

Importancia Estratégica de la Ciencia, Tecnología e Innovación en el Desarrollo Sostenible

Strategic Importance of Science, Technology and Innovation in Sustainable Development

Importância Estratégica da Ciência, Tecnologia e Inovação no Desenvolvimento Sustentável

Rubén D. Collantes G.¹, <https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>

¹Capítulo Panamá, Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación.

Autor de correspondencia: rdcg31@hotmail.com

Fecha de recepción: 18 de diciembre de 2024

Fecha de aprobación: 12 de febrero de 2025

Resumen. La inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), puede contribuir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Aspectos relevantes como salud pública, educación de calidad, energías renovables y consumo energético eficiente, manejo apropiado de desperdicios, tecnologías aplicables en los agroecosistemas productivos, tecnologías de información y comunicación (TIC), cierre de brechas socioculturales, mejora de la competitividad, por citar algunos; constituyen retos por superar para atender la creciente presión que reciben los diferentes medios de vida. La presente revisión sistemática tuvo por objetivo reflexionar sobre la importancia estratégica de la CTI en el Desarrollo Sostenible. Para ello, se consultó un total de 50 referencias relacionadas con la materia, definiéndose siete ejes temáticos: i) CTI y salud; ii) CTI y calidad educativa; iii) CTI y sostenibilidad energética; iv) CTI y producción agropecuaria; v) CTI y TIC; vi) CTI y cierre de brechas; vii) CTI y competitividad. Según los resultados, la inversión en CTI puede, de manera integral, contribuir con soluciones para problemáticas de salud pública, mejorar y actualizar los estándares de calidad educativa, generar alternativas energéticas ambientalmente amigables y factibles de ser implementadas, mejorar el rendimiento y calidad de la producción agropecuaria, facilitar vías de comunicación apropiadas, reducir brechas sociales y mejorar la competitividad de las naciones. Sin embargo, se requieren leyes, gobernantes y ciudadanos genuinamente comprometidos para alcanzar mediante CTI el desarrollo sostenible.

Palabras Clave. Competitividad, CTI, educación, ODS, salud.

Abstract. Investment in Science, Technology and Innovation (STI) can contribute to the Sustainable Development Goals (SDGs). Relevant aspects such as public health, quality education, renewable energies and efficient energy consumption, appropriate waste management, technologies applicable in productive agroecosystems, information

and communication technologies (ICT), closing sociocultural gaps, improving competitiveness, to name a few. They constitute challenges to overcome to address the growing pressure that different livelihoods receive. The objective of this systematic review was to reflect on the strategic importance of STI in Sustainable Development. To this end, a total of 50 references related to the subject were consulted, defining seven thematic axes: i) CTI and health; ii) CTI and educational quality; iii) STI and energy sustainability; iv) STI and agricultural production; v) CTI and ICT; vi) CTI and closing gaps; vii) STI and competitiveness. According to the results, investment in CTI can, in a comprehensive manner, contribute to solutions to public health problems, improve and update educational quality standards, generate environmentally friendly energy alternatives that are feasible to be implemented, improve the performance and quality of education, agricultural production, facilitate appropriate communication channels, reduce social gaps and improve the competitiveness of nations. However, laws, rulers and genuinely committed citizens are required to achieve sustainable development through STI.

Keywords. Competitiveness, education, health, SDGs, STI.

Resumo. *O investimento em Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) pode contribuir para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Aspectos relevantes como saúde pública, educação de qualidade, energias renováveis e consumo eficiente de energia, gestão adequada de resíduos, tecnologias aplicáveis em agroecossistemas produtivos, tecnologias de informação e comunicação (TIC), reduzir as desigualdades socioculturais, melhoria da competitividade, para citar alguns; constituem desafios a superar para fazer face à pressão crescente que os diferentes meios de subsistência recebem. O objetivo desta revisão sistemática foi refletir sobre a importância estratégica da CTI no Desenvolvimento Sustentável. Para tanto, foram consultadas um total de 50 referências relacionadas ao tema, definindo sete eixos temáticos: i) CTI e saúde; ii) CTI e qualidade educacional; iii) CTI e sustentabilidade energética; iv) CTI e produção agrícola; v) CTI e TIC; vi) CTI e reduzir as desigualdades; vii) CTI e competitividade. De acordo com os resultados, o investimento no CTI pode, de forma abrangente, contribuir para soluções de problemas de saúde pública, melhorar e atualizar os padrões de qualidade educacional, gerar alternativas energéticas ecologicamente corretas e viáveis de serem implementadas, melhorar o desempenho e a qualidade da educação. Produção agrícola, facilitar canais de comunicação apropriados, reduzir disparidades sociais e melhorar a competitividade das nações. No entanto, são necessários leis, governantes e cidadãos genuinamente empenhados para alcançar o desenvolvimento sustentável através da CTI.*

Palavras chave. *Competitividade, CTI, educação, ODS, saúde.*

1. Introducción

La ciencia puede definirse como el conocimiento sistemático basado en hechos, observaciones y experimentación; la tecnología como la ciencia aplicada para el beneficio de las personas en diferentes ámbitos del quehacer humano; la innovación constituye una oportunidad de enriquecimiento tecnológico, al proponerse mejoras de lo ya existente o partir de cero con algo completamente nuevo (Bhagat, 2018; Piña y Senior, 2020).

Por ello, la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), son piedras angulares de la economía en países

desarrollados; siendo además fuerzas dominantes en un contexto moderno para el desarrollo socioeconómico en el plano internacional. Mediante el fortalecimiento de CTI se fomentan sistemas de gobernanza abiertos, transparentes y meritocráticos (U. S. Department of State, 2024).

Como metas compartidas alrededor del mundo, se tiene el logro de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), propuestos por Naciones Unidas (2024). Por su parte, Panamá cuenta con el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCYT), en el cual se tiene como norte que el Estado fortalezca la CTI, mediante la formación

de talento humano especializado, la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) y la gobernanza del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación como aspectos prioritarios (Sánchez Urrutia, 2020).

Recientemente se aprobó en primer debate en la Asamblea Nacional de Diputados, el proyecto de Ley No. 98 “Que establece y garantiza el 1% del PIB en Ciencia, Tecnología e Investigación para la República de Panamá”; lo cual, de acuerdo con el Dr. Eduardo Ortega, Secretario Nacional de la SENACYT, representa un momento histórico para la CTI en Panamá y así poder realizar transformaciones socioeconómicas necesarias con inversiones adecuadas (Metro Libre, 2024).

Aspectos de vital importancia como salud pública, educación de calidad, energías renovables y consumo energético eficiente, manejo de desperdicios, tecnologías aplicables en los agroecosistemas productivos, tecnologías de información y comunicación (TIC), cierre de brechas socioculturales, mejora de la competitividad, entre otros; están contemplados dentro de los 17 ODS, por lo que, mediante la inversión en CTI se puede contribuir con el logro de los mismos (UNIDO, 2022; Naciones Unidas, 2024). El presente trabajo tuvo por objetivo reflexionar sobre la importancia estratégica de la CTI en el Desarrollo Sostenible.

2. Metodología

Diseño del estudio: El estudio correspondió a una revisión sistemática de literatura especializada, por lo cual en naturaleza es descriptivo y exploratorio.

Selección de participantes o muestras: Se seleccionó un total de 50 referencias relacionadas con la materia, las cuales han sido citadas en su totalidad en el presente documento; estando constituidas por artículos científicos de revistas indexadas (18), publicaciones de organismos nacionales (9), internacionales (15) y contenido en la web (8). Se consultaron plataformas como ResearchGate, Google Scholar y repositorios institucionales. Como criterio de selección, además de la temática, se estableció que las

publicaciones consultadas debían ser de los últimos 10 años.

VARIABLES Y MEDICIONES: Al tratarse de una investigación documental, las variables de interés fueron que las referencias consultadas guardaran relación con alguno de los siete ejes temáticos definidos para el desarrollo de la misma. La medición establecida fue lograr la consulta de 50 referencias sobre la materia, dado que este parámetro ha sido recomendado por especialistas para este tipo de contribuciones científicas (N. Garrido, comunicación personal, 17 de octubre de 2024).

PROCEDIMIENTO: Se definió un total de siete ejes temáticos: i) CTI y salud; ii) CTI y calidad educativa; iii) CTI y sostenibilidad energética; iv) CTI y producción agropecuaria; v) CTI y TIC; vi) CTI y cierre de brechas; vii) CTI y competitividad.

RECOPILACIÓN DE DATOS: En la medida en que se consultaron y citaron las diversas fuentes, se confeccionó un listado de las mismas, según la normativa APA vigente; el cual figura en el apartado de referencias de la presente obra. Así mismo, las principales ideas fueron anotadas.

INSTRUMENTOS: Se ocupó un ordenador e internet, principalmente, para desarrollar este trabajo.

ANÁLISIS DE DATOS: Luego de consultar la literatura especializada, se procedió con el análisis, reflexión y redacción, al estilo propio del autor, para estructurar progresivamente el contenido de la obra; resaltando datos relevantes que fortalecieran la comprensión de los temas tratados en el escrito.

CONSIDERACIONES ÉTICAS: Dada la naturaleza del estudio, no existen conflictos éticos ni morales con la realización del mismo; brindando además el respectivo crédito a los autores consultados.

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE CONTROL: En este caso, no aplica.

LIMITACIONES: Si bien al hablar de CTI y ODS hay múltiples publicaciones generadas, se estableció como límite la consulta de 50 referencias, a fin de que, más que una colección de citas, destaque el

aporte intelectual del autor, apoyado en un número considerable de referencias sobre la materia.

Reproducibilidad: Estos estudios son replicables por otros investigadores, en la medida en que surjan necesidades por consolidar conocimiento y profundizar en su análisis.

3. Resultados

CTI y Salud

Las consecuencias de la pandemia por COVID-19 en el mundo fueron catastróficas, dejando en evidencia la necesidad de fortalecer la CTI para hacerle frente a los efectos globales de enfermedades infecciosas mediante conocimiento científico debidamente fundamentado y la realización de experimentos que permitan desarrollar alternativas viables y eficaces (Patiño, 2022).

En el caso de Panamá, durante el año 2020 ocurrió la caída del Producto Interno Bruto (PIB) más profunda en Latinoamérica (excluyendo a Venezuela); más aún, en dicho periodo el 34% de los asalariados experimentó una disminución en sus ingresos (lo cual puede restringir la capacidad de hacerle frente a padecimientos de salud), casi el 40% tuvo problemas para abastecerse de alimentos (comprometiéndose la seguridad alimentaria y nutricional), 46% confrontó dificultades para honrar deudas y cerca del 40% se vio limitado en la continuidad escolar (Garcimartín et al., 2021).

Por otro lado, la inversión en CTI ha contribuido con el surgimiento de la telemedicina, la cual puede ser accesible gracias a las TIC aplicadas en los servicios de salud (Saavedra, 2021). Sumado a todo lo expuesto, la CTI son cruciales para poder avanzar hacia una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad en la región de América Latina y el Caribe; dado que, la pandemia evidenció asimetrías entre los países desarrollados y los emergentes, en materia de acceso a vacunas (medicamentos), concentración de la riqueza e ingresos, economía digital y responsabilidades climáticas, las cuales podrían agravarse de no ejecutarse acciones pertinentes

(CEPAL, 2021).

En este sentido, el contar con políticas de CTI para la salud, permite consolidar intereses comunes para la sociedad, gestionar recursos apropiadamente, coordinar acciones entre los diferentes actores (públicos, particulares, nacionales, internacionales, entre otros), que participan activamente en I+D+i dentro del sector; en aras de mejorar los beneficios brindados a la población en esta materia (Secretaría Distrital de Salud de Bogotá – Colombia, 2023).

En relación con lo anterior, se han desarrollado simulaciones realistas para contar con un instrumento de enseñanza de las ciencias de la salud, mediante el cual los docentes pueden compartir su experiencia y conocimientos de manera controlada y estructurada; a fin de afianzar en el alumnado competencias técnicas, aprender a trabajar en equipos interdisciplinarios y mantenerse actualizados en materia de CTI, primando la ética y la sostenibilidad (Ribeiro et al., 2024).

CTI y calidad educativa

En la medida en que los sistemas de salud tuvieron complicaciones durante la pandemia por COVID-19, lo propio ocurrió en el sector educación. Al investigar sobre tecnologías de información (TI) para el fortalecimiento de competencias pedagógicas, se determinó que algunos docentes confrontan problemas para adaptarse al cambio tecnológico, por lo que el conocimiento y dominio de las TI es necesario para que los contenidos educativos sean de calidad en clases no presenciales (sincrónicas o asincrónicas), requiriéndose una intervención oportuna y apropiada (Delerna y Lévano, 2021).

Collantes y Jerkovic (2022), propusieron como competencias digitales docentes el ser curioso y experimentar con las nuevas tecnologías, ser dinámico y flexible para innovar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ser ordenado y explícito, fomentar la participación sincrónica y asincrónica, elaborar mecanismos de evaluación que potencien el dominio de las nuevas tecnologías, establecer un balance entre las evaluaciones individuales y grupales, establecer vías de comunicación eficaces, propiciar la interacción

en diferentes entornos virtuales, brindar fuentes de consulta seguras y de calidad técnico-científica, motivar a los estudiantes a construir su propio conocimiento.

La CTI también puede contribuir significativamente con la inclusión social, mediante Carreras Técnicas Intermedias; al representar una oportunidad de desarrollo personal y vocacional de seres humanos con habilidades especiales, consolidando competencias socio laborales y técnicas (IPHE, 2020). Dichas carreras tienen una duración de 2 años, se ofrecen en diferentes sitios de Panamá y corresponden a más de una docena de carreras con oficios de diversa naturaleza (IPHE, 2024).

En otro contexto, instructores de Artes Marciales que se apoyaron en el uso de las TIC para continuar en contacto con sus alumnos y poder enseñar, confrontaron dificultades, como la baja de estudiantes, problemas de conexión a internet en el 84,6% de los casos y el 23,1% indicó que no ofrecen clases virtuales, porque el contacto físico es necesario para consolidar destrezas y habilidades en estas disciplinas, siendo posiblemente los instructores y los rangos avanzados los que mayor partido podrían obtener del uso de estas herramientas tecnológicas (Collantes et al., 2021).

Por otra parte, entre las aplicaciones de la CTI en el desarrollo y evolución de las artes marciales y deportes de contacto, se tienen las tecnologías inmersivas como la realidad virtual, que usualmente ocupa visores o pantallas montadas en la cabeza (HMD), con lo cual se puede mejorar la precisión e identificar con mayor facilidad aspectos a mejorar como la técnica, tiempo de reacción y toma de decisiones acertada; sin embargo, se debe contar con marcos de trabajo o guías establecidos para la aplicación efectiva de estas herramientas al practicar dichas disciplinas (Lygouras y Tsinakos, 2024).

CTI y sostenibilidad energética

Se estima que 1,1 mil millones de personas en el planeta (14% de la población mundial) no tienen acceso a la energía eléctrica, de las cuales el 85% (935 millones) radican en zonas rurales, principalmente

en África; inclusive, cerca de 2,8 mil millones de personas no tienen acceso a formas limpias de energía para cocinar, ocupando tecnologías de biomasa tradicionales e ineficientes, las cuales derivan en consecuencias severas para la salud humana y el ambiente (UNCTAD, 2019).

Aún persiste la alta dependencia de combustibles fósiles (recursos naturales no renovables), para atender la demanda energética mundial; lo cual supone un desafío importante frente al cambio climático y garantizar la seguridad energética. Por ello, los esfuerzos en CTI deben orientarse hacia el alto desempeño, disminución de la huella de carbono y rentabilidad, para lograr la competitividad y la sostenibilidad del sistema energético con miras hacia el futuro (EU Science Hub, s. f.).

En relación con lo anterior, se cuenta con tecnologías innovadoras, como hornos equipados con quemadores regenerativos bajo el régimen de combustión sin llama, con lo cual se puede mejorar la eficiencia térmica en más de un 10% respecto a la combustión convencional, además de disminuirse considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Yepes-Tumay et al., 2019).

En Europa se implementó el Plan Estratégico de Tecnología Energética (SET-Plan), el cual reúne a la industria, la academia y los responsables políticos de toda Europa, para racionalizar y acelerar la investigación y la innovación en las tecnologías energéticas que mejor pueden ayudar a lograr la transición energética, acercándolas a la comercialización y el despliegue (EU Science Hub, s. f.).

Por otro lado, se cuenta con alternativas energéticas renovables, como la solar fotovoltaica, la eólica, el biogás y el hidrógeno; las cuales pueden contribuir con el desarrollo eficiente en varios sectores productivos, con potenciales beneficios económicos y ambientales, además de servir como medios de integración y responsabilidad social (Caballero y Collantes, 2022).

Retornando al consumo de hidrocarburos, la industria automotriz es una de las principales, al

ocuparse para fabricar un solo vehículo cerca de 55 mil MJ (Megajoules), equivalente a la energía contenida en 1800 litros de gasolina; para lo cual, se recomienda una gestión energética consciente, mediante la definición de un sistema de trabajo adecuado, la inversión en tecnologías más eficientes como sistemas integrados de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) y la adopción de buenos hábitos, como el apagar lo que no se está utilizando (Knauf Industries, 2022).

En lo que respecta al consumo energético de los propios vehículos, si bien se cuenta con alternativas energéticas interesantes como los automóviles híbridos o completamente eléctricos, se ha determinado que, mediante una conducción eficiente se puede aumentar el rendimiento entre un 15 y 20% (Castillo et al., 2019).

CTI y producción agropecuaria

Las mejoras de la productividad, competitividad, bienestar y prosperidad en el sector agropecuario no dependen únicamente del cambio tecnológico o de la expectativa de mejores ingresos. Se requiere invertir en CTI aplicadas a técnicas, procesos, productos, mercados, servicios, organizaciones, etc.; pudiendo implementarse en cualquier eslabón de la cadena de valor (Restrepo et al., 2015).

Por ello, al darse una baja en la productividad de este importante sector, se compromete la competitividad; dado que, la mayoría de los productores están orientados hacia un modelo económico de subsistencia, caracterizado por la baja inversión en CTI (Durán et al., 2022). En concordancia con lo expuesto, la predominancia del manejo convencional, altamente dependiente en plaguicidas de síntesis, condiciona la posibilidad de lograr la sostenibilidad en los agroecosistemas productivos (Herrera et al., 2021; Collantes et al., 2022a).

Frente a esta situación, han surgido nuevas tecnologías promisorias para el manejo integrado de plagas (MIP), como el uso de moléculas sinérgicas, con lo cual se disminuye las dosis de ingredientes activos y, por ende, los costos por concepto de control fitosanitario (Pittí et al., 2019); el microencapsulado de nematodos entomopatógenos mediante el uso

de biopolímeros, como alternativa innovadora para el control de *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae) (IDIAP, 2022); la detección temprana de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), principal plaga de este rubro (Collantes et al., 2022b); por citar algunos ejemplos.

Además, existen agrotecnologías disponibles para rubros como la cebolla, de importancia estratégica para la seguridad alimentaria y nutricional (SAN), como el fertirriego, el uso de plástico (acolchado) para el control de malezas y cultivares comerciales recomendados para las áreas cultivadas en Panamá; con el potencial de incrementar los rendimientos hasta más de 1700 quintales por hectárea (80 t/ha), equivalente a casi tres veces el rendimiento promedio nacional (IDIAP PA, 2024a).

Si bien estos y muchos otros avances pueden resultar alentadores, se confrontan limitantes para que la CTI pueda escalar hacia los productores; siendo el extensionista agropecuario un actor importante para que el empoderamiento agrotecnológico pueda darse de la mejor forma posible. Al respecto, Collantes (2023), propuso como perfil para estos profesionales en la nueva era lo siguiente: i) Practicar un código de ética; ii) Ser líder; iii) Ser observador; iv) Saber escuchar; v) Saber comunicarse; vi) Ser empático; vii) Ser proactivo; viii) Conjuguar la transdisciplinariedad con la creatividad; ix) Ser previsor y flexible; x) Desarrollar capacidad de gestión.

Otro aspecto a destacar es que han surgido espacios de intercambio en materia de CTI entre los diferentes sectores donde se desarrolla I+D+i, incluido el agropecuario; tales como congresos científicos y profesionales, exposiciones, simposios, por citar algunos ejemplos (Martínez, 2019; IDIAP PA, 2024b; Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, 2024; OEI Panamá, 2024).

CTI y TIC

Es innegable que las TIC han contribuido con el fortalecimiento de la interrelación entre CTI y la sociedad; dado que, además de impulsar la innovación,

sirven como agentes de cambio socioeconómico, al establecer un vínculo entre el mundo académico y la realidad del día a día, facilitando además el acceder, compartir y analizar información, promover enfoques interdisciplinarios y transformar la educación de modo participativo (Holanda et al., 2023).

Existe un consenso general de que, la integración entre CTI y TIC es un componente esencial para establecer políticas públicas que potencien el desarrollo sostenible, apoyando diversos actores clave mediante la generación de nuevos conocimientos (en mayor medida), oportunidades de trabajo especializadas y mejor remuneradas, mitigación de la pobreza y las desigualdades sociales, diversificación productiva, entre otras (Pardo, 2017).

Otro ámbito en el cual se ha observado una evolución significativa en el uso de las TIC es en el entretenimiento, pasando de alquilar casetes o discos de películas a pagar una suscripción mensual de plataformas; o de adquirir cartuchos o discos de videojuegos a comprarlos e instalarlos directamente en el ordenador o las consolas (con las cuales se puede navegar por internet y mucho más que solamente jugar). Con esto, queda evidenciado que los medios de entretenimiento se adaptan a la CTI para mejorar la experiencia de los usuarios (Telefónica, 2022).

Similar al caso anterior, desde hace años se cuenta con dispositivos móviles que brindan múltiples funciones además de servir para comunicarse, tales como servir como asistente personal (Siri de Apple, por ejemplo), organizador de eventos, medio de trabajo y entretenimiento, entre otros; con la premisa de hacer la vida más llevadera y el uso del tiempo más eficiente (Nuhel, 2021).

CTI y cierre de brechas

El acceso a la CTI ha contribuido gradualmente a reducir brechas socioeconómicas y culturales; sin embargo, en cuanto a género aún hay predominio masculino en disciplinas relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés); por lo que es necesario desarrollar indicadores de CTI que contemplen la dimensión de

género, para facilitar a los tomadores de decisiones establecer políticas apropiadas sobre la materia (López-Bassols et al., 2018).

También es menester mencionar la brecha generacional significativa que persiste en cuanto al uso y apropiación de nuevas tecnologías como las TIC. Sobre esto, el acceso a la información no se da de manera equitativa. Aún hay personas que no tienen acceso a Internet o no conocen su uso, privándose de varios recursos y oportunidades a las cuales podrían tener acceso; además, esto puede limitar el acceso a servicios de salud, administrativos, realizar trámites de documentos, comprar por internet (a mejor precio); por último, esta brecha digital puede remarcar la exclusión social de aquellos que no están conectados, propiciando el aislamiento y marginación, dado que la mayoría de las interacciones se dan mediante redes sociales en medios digitales (Papí y García-Espinoza, 2023).

Para hacer frente a la brecha digital que aún persiste en algunos países, por temas de ingresos económicos, género, edad, entre otros factores, Iberdrola (2024), presentó las siguientes alternativas:

- Alfabetización digital. Mediante programas de instrucción sobre el uso de internet, dirigido a personas en zonas vulnerables, para mejorar su calidad de vida.
- Alianza para un internet asequible (A4IA). Mediante un esfuerzo conjunto entre varias entidades, se pretende reducir el costo de la banda ancha en algunas partes de África, Asia y América Latina.
- Free Basics. Facebook junto con otras seis compañías, pretenden brindar acceso libre de costo a varios sitios webs mediante una aplicación móvil.
- Starlink. Elon Musk es el líder de este proyecto, mediante el cual se están lanzando satélites al espacio, para ofrecer servicio de internet de alta velocidad a precios cómodos.

CTI y competitividad

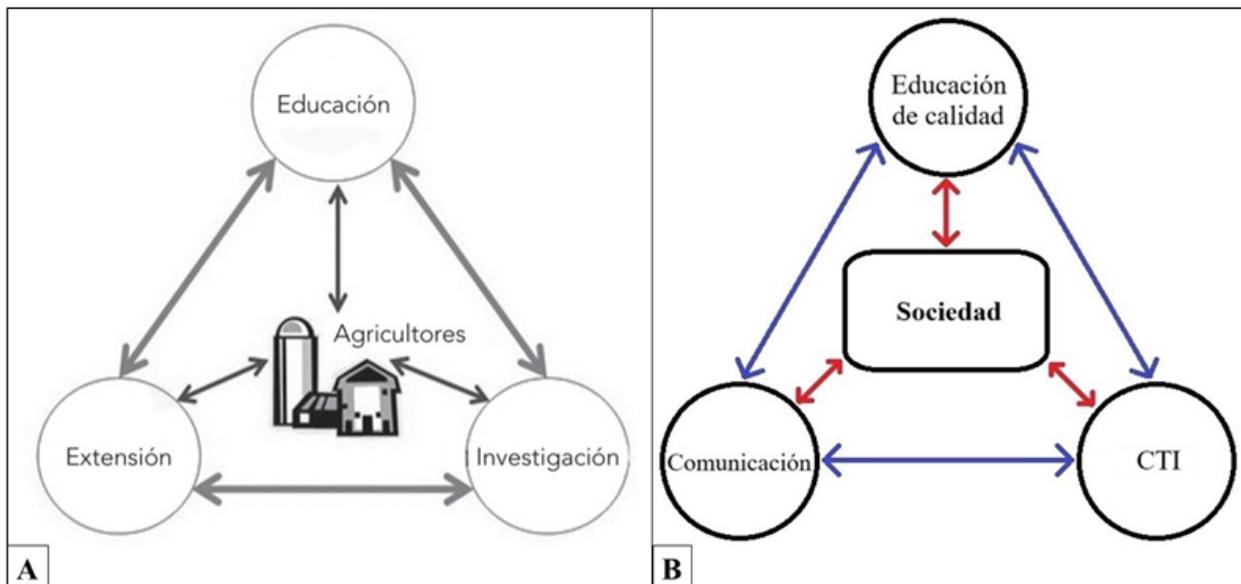
En tiempos recientes, la aparición de nuevos factores y actores modificó considerablemente el escenario en sectores productivos, pasando de un enfoque meramente de producción (cuantitativo) hacia el mercado (cualitativo). Considerando los aportes de Sonnino y Ruane (2013) sobre la materia, se propone una adaptación del triángulo del conocimiento (Figura 1), en el cual se enfatiza en la educación de calidad, pasando de productores a sociedad y de sólo investigación a CTI.

entidades estatales, entre otros, trabajen articulada y coordinadamente para desarrollar, adaptar y difundir innovaciones (CONCYTEC, 2016).

4. Discusión

Si bien la CTI puede, de manera integral, contribuir con soluciones para diversos problemas confrontados por la sociedad, como salud, educación, abastecimiento energético, rendimiento y calidad de la producción

Figura 1. Triángulo del conocimiento: A) Adaptado de Sonnino y Ruane (2013); B) Propuesta del autor.



Es innegable que la CTI va de la mano con el desarrollo y competitividad de diversos sectores, en especial los productivos como el agropecuario, porque mejora sustancialmente las condiciones para competir libremente en el mercado; con lo cual también mejora la calidad de vida de las personas, pudiendo así superar dificultades locales, regionales, nacionales e internacionales (Zayas, 2018).

agropecuaria, TIC, brechas sociales y competitividad; se requieren leyes, gobernantes y ciudadanos genuinamente comprometidos con el desarrollo sostenible.

Por todo lo abordado hasta este punto, si bien la inversión en CTI se puede traducir en bienestar para el desarrollo sostenible e integral del ser humano, se requiere de un sistema nacional de CTI que funcione eficientemente, en el cual todos los actores (públicos y privados), sean universidades, empresas,

En este sentido, la academia debe tener como misión brindar espacios de intercambio, reflexión y análisis de los principales problemas que confrontamos como seres humanos, a fin de que la oferta educativa sea coherente y correspondiente con las necesidades, demandas y aspiraciones de la sociedad. De modo similar, las entidades dedicadas a I+D+i deben hacer lo propio, procurando como bien se ha ilustrado en el presente escrito, una articulación y comunicación dinámica con los otros entes participantes en los procesos de CTI.

Al revisar tanto el PENCYT 2019 – 2024 (SENACYT, 2020), como el Plan Estratégico Institucional 2017 – 2030 del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP, 2019), existen puntos en común, como el hecho de que todos los esfuerzos en materia de I+D+i deben ser por demanda de la sociedad y llevados de manera participativa; a fin de que los resultados obtenidos sean aplicables y pertinentes con la realidad nacional. En la medida de lo posible, los entes particulares como las empresas, debiesen considerar que la inversión en CTI contemple la sostenibilidad en sus tres componentes principales (social, económico y ambiental), dado que toda actividad productiva implica directamente la participación de seres humanos y su interacción con el ambiente.

5. Conclusiones

Del presente trabajo se concluye que, la CTI tiene una

importancia estratégica para alcanzar el desarrollo sostenible, al considerar todos los aspectos en los cuales la misma interactúa. A lo largo de la presente revisión, se observó que al abordar cada uno de los siete ejes temáticos desarrollados, se encontraban entrelazados por lo menos con algún otro, por lo cual, se reafirma la necesidad de analizar y comprender la sostenibilidad como un todo, de manera holística, integral y funcional.

Se exhorta a estudiantes, docentes, profesionales y la ciudadanía en su conjunto, a continuar debatiendo y analizando sobre la materia, en aras de contribuir con un mejor Panamá, así como un mejor planeta. El quehacer científico no tiene final, dado que siempre surgirán nuevas necesidades, así como nuevos desafíos que requerirán de nuestro talento, capacidad, entusiasmo y energía para ser superados.

Referencias Bibliográficas

- Bhagat, R. P. (2018). Introduction to Science. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/329321111_Introduction_to_Science
- Caballero, M. y Collantes, R. (2022). Energías renovables: alternativas para el sector agropecuario en Panamá. *Revista Semilla del Este*, 3(1), 43-65. https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/3201
- Castillo, J., Restrepo, A., Tibaquirá, J. y Quirama, L. (2019). Estrategias de eficiencia energética en vehículos livianos del transporte por carretera en Colombia. *Revista UIS Ingenierías*, 18(3), 129-140. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n3-2019013>
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2021, 13 de diciembre). La ciencia, tecnología e innovación son cruciales para enfrentar la pandemia y avanzar hacia una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad en la región. *Noticias*. <https://www.cepal.org/es/noticias/la-ciencia-tecnologia-innovacion-son-cruciales-enfrentar-la-pandemia-avanzar-recuperacion>
- Collantes, R. (2023). El extensionista agropecuario en el nuevo milenio: una revisión. *Llalliq*, 3(1), 83-96. <https://doi.org/10.32911/llalliq.2023.v3.n1.1037>
- Collantes, R., Herrera, R., Caballero, M. y Pittí, J. (2022a). Indicadores de sostenibilidad en agroecosistemas hortícolas en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, 5(1), 85-92. https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias/article/view/3362
- Collantes, R. y Jerkovic, M. (2022). Competencias digitales docentes en el nuevo milenio: retos por superar. *Llalliq*, 2(2), 222-235. <http://dx.doi.org/10.32911/llalliq.2022.v2.n2.1170>
- Collantes, R., Lezcano, J., Reina, L. y Morales, M. (2022b). Detección temprana de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en cultivos de café robusta. *Ciencia Agropecuaria*, (35), 1-12. <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/590>
- Collantes, R., Ortega, P. y González, M. (2021). TICs utilizados por instructores de Artes Marciales durante

- cuarentena por COVID-19 en Panamá. *Revista Científica De Sistemas E Informática*, 1(2), 4-14. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v1i2.160>
- CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, Perú). (2016). Política Nacional para el Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica – CTI. Dirección de Políticas y Programas de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. https://portal.concytec.gob.pe/images/documentos/Política_Nacional_CTI-2016.pdf
- Delerna, G. y Levano, D. (2021). Importancia de las tecnologías de información en el fortalecimiento de competencias pedagógicas en tiempos de pandemia. *Revista Científica De Sistemas E Informática*, 1(1), 69-78. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v1i1.104>
- Durán, R., Piper, R. y Tam, N. (2022). Estudio de caso: nuevas tecnologías en el sector agropecuario. Centro Nacional de Competitividad. MEF, Panamá. <https://cncpanama.org/cnc/index.php/informes/category/163-informes-especiales?download=2571:estudio-de-caso-nuevas-tecnologias-en-el-sector-agropecuario>
- EU Science Hub (European Union Science Hub). (s. f.). Energy technology & innovation. European Commission. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/energy-technology-innovation_en
- Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. (2024, 5 de agosto). Café FAO-CLACSO: Suelos, lluvia y agrosistemas. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=NDSI7dbh-08>
- Garcimartín, C., Freire, C. y Astudillo, J. (2021). Impacto social de la pandemia del Covid-19 en Panamá y análisis de eficiencia de los programas de transferencias monetarias. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0003367>
- Herrera, R., Collantes, R., Caballero, M. y Pittí, J. (2021). Caracterización de fincas hortícolas en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(4), 200-209. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.329>
- Holanda, S., Laura, S. y Torrez, M. (2023). La influencia de las TIC en la investigación científica y la innovación en las instituciones de educación superior. *Educación Superior*, 10(2), 81-91. <https://doi.org/10.53287/ibkf3650et12a>
- Iberdrola. (2024). La brecha digital en el mundo y por qué provoca desigualdad. <https://www.iberdrola.com/compromiso-social/que-es-brecha-digital#:~:text=Hace%20referencia%20a%20la%20falta,Brecha%20de%20calidad%20de%20uso>.
- IDIAP (Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá). (2022). Encapsulación de nemátodos entomopatógenos utilizando biopolímeros. Iniciativas y Proyectos. <https://proyectos.idiap.gob.pa/webstories/control-de-plagas-hortalizas-tierras-altas-microorganismos/es>
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). (2019). Plan Estratégico Institucional 2017 – 2030. Gaceta Oficial No. 28763. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/pan190154.pdf>
- IDIAP PA. (2024a, 1 de agosto). IDIAP VISIÓN | Temporada 3 - Capítulo 5. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ilqMwQgyweo>
- IDIAP PA. (2024b, 30 de agosto). Participación de IDIAP en el Networking SENACYT 2024. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=eMHv-rlAdCU&t=147s>
- López-Bassols, V., Grazi, M., Guillard, C. y Salazar, M. (2018). Las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe: Resultados de una recolección piloto y propuesta metodológica para la medición. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0001082>
- Lygouras, D. y Tsinakos, A. (2024). The Use of Immersive Technologies in Karate Training: A Scoping Review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(4), 27. <https://doi.org/10.3390/mti8040027>
- IPHE (Instituto Panameño de Habilitación Especial). (2024, 29 de abril). CTI formación vocacional para empleo y la vida. <https://www.iphe.gob.pa/publicaciones/cti-formacion-vocacional-para-empleo-y-la-vida->
- IPHE (Instituto Panameño de Habilitación Especial). (2020, 6 de noviembre). Estudiantes de Carreras Técnicas Intermedias (CTI) del IPHE desarrollan competencias y habilidades para la vida laboral.

- <https://www.iphe.gob.pa/publicaciones/Estudiantes-de-Carreras-Tecnicas-Intermedias-CTI-del-IPHE-desarrollan-competencias-y-habilidades-para-la-vida-laboral#:~:text=Estudiantes%20de%20Carreras%20T%C3%A9cnicas%20Intermedias,habilidades%20para%20la%20vida%20laboral>
- Knauf Industries. (2022). Eficiencia energética en la industria de la automoción. <https://knaufautomotive.com/es/eficiencia-energetica-en-la-industria-de-la-automocion/>
- Martínez, M. (2019, 26 de octubre). En el marco del IX Congreso de Ingenieros Agrónomos de Panamá CINAP realiza el I Simposio Científico. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=5J4DIZkjg0c>
- Metro Libre. (2024, 2 de octubre). Aprueban en primer debate el proyecto que entregaría el 1% del PIB a la ciencia y tecnología. Política. <https://www.metrolibre.com/politica/aprueban-en-primer-debate-el-proyecto-que-entregaria-el-1-del-pib-a-la-ciencia-y-tecnologia-GX8752118>
- Naciones Unidas. (2024). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Nuhel, A. K. (2021). Evolution of Smartphone. American International University – Bangladesh. https://www.researchgate.net/publication/355041882_Evolution_of_Smartphone
- OEI Panamá. (2024, 27 de septiembre). Expo ConCiencia – Noche Iberoamericana de Investigadores. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=EGrH7zsuYio&t=12924s>
- Papí, N. y García-Espinosa, S. (2023, 26 de julio). Causas y consecuencias de la brecha digital generacional: Introducción. Cátedra de Brecha Digital Generacional. <https://brechadigitalgeneracional.com/causas-y-consecuencias-de-la-brecha-digital-generacional>
- Pardo, C. (2017, 7 de octubre). Las TICs y su rol en la ciencia y la tecnología. Portafolio. <https://www.portafolio.co/economia/el-rol-de-las-tic-en-la-ciencia-y-la-tecnologia-510409>
- Patiño, P. (2022). Ciencia, tecnología e innovación en salud para pos-COVID-19. Medicina, 44(4), 523-530. <http://dx.doi.org/10.56050/01205498.2203>
- Piña, L. y Senior, A. (2020). Estudio de la ciencia, tecnología e innovación desde perspectivas multitécnicas. Revista De Ciencias Sociales, 26(3), 312-326. <https://doi.org/10.31876/rcs.v26i3.33251>
- Pittí, J., Murillo, L., List, O., Bastiat, G., Flochlay-Sigognault, A., Guerino, F., Lefrançois, C., Lautram, N., Lapiéd, B. y Afaire-Marchais, V. (2019). Nanoencapsulated deltamethrin as synergistic agent potentiates insecticide effect of indoxacarb through an unusual neuronal calcium-dependent mechanism. Pesticide Biochemistry and Physiology, 157, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.03.014>
- Restrepo, J., Henao, F., Espinal, C., Galleco, J., Uribe, C. y Tami, L. (2015). Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sector Agropecuario: Propuesta de una Estrategia Nacional de Innovación Agropecuaria que promueva la mejora en la productividad y competitividad del sector. CORPOICA, Colombia. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12761/109552_67527.PDF?sequence=1&isAllowed=y
- Ribeiro, C. B., Balbino, C. M., Oliveira, D. F. de, Silva, A. S. da, Sepp, V. J. y Loureiro, L. H. (2024). Reflection on realistic simulation and didactic sequences in the science, technology and innovation in health policy. Cuadernos De Educación Y Desarrollo, 16(8), e5242. <https://doi.org/10.55905/cuadv16n8-106>
- Saavedra, S. (2021). Intervención de las TICs en redefinición de atención externa en Hospital II-2 Tarapoto en épocas de pandemia Covid 19. Revista Científica De Sistemas E Informática, 1(1), 58-68. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v1i1.120>
- Sánchez Urrutía, V. (2020). Presentación. En: Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) (Eds.), Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Panamá 2040 y Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCIYT) 2019 – 2024. Gaceta Oficial No. 28936-B. https://www.senacyt.gob.pa/wp-content/uploads/2020/01/GacetaNo_28936b_202001081-1.pdf
- Secretaría Distrital de Salud de Bogotá – Colombia. (2023). Formulación Política CTI para la Salud.

- <https://www.saludcapital.gov.co/Paginas2/proceso.aspx#:~:text=Es%20as%C3%AD%20como%20la%20pol%C3%ADtica,deben%20orientar%20su%20que%20hacer.>
- SENACYT (Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Panamá). (2020). Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Panamá 2040 y Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCIYT) 2019 – 2024. Gaceta Oficial No. 28936-B. https://www.senacyt.gob.pa/wp-content/uploads/2020/01/GacetaNo_28936b_202001081-1.pdf
- Sonnino, A. y Ruane, J. (2013). La innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías agrícolas. En: de Jaramillo, E. H. y Zamudio, T. (Eds.), *Biotecnologías e innovación: el compromiso social de la ciencia*, [pp. 25-52]. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. <https://www.fao.org/4/ar635s/ar635s.pdf>
- Telefónica. (2022, 2 de junio). El impacto de la tecnología en el desarrollo de videojuegos. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/tecnologia-en-desarrollo-de-videojuegos/>
- U. S. Department of State. (2024). Science, Technology, and Innovation. Policy Issues. <https://www.state.gov/policy-issues/science-technology-and-innovation/>
- UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). (2019). The role of science, technology and innovation in promoting renewable energy by 2030. United Nations, Geneva. https://unctad.org/system/files/official-document/dtlstict2019d2_en.pdf
- UNIDO (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial). (2022). Ciencia, tecnología e innovación en pro de los ODS: lineamientos para la formulación de políticas públicas. Viena, Austria. https://sdgs.un.org/sites/default/files/2022-06/ONLINE_STI_SGDs_GUIDELINES_ESP_0.pdf
- Yepes-Tumay, H., Arrieta-Gonzales, C. y Amell-Arrieta, A. (2019). Rendimiento energético de un horno equipado con quemadores regenerativos bajo el régimen de combustión sin llama. *Revista UIS Ingenierías*, 18(3), 39-46. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n3-2019004>
- Zayas, I. (2018). El desarrollo tecnológico y la innovación como ente principal de competitividad en las empresas del sector agropecuario en el Municipio de Angostura, Sinaloa. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 42. <https://www.redalyc.org/journal/141/14156175006/14156175006.pdf>