

ESTADO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN VENEZUELA: ACTUALIZACIÓN AL AÑO 2020

SCIENCE & TECHNOLOGY IN VENEZUELA: 2020

Jaime Requena (*)

RESUMEN

Se analiza el estado de la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en Venezuela para el año 2020. Con este propósito, se estudia cuantitativamente, desde una perspectiva histórica, cuál ha sido la dinámica de sus recursos humanos, finanzas, publicaciones y patentes, y se comprueba que en la actualidad muestran desempeños muy pobres, aunque las cifras oficiales reclaman para ellos lo contrario. La inversión nacional en ciencia y tecnología tradicionalmente ha sido del orden del 0.3 -0,4 % del PIB. Un análisis demográfico revela que el sistema de ciencia y tecnología cuenta con un recurso humano cada vez más envejecido y que son más los que abandonan la profesión que quienes ingresan a ella, por lo que se explora la dinámica de la pérdida de talento del país, un fenómeno que está causando estragos en el sistema de ciencia nacional. Un 18 % de la comunidad ha dejado el país, siendo ellos responsables de la producción del 34 % de las publicaciones hechas desde Venezuela. La pérdida de talento en Venezuela es similar en magnitud para todos los campos del conocimiento, pero por su trascendencia sobresale el grupo de los investigadores del área de petróleo y energía. Pareciera que el sistema venezolano de ciencia y tecnología está sumido en una profunda crisis en atención a la puesta en práctica de políticas públicas erradas, la mayoría de las veces contrarias al espíritu y praxis de la actividad.

ABSTRACT

The status of scientific research and technological development in Venezuela is analyzed for year 2020. For this purpose, the dynamics of human resources, economic investment, and products is studied from an historic perspective. The public expenditure in S&T has traditionally been between 0, 3% - 0, 4% of the GDP. Systemic parameters such as the number of researchers or publications show nowadays poor performance compared to values registered ten years ago. A demographic analysis reveals that the average Venezuelan researcher is getting older very rapidly. It is found that more researchers abandon the profession than those who embrace it. This distortion is reinforced by a staggering brain drain developed with force in the last years. Indeed, 16% of the national researchers have left the country, them being responsible of the 34% of all Venezuelan publications. The brain drain is similar for all fields of knowledge but for its relevance is felt more in the oil industry. It seems like the Venezuelan scientific and technological establishments are immersed in a profound crisis, undoubtedly consequence of extremely improper public policies and practices promoted by the government.

Palabras clave: Ciencia, tecnología, condición, Venezuela.

Keywords: Science, technology, status, Venezuela.

1. Introducción

Una de las principales tareas de los gobiernos de Venezuela durante la segunda mitad del siglo XX fue crear, organizar y consolidar instituciones consideradas como fundamentales para generar un Estado moderno. Uno de los frutos de ese tesón fue lo relativo a la investigación científica y tecnológica (CyT). En los años cincuenta del siglo pasado, el país pasó de tener, dispersos entre tres o cuatro grandes ciudades,

unos cuantos laboratorios con unos pocos investigadores a contar con cientos de laboratorios distribuidos por todo el territorio nacional con miles de investigadores. En apenas cuarenta años, entre 1958 y 1998, el país produjo científicos que podían mostrar al mundo éxitos significativos en atención a sus creaciones, descubrimientos o innovaciones. Ese extraordinario desempeño venezolano bajo la égida de gobiernos de convicción democrática no fue fruto del azar,

(*) Individuo de Número de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Sillón XXVI. requena.j@gmail.com

sino del pensar y accionar de líderes muy singulares, quienes supieron entender el medio donde se desenvolvían e idearon sistemas de organización y trabajo que, aun adoptando métodos y roles foráneos, rindieron grandes frutos [1].

Hacia finales del siglo XX, a pesar de que el país había logrado muchos avances, no había conseguido subsanar, sino parcialmente, algunas de sus deficiencias, asunto que estaba dejando espacio para el cuestionamiento del sistema, incluyendo lo que a ciencia y tecnología correspondía. Específicamente, las investigaciones eran percibidas como divertimentos académicos y no como gestiones dedicadas a atender los ingentes problemas con los que se enfrentaba la sociedad, como podían ser salud y alimentación. A esto se sumaba el hecho de que los investigadores eran vistos como excéntricos personajes dedicados únicamente a la búsqueda del conocimiento por su valor intrínseco.

1.1 Bajo el socialismo del siglo XXI

Con la llegada de Hugo Rafael Chávez Frías a la presidencia de Venezuela, en el año 1998, el país empezó a experimentar un vuelco radical: se inició una *Quinta República* al adoptarse, en 1999, una nueva Constitución, que fue implementada mediante un programa sociopolítico cristianado como “Socialismo del Siglo XXI”. Al ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación, la nueva Constitución le confirió rango constitucional al crear un despacho ministerial que centralizó en sí todo lo referente a la actividad de investigación. Así concluyó el siglo XX para Venezuela y se cerró el modo de gerenciar la investigación científica y tecnológica que laboriosa y cuidadosamente se había construido durante las últimas cuatro décadas del siglo XX [2]. Si bien, al principio de la gestión de Hugo Chávez, el sistema científico venezolano pudo disponer de importantes recursos financieros, este fue capaz de reclutar más talento y de producir más publicaciones; esos éxitos fueron breves y transitorios, y terminaron por vaporizarse a partir del año 2008.

El objeto del presente estudio es actualizar el estatus de desempeño del sistema nacional de ciencia y tecnología en Venezuela, mediante el análisis de los parámetros sistémicos más significativos, recurriendo a series históricas que permitan evaluar tendencias y comparar datos con los reportados en la última revisión hecha para el año 2018 [3]. Para ayudar en el análisis, el siglo XX venezolano será dividido en épocas coincidentes con hechos singulares: “Aurora”, que comprende hasta el año 1935, año en que muere Juan Vicente Gómez; “Modernización”, desde 1936 a 1967, año de la creación del CONICIT, y un periodo de “Institucionalización” que va desde 1968 hasta fin de siglo, cuando llega el socialismo. Finalmente, se crea un cuarto periodo: “Ocaso”, que cubre lo que va del siglo XXI, desde el año 2000 a 2020.

2. Materiales y métodos

2.1 Base de datos Biblios

Biblios comprende un conjunto relacional de base de datos que ha elaborado y mantiene el autor. La más importante es la que recoge la información bibliográfica de los trabajos

originales de investigación producidos en Venezuela desde finales del siglo XIX hasta el presente, publicados en revistas periódicas venezolanas y extranjeras de la mayor relevancia académica y reconocida trayectoria, preferiblemente referidos por algunas de las grandes bases de datos globales -como *Web of Science*, del Institute for Scientific Information de Thompson-Reuters (o WoS/ISI)- o incluidos en los registros de la Biblioteca de Medicina del Instituto Nacional de Salud de EE.UU. Actualmente, Biblios registra 251.334 entradas realizadas por 76.033 autores, de los cuales 38.232 representan un total de 78.100 publicaciones, de ellas 37.612 fueron publicadas en revistas extranjeras. Biblios, como programa informático, posee capacidad de edición, análisis y graficación mediante simples comandos en lenguaje SQL y ofrece información sobre la producción científica nacional, institucional o personal, segmentable con base en la autoría, especialidad profesional, revista, fecha de publicación o filiación académica. Adicionalmente, cada entrada bibliográfica está clasificada por especialidad académica según el nomenclador de seis dígitos de la UNESCO (*vide infra*).

Otras bases auxiliares del sistema Biblios son la de revistas científicas, la de instituciones académicas y la de autores. Esta última está constituida por datos curriculares de los investigadores: fecha de nacimiento, número de identificación, género y datos de educación de tercer, cuarto o quinto nivel junto a su(s) filiación(es) académica(s). El cruce de información entre las diversas bases que conforman el sistema Biblios permite identificar mediante nombre(s) y apellido(s) a cada autor de las entradas bibliográficas para así asignarle correctamente su filiación académica. Esta característica particular de Biblios desvirtúa la crítica de Moed y Halevi [4], quienes estimaron que no se debe utilizar una estrategia bibliométrica para estudiar desempeño de sistemas de ciencia -muy particularmente para analizar la pérdida de talento- si no se cuenta con información curricular pertinente de los autores.

El sistema Biblios fue desarrollado en Microsoft FOX9 y corre sobre computadoras bajo el sistema operativo Windows. La naturaleza de la data almacenada en Biblios permite la obtención de indicadores y parámetros cuantitativos de muy baja incertidumbre (<1 %), mientras que su calidad ha sido demostrada a través de estudios de facetas de la actividad investigativa en Venezuela, agrupadas como género, tanto en educación superior [5,6], fuga de talento [7,8]; o productividad de la investigación médica venezolana [9].

2.2 Premisas y metodología

El presente estudio está circunscrito a científicos y tecnólogos que han llevado a cabo sus investigaciones en Venezuela y reportado sus resultados en publicaciones periódicas arbitradas por pares o en *proceedings* de conferencias especializadas periódicas que están registradas en la base de datos Biblios. En Biblios la unidad de observación es la publicación, y en cada publicación todos los coautores reciben el mismo trato, por lo que existe igualdad absoluta entre los coautores en la publicación. Siendo esto así, en un año dado, los autores aparecerán tantas veces como publicaciones estén registradas a su nombre durante ese año.

Los recursos humanos calificados del sector ciencia y tecnología nacional pueden ser segmentados en cuatro categorías (o arquetipos) que describen la frecuencia temporal de autoría de las publicaciones recogidas por la base Biblios. Los arquetipos son: a) “activo”, definido como todo profesional que tenga en el año seleccionado al menos una entrada como autor (o coautor) en Biblios y que haya tenido publicaciones antes y después del año bajo análisis; b) “nuevo”, aquel que en el año seleccionado figura por primera vez (ingresa al sistema) y vuelve a figurar posteriormente con otra publicación en la base Biblios; c) “retirado”, aquel que en el año seleccionado figura por última vez, después de haber figurado anteriormente con otra publicación, y d) “extra”, aquel que solo muestra una entrada en la base Biblios, registrada en el año bajo análisis. Esta última categoría se piensa que está asociada a estudiantes que publican sus tesis de grado y no muestran después ningún interés posterior por publicar.

Conviene resaltar que, por definición, todo profesional tipificado como “activo” cuenta con 3 o más entradas en la base Biblios, mientras que los tipificados como “nuevos” o “retirados” cuentan con al menos 2 entradas. Si un autor solo tiene 2 entradas en la base Biblios, la primera vez será como “nuevo” y la segunda como “retirado”. Los retirados pueden serlo en atención a que se han jubilado o porque han emigrado al exterior.

El término “publicador” denota temporalidad y se refiere a profesionales científicos o humanistas que trabajan en una universidad (personal docente universitario o académico) o en cualquier institución de investigación o entidad del sistema de salud -pública o privada, con o sin carga docente-, pero que puedan mostrar una o más entradas en Biblios, estando principalmente asociados a la mención de cohortes. El término “investigador” define un rango, en esencia atemporal y asociado principalmente a una trayectoria de vida, reservado aquí para la figura genérica descriptiva del profesional dedicado a la investigación científica, tecnológica, humanística o académica: el arquetipo de investigador es el “activo”. A los “extras” no se les califica como investigadores, pero sí genéricamente como autor. Todos los autores que figuran como publicando en un

año dado conforman una cohorte de publicadores, estando ésta constituida por los arquetipos.

2.3 Segmentación por área de conocimiento

El sistema Biblios contiene un campo de seis dígitos que corresponde al código UNESCO [10], a partir del cual se describe el dominio y la especialidad del saber. Ese sistema para la clasificación del conocimiento se basa en tres conjuntos de pares de números y dada esa naturaleza permite fácilmente filtrar la data a través de simples consultas en lenguaje SQL. Los dos primeros dígitos corresponden al dominio o gran campo científico o humanístico. Las diversas disciplinas que conforman un dominio dado están representadas por los dos dígitos intermedios, mientras que los diversos niveles de especialización de una disciplina quedan definidos por los dos dígitos finales del código. La **Tabla 1** muestra un ejemplo del sistema de códigos del conocimiento de la UNESCO para el dominio de las agrociencias y la disciplina forestal.

3. Resultados

3.1 Inversión sectorial

La **Figura 1** muestra el desempeño temporal de la magnitud de la inversión nacional en ciencia, técnica o innovación utilizando para ello la fracción del producto interno bruto (PIB) dedicado a esas labores desde el año 1950 al presente. La parte izquierda de la curva muestra la serie histórica de esa data recopilada de varias fuentes oficiales (puntos azules), mientras que la segunda curva, a la derecha de la figura (puntos rojos), corresponde a los aportes de la Ley Orgánica de Ciencia y Tecnología (LOCTI), según estadística del Observatorio Nacional de Ciencia y Tecnología.

Lamentablemente, la **Figura 1** no está actualizada ya que, desde hace muchos años, buena parte de la data sectorial que se puede conseguir no es muy confiable y a partir de 2015 no existe. A ello se debe sumar que las devaluaciones monetarias hacen casi imposible algún correlato mediante series históricas -tres devaluaciones en trece años que montan a 14 ceros-. En cualquier caso, tradicionalmente, la inversión sectorial

Tabla 1. Sistema de códigos del conocimiento de la UNESCO: Ejemplo para el dominio agrociencias y disciplina forestal

Dominio	Dígitos iniciales	Disciplina	Dígitos medios	Especialidad	Dígitos finales
Matemáticas	12	Agroquímica	3101	Conservación	310601
Astrofísica	21	Ing. Agrícola	3102	Técnicas Cultivo	310602
Física	22	Agronomía	3103	Control Erosión	310603
Química	23	Prod. Animal	3104	Ordenac. Montes	310604
Biología	24	Peces Fauna	3105	Productos	310605
Agrociencias	31	Forestal	3106	Protección	310606
Medicina	32	Horticultura	3107	Ordenac. Pastos	310607
Ing. & Tecn.	33	Fitopatología	3108	Silvicultura	310608
Sociología	63	Veterinaria	3109	Ordenac. Fluvial	310609

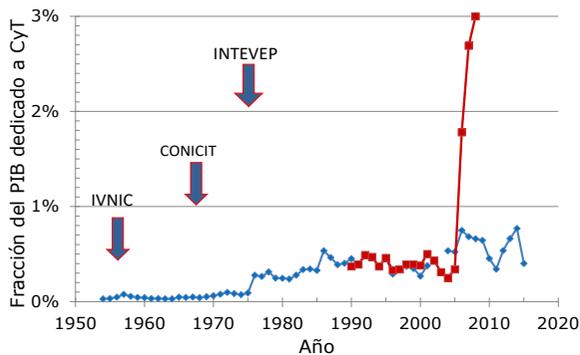


Figura 1. Serie histórica de la inversión en ciencia y tecnología en Venezuela representada como porcentaje del producto interno bruto (PIB) (curva en azul) y como fracción del fondo LOCTI (rojo). Adicionalmente, se señalan los tres hechos más significativos en el desarrollo de la ciencia en el país.

en ciencia y tecnología en Venezuela ha oscilado alrededor del 0.3 % del PIB y ese parece ser el porcentaje que mejor representa la magnitud de la inversión en CTI de Venezuela en los últimos años. En adición hay que hacer notar que el sector público ha sido tradicionalmente el que ha asumido el rol de financiador de la investigación científica en el país, ante un sector privado poco comprometido con ello, salvo por alguna que otra ocasión, puntual en el tiempo y limitada en el monto, fundamentalmente relacionada con el desarrollo tecnológico o innovación en su subsector industrial.

3.2 Recursos humanos

La **Figura 2** muestra la magnitud de la comunidad de investigadores en Venezuela de acuerdo con tres criterios de evaluación válidos entre los años 1960 y 2020. Las dos curvas inferiores, referidas a la ordenada derecha, están relacionadas con el número de profesionales acreditados en los programas oficiales de promoción o incentivo a la investigación en el país (PPI/PEI). La data inferior (línea roja sólida) corresponde a los profesionales acreditados como tales por esos programas, mientras que la data intermedia (color rojo y línea punteada) recoge también a los rechazados por esos programas y, más recientemente, a todo el personal sectorial, como lo incluyen las estadísticas oficiales. Esa curva muestra que el número de “cultores” -equivalente oficial a “investigador”- no ha parado de crecer desde el año 1990, con un aumento cuasi exponencial, alcanzando para el año 2013 el número de 24.465 cultores [11].

La tercera curva en la figura (de color negro y línea punteada) está referida a la ordenada izquierda y recoge la data para la serie histórica del número de investigadores venezolanos de acuerdo con el análisis demográfico (*vide infra*) de la comunidad de publicadores registrados en la base de datos Biblios. Como se puede observar, en primer lugar, los publicadores en ciencia y tecnología del país nunca pasaron de ser 3.000 al año -un valor en franco desacuerdo con lo proclamado por el oficialismo- y, en segundo lugar, el número de publicadores del país estuvo creciendo a una buena tasa desde el año 1960 hasta el año 2008, a razón de unos 63 publicadores por año, hasta que el sistema empezó a perder personal.

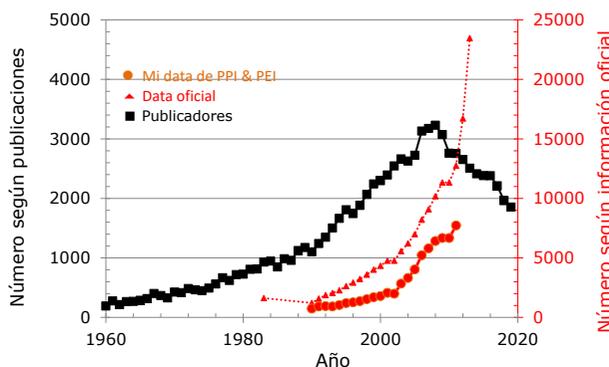


Figura 2. Series históricas del número de personal de investigación en ciencia, tecnología e innovación en Venezuela de acuerdo con tres métodos de cuantificación (detalles en el texto).

3.3 Perfil laboral

Es posible segmentar el rol laboral de los profesionales venezolanos de la investigación, en función de su compromiso con su labor, si para ello se analiza el patrón de publicación en el tiempo de los integrantes de la comunidad, acudiendo a un análisis de naturaleza demográfica que cuantifique las posibles cuatro categorías (o arquetipos), a saber: nuevos, activos, retirados y extras. La **Figura 3** señala la distribución de los arquetipos que conforman la comunidad de investigadores venezolanos desde el año 1960 hasta el 2020. En la parte superior se muestran los activos, seguidos de los extras que, para todos los efectos prácticos, deben ser considerados como personal de paso. A ellos les siguen, en orden descendente, los que se retiran y finaliza la figura, en su parte inferior, con los que ingresan al sistema: los nuevos.

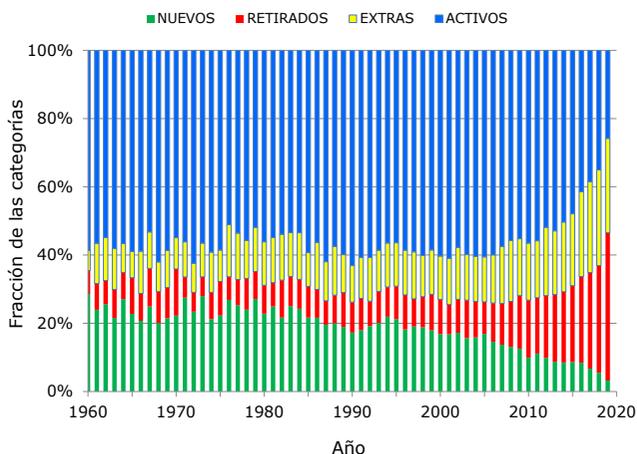


Figura 3. Serie histórica de la distribución porcentual de los cuatro arquetipos de la comunidad de investigadores científicos y tecnológicos de Venezuela para el período comprendido entre los años 1960 a 2020. Activos como barras en azul, seguidos de extras identificados por las barras en amarillo, los retirados mediante barras de color rojo y, finalmente, en la parte inferior, los nuevos con barras verdes.

Como puede apreciarse, durante los últimos cuarenta años del siglo XX, la distribución de los diversos arquetipos que conforman la comunidad había alcanzado un estado estacionario, representando los activos el 60 % de la comunidad, los extras un 10 %, los retirados otro 10 % y el resto, los nuevos (o las generaciones de relevo), el 20 % restante. Pero, durante el

siglo XXI, el sistema se desestabilizó particularmente a partir del año 2008 y las proporciones se alteraron radicalmente: los activos se han reducido al 40 %, mientras que los nuevos que ingresan al sistema apenas montan al 5 %. Las labores de investigación recaen más sobre los extras, que alcanzan a ser el 15 % de la comunidad, mientras que más y más investigadores se retiran del sistema, cifra que alcanza el 40 % de sus miembros. Más adelante, al estudiar la pérdida de talento, se verá que los fugados al exterior constituyen buena parte de los retirados.

Con referencia a la edad del investigador venezolano, la **Figura 4** recopila la data correspondiente a la edad promedio de cada una de las diversas cohortes de los activos, desde el año 1940 al presente. La figura muestra que, desde los inicios del registro hasta el año de la crisis económica de 1983, se dio una marcada disminución de la edad promedio que llegó a descender casi hasta los 40 años. La segunda parte de la figura revela que, en los últimos 20 años, la edad promedio del activo ha llegado a ser de 52 años en el 2020: el fenómeno de envejecimiento de la comunidad monta a un mes por cada año calendario, siendo esta una tasa alarmante.

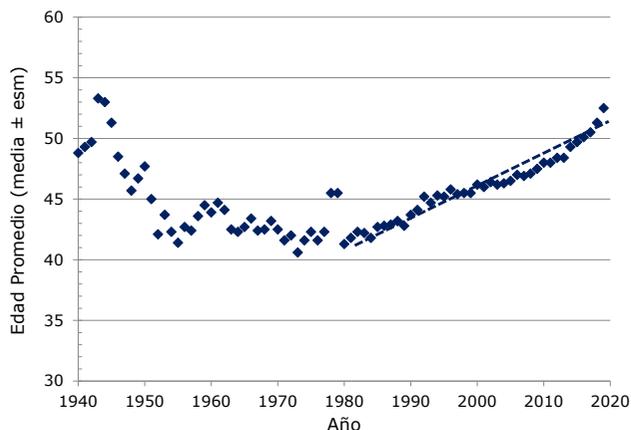


Figura 4. Serie histórica de la edad promedio de las cohortes de los investigadores tipificados como activos.

La **Figura 5** revela una situación crítica para el sistema de ciencia venezolano que se hace evidente al analizar el curso temporal del flujo neto de investigadores en ese sistema. La escala temporal abarca el período comprendido entre los años 1960 a 2020 y el flujo neto es calculado cada año como la diferencia algebraica entre el número de investigadores que ingresan al sistema, los nuevos de la tipología demográfica menos los que egresan del sistema (los retirados). La figura muestra que, hasta el año 1999, el flujo neto era positivo, es decir, que ingresaban al sistema un par de centenas de investigadores más cada año, en comparación con los investigadores que lo abandonaban. Pero también evidencia que, a partir del año 2008, esa situación cambió y el flujo neto se hizo negativo, es decir, que Venezuela, a partir de entonces, comenzó a perder anualmente varias centenas de investigadores.

En cuanto al tema de género en la universidad o en ciencia y tecnología en Venezuela, es pertinente mencionar que ya ha sido objeto de un detallado análisis realizado por Caputo, Vargas y Requena [5, 6], por lo que es suficiente recordar que,

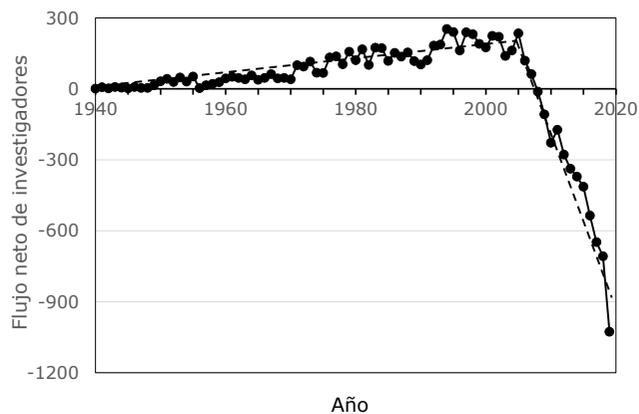


Figura 5. Serie histórica del flujo neto de investigadores en el sistema de ciencia, tecnología e innovación de Venezuela.

si bien la participación del género femenino en la educación superior en Venezuela se inició en la primera mitad del siglo XX, durante la segunda mitad de ese siglo la brecha que había existido se desvaneció. De hecho, en los últimos años y en muchas carreras universitarias se observa una marcada mayoría femenina. Ese patrón se ha trasladado también al sector CTI y en la actualidad el género femenino muestra predominancia en muchos parámetros sistémicos de la comunidad científica nacional.

3.4 Productividad

La **Figura 6** muestra la serie histórica del número de investigadores en Venezuela computada para dos modalidades relacionadas con la capacidad profesional; aquellos que tienen en su haber dos o más publicaciones —los publicadores— o quienes tienen más de dos publicaciones, considerados investigadores Activos en el análisis demográfico. Desde 1960 al presente, los primeros suman 16.155, mientras que los Activos suman 11.550.

De la misma figura puede inferir que, entre los años 2016 y 2020, el país cuenta con unos 6.123 publicadores. La formación académica de estos se muestran en la **Tabla 2**.

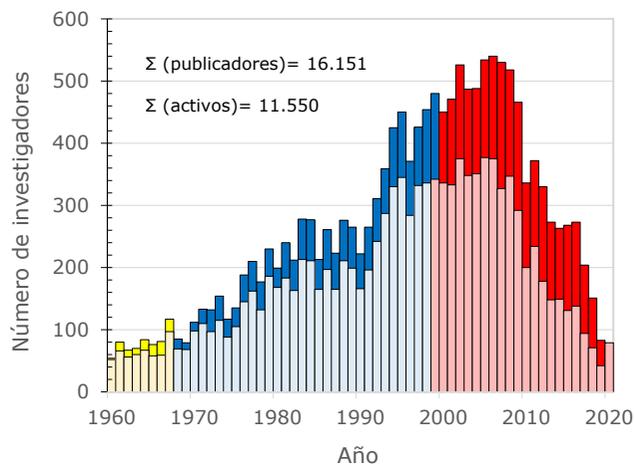


Figura 6. Serie histórica del número de investigadores con más de una publicación en haber (barras completas) y, dentro de ese universo, los que tienen en su haber más de dos publicaciones (investigadores activos, área sombreada). Se muestran las distintas épocas históricas.

Allí puede observarse que los graduados de las facultades de ciencias constituyen el mayor grupo de publicadores, con un 41 %, porcentaje que dobla el de los graduados en alguna de las profesiones que configuran las ciencias de la salud. Los ingenieros y tecnólogos, así como los dedicados a las ciencias del agro, siguen en niveles muy comparables. Si se mira no ya el dominio de la carrera universitaria, los biólogos son mayoría entre los graduados en ciencias, mientras que los médicos y los bioanalistas tienen mayor presencia entre los que investigan en problemas de salud.

Tabla 2. Formación inicial de los publicadores venezolanos

Dominio	Carrera	% dominio	% carrera
Agrociencias	Agronomía	70	14
	Veterinaria	30	
Ciencias	Biología	47	41
	Química	28	
	Física	13	
	Matemática	9	
	Computación	3	
Economía			
Humanidades			
Ingeniería	Quím. & Ind.	28	15
	Mec. & Mat.	19	
	Geociencias	18	
	Elec. & Elect.	17	
	Civil	9	
	Sist. & Inform.	8	
Salud	Medicina	57	22
	Bioanálisis	25	
	Odontología	4	
	Otras	14	

La **Figura 6** revela, por otra parte, que, hasta finales del siglo XX y con promedio de un 81 % de los trabajos publicados intervenía un investigador activo, mientras que en los últimos años –durante el siglo XXI, o período del Ocaso- la presencia de ellos como grupo o categoría ha disminuido; solo intervienen en el 62 % de lo publicado. En otras palabras, el número de publicaciones producidas por profesionales que no llegan a originar sino dos publicaciones de por vida ha aumentado en un 19 %, hecho que probablemente sea debido a frustración de los potenciales investigadores activos quienes, después de intentar honrar su vocación, claudican ante las dificultades que encuentran en el país.

En la **Figura 7** se analiza el curso del número de publicaciones venezolanas entre el año 1960 y el año 2020 para un par de condiciones: el asiento geográfico de la revista nacional en contraste con la extranjera y la visibilidad del medio de difusión del nuevo conocimiento, para lo que se toma como parámetro la indexación de la revista en la *Web of Science* del Institute for Scientific Information. En la figura y para el caso de indexación se pueden observar dos incrementos

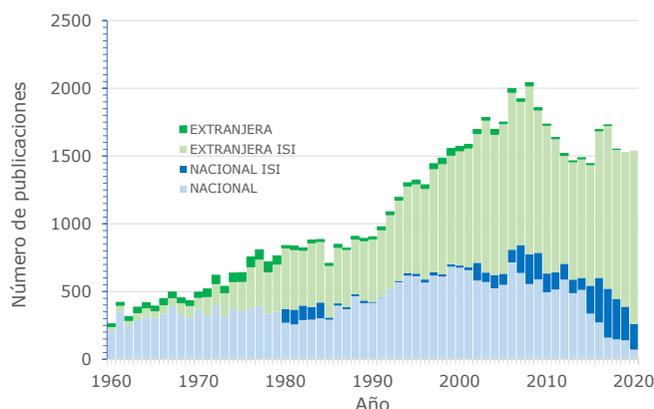


Figura 7. Serie histórica del número de artículos producidos por un científico o institución académica de Venezuela, bien sea en revistas nacionales (barras inferiores de color azul) o en revistas extranjeras (barras superiores de color verde). Las zonas sólidas muestran la fracción correspondiente a los artículos en revistas registradas en la base de datos del WoS/ISI, mientras que las no indexadas se muestran como zonas punteadas.

transitorios en la producción científica que corresponden a la inclusión en el índice WoS/ISI de algunas de las revistas editadas en Venezuela: la primera alza corresponde a los años 1981 hasta 1984 y refleja la presencia temporal de *Acta Científica Venezolana* o de la *Revista Técnica del INTEVEP*, las cuales, después de ingresar, a los pocos años fueron removidas por haber dejado de cumplir con los requisitos de permanencia del índice. La segunda alza, de más reciente fecha, corresponde a la inclusión en el índice WoS/ISI de algunas publicaciones periódicas de las grandes universidades públicas venezolanas, como la del Zulia o la de Los Andes, un interesante intento de hacer más visible el capital intelectual que ellas producen. En cualquier caso, hay que resaltar que, antes del año 2008, el investigador venezolano prefería publicar, con una frecuencia de 2 a 1, en revistas indexadas, situación que recientemente se ha visto modificada, siendo ahora de 10 a 1. Ello posiblemente debido a las dificultades editoriales, cuando no a la desaparición de muchos de los medios nacionales de difusión de resultados de investigación.

La productividad científica se puede evaluar relacionando el número de artículos publicados con el número de profesionales asociados a esos trabajos. La data para Venezuela se muestra en la **Figura 8** y se observa que la productividad nacional ha venido en franco deterioro desde el inicio del estudio. No obstante, en los últimos años se observa una aparente recuperación, asunto que a la luz de todos los otros estudios sobre el sistema pudiera ser interpretado en términos de una selección de los mejores del sistema: los pocos que publican son muy productivos.

En referencia a patrones de colaboración, un estudio de las coautorías revela que no existe un patrón dado dentro de la comunidad venezolana, sino que el observado es muy dinámico en el tiempo. A principios del siglo XX, en la aurora de la investigación en el país, la mayoría (90 %) de las publicaciones registradas tenían un solo autor, mientras que el 10 % restante tenían dos autores. De hecho, publicaciones con 2 o más autores son virtualmente inexistentes en Venezuela antes de la segunda mitad del siglo XX. En contraste, en el siglo XXI lo usual es que una publicación desde Venezuela tenga entre 3 y 5 autores (44 %

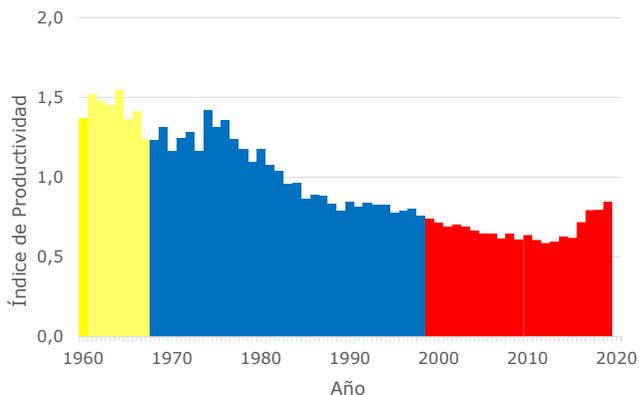


Figura 8. Serie histórica del índice de productividad bibliométrica de los investigadores venezolanos entre 1960 y 2020, calculado anualmente como la relación entre el número de publicaciones producidas y el número de investigadores que las produjeron.

de ellas con una media de 4.25 coautores), mientras que apenas un 16 % de las publicaciones tienen un solo autor. Este cambio de modo de llevar a cabo la investigación está más asociado con la transversalidad y complejidad de la ciencia actual que con cualquiera otra explicación. La **Figura 9** muestra los niveles de participación del número de coautores para las cuatro épocas en que ha sido segmentado el periodo histórico bajo estudio y permite visualizar la dinámica del cambio en el patrón de cooperación entre los extremos temporales reseñados antes y su transición a través de las etapas intermedias de modernización e institucionalización.

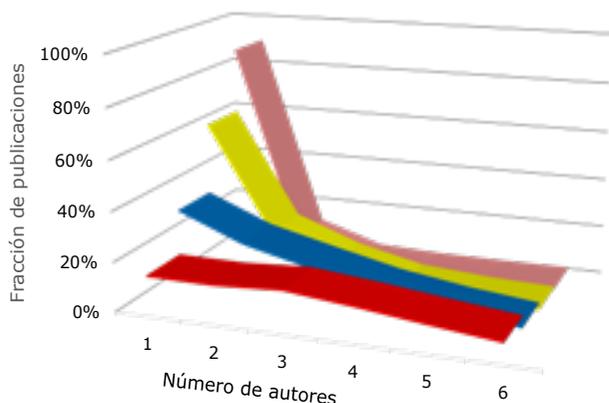


Figura 9. Patrón de coautoría de las publicaciones venezolanas. Los periodos históricos son: Aurora (antes de 1945, color rosado), Modernización (1946-1967, amarillo), Institucionalización (1968-1999, azul) y Ocaso (2000-2020, rojo).

3.5 Desempeño tecnológico

Como parámetro descriptivo del nivel tecnológico e innovación de una comunidad se recurrió a las patentes otorgadas por la Oficina Federal de Patentes del Gobierno de los Estados Unidos de Norte América (USPTO), visto que, desde principios de este siglo, la oficina oficial de patentes venezolanas no las otorga siguiendo la política oficial de desconocimiento de la protección del conocimiento, por considerar que tal protección es contraria al credo socialista. Se encontró, entonces, que la primera patente registrada en EE.UU. por un venezolano, de la

que tenemos noticia, fue una del ingeniero eléctrico Melchor Eduardo Centeno Vallenilla (1905-1986), en el año 1926 (N 1637293), titulada “Photo Electric Cells”. De acuerdo con la USPTO, desde ese año hasta finales del año 2020, le fueron otorgadas a los inventores venezolanos unas 981 patentes, de las cuales un 56 % corresponde a innovaciones realizadas en empresas del sector privado de la economía, mientras que el 44 % restante corresponde a desarrollos tecnológicos llevados a cabo en empresas del sector público nacional. Dentro del sector público sobresalen las patentes otorgadas a Petróleos de Venezuela (PDVSA) y a su filial de investigación (Intevep), las cuales representan el 79 % del total sectorial, pero solo un 35 % del gran total nacional. En los años ochenta del siglo XX, Intevep desarrolló la Orimulsión®, uno de los grandes logros del país, tanto tecnológico como comercial, por lo que este centro de investigación se ha tomado como modelo y ejemplo del desempeño local en lo tecnológico.

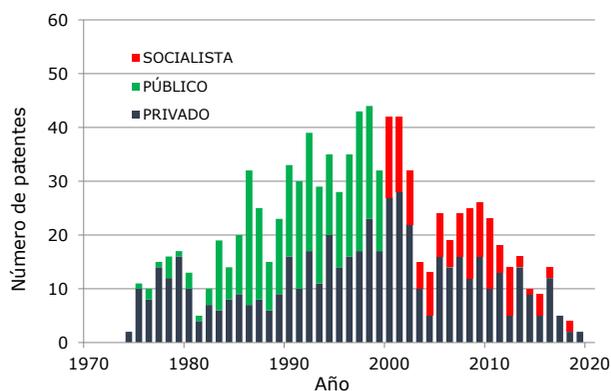


Figura 10. Serie histórica del número de patentes otorgadas a venezolanos como función del año de presentación. Las barras azules corresponden al sector privado y las barras verdes, al sector público. Barras rojas, al régimen socialista.

La **Figura 10** revela dos grandes fases en la producción de patentes entre nosotros: una fase inicial que va hasta 1999, en la que la producción de tecnología local va en continuo ascenso, y una segunda en la que se desploma hasta casi desaparecer. Cada barra representa el número total de patentes otorgadas al momento de presentación de la solicitud, en vez de al del otorgamiento, debido a que esa es más cercana a la conclusión del proyecto y a que, en general, el otorgamiento toma unos 2 a 3 años más, razón por la cual quedaría desvirtuada la naturaleza temporal de la serie histórica. La data también ha sido segmentada de acuerdo con la naturaleza económica del productor: privado (azul) y público (verde o rojo). Durante la primera fase, o de inicios del desarrollo tecnológico en Venezuela, que llegaría hasta el año 1999, se observa que el sector privado mantuvo un nivel significativo de participación -unas 12 patentes anuales, casi a la par del sector público que producía unas 11 patentes anuales-. En una segunda etapa, o de ocaso, que abarcaría hasta el siglo XXI, se observa que, bajo la égida socialista, la producción de tecnologías en Venezuela poco a poco ha ido desapareciendo para ambos sectores de la economía nacional; con toda seguridad, en el caso del sector público, como consecuencia del desvanecimiento del Intevep y del colapso de la industria petrolera venezolana, mientras que, en el caso del sector privado, reflejo de su virtual desaparición.

Conviene señalar que al analizar la **Figura 1** se concluyó que es el sector público venezolano el principal financista de la actividad científica en el país, pero el análisis de la **Figura 10** condiciona esa conclusión, visto que buena parte del desarrollo tecnológico venezolano ha sido financiado por el sector privado nacional, reducido ahora a una mínima expresión.

3.6 Fuga de talento

En las últimas décadas, Venezuela ha experimentado una pérdida de talento muy significativa, cuya magnitud fue inicialmente revelada por Requena y Caputo en el año 2016 [7]. Ellos estudiaron en profundidad ese fenómeno logrando cuantificarla a nivel de individuo. Si bien hasta ese momento la anomalía se estaba dando con mucha intensidad, muy pocos habían puesto su foco sobre ello [12, 13, 14], probablemente asumiendo que se trataba de otro caso de la clásica fuga de cerebros, mínima en magnitud, restringida a talentos privilegiados y orientada a la búsqueda de mejores condiciones profesionales. El tiempo y los hechos han mostrado que ese no ha sido el caso.

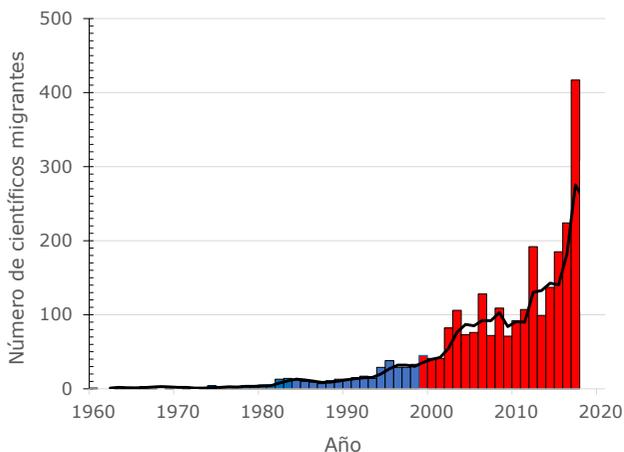


Figura 11. Serie histórica del número absoluto de investigadores que se han ido del país desde el año 1960 hasta el año 2020.

Por la magnitud y la trascendencia del asunto, conviene que sea actualizado. La **Figura 11** muestra la serie histórica del número de investigadores que han emigrado de Venezuela desde el año 1960 hasta el presente, revelando la dinámica temporal del fenómeno. En total, hasta el año 2020, se contabilizaron 2.869 investigadores que dejaron el país estando ellos en plena etapa productiva de sus carreras. Los talentos fugados fueron identificados a través de varias modalidades (que pueden ser redundantes entre ellas), como información explícita en la publicación o cruce de información entre la base de publicaciones, la base de autores venezolanos y el Registro Electoral Permanente Venezolano (REP del 2016).

Durante los primeros veinte años del estudio, el número de investigadores venezolanos que se habían marchado fuera del país era muy reducido; se han contabilizado 34 casos. En los veinte años siguientes, la tasa de abandono aumentó, llegando a ser del orden de 18 investigadores por año. Pero, a partir del año 2000 se nota un dramático aumento en el número de emigrados, pues se hace evidente que en esos últimos veinte

años y bajo el “Socialismo del Siglo XXI”, 2.467 investigadores han dejado el país y marchado allende a continuar haciendo lo que hacían en Venezuela.

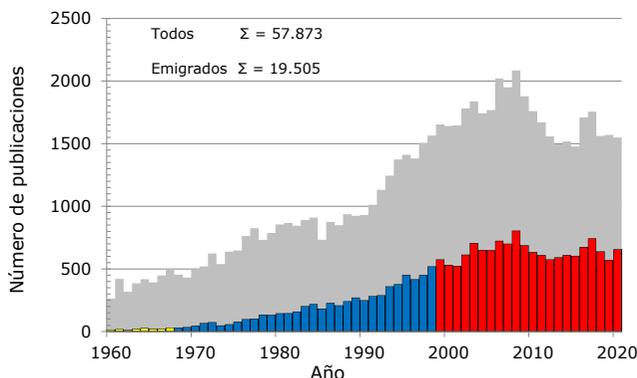


Figura 12. Serie histórica del número de publicaciones hechas desde Venezuela para el período 1960 al 2020. Para todos los investigadores, barras grises, mientras que la contribución de los investigadores emigrados la representan las barras coloreadas.

La **Figura 12** muestra la serie histórica de producción de artículos científicos para todos los científicos del país (barras grises) y lo producido por los migrados (barras coloreadas). Se debe hacer notar que al estudiar la productividad de los migrados se adopta como premisa lo de trayectoria de vida, un principio que no toma en cuenta la ubicación geográfica académica. Y es que el investigador que emigra no solo se traslada físicamente a otra localidad geográfica, sino que, al hacerlo, se lleva consigo sus conocimientos, experiencias, proyectos y sueños, los cuales pasan a ser el sustrato de sus publicaciones en su nuevo destino. Siendo esto así, se considera válido para los migrados que sus publicaciones tengan dos filiaciones académicas: local y nuevo destino. Hecha la aclaratoria, se observa en la figura que, entre los años 1960 y 2020, los investigadores venezolanos que han migrado a otras latitudes fueron responsables de la producción de 19.505 publicaciones, equivalentes al 34 % de las hechas desde el país, y que en su totalidad montan a 57.873 artículos publicados. En ese mismo periodo, los 2.869 investigadores migrados constituyen el 18 % del total de la comunidad nacional, conformada ella por 16.151 publicadores.

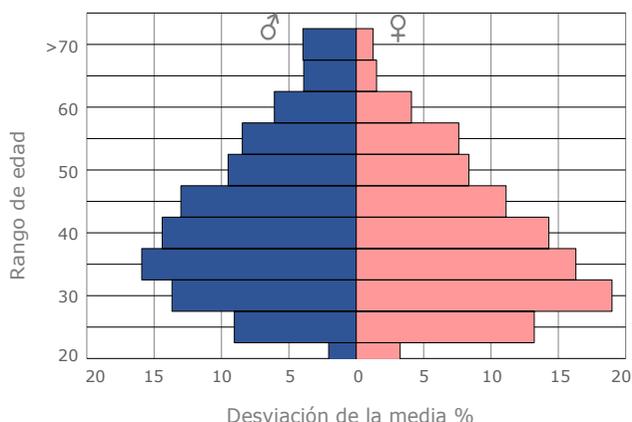


Figura 13. Pirámide demográfica de las cohortes de investigadores venezolanos migrantes discriminadas por género. Parte izquierda, género masculino. Parte derecha, género femenino.

De los 2.869 investigadores venezolanos que han emigrado, 1.597 son del género masculino (56 %) y 1.272 del femenino (44 %); ellos con edad promedio de 45 años y ellas con 43 años. El grupo de investigadores masculinos tiene un promedio de 12 publicaciones por vida y un tiempo promedio de trabajo investigativo en una institución venezolana de 13 años, mientras que las mujeres tienen un promedio de 7 publicaciones por vida con un promedio de 9 años de trabajo local.

El análisis de la pirámide demográfica de los investigadores venezolanos emigrados, mostrado en la **Figura 13**, indica que las generaciones de mayor edad están siendo reemplazadas por las generaciones más jóvenes. El hecho de que las dos pirámides de género no sean simétricas revela, en primer lugar, que las mujeres emigran más jóvenes que los hombres, adelantándose a ellos en unos diez años. En segundo lugar, a pesar de que en números absolutos los hombres han emigrado mucho más que las mujeres, en el grupo etario de 30 a 40 años se da lo contrario: las mujeres son más numerosas que los hombres: 56 % frente a un 44 %.

Tabla 3. Comparación de la constitución de las comunidades de investigadores ordenadas y segmentadas por dominio del conocimiento.

<i>Dominio del conocimiento</i>	<i>Todos %</i>	<i>Migrados %</i>	<i>Dominio del conocimiento</i>
Medicina	34	20	Medicina
Biología	17	18	Tecnología, Ing. & Energía
Agronomía & Geociencia	13	16	Biología
Tecnología, Ing. & Energía	11	14	Física & Matemática
Física & Matemática	10	11	Agronomía & Geociencia
Humanidades & Sociología	8	10	Humanidades & Sociología
Química	7	10	Química

La **Tabla 3** muestra la distribución por área de dominio del conocimiento de toda la comunidad de investigadores venezolanos, así como del subconjunto conformado por los que migraron al exterior. Si bien ambas distribuciones a simple vista parecieran ser similares, ellas no lo son; de hecho, muestran diferencias muy significativas. En el caso de toda la comunidad en Venezuela, los diversos dominios del conocimiento muestran gran dispersión: desde un 34 % para los médicos hasta un 7 % para los químicos; mientras que, en el caso de migrados, las diversas disciplinas investigativas no muestran tanta dispersión: desde un 20 % para los médicos hasta un 10 % para los químicos. La otra característica que los diferencia en el orden de los diversos dominios del conocimiento es que, si bien son los médicos los que tienen mayor representación en ambas comunidades, en el caso de los migrantes el segundo lugar lo ocupan los ingenieros y tecnólogos en energía y petróleo y no los biólogos, como se ve en la gran comunidad.

Así mismo, los investigadores en ciencias del agro emigran menos que los de ciencias básicas.

En términos generales se puede afirmar que las áreas del conocimiento más afectadas por la pérdida de talento son medicina y biología, mientras que las menos afectadas son ciencias sociales y química. Las consideraciones anteriores, por tratarse de porcentajes, implican que, para algunas áreas temáticas como biomedicina, por ser una de las más pobladas en la comunidad, el fenómeno de pérdida de talento tiene que ser categorizado como masivo. En otras áreas, menos concurridas numéricamente, como petróleo o energía, pudiera darse la impresión de que la pérdida de talento no es masiva, en atención a la cuantía numérica absoluta; sin embargo, la realidad es que debe ser estimada como catastrófica si se toma en cuenta su impacto sobre el devenir del país, como de hecho ha quedado evidenciado en el caso de la gasolina, la electricidad o el agua. En efecto, es justo hacer notar que, aunque el conjunto de investigadores venezolanos migrantes constituye una muy pequeña parte (<1 %) del éxodo de población del país, su impacto en el país ha sido considerable, dada su relevancia dentro del contexto de la sociedad del conocimiento. Por ejemplo, como consecuencia directa de la pérdida de los expertos del Intevep, la producción de la industria petrolera ha caído a niveles sin precedentes -un décimo de su mejor registro-, mientras que, en el caso de energía, el sistema eléctrico nacional se ha vuelto disfuncional.

La **Tabla 4** recopila información acerca del lugar de formación de los investigadores que han emigrado y de aquel adonde han ido al emigrar. El nivel de preparación de quienes se han ido del país es muy alto, un 44 % de ellos tienen un doctorado, mientras que otro 21 % alcanzó el grado de maestría, y todos ellos tienen título universitario de tercer nivel. Del grupo de doctorados, un 37 % obtuvo el máximo grado académico en Venezuela.

Tabla 4. Países de formación de cuarto nivel y destino al emigrar

<i>País</i>	<i>Formación</i>		<i>Destino</i>	
	<i>Número</i>	<i>%</i>	<i>Número</i>	<i>%</i>
Europa	1017	36	841	29
Norte América	724	23	824	29
Venezuela	954	26		
América Latina	126	4	779	27
Otros	40	1	419	15

Sobre el país de destino de quienes dejaron su lugar de trabajo en Venezuela, el favorito ha sido los Estados Unidos, donde se ha radicado casi un 29 % de los migrantes, seguido por algún país del continente europeo, donde se ha refugiado otro 29 %, la mitad de estos últimos en España. Los países identificados como América se han llevado una considerable fracción del talento venezolano, un 27 %. En esta región sobresale Ecuador a través del Programa Prometeo, que ha capturado un tercio de todos los migrantes que han escogido América como destino. Sobre la coincidencia entre el país de formación y el

destino elegido para continuar su carrera académica al emigrar de Venezuela, se observa que en un 13 % de los casos existe coincidencia, lo que sugiere que no existe una correlación significativa entre el país de formación y el destino escogido por el investigador al decidir emigrar, aunque en donde más se observa esa coincidencia es en los Estados Unidos de Norte América.

Tabla 5. Origen institucional de los migrados

Institución	Publicadores	Emigrados	Relación %
PDVSA Empresas Públicas	538	220	41
Ministerio CyT & institutos	1.471	362	25
Educación Superior	10.490	1.918	18
USB	1.138	384	24
ULA	1.897	302	16
UCV	4.225	592	14
LUZ	2.377	248	10
otras	853	392	46
Sector Privado	162	38	23
Ambiente	104	24	23
Salud Medicina	1.861	128	7
Agronomía	810	30	4
Otros	715	141	20

La **Tabla 5** registra, para las principales instituciones que hacen investigación en el país, el impacto que ha tenido sobre ellas la pérdida de talento, representada por la fracción que corresponde a los emigrados sobre el total de su personal académico y de investigación en el período bajo estudio. La data muestra que, entre las instituciones más afectadas, la compañía estatal del petróleo (PDVSA y su filial de investigación Intevep) ocupa el primer lugar, por ser la que proporcionalmente perdió más de su talento que las otras: el 41 % de su planta de investigadores. La siguen, bajo la figura del Ministerio de Ciencia y Tecnología, los institutos de investigación dependientes del Estado, tales como el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), la Fundación Instituto de Estudios Avanzados (IDEA), Funvisis o la Fundación de Ingeniería, de los cuales emigró el 25 % de su personal científico. Del INIA, que representa el sistema de institutos oficiales de investigación agrícola, se observa la menor pérdida de personal, con solo el 4 %. El conjunto de las instituciones venezolanas de educación superior perdió el 18 % de su personal, pero con una inmensa dispersión: desde un 34 % para la Universidad Simón Bolívar de Caracas hasta algunas que no registran ninguna pérdida.

4. Discusión

Los logros alcanzados por Venezuela durante la segunda mitad del siglo XX han quedado en entredicho después

de 20 años de administración socialista. Ese descalabro es el resultado del azote de una corrupción desenfrenada y desmedida combinada con severa ineptitud administrativa. Todo ello justificado por la necesidad de una revolución cuya concepción ideológica y política era ajena al gentilicio, y por lo demás inapropiada. Sin excepción, todos los indicadores sectoriales en el año 2020 apuntan hacia menos, siendo en muchos casos comparables a los que el país exhibió en la década de los sesenta del siglo pasado. El sector ciencia y tecnología no ha escapado a esa tragedia nacional y está ahora deprimido y reducido a su mínima expresión, no importa si se analiza la inversión sectorial o la dimensión de la infraestructura, el número anual de patentes otorgadas, de publicaciones o de investigadores; todos los indicadores han colapsado [15, 16, 17, 18].

Muchas han sido las entradas del terrorífico catálogo de prácticas del chavismo en los dominios de lo académico y lo investigativo: serias amenazas en contra de instituciones de ciencia y sus científicos; macabras restricciones a las universidades autónomas, complementadas con la promoción de pseudo universidades sin ninguna capacidad académica; presentación de los logros de la investigación hecha en Venezuela como estrafalarios; descabellados planes sectoriales e inviábiles esquemas de financiamiento de la actividad [18]. A todo lo anterior hay que sumarle el despido irracional de tres cuartos de la fuerza profesional del Intevep en el año 2003 [19]. Todo ello configuró una tormenta perfecta que ha desembocado en el ocaso del sistema de investigación, tecnología e innovación venezolano.

¿Qué le ha pasado a la ciencia en Venezuela? La respuesta no es sencilla, pero arroja luces explorar lo conceptual. Con el socialismo del siglo XXI, la noción y la naturaleza del investigador como sujeto y actor del acto creativo fue trastocada al cuestionar el principio del Método Científico, abrazar concepciones posmodernistas salpicadas de marxismo tropicalizado y promover activamente el clientelismo político, glorificar la mediocridad y rechazar la excelencia desde la presidencia de la República.

Durante el siglo XX, la migración de investigadores venezolanos hacia otros países era un asunto ocasional o, en cualquier caso, extraño a nuestra idiosincrasia. En efecto, aunque por tradición se consideraba que una de las más conspicuas facetas del venezolano era el apego a su tierra, en los últimos años, el dejar el país se ha convertido en un anhelo para mucha de su gente, especialmente para los más jóvenes. El que talentos venezolanos tengan que abandonar sus puestos de investigación en laboratorios locales, después de haber estado allí por años, para poder continuar haciendo ese mismo trabajo, pero fuera del país, tiene que ser el resultado de políticas sociales y económicas desatinadas que han dinamitado los cimientos de la academia venezolana. Es obvio que, si más del 80 % de la investigación científica hecha en Venezuela es realizada en las grandes universidades autónomas, la fuga de sus profesores-investigadores tiene que afectarlas profundamente.

Hay quienes sostienen que, en un mundo globalizado, caracterizado por el apetito por el talento y alimentado por la movilidad, la fuga de cerebros puede que no sea un

problema sino algo positivo y beneficioso. De acuerdo con ello, la presencia de investigadores venezolanos emigrados a laboratorios del exterior, además de atestiguar la vitalidad del sistema científico nacional, abre las posibilidades de colaboraciones e intercambios. Este enfoque pudiera ser aceptable mientras que la emigración de talento sea discreta y no adquiera características masivas que pongan en riesgo la viabilidad de la sociedad del conocimiento local. Pero resulta que es este justamente el caso venezolano, porque la fuga de talento en el país es masiva [7, 8, 20].

En efecto, lo que la **Figura 3** revela es que, desde el año 2008 a la actualidad, el número de publicadores venezolanos viene descendiendo de manera alarmante, hasta registrarse para el año 2019 unos 1.855. De esa misma fuente de data se puede inferir que el número de investigadores científicos del país para los últimos cinco años es de 6.123, por lo que, si 2.869 de ellos se encuentran fuera del territorio nacional, hay que concluir que en el año 2020 apenas quedan 3.260 científicos haciendo investigación.

La revolución bolivariana ha terminado por arruinar al país, desatando una crisis humanitaria de proporciones inimaginables, que se evidencia por una dramática escasez de alimentos, insumos médicos, agua y hasta de energía (electricidad y gasolina). Esa crisis ha forzado a una buena fracción (~20 %) de la población de Venezuela a emigrar para escapar del yugo de un esquema político y económico que ha incapacitado al país. La migración masiva de venezolanos a otros países en busca de mejores condiciones de vida se debe, sin duda alguna, no solo a la carencia de bienes elementales, sino también a la inseguridad, la insalubridad y la ilegalidad, conjunto de males que ha llevado a la sociedad venezolana a ser inviable.

En efecto, es del conocimiento público que millones de venezolanos han abandonado el país. Un estudio sobre el tema, que destaca por su originalidad, es el de Miguel Ángel Santos, quien, para la segunda semana de noviembre de 2018, estimó el número de venezolanos emigrados en 3.186.216, de acuerdo con la categoría de Facebook “Expatriados de Venezuela” [21]. Similarmente, Ricardo Hausmann, de la universidad de Harvard, recurrió a datos del servicio de redes sociales, como Twitter, para estimar en 2.9 millones el tamaño de la emigración de personas de Venezuela para ese mismo año [22]. Muchos informes de agencias internacionales especializadas, ONG o estudios académicos apuntan a que millones de venezolanos han dejado Venezuela [23, 24, 25, 26]. A la fecha, ya se habla de algo más de 6 millones de fugados de un país que llegó a tener 30 millones de habitantes [27].

La pérdida masiva de talento y de población en general que vive Venezuela hoy en día no tiene parangón en la historia, salvo el caso de la academia, en la Alemania nazi, con la persecución del científico judío [28]. Para la población en general, se ha comparado el caso de los venezolanos con el de hoy en Siria o el de los migrantes a Europa desde el norte de África.

La crisis fiscal ocasionada por los descalabros reseñados ha conllevado que hoy en día las arcas públicas se encuentren vacías, lo que no permite la adquisición de suministros básicos

y necesarios, que ya no son producidos tampoco por un sector privado que ha sido diezmado. En su empeño de cambiar el rumbo del país, la revolución bolivariana retrotrajo a Venezuela a épocas pretéritas: todos los indicadores presentan al país como aquel de hace más de 60 años, pero sin las posibilidades de crecimiento que en ese momento estaban bien planteadas.

Referencias

- [1] Requena, Jaime. *Medio Siglo de Ciencia y Tecnología en Venezuela*. Ediciones FonCIED / PDVSA. Editorial ExLibris. Caracas, Venezuela (2003) pp. 338.
- [2] Requena, Jaime. A Propósito del Cambio Estructural del Sector Ciencia y Tecnología Nacional”. *Revista Venezolana de Ciencia Política*, (Universidad de los Andes) N° 24, 5-29 (2003).
- [3] Requena, Jaime. Estado de la ciencia y tecnología en Venezuela: 2018. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales LXXVIII* (1-4), 134-153 (2018). Disponible en: <https://boletines.acfiman.org/2021/06/19/estado-de-la-ciencia-y-tecnologia-en-venezuela-2017/>.
- [4] Moed, H.F. and Halevi, G. A bibliometric approach to tracking international scientific migration. *Scientometrics* **101** (3), 1987-2001 (2014).
- [5] Caputo, Carlo, Vargas, Domingo y Requena, Jaime. Desvanecimiento de la brecha de género en la universidad venezolana. *Interciencia* **41** (3), 154-161 (2016). Disponible en http://www.interciencia.org/v41_03/154.pdf.
- [6] Requena, Jaime; Vargas, Domingo; Caputo, Carlo. Género en la ciencia venezolana: Desvanecimiento de la brecha. *Interciencia* **41** (3), 162-170 (2016). Disponible en http://www.interciencia.org/v41_03/162.pdf
- [7] Requena, Jaime y Caputo, Carlo. Pérdida de talento en Venezuela: migración de sus investigadores. *Interciencia* **41** (7), 444-453 (2016). Disponible en http://www.interciencia.org/v41_07/444.pdf.
- [8] Requena, Jaime. Talent loss in Venezuela; migration of its researchers. En *Venezuela in Focus: Economic, Political and Social Issue*. (Chapter 4). (Ed.) Matthew S. Bisson. Nova Science Publishers. New York. USA. (2019) pp.105-137. ISBN: 978-1-53616-503-6. Disponible en <https://novapublishers.com/shop/venezuela-in-focus-economic-political-and-social-issues/>.
- [9] Requena, Jaime; Caputo, Carlo; Apitz, Rafael; Soyano, Andrés y Vargas, Domingo. La investigación venezolana en ciencias de la salud vista desde sus publicaciones. *Gaceta Médica de Caracas* **126** (3), 246-265 (2018). Disponible en http://190.169.30.98/ojs/index.php/rev_gmc/article/view/17258
- [10] UNESCO. <http://bibliotecauniversia.net/directorio.do>
- [11] ONCTI, (2014). Total anual de innovadores(as) e investigadores(as) registrados en Venezuela. Período 1990-2013. Disponible en <http://oncti.gob.ve/images/Publicaciones/indicadores/indicador20141.pdf>
- [12] Garbi, E. (Compilador) *La fuga de talento en Venezuela*. Serie Simposios IESA. Caracas, Venezuela (1991) pp.112.

- [13] De La Vega, Iván. *Mundos en movimiento. El caso de la movilidad y migración de los científicos y tecnólogos venezolanos*. Ediciones Fundación Polar. Caracas, Venezuela (2005) pp. 218 ISBN: 9803791133, 9789803791131.
- [14] De La Vega, Iván. Emigración intelectual en Venezuela: El caso de la ciencia y la tecnología. *Interciencia*, **28** (5), 259-267 (2003).
- [15] Requena, Jaime. Dynamics of the modern Venezuelan research community profile. *Scientometrics* **65** (1), 95-130 (2005). Disponible en <http://www.springerlink.com/content/x4186208329j72n2/>.
- [16] Requena, Jaime. Science Meltdown in Venezuela. *Interciencia* **35** (6), 437-444 (2010). Disponible en http://www.interciencia.org/v35_06/437.pdf.
- [17] Requena, Jaime. Decay of Technological Research and Development in Venezuela. *Interciencia*, **36** (5), 341-347 (2011). http://www.interciencia.org/v36_05/341.pdf.
- [18] Requena, Jaime; Caputo, Carlo y Scharifker, Benjamín. Un gobierno ajeno a sus obligaciones en Ciencia, Tecnología e Innovación. Capítulo del libro interacadémico *Sobre corrupción, ética y desarrollo en Venezuela*. Academias Nacionales de Venezuela, Caracas (2015) pp. 225-274. Disponible en http://acfiman.org/site/wp-content/uploads/2016/02/libro-_corrupcion-completo.pdf.
- [19] *Últimas Noticias*. (2003, 4 de febrero). Comunicado de Intevp, pp. 12-14.
- [20] Diez, Elieth, Freitas, Yajaira, García-Pérez, Mónica, Ordóñez, Luis, Pineda, José, Requena, Jaime y Romero, Sully. Venezuelan research community migration: impacts and public policy implications. *Informes BID*, Washington DC (2020). Disponible en <https://publications.iadb.org/en/venezuelan-research-community-migration-impacts-and-public-policy-implications>.
- [21] Santos, Miguel Angel. ¿Cuántos son y qué perfil tienen los venezolanos en el exilio? Una aproximación a través de Facebook? *PRODAVINCI* (2019). Disponible en <https://prodavinci.com/cuantos-son-y-que-perfil-tienen-los-venezolanos-en-el-exilio-una-aproximacion-a-traves-de-facebook/>.
- [22] Hausmann, Ricardo, Hinz, Julian y Yildirim, Muhammed A. Measuring Venezuelan Emigration with Twitter. *CID Faculty Working Paper* N° 342. Harvard University (2018). Disponible en https://growthlab.cid.harvard.edu/files/growthlab/files/ven_emigration_cidwp342.pdf.
- [23] Peralta, R.D., Lares Vollmer, C. y Kerdel Vegas, F. *Diáspora de talento migración y educación en Venezuela: análisis y propuestas*. Signs & Communications Editors. Valencia, Venezuela (2014) pp. 313. ISBN: 978-9801276760.
- [24] Páez, Tomás. *La Voz de la diáspora venezolana*. La Catarata Printers. Madrid (2015) pp. 384. ISBN: 978-8490970379.
- [25] Lafuente, Marianela y Genatios, Carlos. *De fuga de cerebros a red de talentos: La diáspora venezolana: análisis y propuestas*. Ediciones Citeci-Anih. Caracas, Venezuela (2021). Disponible en http://www.acading.org.ve/info/publicaciones/libros/pubdocs/De_fuga_de_cerebros_a_red_de_talentos_La_diaspora_venezolana_Lafuente_Genatios.pdf.
- [26] Martínez, Carlos. *Diáspora de talentos venezolanos: Características de una migración de alta calificación*. Ediciones Anih. Caracas, Venezuela (2021). Diponible en http://acading.org.ve/info/publicaciones/libros/pubdocs/Libro_Diaspora_de_talentos_venezolanos_Jose_Manuel_Martinez.pdf.
- [27] UNHRC. Global Portal of ACNUR on the situation of Venezuela (2019). Disponible en <https://reporting.unhcr.org/sites/default/files/UNHCR%20Venezuela%20situation%20fact%20sheet%20January%202021.pdf>.
- [28] Beyerchen, Alan D. *Scientists Under Hitler: Politics and the Physics Community in the Third Reich*. Yale University Press. (1977) pp 287. ISBN: 0300027583.