

Ciencia, tecnología, investigación e innovación en los países en desarrollo

Waldo Vargas Ballester¹

Docente Investigador UMSA

Correo electrónico: wpvargas@umsa.bo

Resumen

El desarrollo actual de la civilización humana se enfrenta a importantes amenazas. En primer lugar, al cambio climático y sus cada vez más severos efectos en la vida y los procesos productivos y naturales que la sustentan. En segundo lugar, el notable avance tecnológico que ha creado una brecha desproporcionada entre los países desarrollados y aquellos que aún luchan por alcanzar un desarrollo sostenible, como los países de Latinoamérica y el Caribe (LAC). En tercer lugar, los conflictos bélicos, sociopolíticos y ambientales que ocurren en el mundo. Y, por último, la pérdida o cambio de valores morales y sociales en las generaciones del siglo XXI en comparación con las del siglo XX, una cuestión que aún está siendo objeto de análisis.

Palabras clave: cambio climático, modelo, ciencia, tecnología, investigación, innovación.

¹ Maestría en Ingeniería Ambiental, UNAM. Diplomado en Educación Superior, de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia. Diplomado en Manejo Integral de Cuencas, Agencia Sueca de Desarrollo Integral (ASDI). Universidad de Uppsala, Suecia. Docente de la UMSA y experto en diseño de proyectos de desarrollo en el ámbito público y privado, incorporando la variable ambiental, cambios climáticos y la gestión de riesgos naturales.

Science, technology, research and innovation in developing countries

Abstract

The current development of human civilization faces significant threats. Firstly, climate change and its increasingly severe effects on life and the productive and natural processes that sustain it. Secondly, the remarkable technological advancements that have created a disproportionate gap between developed countries and those still striving to achieve sustainable development, such as the countries in Latin America and the Caribbean (LAC). Thirdly, the existence of armed, sociopolitical, and environmental conflicts worldwide. Lastly, the loss or change of moral and social values in the generations of the 21st century compared to those of the 20th century, a matter that is still under analysis.

Keywords: climate change, model, science, technology, research, innovation.

Fecha de recepción: 10 de noviembre de 2022

Fecha de aceptación: 5 de marzo de 2023

Las políticas de ciencia y tecnología deben ser siempre una mezcla de realismo e idealismo
Chris Freeman (1921–2010)

Introducción

La gran mayoría de la humanidad, se encuentra hoy en una circunstancia muy particular de su historia. Estamos en un momento crucial, porque la comunidad global enfrenta desafíos abrumadores. Está científicamente probado que el planeta se está calentando cada vez más y los efectos de esos cambios climáticos empiezan a tornarse visibles o mejor dicho palpables. Por una parte, las ciudades o urbes se expanden a un ritmo acelerado, conformando dinámicas conurbaciones y generando un entorno que dificulta la prestación de servicios básicos, la atención médica, el transporte público y privado, la energía eficiente, la seguridad pública y la educación sostenible.

En contraste con la expansión urbana, las áreas rurales que las rodean, tradicionalmente proveedoras de bienes de consumo alimenticio, esparcimiento e incluso atractivo turístico, están experimentando un abandono creciente. Esto se debe, principalmente, a la migración de los habitantes jóvenes hacia entornos urbanos, motivados por la mala calidad ambiental que afecta a estas zonas, resultado de los efectos del cambio climático y los niveles de degradación de factores ambientales como el aire, el agua, el suelo y la biodiversidad. Esta situación conlleva a una disminución en la productividad y, por lo tanto, desalienta la permanencia en estos territorios, ya que sólo se vislumbran expectativas de supervivencia en lugar de progreso.

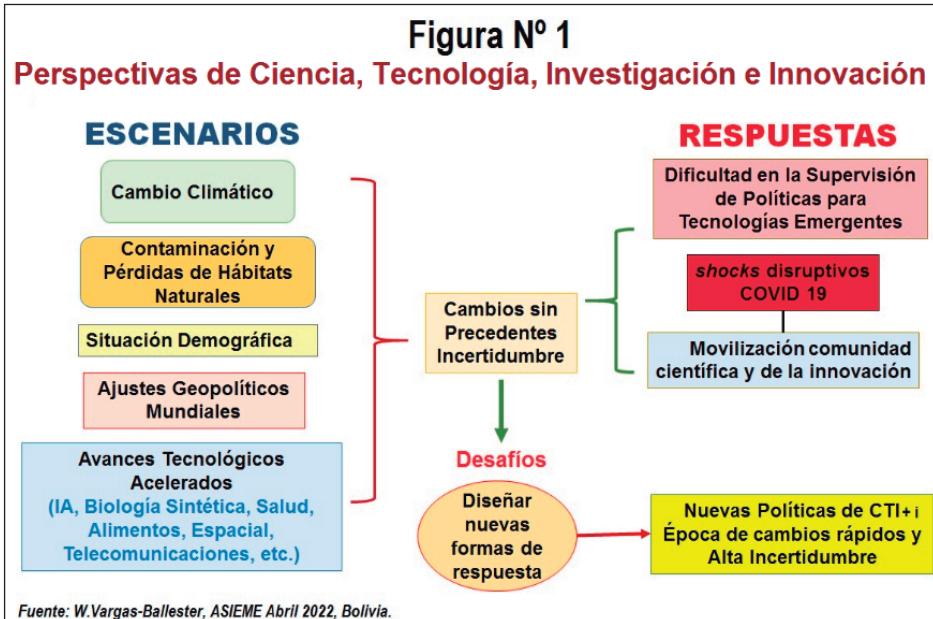
Además, en esta tercera década del siglo XXI, el mundo se enfrenta a siete conflictos bélicos de importancia que son el resultado de diversas razones geopolíticas, ideológicas, religiosas, entre otras. Estos conflictos incluyen Ucrania con Rusia, Siria, Yemen, Etiopía, Afganistán, Myanmar y Sudán. A esto se suman otras situaciones de inestabilidad política, social, económica y ambiental, especialmente en algunos países de Latinoamérica y el Caribe (LAC). Lamentablemente, estas circunstancias también han contribuido al aumento de la migración de personas, la destrucción de infraestructuras, la pérdida de vidas y la alteración de los hábitats naturales.

Por otra parte, la tecnología en sus diversos campos muestra avances inesperados, desde los impresionantes adelantos en viajes y misiones al espacio exterior del planeta hasta el desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA), hoy “temida” por unos y anhelada por otros. También se logró producir un mayor confort en viviendas, sistemas de transporte, sorprendentes obras de infraestructura e insospechados aparatos tecnológicos que aparecen en el mercado global.

Entonces, la tecnología se hace cada vez más necesaria para acelerar el desarrollo y facilitar el progreso. Por ejemplo, el mundo está cada vez más conectado, se han vendido 1.600 millones de teléfonos inteligentes a diciembre de 2021 (Statista, 2022). Sin embargo, grandes segmentos de la población mundial permanecen completamente aislados del mundo moderno, del comercio y la educación. A estos dos aspectos mencionados se suma la brecha generacional que se da entre quienes nacieron en el siglo XX y los nacidos en el siglo XXI, cuya diferencia radica en que las últimas son generaciones habituadas al uso de los celulares inteligentes y tienen notorias discrepancias respecto al rumbo del planeta y su forma de gobernarlo.

Por todo lo dicho, el escenario actual enfrenta a la civilización humana a múltiples amenazas que actúan de manera simultánea y con un impacto en el crecimiento sin precedentes en nuestra historia. Esto ha generado la necesidad de realizar un análisis de la situación en cuanto al uso y aplicación de la Ciencia, Tecnología, Investigación e Innovación (CTI+i), tanto a nivel global

como con un enfoque específico en los países en desarrollo de Latinoamérica y del Caribe (LAC). El objetivo es trazar posibles caminos a seguir para estos países en desarrollo de la región, con el fin de enfrentar este momento crucial que nos afecta y que se volverá aún más difícil en los próximos años.



Para comprender mejor las perspectivas de CTI+i, es necesario enfocarse en lo desconocido en lugar de lo que ya se sabe. Este proceso de creación de relatos sobre el futuro, basado en factores que pueden afectar un conjunto particular de retos y oportunidades, posibilita lograr una comprensión más eficiente de éstos y así obtener mejores resultados.

Comprender conceptualmente estos escenarios ha ampliado considerablemente el pensamiento más allá de los modelos teóricos de innovación y difusión tecnológica. Ahora se busca imaginar cómo la tecnología puede cambiar la vida de las personas en todos los ámbitos de su existencia. En la Figura 1 se presenta un breve balance entre los escenarios actuales y las respuestas que se han dado hasta ahora, enfocándose en los desafíos que deben encararse para alcanzar la sostenibilidad de la vida en el planeta. Esto implica diseñar, adoptar y poner en práctica políticas y estrategias en un período de cambios rápidos y alta incertidumbre.

Por su parte, la tecnología está lista y avanza rápidamente para transformar la vida de millones de personas en todo el mundo, especialmente de aque-

llos que han tenido poco o ningún acceso a herramientas que pueden ofrecer mejoras sostenibles para sus familias y comunidades. El ejemplo más claro de esta afirmación es el uso de teléfonos inteligentes, algo que ha permitido a los usuarios realizar transacciones bancarias, hacer seguimiento de trámites. A los agricultores les ha permitido proteger sus cultivos por medio de alertas tempranas, además de comprar insumos y vender sus productos. A los médicos les posibilita monitorear y tratar remotamente brotes de COVID 19, influenza y otras enfermedades por medio de la telemedicina, entre otros.

Frente a estos nuevos escenarios de vida, la opción de continuar con los mismos patrones de Ciencia, Tecnología, Investigación e Innovación (CTI+i) en las universidades de LAC ya no es viable. Se ve la necesidad de realizar ajustes significativos y transformaciones urgentes e importantes en este contexto (DIPGIS UMSA, 2018).

¿Escenarios Regionales para el Desarrollo?

Por cómo se mueve hoy el mundo, las escalas tradicionales del comportamiento humano han experimentado cambios radicales. En la figura 2, se presentan dos ejes fundamentales de incertidumbre que miden los niveles de fortaleza y debilidad de los países o regiones, según cómo se desee analizar, utilizando indicadores con una escala de mayor a menor. Para ello, la ilustración se complementa con cuatro escenarios predominantes en el mundo actual, ubicados en cada cuadrante (Rodin, 2010).

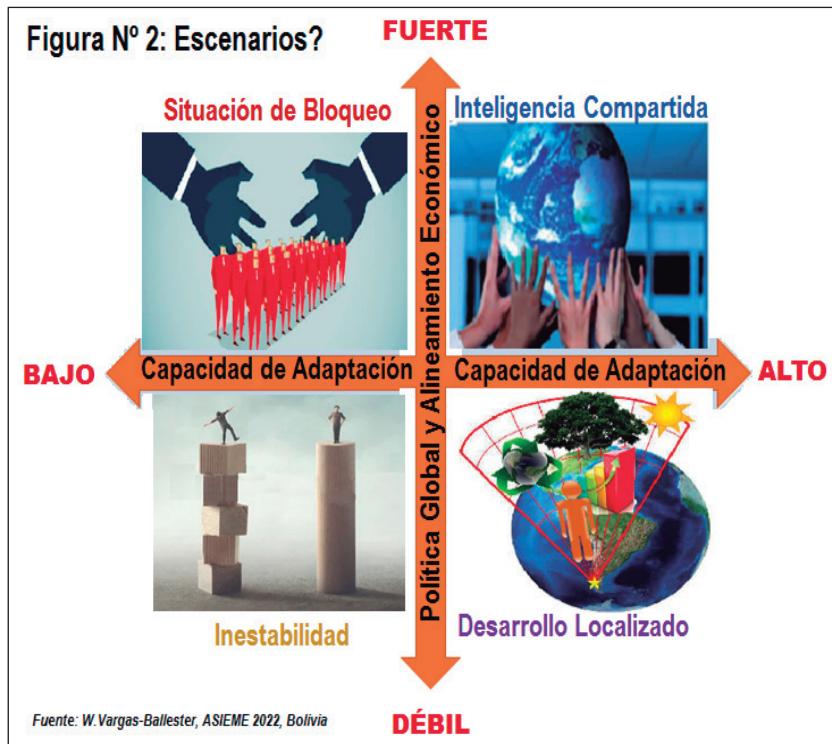
Ejes de incertidumbres y cuadrantes: Política Global y Alineación Económica (Fuerte a Débil). Adaptabilidad (de Alto a bajo).

Situación de bloqueo: Control gubernamental más estricto, liderazgos más autoritarios, innovación limitada y creciente rechazo ciudadano.

Inteligencia compartida: Un mundo o región en el que se planifican estrategias eficientes, muy bien coordinadas y exitosas para abordar los urgentes problemas mundiales y arraigados.

Inestabilidad: Un mundo o región política y económicamente inestable y proclive a los shocks. Un mundo en el que los gobiernos se debilitan, la delincuencia se fortalece y surgen innovaciones peligrosas.

Desarrollo localizado: Un mundo económicamente deprimido en el que las personas y las comunidades desarrollan soluciones localizadas e improvisadas para un conjunto creciente de problemas.



En términos de Política Global y Alineamiento Económico, que se mide en el eje de las ordenadas (vertical), los países de la región LAC, poseen niveles de acción que varían desde débiles a intermedios y, desafortunadamente, están lejos del nivel fuerte. Algo similar acontece con los valores en el eje de las abscisas (horizontal), ya que las capacidades y fortalezas de adaptabilidad a las condiciones señaladas en los cuadrantes implican niveles de acción que van desde bajos a intermedios en la mayoría de los casos. Por otro lado, Chile y México se destacan en materia de respuesta a terremotos debido a las experiencias que vivieron ambos países en los pasados años. Esto les ha motivado u obligado a enfrentar esas situaciones terribles y hoy cuentan con instituciones, regulaciones, personal profesional y técnico capaz de responder con celeridad y eficiencia a tales exigencias. Sin embargo, en otros aspectos y en diferentes países de LAC, los valores de la escala horizontal se mantienen entre bajo a intermedio,

Es así que si se efectúa un análisis de escenarios de cada uno de los países de LAC en cada uno de los cuadrantes de la Figura 2, los resultados no son muy alentadores debido a los niveles alcanzados. Esto nos lleva a reflexionar y comprender que los países en desarrollo de esta región requieren efectuar

transformaciones estructurales serias y profundas en un plazo no mayor a un quinquenio, una escala de entre razonable (mayor a bajo o débil) a muy buena. Es decir, nuestros países deben mejorar sus posiciones (calificaciones) en los ejes horizontal y vertical ya antes mencionados. El plazo de un quinquenio se elige porque el año 2030 es un hito muy importante, definido por las Naciones Unidas (ONU) a través de su Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). A partir de ese año, los efectos del cambio climático serán muy fuertes y no todos estarán en condiciones de adaptarse, y mucho menos de resistir.

Situación de la Ciencia, Tecnología, Investigación e Innovación en LAC

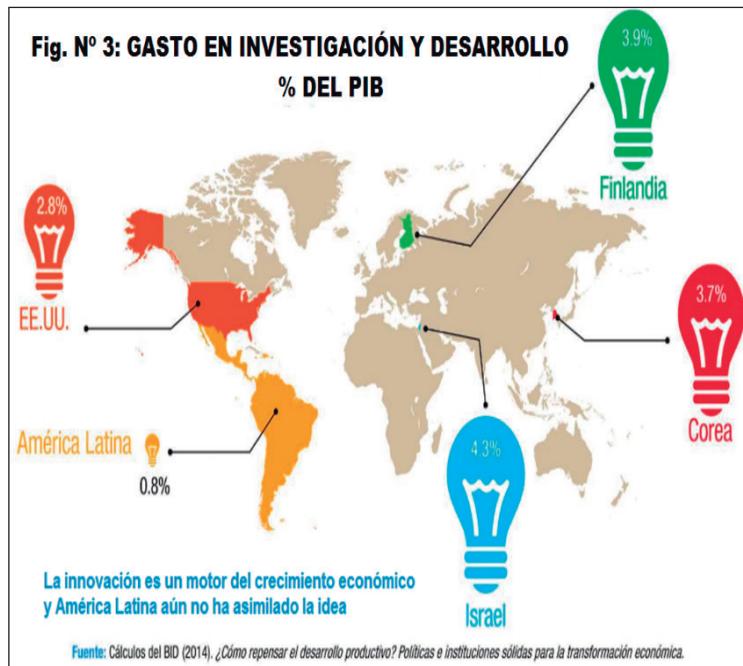
El desarrollo tecnológico es el soporte clave del desarrollo económico sostenible. En el contexto económico, el Producto Interno Bruto (PIB) de LAC experimentó un crecimiento total del 34% entre 2010 y 2019, alcanzando la cifra de diez mil millones de dólares PPC. Sin embargo, a partir de 2011 se ha observado un estancamiento económico en ambos bloques, con un crecimiento anual inferior al 3%. Este estancamiento ha tenido un impacto negativo en el desarrollo de las actividades de ciencia y tecnología.

La evolución positiva del PIB en los países de LAC durante los últimos años de la segunda década del siglo XXI ha llevado a un aumento de los recursos destinados a ciencia y tecnología. No obstante, el cambio en la coyuntura económica tuvo un fuerte impacto en la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D). En 2016, por primera vez desde el año 2000, los recursos destinados a I+D experimentaron un decrecimiento.

Tomando como referencia la década comprendida entre 2010 y 2019, la economía de LAC creció más rápidamente que la inversión en I+D, algo que no había ocurrido en períodos anteriores. Cabe enfatizar que la inversión en LAC representa solamente el 2,6% del total mundial y se caracteriza por una clara concentración de peso, donde Brasil, México y Argentina suman el 82% de la inversión total en la región.

En términos comparativos con respecto al PIB, el conjunto de países iberoamericanos realizó una inversión en 2019 que alcanzó el 0,70% del Producto Interno Bruto regional, mientras que en LAC ese mismo indicador sólo alcanzó al 0,56%. En cuanto a la inversión en I+D, Brasil alcanzó el 1,16% de su PIB, Uruguay el 0,53%, mientras que el resto de los países invirtió menos del 0,50% de su producto en I+D.

En las Figuras 3 y 4 que son presentadas a continuación, se detallan de mejor forma lo mencionado en el texto de los párrafos anteriores de este acápite.



Como se puede apreciar en la Figura 3, la inversión de los países de LAC continúa teniendo una baja intensidad en comparación con la de los países industrializados. Por ejemplo, Corea invierte 3.7% de su PIB en I+D, Israel el 4.3%, Estados Unidos el 2.8% y Finlandia el 3.9%.

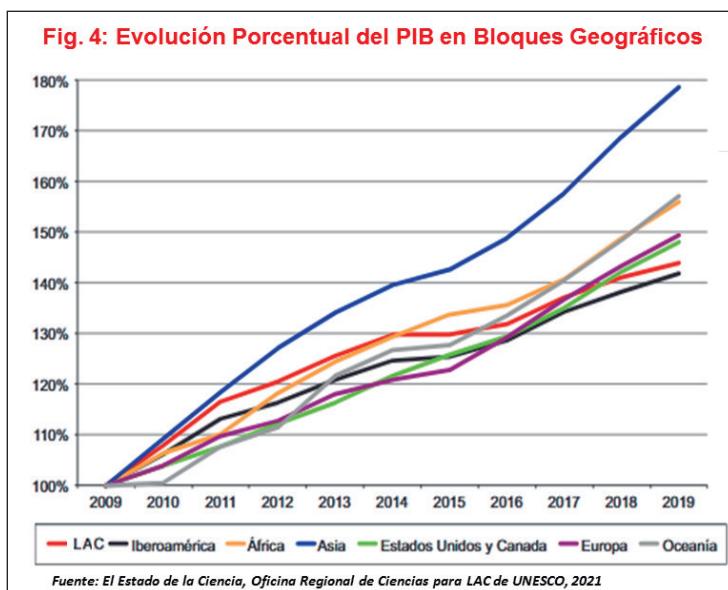
La transformación productiva de un país en un mundo competitivo requiere aprovechar las oportunidades disponibles y abrir nuevas puertas al desarrollo. En este sentido, las políticas públicas activas suelen desempeñar un papel clave en el éxito. Sin embargo, en la región, la política industrial ha sido muchas veces más el problema que la solución.

El marco conceptual propuesto en el documento del Banco Interamericano de Desarrollo titulado *¿Cómo repensar el desarrollo productivo?: políticas e instituciones sólidas para la transformación económica* (BID, 2014) brinda ayuda a los países para adoptar políticas de desarrollo productivo que son necesarias para prosperar, evitando caer en errores y excesos del pasado. Además, aborda algunas de las interrogantes más complejas que enfrentan los que deciden en el sector público al evaluar las opciones de políticas de desarrollo productivo.

En dicha publicación se analizan las fallas del mercado que impiden la transformación económica de LAC, así como las fallas de los gobiernos que pueden llevar a que el remedio de la política pública sea peor que la enfermedad. Asimismo, se propone un marco conceptual práctico para

analizar las políticas de desarrollo productivo en temas como la innovación, el fomento de empresas nuevas, el financiamiento, el capital humano y la internacionalización.

Por otra parte, también se advierte que no se trata sólo de adoptar mejores prácticas, sino de implementar políticas que se ajusten a las capacidades institucionales existentes. El documento sugiere ideas sobre cómo organizar al sector público y desarrollar estas capacidades a lo largo del tiempo. En particular, enfatiza el hecho de que los responsables de las políticas públicas deben establecer alianzas estrechas con el sector privado.



En el contexto internacional, según se advierte en la Figura 4, la inversión en I+D de LAC experimentó un crecimiento muy importante hasta 2015, ubicándose por debajo sólo de Asia y África. Sin embargo, se produjo un cambio de tendencia que resultó en un estancamiento de la inversión en I+D de LAC, mientras que la mayor parte del mundo continuó en un sendero de crecimiento constante hasta 2019. Es importante tener presente que la inversión en I+D de LAC, en términos absolutos, es considerablemente inferior a la de otros bloques como la Unión Europea, Estados Unidos y Canadá, los cuales mostraron un crecimiento en la inversión en I+D más moderado, pero sostenido a lo largo del periodo (UNESCO, 2021).

Durante el periodo de 2010 a 2019, la economía mundial mostró una tendencia positiva. Asia fue el bloque con mayor crecimiento, impulsado

principalmente por China, que duplicó su PIB en menos de diez años. En comparación, LAC e Iberoamérica experimentaron un crecimiento más moderado en el mismo periodo, lo que plantea desafíos para la ciencia y la tecnología de la región (UNESCO, 2021).

El PIB de LAC muestra un crecimiento del 34% entre 2010 y 2019, alcanzando los diez mil millones de dólares PPC, cifra similar al crecimiento de 33% en Iberoamérica, que se acerca a los trece mil millones. El año 2011 fue el último con un crecimiento superior al 5% en LAC, y desde 2012 a 2019, el crecimiento interanual promedio fue inferior al 3% (UNESCO, 2021).

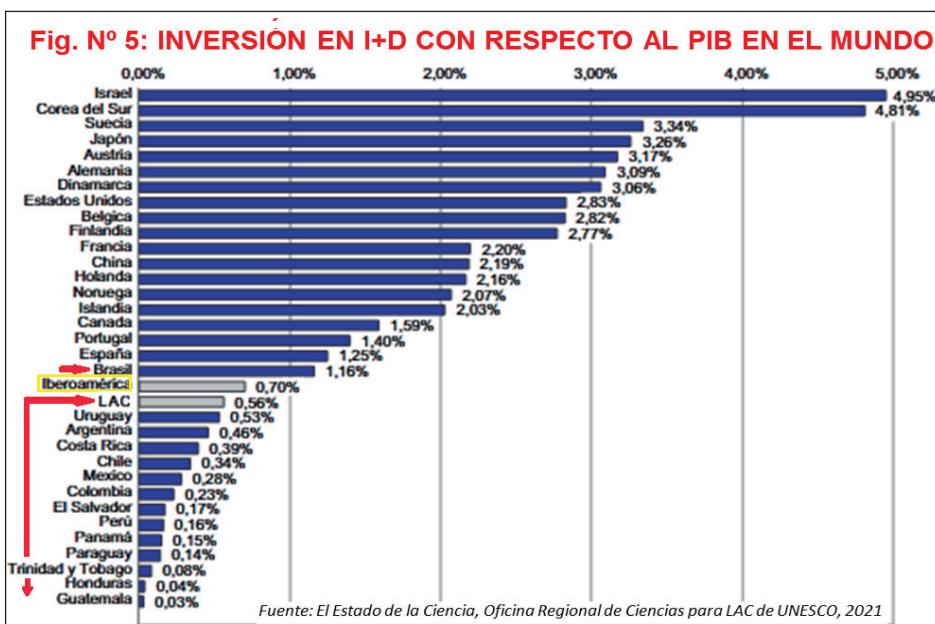
En 2019, la inversión en I+D de los países iberoamericanos representó el 0,70% del producto regional bruto, mientras que en LAC, ese mismo indicador alcanzó el 0,56%. Portugal es el país iberoamericano que realiza el mayor esfuerzo relativo en I+D, invirtiendo el 1,4% de su PIB en estas actividades. Por su parte, España alcanzó el 1,25% y Brasil el 1,16%, mientras que el resto de los países latinoamericanos invirtieron menos que el promedio regional de sus productos en I+D (UNESCO, 2021).

El cambio de coyuntura económica tuvo un fuerte impacto en la inversión en I+D. Las restricciones económicas han afectado los recursos destinados a la ciencia y la tecnología. En 2016, por primera vez desde el año 2000, los recursos destinados a I+D disminuyeron en ambos bloques. En los años siguientes, la inversión en I+D se mantuvo estable en LAC, mientras que en Iberoamérica se recuperó la tendencia positiva, alcanzando su valor máximo en 2019 (UNESCO, 2021).

En 2019 la inversión en I+D de Iberoamérica fue de casi 90 mil millones de dólares PPC, lo que significó un crecimiento del 18% en comparación con los más de 75 mil millones de 2010. Durante ese mismo año, el 50% de esa inversión fue financiada por el gobierno y el 41% por las empresas. La participación del resto de los sectores se ubicó por debajo del 5% (UNESCO, 2021).

La ejecución de la I+D tiene una distribución distinta. El gobierno ejecuta el 22% de los montos financiados mientras que las instituciones de educación superior y las empresas el 37% y 40% respectivamente (UNESCO, 2021).

En la Figura 5, se presentan las inversiones mundiales en I+D, en términos del PIB de los países que en ella están consignados. Claramente se puede apreciar que los miembros europeos del bloque Iberoamérica, que son Portugal y España, invirtieron en I+D, 1.40% y 1.25% respectivamente, “liderizan” a los países LAC que están encabezados por Brasil con 1.16%; el resto de LAC que son visibles en la gráfica oscilan entre 0.53% Uruguay y 0.03% Guatemala. Del cono sur, Bolivia y Ecuador están ausentes.



Ahora corresponde referirse a la innovación, ya que un país que no incorpore esta forma de impulso a su desarrollo no podrá alcanzar las metas que se proponga. Además, en los escenarios y condiciones mencionados anteriormente, se requerirá mayor creatividad e innovación en las acciones, que difieran, fundamentalmente, de lo tradicionalmente hecho hasta hoy.

En la Figura 6 se muestra la importancia que los países asignan a la inserción y al uso de la innovación en distintas áreas de aplicación. La información detallada se puede encontrar en la Figura 7.

Los 10 países líderes en producción de innovación son: Suecia, Suiza, los Países Bajos, Alemania, EE.UU., Finlandia, Dinamarca, Israel, Reino Unido y Canadá.

En cuanto a los países clasificados por grupo de ingresos en el subíndice de producción de innovación, Suecia ocupa el primer lugar, seguido por Brasil en el puesto 32, China en el puesto 14 (como el único país de ingresos no altos entre los 30 primeros) y Bangladesh en el puesto 69. Moldavia, Brasil, Jordania, Malasia, Costa Rica, Serbia y Argentina logran clasificarse entre los 40 primeros.

Algunos países de ingresos altos tienen un desempeño débil en la dimensión de salida. Éstos incluyen Arabia Saudita en el puesto 66, Grecia en el 72, Omán en el 78, Trinidad y Tobago en el 87, Bahrein en el 92 y Brunei Darussalam en el 94. Todos ellos se encuentran en la mitad inferior de la clasificación.

La Figura 7 contiene información sobre los países de LAC que figuran en la lista mundial de la Base de Datos del Índice Global de Innovación, la cual fue publicada recientemente y tiene datos hasta 2022, inclusive. Lamentablemente, Bolivia no figura en la lista mundial y, por lo tanto, no se incluyen sus datos.

La Figura 7 muestra datos de la Clasificación General y por Pilar de la Innovación de los países del cono Sur de LAC. En la primera columna se consigna la posición que ocupa cada país en el ranking mundial. Es importante destacar que Chile lidera entre los países del cono Sur, pero ocupa el puesto número 50 a nivel mundial. Las columnas siguientes registran las instituciones evaluadas en términos de Capital Humano e Investigación, Infraestructura, Desarrollo del Mercado y Empresarial, Producción de Conocimientos y Tecnología, y Productos Creativos. Aunque las cifras consignadas en la Figura 7 podrían sugerir un rango razonable y exitoso de desempeño en innovación en el cono Sur, en términos globales este desempeño es apenas perceptible. Esta situación debe generar una profunda preocupación, un análisis exhaustivo, la generación de políticas y, sobre todo, acciones concretas. Es importante reconocer que la ciencia, tecnología, innovación e investigación CTI+i son áreas muy sensibles que deben ser declaradas como estratégicas por los gobiernos de LAC.

Hacia una mejor Ciencia, Tecnología, Investigación e Innovación para LAC

En los países de LAC con niveles bajos de investigación e innovación, y considerando los desafíos planteados en la Figura N° 1, es necesario desarrollar capacidades y estructuras para enfrentar estos desafíos. Para este propósito, se propone el diseño de un modelo conceptual de ciencia, tecnología, innovación e investigación (CTI+i), basado en los componentes presentados en la Figura 8, que se ajusten a la realidad actual (DIPGIS UMSA, 2018).

Por otro lado, en las figuras 9 y 10 se presentan dos etapas que proponen un modelo conceptual más sencillo para la investigación y la innovación, respectivamente. Estos modelos podrían ser implementados en entornos académicos de países LAC con el objetivo de coadyuvar a la tarea desafiante de dar soluciones a la situación social, económica y ambiental de sus habitantes y ecosistemas. Estos modelos se basarían en los cambios climáticos, los cuales serían la base de nuevos y sencillos criterios de innovación que podrían utilizarse en la selección de los proyectos de investigación aplicada, estos tendrían pronto y más eficientes resultados e impactos en la vida de sus habitantes, un desempeño eficiente de sus industrias y una gestión positiva del

cambio climático por parte de los gobiernos nacionales, regionales y locales, en un marco de desarrollo sostenible (DIPGIS UMSA, 2018).

Aplicar este modelo conceptual collevan diversas ventajas. Los países más rezagados en CTI en LAC, con una inversión en CTI inferior al 01% del PIB, podrían dinamizar sus economías de manera más efectiva, generar empleo formal y mejorar la gestión de sus recursos naturales renovables, como el agua, el suelo y la biodiversidad. Asimismo, les permitiría enfrentar los desafíos derivados de los cambios climáticos y encaminarse hacia un futuro en el año 2030 con un enfoque renovado en proyectos que apoyen la productividad sostenible y que permitirían una auténtica adaptabilidad a los efectos de los cambios climáticos. Además, los proyectos con un mejor rango de innovación se ejecutarían a través de equipos multidisciplinarios, lo que aseguraría una mejor y sostenida transferencia tecnológica, una operación sostenida y una medición permanente de los impactos a lo largo de su ejecución. Estos aspectos actualmente son inexistentes en los ciclos de proyectos de desarrollo.

Fig. N° 6: ECONOMÍAS REGIONALES CON INNOVACIÓN



Fig. N° 7. INNOVACIÓN: CLASIFICACIÓN GENERAL Y POR PILAR

País Sudamérica	Resultados generales del Índice Mundial	Instituciones	Capital humano e investigación	Infraestructura	Desarrollo del mercado	Desarrollo empresarial	Producción de conocimientos y tecnología	Productos creativos
Chile	50	39	57	47	46	57	54	55
Brasil	54	102	50	65	49	35	55	51
Colombia	63	72	79	59	66	42	67	75
Uruguay	64	32	73	60	77	62	62	85
Perú	65	61	47	79	40	49	90	65
Argentina	69	96	69	64	95	52	77	53
Paraguay	91	115	100	76	82	86	105	74
Ecuador	98	121	98	72	103	85	102	96

Fuente: Global Innovation Index Database, WIPO 2022

La aplicación de este modelo podría ayudar a mejorar la situación social, económica y ambiental de sus habitantes y ecosistemas. La investigación de las universidades debe ser apoyada por los gobiernos, protegiendo las filas de los investigadores y facilitando la protección de propiedad intelectual a través de un “túnel” que asegure estabilidad laboral, la remuneración justa y los créditos dignos, en función de las contribuciones de cada investigador en los proyectos. Esto fomentaría un mayor interés por parte de las universidades en contribuir a la CTI, así como un mayor reconocimiento y aceptación de los resultados de la investigación por parte de la sociedad (DIPGIS UMSA, 2018).

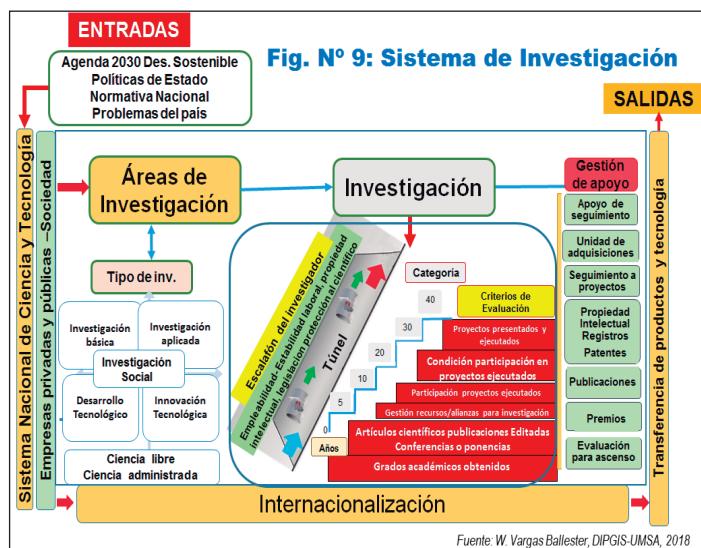
La Fig. 11 complementa a las figuras 9 y 10, principalmente señalando la forma de insertar los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (ONU).

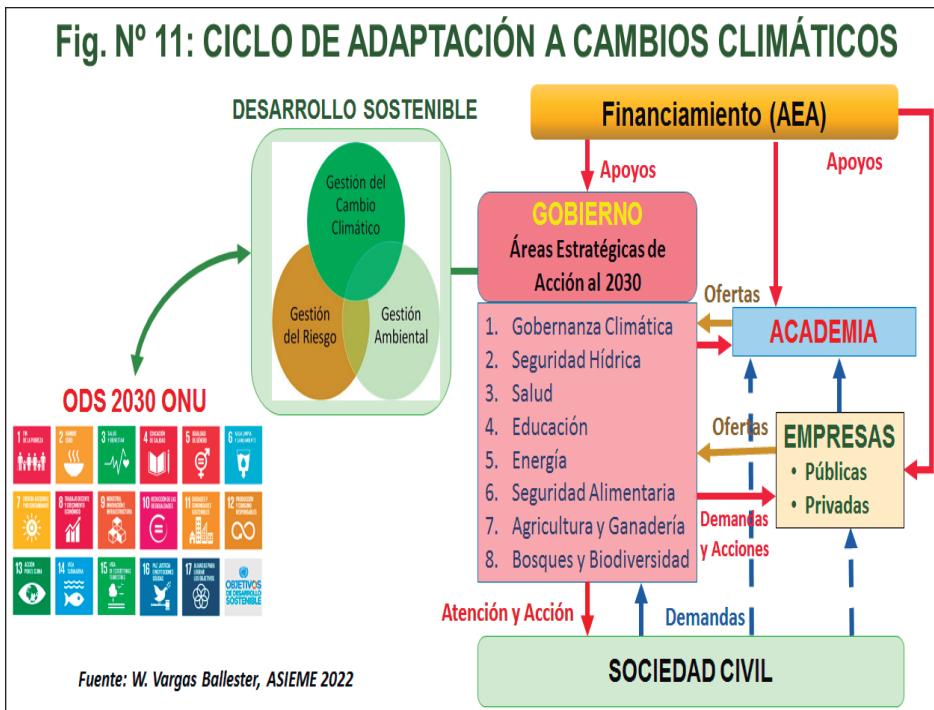
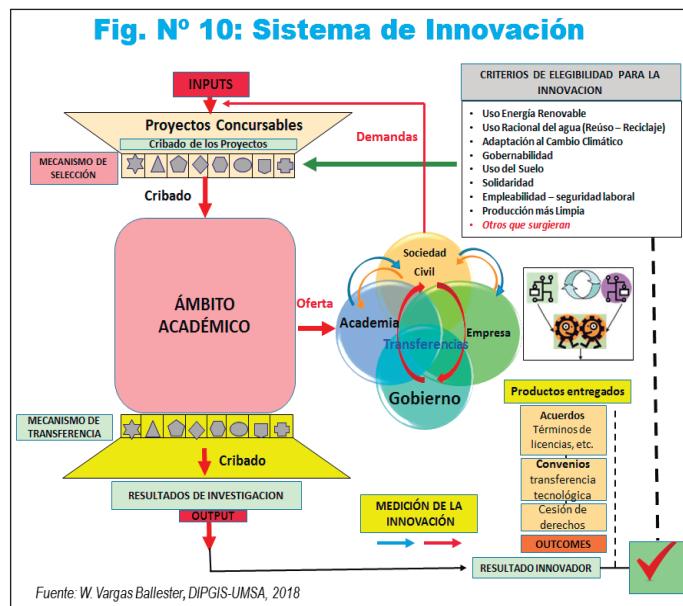
Por otra parte, se visualiza que efectuar una gestión integrada de lo que hoy se está realizando de manera independiente como: la gestión ambiental, la gestión climática y la gestión del riesgo, tiene grandes debilidades y es primordial y necesario encontrar alguna solución. Sería importante integrar a las tres en una sola gestión que sea capaz de incorporar todas las variables políticas, socioeconómicas y ambientales que las conforman. Si se aplicara su mejora sería pronta, notable y, por cierto, sostenible.

Asimismo, en la Fig. 11 se aprecian ocho áreas estratégicas para las inversiones en desarrollo sostenible, y se muestra la forma como dinamizar ese desarrollo a través de las cuatro “hélices” del modelo conceptual de CTI (DIPGIS UMSA, 2018). Estas hélices representan al Estado, la academia, la empresa y la sociedad civil, y al actuar de forma mancomunada y coordinada, ofrecen un enfoque moderno y holístico para el desarrollo. Además, se cuenta con fuentes de financiamiento comprometidas en el Acuerdo de París 2015, ratificadas en la COP 26 de 2021 en Glasgow, Escocia, y nuevamente discutidas en la COP 27 de Egipto 2022.



El cambio climático se ha convertido en una de las principales amenazas para la vida en nuestro planeta, con implicaciones en todas las dimensiones del desarrollo sostenible. Se ha convertido en un eje central para la planificación de la política de un país, de una región y a nivel mundial. Requiere un fortalecimiento de las acciones en CTI+i, es decir, en conocimiento científico, en la lucha contra las causas y efectos del cambio climático. Esto es especialmente relevante dada la alta vulnerabilidad de la mayoría de los países de la región de LAC ante este desafío.





Comentarios Finales

El contenido de este artículo está orientado a países en desarrollo que enfrentan grandes desafíos en términos de inversión en CTI+i. Sin embargo, es importante señalar que esto no implica una falta de investigadores y áreas de investigación en las universidades de los países de LAC. De hecho, existen investigadores y campos de investigación en estas instituciones. No obstante, se enfrentan a desafíos relacionados con la asignación adecuada y permanente de recursos financieros, la eficiente protección de la propiedad intelectual, el apoyo al registro de patentes y la falta de ciertas facilidades sistémicas para la inversión en CTI+i. Estas situaciones se pueden verificar con los datos de WIPO en el estudio titulado *Global Innovation Index 2021* (WIPO, 2021).

Por lo tanto, para asegurar una razonable adaptabilidad a los efectos de los cambios climáticos, a través del modelo brevemente descrito, los países de LAC deberían:

- Considerar el desarrollo sostenible como una política de Estado y, por tanto, aplicar la Agenda 2030 de la ONU y sus ODS correspondientes;
- Diversificar la economía con plena inclusión de las variables del cambio climático para promover la ciencia y la tecnología con innovación (CTI+i);
- Fomentar la competitividad en el diseño de proyectos de investigación con criterios de innovación, según el modelo conceptual propuesto;
- Reconocer y declarar formalmente como sector estratégico la CTI+i que se realiza en las universidades, de acuerdo al modelo conceptual propuesto;
- Formalizar alianzas estratégicas con la Academia para insertar la CTI+i en el espacio de trabajo regional y global.
- Conducir a una hoja de ruta con visión de futuro y relevante para las políticas sobre la medición de CTI+i y más allá, para considerar e implementar con sus miembros, otras organizaciones internacionales y expertos.
- Analizar y revisar con políticas y redes de investigación los principales fundamentos conceptuales y usos de los marcos actuales para indicadores de CTI+i e iniciativas de infraestructura de datos.

- Explorar el papel de las infraestructuras digitales en la creación de nuevas oportunidades para la medición y el análisis; así como los desafíos a los estándares existentes de recolección y calidad de indicadores de CTI+i.
- Brindar nuevas oportunidades de colaboración y fortalecimiento del diálogo entre los encargados de formular políticas, los usuarios y proveedores de datos sobre indicadores de prácticas nacionales y mundiales.
- Es indispensable mejorar el conocimiento científico de los procesos y los mecanismos de funcionamiento de océanos, sistemas acuáticos superficiales y subterráneos, ecosistemas terrestres y, por cierto, de la atmósfera. Así como de las opciones de adaptación al cambio climático.
- Profundizar el interés en los aspectos vinculados a los recursos hídricos, en particular, los sistemas de gestión integral del agua, y las tecnologías orientadas a la eficiencia de su utilización en: riego agrícola, entornos rurales, urbanos e industriales y todas las actividades y acciones que posibiliten avanzar en la protección de ecosistemas acuáticos.
- Por su particular relevancia e impacto en el territorio LAC, se deben fomentar actividades orientadas a prevenir y mitigar los efectos devastadores de los incendios forestales sobre la biodiversidad, los recursos y el entorno natural, rural y urbano.
- Se necesita activar la transición hacia un nuevo modelo productivo que reduzca la presión sobre el medio ambiente, los recursos naturales y las materias primas y que desencadene la aplicación de procesos industriales menos contaminantes, además de potenciar el importante desarrollo tecnológico existente ligado a la necesidad de disponer de instrumentación avanzada para afrontar los relevantes desafíos ligados al cambio climático.

Bibliografía

Crespi, G., Fernández-Arias, E., & Stein, E. (2014). *¿Cómo repensar el desarrollo productivo?: políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.

DIPGIS, UMSA (2018). *Dossier Modelo Conceptual de Investigación, Postgrado, Interacción Social e Innovación de la Universidad Mayor de San Andrés*. La Paz, Bolivia: UMSA.

IPCC, UNEP (2022). “Sixth Assessment Report”. En *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. <https://www.unep.org/es/resources/informe/sexta-informe-de-evaluacion-del-ipcc-cambio-climatico-2022>

Rodin, J. (2010). *Scenarios for the future of technology and international development*. New York: The Rockefeller Foundation.

Statista (2022). “Número de smartphones vendidos al usuario final a nivel mundial de 2011 a 2021(en millones de unidades)”. En *Statista GmbH, Johannes-Brahms-Platz 1, 20355. Hamburg, Alemania*: <https://es.statista.com/estadisticas/521667/numero-de-smartphones-vendidos-en-el-mundo-al-usuario-final/>

UNESCO (2021). “El Estado de la Ciencia: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2021”. En *Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana* (RICYT). Montevideo, Uruguay: UNESCO.

WIPO (2021). *Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*. Geneva: World Intellectual Property Organization. ISBN (online): 978-92-805-3307-1.