícola a convertirse en una nación industrializada y urbanizada sobreponiéndose a las agresiones militares en el siglo XX por parte, principalmente, de Francia y los EE. UU. Para el siglo XXI, Vietnam es una de las economías que ha registrado un mayor crecimiento. Al igual que China, adoptó reformas para transitar de una economía centralizada y planificada de inspiración soviética, a una economía más abierta e integrada internacionalmente, hito que se alcanzó con su ingreso a la Organización Mundial del Comercio en 2007.

Es innegable que, en términos económicos, el resultado de estas reformas ha sido espectacular. A principios del año 2000, el Producto Interno Bruto de Vietnam era de 173.610 millones de dólares estadounidenses; para 2016, esta cifra se había incrementado a 571.120 millones de dólares. El crecimiento anual promedio del PIB en este periodo fue del 6,51 %. En el sector agrícola, el crecimiento fue del 3,45 %, mientras que en el sector industrial alcanzó el 7,87 %. En el año 2000, el PIB per cápita pasó de 2.160 dólares estadounidenses a 6.400 dólares en 2016. En ese mismo periodo, se observa un impresionante de-

sarrollo del comercio internacional; las exportaciones se incrementaron de 14.483 millones de dólares estadounidenses a 176.632 millones, mientras que las importaciones pasaron de 15.637 millones a 174.111 millones de dólares. Finalmente, la inversión extranjera directa pasó de 180 millones de dólares estadounidenses a 12.600 millones en el periodo de 2000 a 2016 (Lemus Delgado, 2020).

El fortalecimiento de la capacidad institucional del Gobierno, especialmente del Ministerio de Ciencia y Tecnología, fue determinante para la formulación, coordinación e implementación de la política de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Para lograr esto, se establecieron organismos relevantes, como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Agencia Estatal de Innovación Tecnológica, el Centro de Evaluación de Ciencia y Tecnología de Vietnam y la Agencia Nacional de Emprendimiento y Comercialización Tecnológica (Lemus Delgado, 2020).

Un ejemplo notable es Corea del Sur, cuyo rápido desarrollo económico en un período de medio siglo ha captado la atención de muchas naciones en desarrollo. Ningún otro país con un pasado colonial ha logrado un progreso tan asombroso como Corea. Su desarrollo económico es frecuentemente descrito como un “crecimiento comprimido” debido a la velocidad con la que ocurrió. Corea, que en los años 50 era una de las naciones más pobres del mundo con un ingreso per cápita de solo 87 dólares estadounidenses, se ha transformado en la decimoquinta economía más grande del mundo y es ahora miembro de la OCDE. Además, Corea del Sur ha desarrollado una capacidad autóctona en investigación y desarrollo que le ha permitido exportar productos tecnológicos avanzados, como semiconductores, paneles LCD y teléfonos inteligentes. Las políticas en CyT se consideran fundamentales entre los múltiples factores que han facilitado este notable desarrollo económico (Yoon, 2014).

De acuerdo a este autor, Corea del Sur abordó la necesidad de integrar la ciencia y la tecnología como ejes centrales de la política nacional, mediante la creación de un Sistema Nacional de Innovación (SNI) adaptado al contexto



surcoreano. Este enfoque buscó impulsar el desarrollo económico sostenible y la competitividad industrial del país.

Los esfuerzos de la administración se concentraron en la creación de un sistema de monitoreo y evaluación de los programas de I+D en CyT, lo cual permitió una asignación presupuestaria más eficiente y alineada con sus objetivos. Este enfoque sistemático representó un avance significativo en la formulación de políticas de innovación en Corea del Sur, contribuyendo al fortalecimiento del papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo nacional.

El diseño e implementación de diversas políticas intencionales por parte del Gobierno surcoreano se han convertido en herramientas poderosas para impulsar rápidamente el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país. Estas políticas han desempeñado un papel determinante en el fortalecimiento de la capacidad de innovación, lo que ha sido un factor decisivo en el notable crecimiento económico de Corea del Sur. La prioridad que el Gobierno ha otorgado a la educación y a la innovación ha sido fundamental para el éxito del proceso de industrialización que Corea del Sur ha experimentado en los últimos cincuenta años. Esta visión casi futurista posiciona a Corea del Sur de manera destacada frente a los desafíos que se prevén de un sistema productivo globalizado, que demanda cada vez más conocimiento (Cuéllar Escobar, 2011).

Finalmente, a modo de conclusión de este aparte, podemos señalar que los países ejemplificados proponen diversas estrategias de abordaje para la evaluación, monitoreo y diagnóstico de sus respectivos sistemas nacionales de CyT, su relación con sus metas y los logros alcanzados en su desarrollo global.

En general, las propuestas de evaluación y diagnóstico de la situación de la ciencia y la tecnología en estos países emergentes se caracterizan por un enfoque sistemático y riguroso que les ha permitido identificar áreas específicas que requieren atención y mejora, como la comercialización de investigaciones en Irán o la integración de CyT en estrategias de desarrollo económico en Vietnam.

Se evidencia que las proyecciones estratégicas y los estudios de diagnóstico ayudan a los gobiernos a anticipar futuros desafíos y ajustar sus políticas en consecuencia para mantener el impulso en el desarrollo tecnológico y científico midiendo en algunos casos el su impacto en el crecimiento económico, destacando su importancia como motor de desarrollo en estos países.

Desafíos y consideraciones del observatorio de ciencia y tecnología de Venezuela

Hemos visto la capacidad de los OCT para identificar y analizar ciclos de desarrollo en un entorno global donde la velocidad del cambio puede ser abrumadora. Al enfocarse en los períodos y tendencias en la evolución de la ciencia y la tecnología, estos observatorios se convierten en aliados estratégicos para los responsables de la toma de decisiones, permitiéndoles adaptarse y responder de manera proactiva a los desafíos emergentes productos de variables internas y externas a los países.

A continuación, se mencionan algunos aspectos relacionados con las funciones del Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Venezuela, que es el responsable de recopilar, sistematizar, categorizar, analizar e interpretar información a los fines de facilitar la formulación de las políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación y sus aplicaciones. Fue creado el 7 de junio de 1990 mediante el Decreto No. 34.386 y transformado el 23 de octubre de 2006 mediante el Decreto No. 4.923 (Oncti, s.f.)

El Oncti ha formulado sus objetivos estratégicos con el propósito de optimizar su funcionamiento, que se alinean coherentemente con los establecidos en la ley y el decreto de creación. Esta alineación garantiza que la misión institucional del Observatorio se mantenga en consonancia con las prioridades definidas para el avance científico, tecnológico y social de Venezuela. Estos objetivos estratégicos son (*ibidem*):

a. Sistematizar las capacidades nacionales de investigación y desarrollo para la creación de políticas públicas

que garanticen el desarrollo integral de la nación a través de la ciencia y la tecnología.

b. Impulsar el quehacer científico y tecnológico mediante el desarrollo de acciones de capacitación y actualización continuas en materia de metodologías prospectivas.

c. Articular a los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, en la industria, el Gobierno, las universidades y el Poder Popular, para favorecer, a través de la ciencia y la tecnología, la producción y comercialización de bienes y servicios en el territorio nacional.

d. Democratizar el conocimiento en ciencia, tecnología e innovación ampliando el acceso a los saberes y futuros plausibles que se decantan en el seno del observatorio.

La estructura jerárquica de los objetivos estratégicos permite articular claramente todas las actividades del Oncti hacia su misión principal de contribuir al desarrollo integral de la nación a través de la ciencia y la tecnología. En efecto, podemos considerar que el objetivo estratégico identificado con la letra “a” es el prioritario o abarcador y que los otros tres objetivos derivan de él en razón de que este se centra en la sistematización de las capacidades nacionales de investigación y desarrollo, base fundamental para todas las demás actividades del Observatorio y fundamentalmente para la creación de las políticas públicas en este contexto.

El Oncti, a través de sus procesos de monitoreo, análisis y prospectiva, puede mapear exhaustivamente las capacidades existentes en investigación y desarrollo en el país, identificando fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Esto implica recopilar información sobre infraestructura científica, recursos humanos especializados, proyectos de investigación en curso, producción científica y tecnológica, así como fuentes de financiamiento. Al sistematizar esta información y analizarla desde una perspectiva integral, el Oncti puede generar un diagnóstico preciso del estado de las capacidades nacionales de I+D.

Con base en este diagnóstico, el observatorio puede proponer políticas públicas que permitan aprovechar las fortalezas y oportunidades, mitigar las debilidades y enfrentar las amenazas, con el objetivo de potenciar el desarrollo de la ciencia y la tecnología como motores del desarrollo integral de la nación. Estas políticas pueden abarcar áreas como la formación de talento humano, la inversión en infraestructura científica, el fomento a la innovación, la vinculación universidad-empresa-Estado, y la articulación de los esfuerzos de I+D con las prioridades de desarrollo económico y social del país. De esta manera, el Observatorio se convierte en un actor clave para garantizar que las capacidades nacionales de investigación y desarrollo se traduzcan en políticas públicas efectivas que impulsen el desarrollo integral de la nación a través de la ciencia y la tecnología.

Ahora bien, en el amplio espectro de las actividades de un país en materia de CyT es necesario focalizar las acciones por motivos de economía del esfuerzo y de los recursos. Así que de ser necesario se priorizarían para la atención del Oncti aquellas que constituyen elementos básicos para el desarrollo del país y del bienestar de la población. Así podemos señalar en un primer nivel las que apuntalan el crecimiento económico del país, esto es lo que genera ingresos con mayor volumen por su capacidad de exportación y la generación de ingresos de divisas.

Al respecto debemos señalar que, a pesar de medidas coercitivas unilaterales y la crisis económica global, para 2023 las exportaciones en Venezuela crecieron un 73,65 % respecto al año anterior. Las ventas al exterior representan el 33,75 % de su PIB, por lo que se encuentra en el puesto 63 de 192 países del ranking de exportaciones respecto al PIB (Expansión / Datosmacro.com; s.f.). De las exportaciones el petróleo es la principal fuente de ingresos externos de Venezuela, tomando además consideración de que se trata de una actividad dominada proporcionalmente por el sector público. El país posee las mayores reservas probadas de crudo del mundo y, a pesar de la disminución en la producción en los últimos años, sigue siendo el pilar fundamental de la economía.



Según el *Observatory of Economic Complexity -OEC-*, las principales exportaciones de Venezuela en 2022 (ver Ilustración N° 1), valoradas en millones de dólares estadounidenses, incluyen chatarra (564), coque de petróleo (509), petróleo crudo (495), alcoholes acíclicos (418) y aluminio crudo (337). Sin embargo, la naturaleza de estos productos destaca una tendencia preocupante: de los cinco principales rubros exportados, solo uno (alcoholes acíclicos) refleja un procesamiento intensivo, lo que subraya la baja tecnología agregada en las exportaciones venezolanas. Es particularmente revelador que la chatarra sea el producto de mayor venta en el exterior, lo que tiene algunas otras implicaciones que escapan al objeto del presente ensayo.

La dependencia de las importaciones de productos procesados podría reducirse mediante el aprovechamiento de cultivos adaptados a las condiciones agroecológicas de Venezuela y un aumento de la producción nacional de maíz, arroz, sorgo, oleaginosas y caña de azúcar, por ejemplo, para lo cual existen tecnologías, cultivares y condiciones agroclimáticas favorables. Este enfoque no solo mejoraría la autosuficiencia alimentaria del país, sino que también podría aumentar el valor agregado en la producción agroindustrial nacional.

Por otro lado, como se desprende de la Ilustración N° 2, una parte significativa de los ítems importados corresponde a productos con alto valor tecnológico agregado. Esta realidad, junto con las características de las exportaciones del país, sugiere áreas clave donde el Oncti puede enfocar sus esfuerzos de observación. Al rastrear indicadores, anticipar tendencias y monitorear el avance en diversas áreas del conocimiento, el Observatorio debe prestar especial atención a aquellos sectores que tienen el potencial de impactar significativamente en el desarrollo y progreso de Venezuela. Este enfoque permitirá identificar oportunidades para fortalecer la competitividad tecnológica y promover un desarrollo más equilibrado y sostenible.

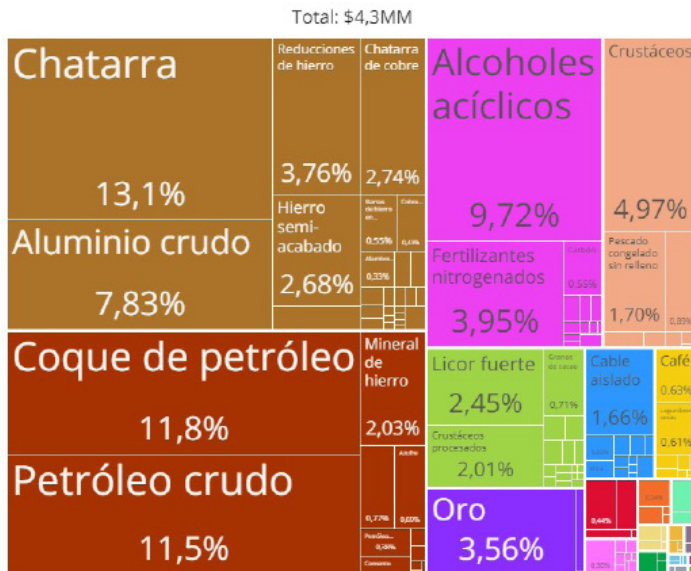


Ilustración N° 1: Exportaciones de Venezuela para el año 2022
Fuente: OEC (s.f.).

En cuanto a las importaciones, según el mismo observatorio, los datos más recientes de Venezuela para 2022, en millones de dólares estadounidenses, estuvieron dominadas por aceite de soja (365), harina de soja (305), maíz (286), arroz (244) y azúcar en bruto (241).

De estos productos, casi un 10 % del total corresponde a productos procesados o semiprocados, mientras que el maíz y el arroz representan un 5,53 % (ver Ilustración 2).

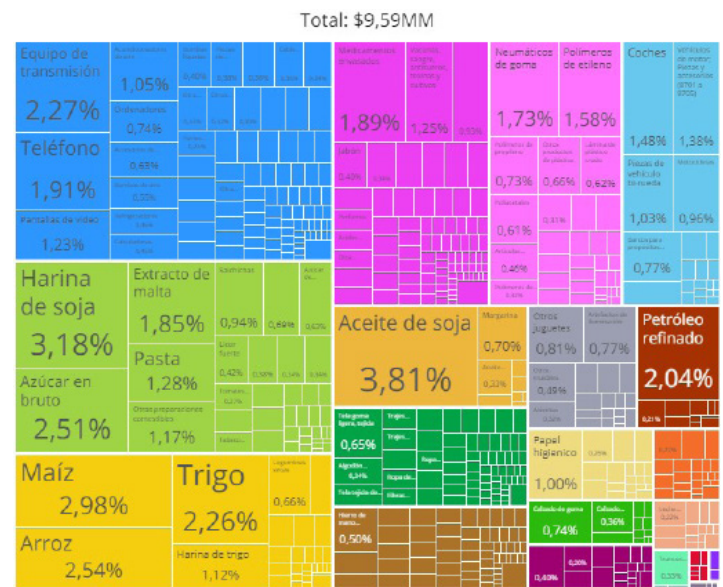


Ilustración N° 2: Importaciones de Venezuela para el año 2022
Fuente: OEC (s.f. Op. Cit.).

En principio se pueden priorizar cinco grandes áreas. Estas son (a) hidrocarburos, petroquímica y minería, (b) agricultura y alimentación, (c) salud, (d) industria y (e) protección ambiental y sostenibilidad. Todas ellas están relacionadas con la generación de riqueza nacional y el bienestar de la población. En cada una de estas áreas delinearemos los aspectos más importantes en los que se deberían generar indicadores, anticipar tendencias nacionales e internacionales y hacer un seguimiento a su avance en función de las necesidades del país y de las inversiones realizadas o previstas:

a. Ciencia y tecnología en hidrocarburos, petroquímica y minería

1) Hidrocarburos y petroquímica

a) Tecnologías de extracción y refinación: tecnologías avanzadas para optimizar la extracción y el procesamiento de hidrocarburos, especialmente los extrapesados, aumentando la eficiencia y reduciendo el impacto ambiental.

b) Desarrollo de productos petroquímicos: investigación y desarrollo de nuevos productos petroquímicos que agreguen valor y diversifiquen las exportaciones del país.

c) Innovación en procesos industriales: mejoras en los procesos industriales relacionados con los hidrocarburos y la petroquímica para aumentar la competitividad y sostenibilidad del sector.

d) Fortalecer proyectos de I+D en energías alternativas (atómica, sobre todo).

2) Minería

e) Tecnologías de extracción limpia: desarrollo y aplicación de tecnologías que reduzcan el impacto ambiental de la minería, como métodos de extracción menos invasivos y procesos de reciclaje de minerales.

f) Monitoreo ambiental: implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real para evaluar el impacto

ambiental de las actividades mineras y asegurar el cumplimiento de las normativas.

g) Formación en minería responsable: capacitación de los trabajadores en prácticas sostenibles y seguras, promoviendo una cultura de responsabilidad ambiental en el sector.

b. Ciencia y tecnología en la agricultura y alimentación

1) Agricultura de precisión: tecnologías como drones y sensores para monitorear cultivos, optimización del recurso suelo y agua, la utilización eficiente de fertilizantes con fines de aumentar la productividad.

2) Biotecnología: fomentar el desarrollo de cultivares resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades, así como de aquellos que se adapten mejor a las condiciones climáticas locales y a las emergentes debido al cambio climático global. Uso de la ingeniería genética, epigenética y otras técnicas biológicas de frontera que permitan acelerar el proceso de mejoramiento genético.

3) Sistemas de Información Geográfica (SIG): Uso del SIG y otras técnicas similares para la planificación y gestión de tierras agrícolas, mejorando la toma de decisiones sobre el uso de recursos.

4) Formación y Capacitación: estado de la capacitación de los agricultores en el uso de nuevas tecnologías y prácticas sostenibles, promoviendo la innovación en el sector. Formación de profesionales e investigadores en la disciplina.

5) Agroindustria: investigación y desarrollo de nuevos procesos de transformación. Innovación en productos y servicios.

c. Ciencia y tecnología en la salud

1) Telemedicina: plataformas de telemedicina para mejorar el acceso a servicios de salud, especialmente en áreas rurales e indígenas de difícil acceso. Esta tecnología ha sido financiada por el ministerio responsable de la ciencia y la tecnología en otras oportunidades. El estado de esa inversión debería ser diagnosticada.



2) Investigación biomédica: investigación en enfermedades prevalentes en el país, desarrollo de tratamientos y vacunas adaptados a las necesidades locales. Especial atención merecen las llamadas enfermedades huérfanas.

3) Sistemas de información en salud: bases de datos y sistemas de información que permitan una mejor gestión de los recursos, seguimiento de enfermedades y planificación de servicios de salud.

4) Estado de la formación en tecnologías de la salud para profesionales del área para mejorar la calidad de atención y la eficacia de los servicios.

d. Ciencia y tecnología en la pequeña y mediana empresa (PYME)

1) Fomento de la innovación: creación de incubadoras y aceleradoras de empresas que apoyen a emprendedores en el desarrollo de productos innovadores y soluciones tecnológicas.

2) Acceso a tecnología: facilitación del acceso a tecnologías de producción y gestión que mejoren la competitividad de las PYME, como *software* de gestión empresarial y herramientas de *marketing* digital.

3) Colaboración con universidades: establecimiento de alianzas entre las PYME y universidades para promover la investigación aplicada y el desarrollo de productos adaptados a las necesidades del mercado local.

e. Protección ambiental y sostenibilidad

El desarrollo sostenible requiere integrar la protección ambiental en todas las áreas productivas mediante:

1) Uso racional de recursos: implementación de prácticas sostenibles que minimicen el uso de recursos naturales y reduzcan los desechos en los sectores agrícola, minero y petroquímico.

2) Energías renovables: promoción de la inversión en investigación y desarrollo de las energías renovables, como la solar y eólica, para reducir la dependencia de los combus-

tibles fósiles y disminuir la huella de carbono. Impactos en el negocio nacional de los hidrocarburos.

3) Educación y conciencia ambiental: fomento de la educación ambiental en todos los niveles de la sociedad, desde las escuelas hasta las comunidades y las empresas, para promover prácticas que respeten y protejan el medio ambiente.

Finalmente, el Oncti debería enfocarse en el diseño de orientaciones para la integración de las políticas, el enfoque holístico y la coordinación intersectorial para que el desarrollo del país sea integral, considerando la interconexión entre los distintos sectores de producción de bienes y servicios.

Esto implica el énfasis en la planificación estratégica para la construcción de planes que integren la CTI en todas las áreas de desarrollo, asegurando que las políticas sean coherentes y complementarias. Igualmente se hace necesario obtener la información pertinente y oportuna para orientar el incremento de la inversión pública y privada en I+D para impulsar la innovación en todos los sectores.

Por último, pero no menos importante, al involucrar a las comunidades en el proceso de desarrollo, es necesario asegurarse que las iniciativas respondan a sus necesidades y promuevan su bienestar.

Conclusiones

Los Observatorios de ciencia y tecnología son fundamentales para recopilar, analizar y difundir la información que apoya la toma de decisiones en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación. Su función es determinante en contextos donde los recursos son limitados, como en el caso de Venezuela.

La existencia de organismos similares al Oncti, en los ejemplos de países examinados, permite una mejor asignación de recursos en I+D maximizando el retorno de la inversión en CyT. Esto es esencial para el desarrollo económico y social de cualquier país que pretenda impulsar su desarrollo.

Los observatorios permiten a los responsables de la toma de decisiones adaptarse proactivamente a los cam-

bios y desafíos emergentes en el entorno global, asegurando que las políticas se alineen con las tendencias internacionales en CyT.

Gracias a su capacidad para realizar un diagnóstico preciso de las capacidades nacionales de I+D, el Oncti está en capacidad de proponer políticas públicas efectivas que respondan a las necesidades del país, fomentando la innovación y el desarrollo integral.

Al aprender de las experiencias de otros países que han logrado un crecimiento significativo mediante el uso de indicadores de CyT, Venezuela puede fortalecer su posición en la economía global del conocimiento.

Para potenciar el impacto de las políticas de CyT y promover un ecosistema de innovación que beneficie a la sociedad en su conjunto, es esencial articular el Estado, las universidades y el sector productivo (sea cual sea su modalidad: empresas, comunas, cooperativas, etc.).

Se insiste en la necesidad de un enfoque estratégico y coordinado en la gestión de la CyT para catalizar el progreso y el desarrollo sostenible en Venezuela. Se propone priorizar cinco áreas estratégicas para focalizar la observancia del Oncti: (a) hidrocarburos, petroquímica y minería, (b) agricultura y alimentación, (c) salud, (d) industria y (e) protección ambiental y sostenibilidad.

Referencias

- Akhondzadeh, S. (2017). *Innovation and Technology in Iran*. Avicenna Journal of Medical Biotechnology, 9(3), 113. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5501136/>
- Bhalla, A. S., & Fluitman, A. G. (1985). *Science and Technology Indicators and Socio-economic Development*. En *Science and Technology Indicators for Development* (1st ed., pp. 25). Routledge. Disponible en: <https://doi.org/10.4324/9780429305436>
- Bybee, R. W. (2010). *What Is STEM Education?* Science, 329(5995), 996. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/science.1194998>
- Cambridge Science Park. Cambridge Science Park. Disponible en <https://www.cambridgesciencepark.co.uk/>
- Cuéllar Escobar, J. (2011). La articulación estado-empresa para el desarrollo de la competitividad empresarial-análisis descriptivo del caso coreano. Documentos de investigación. Administración de Empresas, N° 7. Bogotá: Ediciones Universidad Central. Disponible en https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID2016604_code1798493.pdf?abstractid=2016604&mirid=1
- De la Vega, I. (2007). Tipología de Observatorios de Ciencia y Tecnología: Los casos de América Latina y Europa. *Revista Española de Documentación Científica*, 30(4), 545-552. ISSN 0210-0614. <https://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/404/416> Expansión/datosmacro.com (s/f). Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com/comercio/exportaciones/Venezuela>
- Fagerberg, J. (2006). *What do we know about innovation and socio-economic change?* Lessons from the TEARI Project. In L. Earl & F. Gault (Eds.), *National innovation, indicators and policy* (pp. 19-33). Edward Elgar Publishing. Disponible en: <https://doi.org/10.4337/9781847201645.00013>
- International Association of Science Parks and Areas of Innovation. (s.f.) *Hoa Lac Hi-Tech Park* Management Board. Disponible en: <https://www.iasp.ws/our-members/directory/@6295/hoa-lac-hi-tech-park-management-board>.



- Klingler-Vidra, R. y Wade, R. (2019). *Science and Technology Policies and the Middle-Income Trap: Lessons from Vietnam*. *The Journal of Development Studies*, 56(4), 717–731. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00220388.2019.1595598>
- König, M., & Ploier, F. (2020). Shenzhen and its comparison to the Silicon Valley. Disponible en: [https://free-and-open-technologies.github.io/papers/K%C3%B6nig_and_Ploier_Shenzhen_and_its_comparison_to_the_Silicon_Valley_\(2020\).pdf](https://free-and-open-technologies.github.io/papers/K%C3%B6nig_and_Ploier_Shenzhen_and_its_comparison_to_the_Silicon_Valley_(2020).pdf)
- Lemus, D. (2020). Vietnam: políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación. *Estudios de Asia y África*, 55(2), 263–294. Disponible en: <https://doi.org/10.24201/eaa.v55i2.2454>
- Lozano Teruel, J. A. (1990, November 18). Tsukuba, ciudad de la ciencia. *El País*. Disponible en: <https://cienciaysalud.laverdad.es/la-ciencia/ciencia-actual/tsukuba-ciudad-ciencia-article.html>
- Mahdi, R. (2015). *Evaluation of National Science and Technology Policies in Iran*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 210–219. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.352>
- Marcial, N. A. (2009). ¿Qué son los observatorios y cuáles son sus funciones? *Innovación educativa*, 9(47), 5–17. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1794/179414895002.pdf>
- Mok, K., Welch, A., y Kang, Y. (2019). *Government innovation policy and higher education: the case of Shenzhen, China*. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 42(2), 194–212. <https://doi.org/10.1080/1360080X.2019.1701851>
- Namdarian, L. (2017). *Evaluation of science, technology, and innovation (STI) in Iran*. *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*, 11(2), 253–271. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09737766.2017.1321728>
- National Institute of Science and Technology Policy (2022). *Japanese Science and Technology Indicators 2022* (NISTEP RESEARCH MATERIAL No. 318). Disponible en: <https://doi.org/10.15108/rm318e>
- Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2023). *Manual de Caracas: Guía para la recolección de datos de investigación y desarrollo en Venezuela* (Primera edición). Ediciones ONCTI. Disponible en: <https://www.oncti.gob.ve/publicaciones>
- Ohayon, P., Barreiros, D., y Ghavami, K. (2014). *Science and Technology Observatory for “NOCMAT” in Brazil: Role and proposed framework*. *Key Engineering Materials*, 600, 399–412. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.600.399> ONCTi (s.f.) Recuperado en <https://www.oncti.gob.ve/nosotros/>
- Parque Tecnológico de São José dos Campos. Disponible en <https://pitsjc.org.br>
- Parc Scientifique de l'Université de Lille. Disponible en <https://www.univ-lille.fr/>
- Pillsbury, M. (2005, April 21). *China's Progress in Technological Competitiveness: The Need for a New Assessment*. U.S., China Economic and Security Review Commission. Disponible en: <https://www.uscc.gov/sites/default/files/4.21-22.05pillsbury.pdf>
- Ryu, S., y Kim, S. (2018). *Investigation of Urban Places in Seoul Digital Industrial Complex (G-Valley)*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 213(1), 012015. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/213/1/012015>
- Schmidt, N., y Silva, C. (2018). Observatório como instrumento de prospectiva estratégica para las Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs). *Interações (Campo Grande)*, 19, 387–400. Disponible en: <https://doi.org/10.20435/inter.v19i2.1689>
- The Economic Times (2023). How emerging IT hub in Noida, Yamuna Expressway could challenge Gurgaon & Bengaluru tech supremacy. Disponible en <https://economictimes.indiatimes.com/industry/services/property/-/cstruction/how-emerging-it-hub-in-noida-yamuna-expressway-could-challenge-gurgaon-bengaluru-tech-supremacy/articles-how/104182542.cms?from=mdr>
- The Observatory of Economic Complexity -OEC – (s/f). Disponible en: <https://oec.world/es/profile/country/ven>
- Yoon, J. (2014). *Evolution of science and technology policy in Korea*. *Journal of Policy Studies*, 29(1), 147–172. Disponible en: <https://jps.scholasticahq.com/article/35130.pdf>