



Revista Ciencias Económicas

<https://revistas.ues.edu.sv/index.php/rce>



Brechas en la producción de ciencia y tecnología: análisis comparativo entre El Salvador y los Estados Unidos utilizando los indicadores RICYT

Gaps in science and technology production: a comparative analysis between El Salvador and the United States using RICYT indicators

Baltimore Alexis Rodríguez Ochoa^a

^a Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de El Salvador, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4469-9524>

Revista Ciencias Económicas

E-ISSN 3007-0635

ISSN 3007-0627

Vol. 3, Núm. 2, pp. 31-41

Palabras clave

Brecha tecnológica
divergencia tecnológica
innovación
indicadores de ciencia y tecnología

Keywords:

Technological gap
technological divergence
innovation
science and technology indicators

Correspondencia:

baltimore.rodriguez@ues.edu.sv

Presentado: 25 de Julio de 2025

Aceptado: 26 de Septiembre de 2025



Este contenido está protegido bajo la licencia CC BY NC SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

RESUMEN

Este estudio analiza las brechas en la producción de ciencia y tecnología entre El Salvador y Estados Unidos durante el período 1990–2022, utilizando indicadores de la Red RICYT. El objetivo principal es evaluar la dinámica de convergencia o divergencia entre ambos países mediante modelos de regresión temporal. El diagnóstico expone debilidades estructurales profundas en El Salvador, destacando un gasto en investigación y desarrollo (I+D) estancado en el 0.1 % del PIB y un capital humano con baja formación doctoral, concentrado mayoritariamente en Ciencias Sociales en detrimento de las ingenierías. El Salvador presenta una divergencia tecnológica sostenida y estructural con respecto a Estados Unidos, especialmente en los indicadores de producción tecnológica como la tasa de autosuficiencia y el coeficiente de invención.

ABSTRACT

This study analyzes the gaps in science and technology production between El Salvador and the United States during the period 1990–2022, using indicators from the RICYT Network. The main objective is to evaluate the dynamics of convergence or divergence between the two countries using time series regression models. The diagnosis reveals deep structural weaknesses in El Salvador, highlighting research and development (R&D) spending stagnating at 0.1 % of GDP and human capital with low doctoral training, concentrated mainly in the social sciences to the detriment of engineering. El Salvador shows sustained and structural technological divergence from the United States, especially in technological production indicators such as the self-sufficiency rate and the invention coefficient.

INTRODUCCIÓN

El complejo entramado de factores que permite a ciertos países alcanzar mayores niveles de bienestar económico no responde a una receta única; por el contrario, se trata de condiciones históricas, junto con la generación de nuevos contextos, que posibilitan el logro de determinados objetivos. Un elemento difícilmente cuestionable dentro de ese conjunto de factores es, sin duda, la producción de ciencia y tecnología. Los países que aspiran a obtener resultados económicos de alto impacto y sostenibles en el largo plazo deben, necesariamente, impulsar programas y proyectos estratégicos en esta área y articularlos con el tejido productivo nacional.

En países como El Salvador, asumir una decisión de esa naturaleza y adoptar medidas decididas en dicha dirección no solo exige recursos financieros o capacidades técnicas — factores de por sí limitados—, sino que también implica competir con los países líderes en los campos de la ciencia y la tecnología, así como reducir las desigualdades o brechas que genera dicho proceso. Esto requiere la creación de condiciones que solo pueden ser concebidas con una visión estratégica de largo plazo. En este contexto, el presente documento plantea un análisis comparativo de la producción científica y tecnológica en un marco temporal amplio y consistente, con el objetivo de evaluar la efectividad de los resultados obtenidos en relación con un país líder como los Estados Unidos.

El marco interpretativo en el que se plantea la investigación consiste en realizar un análisis crítico de la dinámica de la producción de ciencia y tecnología. Es decir, no se trata únicamente de observar resultados positivos, sino que resulta pertinente identificar los factores de desigualdad presentes en dicha producción, con el propósito de generar insumos para el diseño o la reconfiguración de políticas públicas orientadas a su promoción. En este sentido, la comparación entre El Salvador y Estados Unidos adquiere relevancia, en tanto permite cuantificar si las brechas existentes tienden a cerrarse o, por el contrario, a ampliarse con el paso del tiempo.

Los impactos de la producción científica y tecnológica revisten especial relevancia en la actualidad; por tanto, el diseño de indicadores resulta fundamental para medir sus alcances en términos de bienestar económico. La Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología – Iberoamericana e Interamericana (RICYT), en la que participan todos los países de América, junto con España y Portugal, tiene como objetivo promover el desarrollo y uso de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica, en un marco de cooperación internacional, con el propósito de profundizar en su conocimiento y fomentar su utilización como herramienta para la formulación de políticas públicas.

El objetivo central de este documento es analizar las brechas en la producción de ciencia y tecnología entre El Salvador y los Estados Unidos, utilizando los indicadores proporcionados por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). Asimismo, se pretende: a) Cuantificar y caracterizar la evolución temporal de la producción científica y tecnológica de El Salvador y Estados Unidos durante el período 1990–2022, mediante indicadores de la RICYT; y b) Medir las brechas relativas anuales en la producción científica y tecnológica entre ambos países, utilizando indicadores normalizados y expresados en términos logarítmicos, con el fin de aplicar un análisis dinámico de convergencia y divergencia que permita evaluar si dichas brechas se han ampliado, reducido o mantenido entre 1990 y 2022.

Las hipótesis a demostrar son las siguientes: a) Las brechas relativas en los indicadores de producción científica y tecnológica entre El Salvador y Estados Unidos son negativas y persistentemente favorables a Estados Unidos durante el período 1990–2022; b) no existe evidencia empírica de convergencia dinámica en los indicadores de producción científica y tecnológica entre El Salvador y Estados Unidos en el período 1990–2022.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Recientes estudios han analizado las diversas brechas que se generan en el contexto actual. La globalización ha acentuado la brecha tecnológica entre los países latinoamericanos. Al comparar la dinámica de la productividad del sector manufacturero de América Latina con la de Estados Unidos, se observa que la distancia respecto a la frontera tecnológica continúa ampliándose, incluso a pesar de las recesiones en dicho país. Mientras que la productividad laboral en América Latina creció a una tasa promedio del 2 % entre 2003 y 2007, en Estados Unidos la productividad experimentó un crecimiento del 3 % al 5 % hacia finales de la década de 1990 (Serrano Moya, 2014).

El sector privado invierte poco en innovación y en investigación y desarrollo (I+D). A diferencia de lo que ocurre en los países desarrollados, las economías latinoamericanas muestran un escaso esfuerzo del sector productivo en materia de innovación. No será posible cerrar la brecha en I+D sin un incremento sustancial de la inversión privada, acompañado de un respaldo creciente y más eficaz por parte del sector público. Por ello, resulta fundamental avanzar en el diseño de incentivos y políticas públicas que estimulen la inversión privada en actividades de innovación. Esto requiere una adecuada coordinación entre las políticas tecnológicas y de innovación, y las políticas de desarrollo productivo y empresarial.

Un indicador relevante del rezago en I+D+i en la región es el bajo número de patentes anuales, especialmente si se

compara con los países de alto desarrollo. Además, en América Latina, los registros de patentes por parte de extranjeros superan a los realizados por residentes. Si bien se ha incrementado el número de solicitudes de patentes en la región, estas aún se encuentran muy por debajo del ritmo observado en los países asiáticos (Morales Sánchez et al., 2019)

En el caso de los registros de patentes en la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO), las tecnologías denominadas de “aplicación general” predominan en la distribución. Este fenómeno sugiere que las empresas mexicanas tienden a patentar tecnologías con bajo nivel de especialización, aplicables a diversas áreas industriales. Esta situación puede interpretarse como un indicador de su posición tecnológica en el ámbito internacional, lo que ubica a las empresas nacionales en segmentos poco especializados, más orientados hacia procesos con mayor dominio tecnológico que hacia la generación de productos innovadores. En consecuencia, estas empresas presentan una limitada capacidad de competir con las grandes corporaciones transnacionales (Morales Sánchez et al., 2019)

Al analizar las tecnologías desarrolladas en ambos países a través de las Clasificaciones Internacionales de Patentes (CIP) en la USPTO e IMPI, se observa una cierta convergencia tecnológica. Esto implica que en ambas oficinas existen coincidencias en cuanto a las tecnologías más relevantes para el mercado de la biotecnología. No obstante, un aspecto crucial es la titularidad de las patentes, ya que permite identificar la capacidad de generación de conocimiento tecnológico por parte de las empresas mexicanas. En este sentido, se evidencia que dicha capacidad es muy limitada: en la USPTO, únicamente el 0.06 % del total de patentes en biotecnología pertenece a titulares mexicanos, mientras que en el caso del IMPI este porcentaje asciende apenas al 1 %, considerando además que una proporción significativa de estas corresponde a centros de investigación y universidades. Este panorama se agrava al observar que los titulares mexicanos registran una baja participación en las CIP más relevantes. En conjunto, estos elementos reflejan una limitada capacidad para desarrollar tecnología con potencial de valorización en el mercado, así como la dificultad de las empresas mexicanas para posicionar productos innovadores y competitivos a nivel internacional (Morales Sánchez et al., 2019)

Los informes de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) para 2021 y 2024 evidencian una evolución significativa, aunque desigual, en los recursos humanos dedicados a la investigación y desarrollo (I+D) en Iberoamérica. Entre 2010 y 2019, la cantidad de investigadores equivalentes a jornada completa (EJC) aumentó en un 37 %, pasando de 422,676 a 580,072 personas. En 2019, el 59 % de estos investigadores trabajaban en el ámbito universita-

rio; si se mide en personas físicas, esta proporción ascendió al 74 %. En cuanto a la educación superior, el número total de estudiantes en Iberoamérica creció de algo más de 23 millones en 2010 a 32.3 millones en 2019 (36 %), y luego a 34 millones en 2022, lo que implica un crecimiento acumulado del 30 % entre 2013 y 2022. En términos de niveles educativos, en 2019 el 82 % de los estudiantes se concentraba en programas de licenciatura, el 6 % en maestrías y el 1 % en doctorados. De forma similar, el número total de graduados pasó de 3.2 millones en 2010 a 4.5 millones en 2019 (40 % más), y a 4.9 millones en 2022. En ese año, el 70 % de los graduados correspondía al nivel 6 (licenciatura), seguido por el nivel 5 (terciarios no universitarios) con el 15 %, el nivel 7 (maestrías) con el 14 %, y el nivel 8 (doctorado) con solo el 1 %. (RYCIT, 2021)

En cuanto a la producción científica, se observó un crecimiento sostenido en la publicación de artículos en revistas indexadas en *Scopus*. Entre 2010 y 2019, la producción de artículos científicos firmados por autores de América Latina y el Caribe (ALC) aumentó en un 79 %, con un desempeño destacado de Colombia y Chile, que triplicaron y duplicaron, respectivamente, su volumen de publicaciones. Posteriormente, entre 2013 y 2022, la producción regional continuó creciendo, con un incremento del 40 % en el total de artículos publicados en *Scopus*. En ese mismo período, los autores de ALC incrementaron su participación en un 64 %, en comparación con el crecimiento total de la base de datos, lo que denota una mejora relativa en su visibilidad científica internacional.

En contraste, la actividad relacionada con innovación tecnológica sigue siendo limitada. Entre 2010 y 2019, el número de patentes solicitadas en oficinas nacionales iberoamericanas se redujo un 6 %. Portugal presentó un incremento del 32 %, mientras que España experimentó una disminución del 26 %. En América Latina, Chile y Colombia duplicaron sus solicitudes, aunque su impacto sobre el total regional sigue siendo modesto. En 2019, el 82 % de las solicitudes de patentes en ALC correspondieron a empresas extranjeras, lo que refleja una baja capacidad tecnológica local. Entre 2013 y 2022, la región mostró una evolución irregular en las solicitudes internacionales de patentes mediante el Tratado de Cooperación en Patentes (PCT). En 2021 se registró una fuerte caída, con una recuperación parcial en 2022: ALC presentó 1,395 solicitudes, y el conjunto de países iberoamericanos alcanzó las 3,024. Estos datos evidencian la persistencia de una brecha estructural en innovación tecnológica, a pesar de los avances en la formación de capital humano y la producción científica. (RICYT, 2024)

Un estudio de la CEPAL indica que América Latina y el Caribe enfrentan un rezago estructural en inversión en investigación y desarrollo (I+D), con un gasto promedio de apenas el 0.56 % del PIB en 2019, muy inferior al 2 %-4 % que

destinan países como Corea del Sur, Estados Unidos o los miembros de la Unión Europea. Aunque Brasil lidera la región con un 1.16 % del PIB, la tendencia general en el financiamiento de la I+D ha sido decreciente. Esta baja inversión se ve agravada por la estructura del financiamiento, en la cual el sector público aporta aproximadamente el 60 %, mientras que el sector privado apenas alcanza el 35 %, en contraste con las economías desarrolladas donde las empresas financian más del 60 %. Además, la región muestra una marcada orientación hacia la investigación básica, en detrimento de la investigación aplicada y el desarrollo experimental, lo que restringe los procesos de transferencia tecnológica y limita la innovación empresarial. Las universidades concentran la mayor parte de la actividad científica, mientras que la participación del sector privado es notoriamente baja (CEPAL, 2022)

A pesar del crecimiento en el capital humano dedicado a la I+D, persisten debilidades estructurales. En 2019 se registraron 386,000 investigadores equivalentes a jornada completa, sin un incremento proporcional en los presupuestos asignados al sector. Destaca la alta proporción de mujeres investigadoras (46 %), superior al promedio mundial, aunque persisten desigualdades en términos de participación sectorial y acceso a posiciones de liderazgo. La producción científica también ha mostrado un crecimiento significativo, con un aumento del 29 % en los artículos indexados entre 2015 y 2019, alcanzando el 5 % del total global. No obstante, esta producción se orienta principalmente a la publicación académica, con escasa vinculación con la solución de problemas productivos o sociales. (CEPAL, 2022)

En términos de innovación tecnológica, la región muestra niveles bajos y decrecientes de actividad, evidenciado por el hecho de que en 2020 solo se generó el 1.6 % de las solicitudes de patentes a nivel mundial. Además, la mayoría de estas solicitudes provienen de no residentes, lo que refleja una débil capacidad tecnológica local. Las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) han mostrado ciertos avances institucionales con la creación de ministerios y agencias especializadas, pero estos esfuerzos se ven limitados por presupuestos inadecuados y una alta vulnerabilidad a los ciclos políticos. Predominan mecanismos de financiamiento mediante fondos concursables guiados por la demanda, lo cual fragmenta los recursos y obstaculiza una planificación estratégica a largo plazo. Según la CEPAL (2022), la región aún carece de una articulación efectiva entre Estado, academia y empresa, lo que debilita los sistemas nacionales de innovación. Frente a este panorama, se plantea la necesidad de políticas públicas integradas, sostenidas en el tiempo y orientadas al fortalecimiento de sectores estratégicos como la salud, la digitalización y la producción sostenible.

En el caso de Centroamérica se perfila como una región en expansión en cuanto a producción científica y número de

autores activos; sin embargo, parte de una base históricamente limitada y con bajos niveles de cooperación regional. Si bien la producción científica registrada en Scopus entre 2000 y 2019 creció un 531 %, superando incluso el promedio de América Latina, persisten profundas desigualdades entre países y una fuerte concentración institucional: diez instituciones explican el 60 % de la producción científica regional. Costa Rica y Panamá lideran en volumen y conectividad, mientras que otros países como Honduras y Guatemala, pese a producir menos, presentan niveles significativos de conexión académica. La colaboración internacional es alta —el 75 % de los artículos fueron realizados en conjunto con otros países—, siendo Estados Unidos el principal socio científico. En contraste, la cooperación intrarregional es mínima y, cuando existe, suele incluir terceros países fuera del istmo. Esta debilidad estructural limita el desarrollo de sistemas nacionales y regionales de innovación (Tacsir & Tacsir, 2022).

Según encuestas aplicadas a investigadores destacados, los vínculos de colaboración suelen originarse por relaciones personales más que por esquemas institucionales o programas de financiamiento, los cuales son prácticamente inexistentes. A pesar del interés por participar en redes regionales, la mayoría de los investigadores desconoce mecanismos que faciliten la colaboración o la valorización de sus resultados. Las disciplinas más relevantes son las Ciencias de la Vida (en Panamá y Costa Rica) y las Ciencias de la Salud (en el resto de países), lo cual sugiere oportunidades para promover la integración científica regional. También se destacó la importancia de avanzar hacia esquemas de investigación aplicada orientada a misiones comunes, mediante concursos, retos científicos y programas regionales de incubación. Se subrayó, además, la necesidad de fortalecer la participación activa de los países en la definición de prioridades científicas y en la articulación con la cooperación internacional (Tacsir & Tacsir, 2022).

El estudio sobre la producción de ciencia y tecnología en el sector de educación superior en El Salvador (2023) abarca 27 instituciones, incluyendo universidades e institutos especializados y tecnológicos. Siguiendo los lineamientos del Manual de Frascati (OCDE) y las definiciones de la UNESCO y RICYT, se reportaron actividades científicas y tecnológicas en tres áreas principales: investigación y desarrollo experimental (I+D), enseñanza y formación científica y técnica (EFCT), y servicios científicos y técnicos (SCT). Todas las instituciones manifiestan capacidad para realizar investigación, pero solo una minoría ofrece SCT. En términos financieros, el presupuesto total destinado a estas actividades fue de \$191.8 millones, de los cuales el 63 % se asignó a la docencia, apenas el 5.78 % a I+D, y el 4.46 % a SCT, lo que evidencia un bajo compromiso institucional con la generación de nuevo conocimiento. El financiamiento proviene en su mayoría de las propias instituciones (82 %), con escasa

participación gubernamental (13 %) y casi nula contribución extranjera (1 %) (CONACYT, 2024).

En cuanto a los recursos humanos, el sistema se caracteriza por una baja profesionalización de la labor investigativa: el 90 % del personal académico se dedica exclusivamente a la docencia, mientras que solo el 2 % corresponde a investigadores a tiempo completo y el 8 % a docentes-investigadores. La participación femenina representa el 38 % del total de investigadores, y apenas el 20 % posee formación doctoral. La mayor concentración de investigadores se observa en Ciencias Sociales (45 %), seguidas por Ciencias Naturales (24 %) e Ingeniería y Tecnología (7 %). La producción científica muestra una orientación marcadamente disciplinaria hacia las Ciencias Sociales: casi la mitad de los artículos, capítulos de libros, informes técnicos y ponencias corresponden a esta área. La generación de patentes es limitada, con solo cinco solicitudes y dos concesiones, todas en el área de Ingeniería y Tecnología.

Finalmente, el acceso y uso de tecnologías de información y comunicación (TIC) en las instituciones revela limitaciones estructurales. Cerca del 49 % carece de extranet, el 22 % no tiene acceso a bases de datos académicas como *Scopus* o ISI, y el 8 % no dispone de bibliotecas virtuales. Aunque 26 instituciones reportan anchos de banda superiores a 10 Mbps, solo una decena alcanza rangos entre 750 y 3000 Mbps. En conjunto, los hallazgos reflejan una producción científica incipiente, con baja inversión en I+D, escasa vinculación con el sector productivo y una débil cultura de innovación. Se plantea como prioritario diversificar las áreas de investigación, fortalecer las capacidades del personal académico, ampliar el financiamiento público y privado, y consolidar las infraestructuras digitales para impulsar un ecosistema de ciencia y tecnología más dinámico y sostenible en el país (CONACYT, 2024)

DISEÑO METODOLÓGICO

En el presente estudio se utilizó la base de datos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), la cual contiene información para países de América Latina, Iberoamérica y Estados Unidos. La selección de los indicadores relacionados con la producción de ciencia y tecnología se realizó en función de la disponibilidad de series temporales completas para el período 1990–2022 en ambos países. Se excluyeron del análisis otros indicadores de interés debido a la incompletitud de sus series históricas. Para el análisis comparativo y la identificación de brechas entre los países, se seleccionaron dos indicadores representativos por cada variable analizada (Tabla 1).

Para cada indicador seleccionado, se procedió al cálculo de la brecha relativa y la brecha logarítmica, con el propósito de realizar, posteriormente, un análisis de convergencia

Tabla 1
Indicadores de producción tecnológica y científica comparables entre El Salvador y Estados Unidos.

Indicadores	Definición
Variable: Producción Tecnológica	
Tasa de autosuficiencia	La tasa de autosuficiencia mide la proporción de patentes otorgadas a residentes respecto al total de solicitudes de patentes hechas de un país.
Coefficiente de invención	El coeficiente de invención mide la intensidad inventiva de un país, calculando el número de solicitudes de patentes por cada cien mil de habitantes.
Variable: Producción científica	
Publicaciones en SCOPUS en relación al PIB (PPC)	PIB del país, expresado en miles de dólares, dividido el número de artículos indexados en SCOPUS.
Publicaciones SCOPUS cada 100000 habitantes	Número de artículos correspondientes a autores de distintos países, registrados en SCOPUS cada 100 mil habitantes

Nota. Elaboración propia

o divergencia mediante un modelo de regresión con tendencia temporal (Tabla 2). La brecha relativa constituye una medida de desigualdad que compara la diferencia entre dos grupos en términos proporcionales o porcentuales, en lugar de utilizar diferencias absolutas en valores numéricos. Una brecha relativa negativa indica que El Salvador presenta un rezago con respecto a Estados Unidos en el indicador analizado, mientras que una brecha relativa positiva refleja una ventaja relativa de El Salvador frente a dicho país.

Para el caso de la brecha temporal mediante el modelo de regresión, en la Tabla 3 se propone una escala de medición para el coeficiente β .

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Inicialmente, se presentarán tres indicadores considerados claves para entender el desempeño de la producción de ciencia y tecnología para El Salvador comparada con Estados Unidos.

La Figura 1 presenta la distribución porcentual de los investigadores salvadoreños según el área disciplinaria en la que desarrollan sus actividades. De acuerdo con los datos

Tabla 2

Brechas comparables por cada indicador seleccionado.

Descripción	Ecuaciones
Brecha relativa	$Brecha\ relativa = \frac{Indicador_{ESA} - Indicador_{USA}}{Indicador_{USA}}$
Brecha relativa logarítmica	$Brecha\ relativa, t = Ln\left(\frac{Indicador_{ESA,t}}{Indicador_{USA}}\right)$
Modelo de regresión con tendencia temporal	$Brecha\ temporal = \alpha + \beta t + \varepsilon$

Tabla 3

escala de medición para el coeficiente β

Valor de β	Interpretación
$\beta > 0$	Existe convergencia y la brecha se reduce año con año
$\beta < 0$	Existe divergencia y la brecha se amplía con el tiempo
$\beta = 0$	No hay cambio en la brecha (brecha constante)

reportados, se evidencia una marcada concentración en las disciplinas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales, las cuales agrupan la mayoría del personal investigador. En contraste, áreas estratégicas como Ingeniería y Tecnología —consideradas fundamentales para el impulso de la innovación, el desarrollo industrial y la competitividad— muestran una participación significativamente reducida. Esta distribución desigual del capital humano en investigación plantea serias implicaciones para el fortalecimiento del sistema científico-tecnológico del país. La limitada presencia

de investigadores en campos orientados a la generación de tecnología puede restringir la capacidad nacional para producir desarrollos aplicados, lo que se traduce en bajos niveles de patentamiento, escasa transferencia de conocimiento y una menor vinculación entre ciencia e industria.

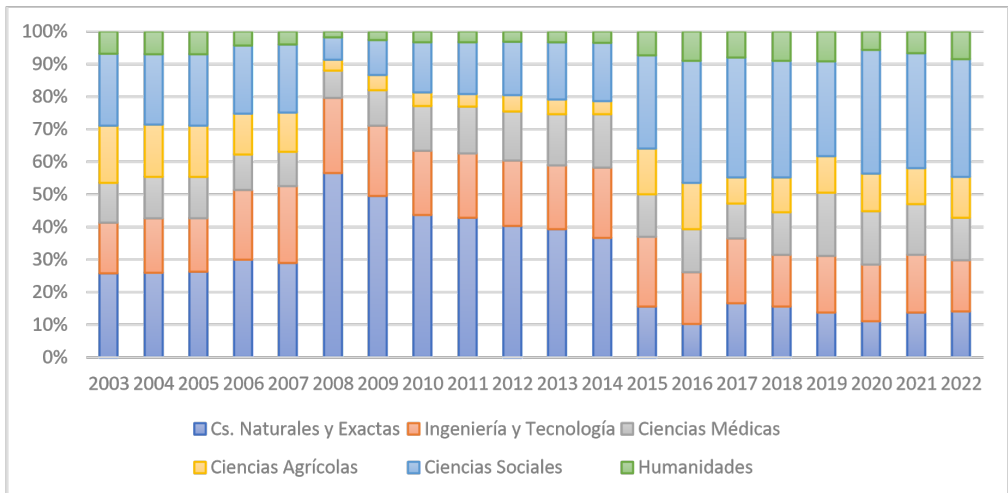
La Figura 2 evidencia que un porcentaje considerable de los investigadores en El Salvador no posee formación doctoral, siendo la proporción de doctores significativamente inferior en comparación con los estándares observados en países desarrollados. Esta situación pone de manifiesto una capacidad instalada limitada en términos de recurso humano altamente calificado, lo cual repercute negativamente en la calidad, profundidad y originalidad de la producción científica nacional. Esta debilidad estructural limita la capacidad del país para desarrollar investigación de frontera, acceder a redes internacionales de alto nivel y competir en convocatorias globales de financiamiento científico.

La Figura 3 pone en evidencia una marcada diferencia en la evolución del gasto en investigación y desarrollo (I+D) como proporción del Producto Interno Bruto (PIB) entre Estados Unidos y El Salvador. En el caso de Estados Unidos, se observa una tendencia sostenida al alza, pasando de aproximadamente 2.5 % del PIB a 3.5 % a lo largo del período analizado, lo que refleja un compromiso continuo con el fortalecimiento de sus capacidades científicas y tecnológicas. Por el contrario, en El Salvador el gasto en I+D se ha mantenido prácticamente constante, alrededor del 0.1 % del PIB, sin mostrar señales significativas de incremento durante el mismo intervalo.

Esta disparidad no solo se manifiesta en los niveles absolutos de inversión, sino también en las trayectorias divergentes que reflejan el grado de prioridad que cada país otor-

Figura 1

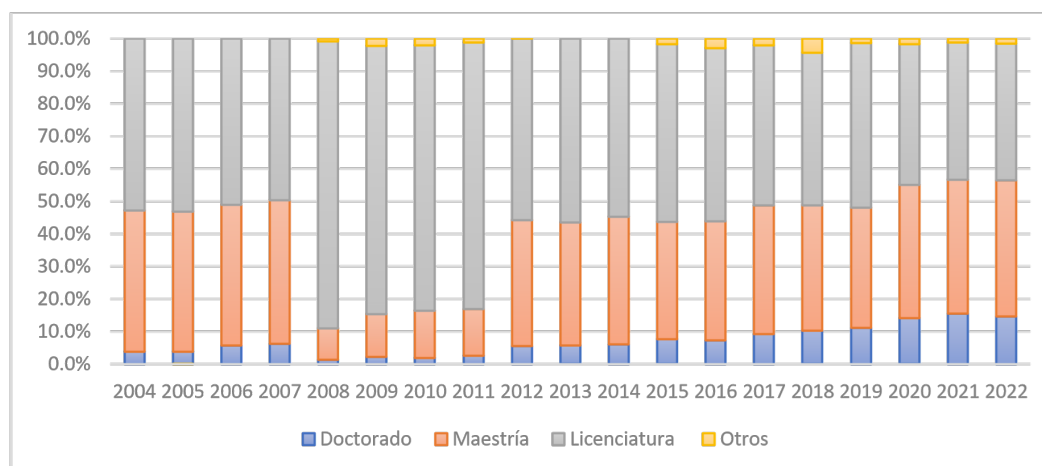
El Salvador: Distribución de investigadores, según la disciplina científica en la que se desempeñan 2003-2022 (%)



Nota. Elaboración propia con base a RICYT

Figura 2

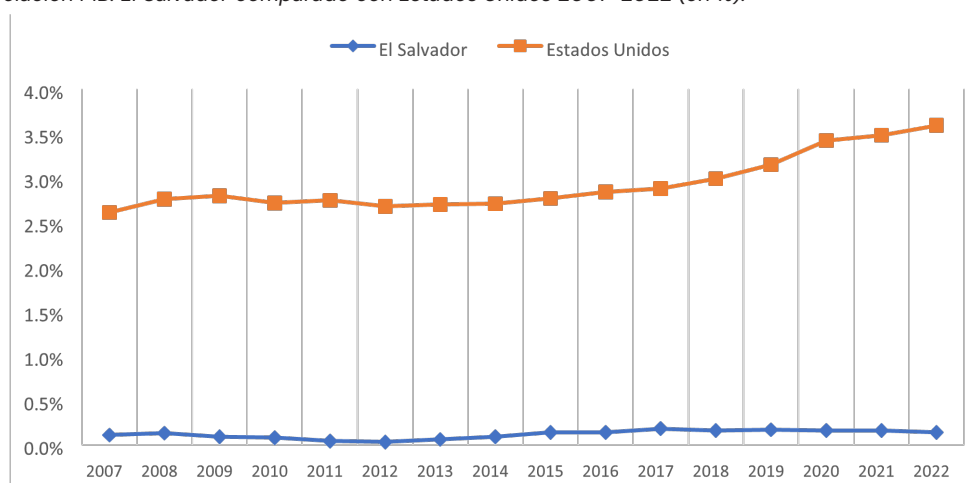
El Salvador: Distribución de los investigadores, según su máximo nivel de formación alcanzado.



Nota. Elaboración propia con base a RICYT

Figura 3

Gasto en I+D en relación PIB: El Salvador comparado con Estados Unidos 2007-2022 (en %).



Nota. Elaboración propia con base a RICYT

ga a la investigación científica y la innovación tecnológica. Mientras que en economías avanzadas el gasto en I+D es considerado un motor estratégico para el crecimiento y la competitividad, en el contexto salvadoreño persiste una asignación presupuestaria marginal, lo cual limita la consolidación de un ecosistema robusto de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Este indicador resulta clave para comprender las diferencias estructurales en el desempeño científico-tecnológico entre países, ya que condiciona directamente la capacidad de generar conocimiento y tecnología.

Seguidamente se presentan los resultados para los dos indicadores seleccionados con el objetivo de analizar la producción de tecnología en El Salvador. El primer indicador es la tasa de autosuficiencia (Figura 4).

La brecha relativa se mantiene persistentemente negativa a lo largo del período, lo que indica que El Salvador ha producido sistemáticamente un porcentaje muy inferior de patentes propias respecto a Estados Unidos.

La línea naranja presenta un comportamiento más volátil, con caídas pronunciadas en los años 2003, 2010 y especialmente en 2017, donde se alcanza el valor más bajo cercano a 3.5. Esto implica que en ese año la tasa de autosuficiencia tecnológica de El Salvador fue varias veces inferior a la de Estados Unidos. Aunque se observa una leve recuperación en años recientes, la tendencia general es descendente, lo que indica un proceso de divergencia tecnológica. En otras palabras, la diferencia en la capacidad de generación de tecnología propia se amplía con el tiempo.

Con base en la ecuación de regresión estimada, se constata que el valor del coeficiente β es negativo. Esto indica que, por cada año transcurrido, la brecha entre El Salvador y Estados Unidos se ha incrementado de manera progresiva. En consecuencia, se puede afirmar que existe un proceso de divergencia. No obstante, debido a la magnitud reducida del coeficiente ($\beta = -0.01$), dicha divergencia puede caracterizarse como débil o moderada. La ecuación que representa este comportamiento es: $Brecha\ temporal = 25.5 - 0.01t$.

El segundo indicador es el coeficiente de invención (Figura 5). La línea azul, que representa la brecha relativa, permanece también en valores negativos y estables, confirmando una desigualdad persistente. Su menor variabilidad frente a la brecha logarítmica sugiere que las proporciones relativas no se han modificado sustancialmente en términos por-

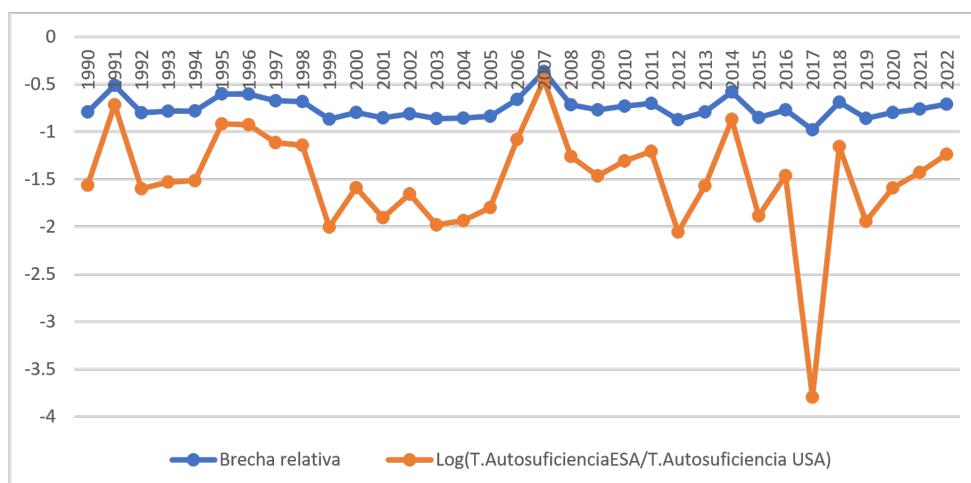
centuales, lo que implica ausencia de convergencia sostenida.

La derecha logarítmica es consistentemente negativa, lo cual indica que, a lo largo de todo el período, El Salvador ha tenido una menor producción relativa de invenciones respecto a Estados Unidos. En 2017 se observa un mínimo histórico, con una caída pronunciada cercana a -8 , lo cual refleja una profunda contracción en la capacidad inventiva relativa del país frente a EE. UU. en ese año específico. A partir de 2018 se registra una leve recuperación, aunque sin retornar a los niveles previos a 2010, lo que sugiere una persistencia de la desigualdad tecnológica estructural.

El coeficiente $\beta = -0.02$ confirma un proceso de divergencia tecnológica relativa en el campo de la invención. Cada año,

Figura 4

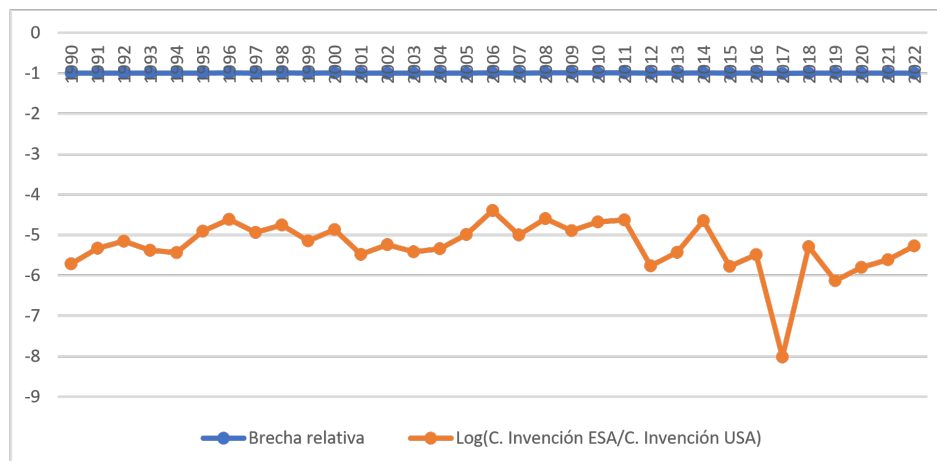
Tasa de autosuficiencia: El Salvador comparado con Estados Unidos (1990-2022)



Nota. Elaboración propia con base a RICYT

Figura 5

Coeficiente de invención: El Salvador comparado con Estados Unidos (1990-2022)



Nota. Elaboración propia con base a RICYT

El Salvador se aleja progresivamente del nivel de invención alcanzado por Estados Unidos a una tasa aproximada del 2 % anual, en términos relativos logarítmicos. Esta tendencia refleja un empeoramiento acumulativo de la brecha tecnológica, lo cual evidencia limitaciones estructurales en la capacidad nacional de generar innovación patentable. *Brecha temporal* = $36.03 - 0.02t$.

El primer indicador de producción científica es publicaciones en SCOPUS en relación al PIB (PPC): La línea azul permanece casi constante y negativa, en torno a -1 , lo cual indica que la proporción directa entre los valores de ambos países no ha variado mucho. Sin embargo, esta métrica es menos sensible a los cambios proporcionales profundos, lo que refuerza la utilidad del análisis logarítmico (Figura 6).

A lo largo del período 1990–2022, la brecha logarítmica ha sido siempre negativa, lo que indica que El Salvador ha tenido consistentemente una menor productividad científica relativa (en términos de publicaciones por unidad de PIB PPC) frente a Estados Unidos. Se observa una tendencia creciente (menos negativa): la brecha pasa de valores cercanos a -5.5 en los primeros años a alrededor de -2.5 en 2022. Esto refleja un proceso de convergencia relativa en la productividad científica ajustada al tamaño económico.

El coeficiente positivo indica que la brecha logarítmica disminuye en términos absolutos (es menos negativa) a lo largo del tiempo, lo que refleja una tendencia de convergencia relativa. En otras palabras, El Salvador está mejorando su desempeño en publicaciones científicas por unidad de PIB PPC respecto a Estados Unidos a una tasa aproximada del 9 % anual, en términos logarítmicos. *Brecha temporal* = $-1.77 + 0.09t$

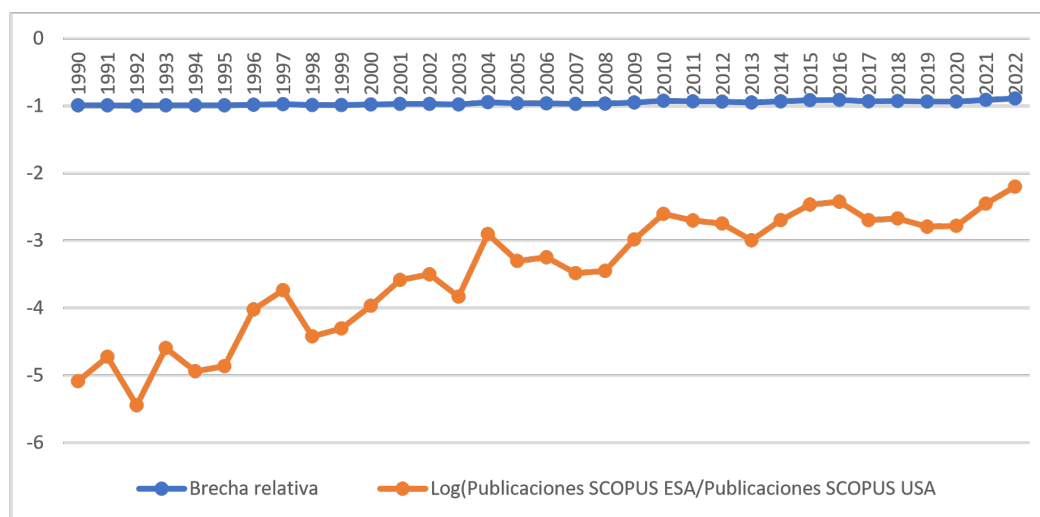
El segundo indicador es Publicaciones SCOPUS cada 100000 habitantes (figura 7). La línea azul permanece casi constante y negativa, sin fluctuaciones significativas visibles. Esta representación menos sensible sugiere que los avances de El Salvador aún no modifican de manera sustantiva la proporción directa respecto a EE. UU., aunque la mejora es evidente en la escala logarítmica.

La brecha logarítmica es siempre negativa, lo que indica que El Salvador ha tenido de forma constante una menor productividad científica por habitante que Estados Unidos. A lo largo del período 1990–2022, la brecha pasó de niveles cercanos a -7.5 hasta alrededor de -4.2 , lo que representa una mejora relativa progresiva. La tendencia general es ascendente (menos negativa), especialmente desde los años 2000, lo que sugiere un proceso de convergencia en la producción científica per cápita, aunque partiendo de una diferencia estructural muy amplia. En términos prácticos, esto significa que, aunque El Salvador sigue muy por detrás de Estados Unidos en publicaciones por habitante, la diferencia relativa se ha reducido de forma lenta pero sostenida.

La regresión estimada confirma un proceso de convergencia tecnológica relativa entre El Salvador y Estados Unidos en el indicador de publicaciones científicas por cada 100,000 habitantes. Si bien la brecha inicial era amplia, la pendiente positiva evidencia una mejora sostenida en la productividad científica per cápita de El Salvador. Esto sugiere avances institucionales en materia de investigación, incremento del número de investigadores activos y mayor visibilidad internacional de la producción académica nacional. *Brecha temporal* = $-1.85 + 0.09t$.

Figura 6

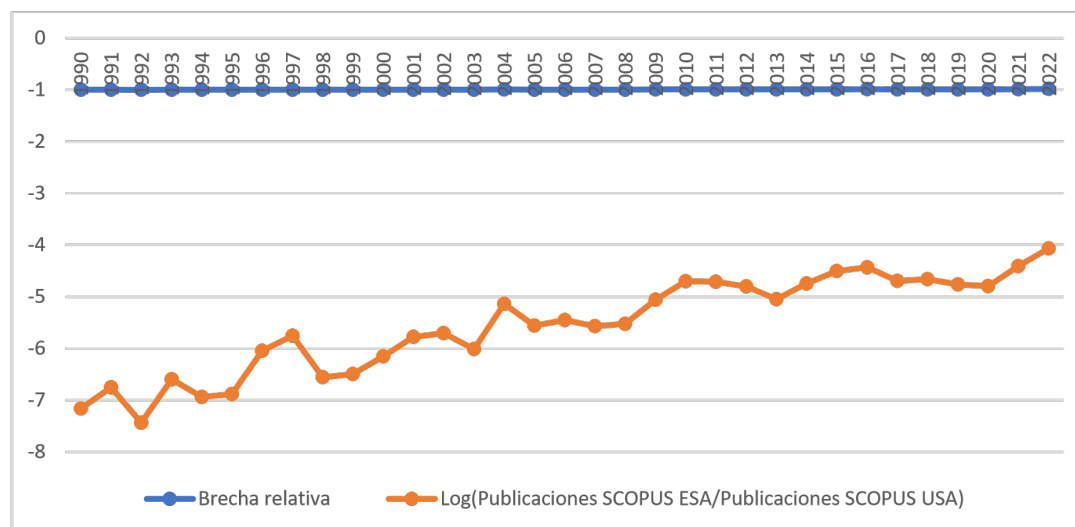
Publicaciones en SCOPUS en relación al PIB (PPC): El Salvador comparado con Estados Unidos (1990–2022)



Nota. Elaboración propia con base a RICYT

Figura 7

Publicaciones SCOPUS cada 100000 habitantes: El Salvador comparado con Estados Unidos (1990-2022)



Nota. Elaboración propia con base a RICYT

CONSIDERACIONES FINALES

El sistema científico salvadoreño se caracteriza por una baja profesionalización y concentración disciplinaria, con un 90 % del personal académico dedicado exclusivamente a la docencia, solo un 2 % de investigadores a tiempo completo y una marcada concentración en Ciencias Sociales. Además, aproximadamente el 15 % del personal investigador posee formación doctoral, lo que limita el desarrollo de investigación de alto nivel y su vinculación con la industria. El Salvador destina alrededor del 0.1 % de su PIB a investigación y desarrollo, muy por debajo del promedio internacional, sin mostrar incrementos significativos desde 2007. Esta situación refleja una escasa prioridad institucional y presupuestaria, lo que limita la consolidación de un ecosistema científico-tecnológico sólido. Por tanto, es establecer un programa nacional de formación doctoral en ciencia y tecnología, con becas y convenios internacionales, orientado a aumentar la proporción de investigadores altamente calificados y diversificar las áreas del conocimiento hacia disciplinas aplicadas y tecnológicas y que se enmarquen en proyectos de desarrollo claves.

El Salvador presenta una divergencia tecnológica sostenida y estructural con respecto a Estados Unidos, especialmente en los indicadores de producción tecnológica como la tasa de autosuficiencia y el coeficiente de invención. Los resultados muestran brechas logarítmicas persistentemente negativas, con tendencias descendentes y coeficientes beta negativos ($\beta = -0.01$ y $\beta = -0.02$), lo que indica un alejamiento progresivo en la capacidad de generar tecnología propia.

En ese contexto es recomendable implementar una política nacional de desarrollo tecnológico con enfoque sectorial,

que priorice la innovación en áreas estratégicas como ingeniería, energías renovables y agroindustria, e incluya incentivos fiscales, y alianzas público-privadas para fomentar el patentamiento y la innovación local.

A pesar de las limitaciones estructurales, El Salvador muestra signos de convergencia relativa en productividad científica, tanto en publicaciones SCOPUS por PIB ($\beta = +0.09$) como por cada 100,000 habitantes. Esto refleja una mejora progresiva, aunque aún desde una base muy baja, en la visibilidad científica y la participación internacional. Esto se puede mejorar consolidando un sistema nacional de apoyo a la publicación científica, que incluya financiamiento para la participación en redes internacionales, acceso a bases de datos académicas, formación en redacción científica, y premios a la excelencia investigativa a modo de generar cultura científica.

REFERENCIAS

- Tacsir, E., & Tacsir, A. (2022). *Producción y colaboración científica en Centroamérica: Resultados del Diálogo Regional de Política (DRP) en Centroamérica y República Dominicana*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0003941>
- CEPAL. (2022). *Innovación para el desarrollo: la clave para una recuperación transformadora en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47544-innovacion-desarrollo-la-clave-recuperacion-transformadora-america-latina-caribe>
- CONACYT. (2024). *INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA*. San Salvador, El Salvador: Consejo Nacional de Ciencia Y Tecnología.

- Morales Sánchez, M. A., Amaro Rosales, M., Stezano Pérez, F. A., Morales Sánchez, M. A., Amaro Rosales, M., & Stezano Pérez, F. A. (2019). Tendencias tecnológicas en el sector biotecnológico: Análisis de patentes en México y Estados Unidos. *Economía: teoría y práctica*, 51, 17–44. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/512019/morales>
- RICYT. (2024). *EL ESTADO DE LA CIENCIA: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología*. Buenos Aires, Argentina: RED IBEROAMERICANA DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. <https://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2024/12/El-Estado-de-la-Ciencia-2024.pdf>
- RYCIT. (2021). *EL ESTADO DE LA CIENCIA: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos*. Buenos Aires, Argentina: Altuna Impresores S.R.L. Doblas. <https://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2021/11/El-Estado-de-la-Ciencia-2021.pdf>
- Serrano Moya, E. D. (2014). Desarrollo tecnológico y Brecha tecnológica entre países de América Latina. *Ánfora*, 21(36), 41–65. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357833887002>