



Sociología de la Ciencia: La Investigación Química en Venezuela. Retrospectiva y perspectivas

*Ivan de la Vega, José Luis Paz, Jorge Mostany,
Domingo Vargas* y Jaime Requena***

Resumen

El propósito del presente estudio es examinar la creación, desarrollo, estado actual y las dinámicas de la investigación en el área de la química en Venezuela. Los objetivos son: 1) reseñar históricamente la actividad de la investigación química señalando los hitos en su proceso de consolidación en el país y establecer las dinámicas actuales. 2) Analizar desde el punto de vista de la bibliometría a los autores y publicaciones relacionadas a la química en las últimas dos décadas en el país. La metodología se divide en: 1) una revisión documental que incluye libros, capítulos de libro y artículos para estructurar la parte histórica y 2) el uso de una base de datos denominada Biblios que permite, mediante una serie de criterios elaborados por expertos en química, extraer los documentos del área de conocimiento examinada. Los resultados establecen escenarios negativos para el país en el corto y mediano plazo en un área que es estratégica para Venezuela.

Palabras clave: Sociología de la Ciencia, Química, Venezuela, Historia, bibliometría.

Recibido: 29-07-2010/ Aceptado: 10-09-2011

* Universidad Simón Bolívar (USB). Caracas, Venezuela. E-mail: imdelavega@gmail.com - jorge.mostany@gmail.com - josevillega@gmail.com

** Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas, Venezuela. E-mail: requena.j@gmail.com

The Sociology of Science: Research in Chemistry in Venezuela. Retrospective and Perspectives

Abstract

The purpose of this study is to review the beginnings, development, current state and dynamics of research in the field of chemistry in Venezuela. The objectives are: 1) to present historically the activity of research in chemistry, showing milestones in its consolidation process in the country, and to establish current dynamics. 2) To perform a bibliometric analysis of authors and publications related to chemistry during the last two decades in the country. The methodology is divided into: 1) a documentary review that includes books, book chapters and scientific papers used to structure the historical part and 2) use of a database named Biblios, which permits, through a series of criteria formulated by experts in chemistry, retrieving documents in the knowledge area under study. The results show negative scenarios in the short and medium terms in an area that is strategic for Venezuela.

Keywords: Chemistry, Venezuela, history, bibliometry.

Introducción

El primer nombre de gran importancia que surge cuando se habla de los albores de la química en Venezuela es el del Doctor José María Vargas, cuyas actividades científicas, fundamentalmente como médico, están íntimamente ligadas a la creación de la Universidad Republicana establecida por El Libertador, de la cual Vargas fue el primer Rector. El Dr. Vargas creó la Cátedra de Química el 4 de enero de 1834. Preparó el curso de química en un compendio de 300 lecciones que incluían la teoría y la práctica de la química de su tiempo, practicándose esta última en un famoso gabinete que después donaría a la Universidad (Bifano, 2003).

Otro personaje del siglo XIX que marcó un hito en la química de Venezuela fue Vicente Marcano (1848-1891), quién estudió en París en la Escuela Imperial Central de Artes y Manufacturas de París y obtuvo un título que podría corresponder al de Ingeniero Químico (Bifano, 2003a). Marcano fue un agudo e imaginativo investigador en química y un gran docente. Así lo demuestran sus numerosas publicaciones científicas en el *Comptes Rendus*, resumidas en el *Journal of the Chemical Society*, el *Berichte* y el *Chemische Central Blatt* y el libro "Elementos de Filosofía Química según la Teoría Atómica" editado en el año 1881. Todos sus trabajos fueron realizados en Venezuela en un laboratorio equipado con material que él mismo trajo de Francia, leídos y evaluados por sus maestros y colegas, en la Aca-

demia de Ciencias de París. Otro aspecto relevante de la actividad de Vicente Marcano que contribuyó a establecer las raíces de la química en Venezuela, fue la creación de la Sociedad de Química de Caracas -precursora de la actual Sociedad Venezolana de Química (SVQ)- en 1877 (Bifano, 2003b).

En 1940 se promulgó una nueva Ley de Educación Nacional que contemplaba, por primera vez, las Escuelas de Química como una de las ramas de la Educación Superior. En ese momento la recién creada Sociedad Venezolana de Química sometió a la consideración del Ministerio de Educación el Proyecto de Organización y Programas de Estudio de la Escuela de Química dentro de las pautas de la Ley. Estos estudios tenían una duración de 4 años y contemplaban asignaturas como Matemáticas, Física, Química General, Química Orgánica, Química Analítica, Bromatología, Bioquímica, Mineralogía y Geología, Fisicoquímica, Aplicación de la Química a las Industrias y a la Agricultura, Inglés y Alemán. Además de esto la propuesta contiene una interesante exposición acerca de la función social que debe llenar una Escuela de Química en el país y la necesidad urgente de formar químicos para atender a las necesidades del gobierno, de la industria del petróleo y de otras actividades industriales (Bifano, 2003).

Como consecuencia de los esfuerzos de la SVQ, entre otros, en 1946 se creó la primera Escuela de Farmacia y Química de la Facultad de Farmacia de la Universidad Central de Venezuela (UCV). La Escuela de Farmacia y Química continuó funcionando paralelamente a otra Escuela de Química que se fundó en los años cincuenta, por iniciativa de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales pero dentro de la Facultad de Ingeniería de la UCV, llamada entonces Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Las cosas continuaron así hasta que en la Universidad Central de Venezuela se creó la primera Facultad de Ciencias el 13 de marzo de 1958 la cual reunió las Escuelas de Química tanto de la Facultad de Farmacia como la de la Facultad Ingeniería, junto a las Escuelas de Biología, la de Física y la de Matemáticas que estaban adscritas a la Facultad de Ingeniería (Lindorf, 2008).

En el año 1970, el CONICIT creó un grupo de trabajo que se dedicó a estudiar la situación de la industria petrolera nacional. Su contribución más significativa, fue sin duda, el "Diagnóstico sobre Transferencia Tecnológica de la Industria Petrolera Venezolana" el cual fue presentado a la Presidencia de la República en abril de 1975. En él se demuestra que el país no podría continuar afrontando, por mucho tiempo, los pagos al extranjero por concepto de los contratos de asistencia técnica (o CATs). En agosto del año 1975 se decretó la nacionalización de la industria petrolera y el 1 de enero de 1976, esto se hizo realidad. El Centro de Investigaciones y Desarrollo de la Industria Petrolera de Venezuela (o Intevep) fue creado en 1976 a partir de un núcleo de químicos provenientes del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), con el propósito de fortalecer la capacidad tecnológica de la recién nacionalizada

industria venezolana de los hidrocarburos, a través de investigación aplicada y desarrollo; servicios técnicos especializados, ingeniería conceptual y básica, información y asesoría (Brossard, 1994). La infraestructura del Intevep para inicios del Siglo XXI comprendía un conjunto de laboratorios (16.000 m²) dotados de instrumentación de avanzada, un complejo de 27 plantas piloto con 11 unidades de servicio para simulación de procesos. La fuerza laboral de Intevep estuvo integrada por 1.580 empleados distribuidos como 334 empleados son para el soporte administrativo mientras que 985 profesionales están calificados en disciplinas estratégicas para la gestión tecnológica; 164 poseen el grado de doctorado, 241 alcanzaron el de maestría y 577 están calificados en el ámbito de Ingeniería y otras licenciaturas.

Actualmente en Venezuela se estudia química a nivel de pregrado en la Universidad Central de Venezuela (UCV) en Caracas, en la Universidad Simón Bolívar (USB) en Caracas, en la Universidad de Los Andes (ULA) en Mérida, en la Universidad del Zulia (LUZ) en Maracaibo, en la Universidad Oriente (UDO) en Cumaná y en la Universidad de Carabobo (UC) en Valencia. A nivel de postgrado, Maestría y Doctorado, en la UCV, la USB, la ULA, la LUZ y en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), organismo que por Decreto Especial obtuvo en los años setenta del siglo pasado la autorización de impartir enseñanza de postgrado y de conferir títulos académicos.

Se estima que la industria química ocupa unos 2.500 profesionales del área, casi todos ellos graduados de las escuelas de química de las diversas facultades de ciencias nacionales. Por su parte, la Asociación Venezolana de la Industria Química y Petroquímica (ASOQUIM) agrupa empresas cuyos intereses giran en torno a estas industrias. Como ente gremial ASOQUIM representa a nivel nacional e internacional a sus miembros, que consisten en 158 Empresas afiliadas.

Metodología

La presencia de autores que trabajan desde alguna institución venezolana en publicaciones indizadas en la base de datos conocida como Web of Science (WoS) del Institute of Scientific Information (ISI), permitió la elaboración de una extensa base de datos especializada contentiva de las publicaciones producidas desde Venezuela y listadas en ese repositorio de información, y que abarca desde el año 1981 hasta el 2008. Esa base fue diseñada para el análisis de indicadores de tipo bibliométricos y para ser administrada por un programa de computación denominado BIBLIOS. Este es un programa de computación de código abierto, focalizado sobre los autores de las publicaciones, cuya concepción y concreción fue obra de un equipo de investigadores de la Fundación Universidad Metropolitana, institución que ejerce la propiedad intelectual del programa. Biblios fue escrito para Microsoft FOX versión 9 y su Visual Basic y corre en máquinas con sistemas operativos WINDOWS de Microsoft.

BIBLIOS es en realidad un sistema de programas cuando se toman en cuenta sus programas accesorios. Aisladamente es un programa con capacidad de edición, análisis y graficación simple en base a sentencias de lenguaje SQL capaz de producir resultados relativos a la productividad nacional, institucional o personal, indizables y filtrables en base a revista, año de publicación, filiación académica del autor, clasificación por disciplinas científicas (según el nomenclador de la UNESCO) o el Factor de Impacto (Journal Impact Factor o JIF¹ del WoS). Junto al Programa Biblios se encuentran un programa accesorio para la manipulación, reparación y auditoría de bases tipo BIB, otros programas para el manejo de la base de autores, para la base de filiaciones académicas, códigos UNESCO, para los códigos y nombre de los países y finalmente otra para la base de Revistas con sus factores de Impacto.

Para traducir los datos crudos ofrecidos por el WoS, existe una utilidad denominada ISI2BIB que permite construir una base tipo BIB a partir de un formato de texto simple tipo ISI (FN ISI Export Format Version 1.0 del ISI desde su WoS). Finalmente, otro programa accesorio denominado BIB2NET permite transformar una base tipo BIB en un juego de archivos tipo PJK, NET, CLU y VEV, propios del sistema de análisis de redes denominado PAJEK. Pajek es un software para el análisis y visualización de redes sociales, desarrollado en la universidad de Ljubljana, Slovenia, por Vladimir Batagelj y Andrej Mrvar. Es un software libre para uso no comercial que corre en Windows (32 bit) y que puede descargarse del sitio: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>.

En la base de autores se encuentran plenamente identificados casi todos los publicadores venezolanos con una o más entradas y registrados en la base de publicaciones. Esta base de autores ha sido construida fundamentalmente a partir de datos curriculares y de identificación obtenibles libremente en el internet. Datos personales como fecha de nacimiento pueden ser extraídos del Censo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT)² del año 1983, de datos curriculares de los integrantes del Sistema de Promoción del Investigador (PPI) que están disponibles en la red o del Registro

- 1 El factor de impacto se calcula generalmente con base en un período de 2 años. Por ejemplo, el Factor de Impacto en el año 2003 para una determinada publicación puede calcularse como sigue: A = Número de veces en que los artículos publicados en el período 2001-2002 han sido citados por las publicaciones a las que se les da seguimiento a lo largo del año 2003. B = Número de artículos publicados en el período 2001-2002. Factor de impacto 2003 = A/B. En la base de datos el JIF se encuentra centrado sobre el año 2003.
- 2 Hoy en día el CONICIT se denomina Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT).

Electoral Permanente del Estado venezolano. En muchos casos, fueron recabados mediante solicitud privada a título individual o tomada de los sistemas de información de personal de las diversas universidades públicas o privadas o centros de investigación nacionales y disponibles en la red. La base de autores es dinámica y es alimentada continuamente con cada actualización de los registros provenientes del ISI WoS o los del PPI. En la base de autores se le trata de asignar a cada autor y como identificador personalizado y único, al menos dos apellidos y dos nombres por el que se le conoce en Venezuela. A cada autor se le asigna sus diversas posibles filiaciones académicas tomándose la última en el tiempo como la principal. Actualmente la Base de Autores tiene 36.632 entradas validas de las cuales 11.054 corresponden al sistema PPI (con datos completos para casi todos ellos, faltando sólo registrar correctamente a 195 autores que hasta el momento no se han podido identificar) y 2.493 autores correspondientes al Censo de 1983, otros 8.910 autores venezolanos parcialmente caracterizados y, finalmente, 13.980 autores extranjeros con poca información personal aunque plenamente identificados por su filiación académica.

La base de datos tipo BIB utilizada en el presente estudio registra todas las publicaciones indizadas en el ISI WoS entre los años 1981-2007 y donde al menos aparece una vez en la dirección de alguno de los autores la palabra "Venezuela". La base no contiene entradas para resúmenes a congresos o artículos no sujetos a arbitraje por pares externos. La recopilación de datos para esta base la inicio el doctor Manuel Bemporad quien se la transfirió a uno de los autores en el año 2000 y quien la transformó de formato y estableció los formatos de depuración. En términos prácticos la base BIB probablemente represente tres cuartos de las publicaciones que un autor registre como suyas en los años que esta cubre.

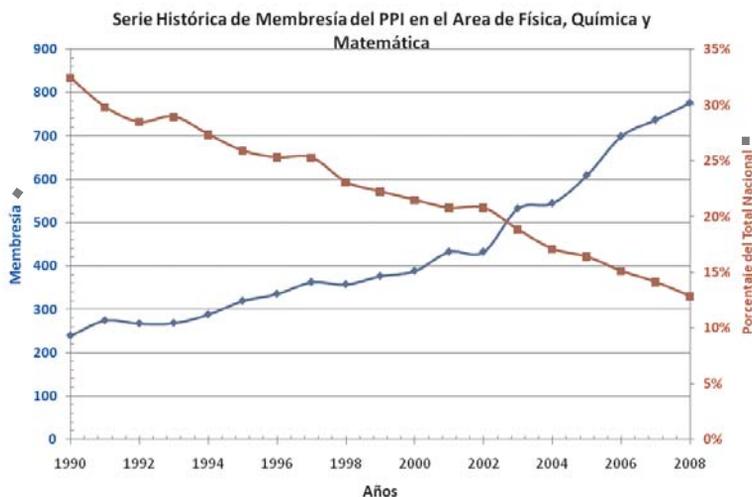
Una nota de advertencia debe hacerse acerca de los datos derivados inicialmente del WoS. Existen un gran número de entradas erróneamente asignadas al país Venezuela por lo que los registros de publicaciones provenientes del WoS deben ser cuidadosamente revisados para evitarlos. Por ejemplo, muchas o casi todas las entradas correspondientes a trabajos realizados en la ciudad de Mérida en Yucatán (México) en el área de biotecnología o España (especialmente del área de psiquiatría) son automáticamente asignadas a la ciudad de Mérida en los Andes venezolanos. Igualmente ocurre con trabajos de ciencias sociales o de matemáticas realizados en institutos de investigación localizados en calles con el nombre de Venezuela en su dirección en países como Perú y Brasil. En general se puede decir que hasta un 10% de los registros iniciales recuperados del WoS pueden contener errores de asignación a Venezuela. Por ello se hizo necesario revisar sistemática y cuidadosamente las entradas. La otra fuente de error en las fichas crudas del WoS es la adecuada identificación de los autores y la asignación de su filiación académica.

Resultados

La base de publicaciones venezolanas indizadas en el WoS desde el año 1981 al año 2007 fue filtrada para seleccionar las publicaciones propias del área de Química utilizando el siguiente algoritmo en SQL desde el programa BIBLIOS. El filtro selecciona las revistas propias del área así como los artículos referidos a los códigos UNESCO propios de la química, desechando otros no considerados apropiados como los de Bioquímica médica.

El total de publicaciones de Venezuela extraídas del WoS/ISI para el período 1981-2007 fue de 71.918 (entradas), de las cuales 18.073 fueron el total de trabajos con 25.532 autores distintos. Eso representa un promedio de 2,8 autores venezolanos por publicación. El total de publicaciones de la química extraídas fue de 13.860 entradas que abarcan un total de 6.126 autores que produjeron 2.999 trabajos científicos distintos, lo cual representa un promedio de 4,62 autores venezolanos por trabajo.

Gráfico 1.



En el Gráfico 1 se aprecia como ha sido en el tiempo la incorporación progresiva de investigadores en las áreas de Física, Química y Matemática en el Programa de Promoción del Investigador (PPI) de Venezuela, representado en ese gráfico por los datos correspondiente a la membresía en la Comisión correspondiente, desde su creación en el año 1990 hasta el presente. La línea que refleja el número absoluto de investigadores muestra un crecimiento sostenido que va de 240 investigadores adscritos en el año 1990 a cerca de 800 in-

investigadores registrados en el año 2008. En esos datos se observa el ligero incremento en el año 2002/2003 atribuido al cambio en los estatutos del PPI y que resultó en una flexibilización de los criterios de evaluación que fueron suavizados para admitir como validas otro tipo de publicaciones distintas a las indizadas en el WoS.

Lo que a primera vista luce como un progreso en el tiempo en realidad no lo es como se desprende de un análisis de la membresía en términos relativos mediante su expresión en términos porcentuales referidos, cada año, al total general que se asume como 100%. Es así que la línea correspondiente a la serie histórica del porcentaje de membresía de físicos, químicos y matemáticos muestra que ha habido un decrecimiento de esas áreas. De hecho, mientras que para el año 1990 las áreas de mayor participación dentro del PPI eran precisamente Física, Química y Matemáticas junto a las de Ciencias Biológicas y Medicina que representaban el 32% del total nacional, 18 años después la Comisión de Física, Química y Matemática apenas alcanzaba a algo menos que el 15% del total, teniendo la Comisión de Ciencias Sociales un predominio con un tercio del total de la membresía del programa.

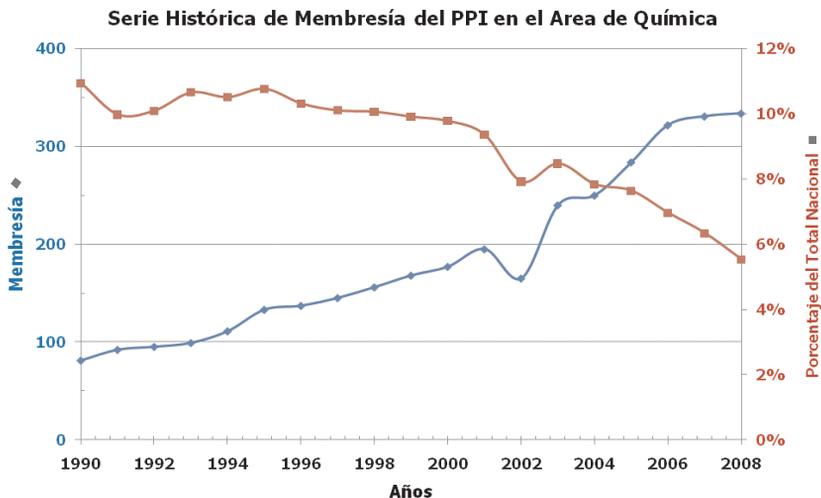
Como bien sea que la membresía de la Comisión de Física, Química y Matemáticas corresponde a varias disciplinas académicas, sería conveniente poder segmentar la composición de la membresía en especialidades, asunto que se puede llevar a cabo mediante un análisis relativo a la naturaleza de la disciplina abordada por sus miembros durante el periodo de formación universitaria de tercer nivel. La proporción de graduados en las áreas de formación universitaria propias de los profesionales sujetos a la Comisión de Física, Química y Matemáticas del Programa de Promoción del Investigador (PPI) se muestra de forma global en la Tabla 1. Podemos concluir que algo más que la mitad (52%) de miembros de esa comisión son Químicos de formación y por ende suponer que se desempeñan en áreas relacionadas con las ciencias químicas. Lo siguen Físicos y Matemáticos cada uno con un 24%. Se desconoce el tipo de formación que recibió un 21% del total general.

Tabla 1. Discriminación por disciplina de la Comisión de Física, Química y Matemáticas.

	Nº	%
Física	271	24
Química	598	52
Matemáticas	271	24
Sub Total	1140	100
Sin Descripción	314	

Si se corrigen entonces los datos del Gráfico 1 mediante un factor del 52%, se debería obtener la representación correspondiente a los químicos en la Serie Histórica.

Gráfico 2.



Esto se visualiza en el Gráfico 2 que destaca la evolución histórica del número de graduados de licenciado en química en términos absolutos y relativos con respecto al total nacional, de los integrantes del Programa de Promoción del Investigador (PPI). Los datos revelan como en casi dos décadas apenas se ha multiplicado por un factor de 3 el número de químicos investigadores que ha pasado de una centena en el año 1990 a algo más de trescientos en el año 2008. Esos químicos investigadores representaban a principio del período un 11% del total de la comunidad de investigadores venezolanos certificados por el PPI pero hoy en día apenas representan el 5% de todos los investigadores de ese Programa.

Demografía de los Publicadores en el área de la Química

La existencia de una base de datos de autores venezolanos plenamente identificados permite realizar un análisis demográfico de los publicadores quienes pueden ser segmentados en cuatro categorías de acuerdo a su actividad como productores de trabajos científicos a través de su desempeño en el tiempo. La segmentación adoptada permite estudiar la edad promedio de los integrantes de cada uno de esos grupos humanos.

Tabla 2. Tabla de verdad para la segmentación profesional.

Condición	Antes	En	Después
Activos	Sí	Sí	Sí
Jubilados	Sí	Sí	No
Nuevos	No	Sí	Sí
Extras	No	Sí	No

Las condiciones aplicables a cada una de las cuatro categorías adoptadas, a saber activo, jubilado, nuevo y extra, se especifican mediante una tabla de verdad (ver Tabla 2). Su implementación se lleva a cabo dentro de la base de publicadores con el auxilio del programa BIBLIOS abarcando toda los años de vigencia de la base de datos. Primero mediante la selección de un año dado en la base de publicaciones BIBLIOS y, seguidamente, la obtención de la categoría de cada uno de los autores registrados ese año mediante la aplicación de la tabla de verdad en función de su "presencia" en ella ("antes" de ese año y "después" de ese año). Los 'activos' son todos aquellos publicadores que registran alguna entrada en la base de datos antes y después del año base seleccionado. Los 'jubilados' son todos aquellos que publicaban solamente antes del año base seleccionado, es decir, a partir de ese año ya no lo vuelven a hacer. Los 'nuevos' son todos aquellos que no publicaban antes del año seleccionado pero si lo hacen a partir de ese año y continúan haciéndolo después. Finalmente, los 'extras' son todos aquellos que publicaron solamente ese año (se estima que son estudiantes que publicaron algún resultado de sus tesis y que más nunca volvieron a hacer ningún trabajo de investigación).

En los Gráficos 3 y 4 se aprecia el comportamiento de las diversas categorías profesionales de los publicadores venezolanos en el área de la química durante las 3 décadas bajo estudio. El Gráfico 3 recoge los datos en valores absolutos mientras que el N° 4 los expresa en porcentaje referidos al total de cada año, el cual se considera como el 100%. Si bien en el Gráfico 3 se observa que ha habido un sostenido incremento en todas las condiciones analizadas, la visión porcentual arroja resultados diferentes. En efecto, los **Nuevos** eran importantes en la década de los ochenta superando en algunos años el 30%; en el año 1997 disminuyeron a menos del 17% y en los últimos 3 años del análisis bajaron a menos del 10%. Eso representa una merma significativa de nuevos publicadores en el sistema. Los **Activos** pasaron de un 35% en 1983 a un 55% en 1997, a menos de un 40% en 2007. Al igual que los nuevos, la disminución en los últimos 10 años es dramática. Los **Extras** representaban un 25% en 1983, disminuyeron a un 16% en el año 1997 para pasar a más del 25% en el año 2007. Por último, los **Jubilados** representan el peor escenario para la química en Venezuela. En el año 1983 personificaban menos del 8%; para el año

Gráfico 3. Composición del Sistema de Publicadores Venezolanos en Química.

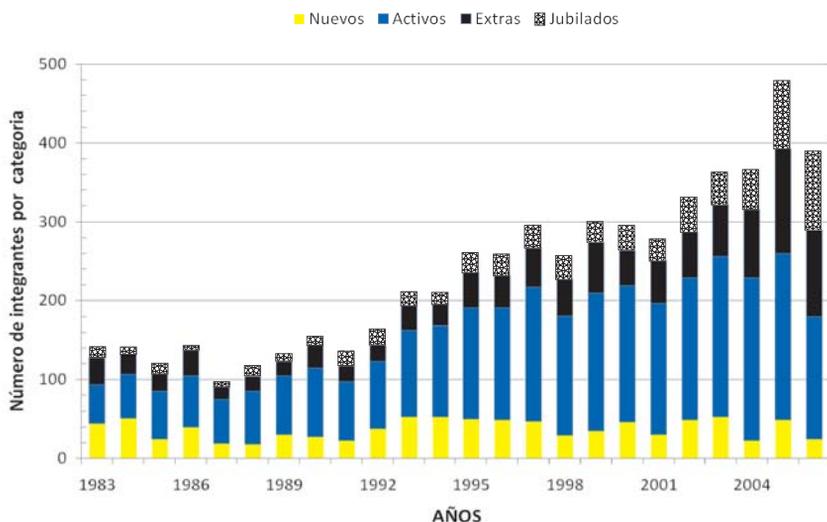
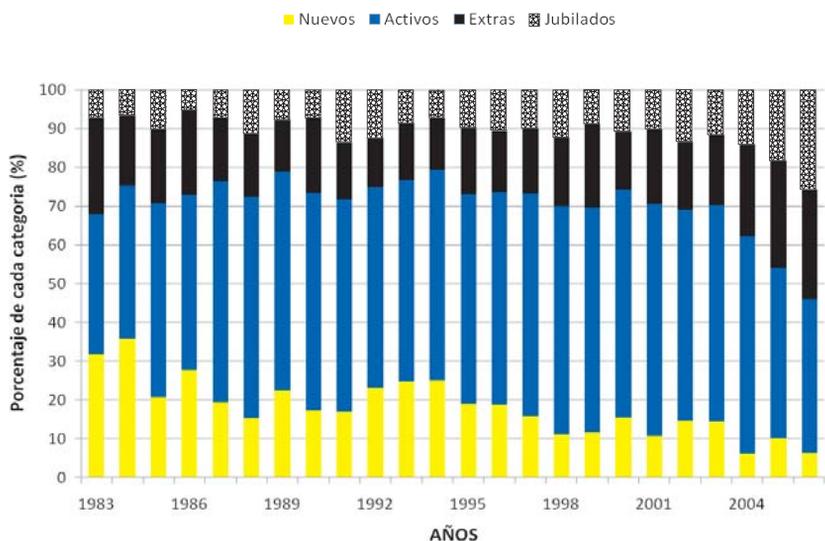
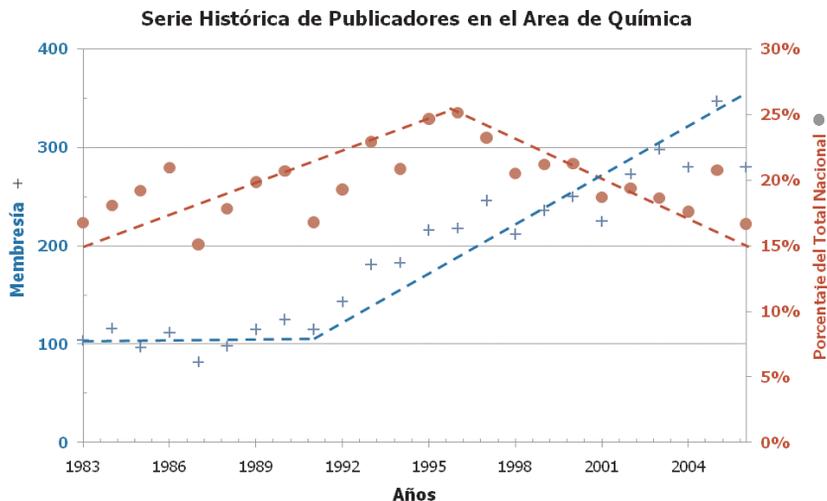


Gráfico 4. Composición del Sistema de Publicadores Venezolanos en Química.



1997 se redujo a un 2%, para pasar en el año 2007 a más de un 26%. La suma en cada año del número de publicadores correspondientes a las categorías de eméritos, activos y nuevos representan el número de publicadores en química con más de una publicación en su haber.

Gráfico 5



El Gráfico 5 recoge la serie histórica de esos datos durante las tres últimas décadas. Se observa que a inicios de la década de los años ochenta, Venezuela contaba con algo más de 100 investigadores en química y ellos llegaban a constituir entre el 15% y el 20% de la comunidad de publicadores del país. Hacia finales del siglo el número de investigadores en química se elevó a cerca 200 investigadores y ellos representaban un 25% del total nacional, el valor más alto en toda la serie. Durante la primera década del siglo XXI si bien se observa que el número de investigadores continúa su lento ascenso, llegando a unos 300 investigadores para el año 2006, ese aumento es engañoso ya que cuando el número es referido al total nacional, ellos sólo constituyen un 15% de la comunidad de investigadores venezolanos.

Tasa de desarrollo del capital humano

La diferencia en un sistema entre ingresos y egresos puede ser asumida como una tasa de crecimiento o de desarrollo. En el caso de poblaciones ese indicador se puede derivar directamente de la resta simple entre el equivalente a una tasa de nacimiento (o de incorporación) y la tasa de mortalidad (o de de-

sincorporación). Para los investigadores en el área de química, se puede recurrir a dos fuentes de información para su cálculo. La primera es derivable de los datos oficiales del PPI en base a la determinación porcentual del aumento (o disminución) del tamaño de las diversas cohortes. La otra fuente se basa en los datos recopilados para construir el Gráfico 4 haciendo el indicador de la tasa de desarrollo igual a la diferencia entre el valor porcentual del número de publicadores catalogados como “nuevos” menos los “jubilados”.

Gráfico 6.



En el Gráfico 6 se aprecia como la tasa de desarrollo de los publicadores en química derivada del WoS (barras azules) mostró una tasa de crecimiento positivo desde inicios de la década de los ochenta, a través de la década de los noventa pero tornándose negativa en los últimos años. En el caso del indicador de desarrollo derivado de los datos del PPI (barras rojas) se observa que durante la década de los noventa su valor fue positivo y muy similar en magnitud al obtenido por el otro método. No obstante, en los últimos años los datos oficiales indican que el número de químicos venezolanos está en aumento, un comportamiento contrario al derivado del análisis de las publicaciones. Este resultado pone en duda la veracidad de la observación oficial. En soporte de la versión alternativa se debe mencionar la sincronía, casi cuantitativa, entre la tasa de crecimiento oficial y la derivada de las publicaciones observadas en buena parte de la década de los años noventa.

Envejecimiento

Con respecto a la edad promedio de los investigadores en química en Venezuela, en la Tabla 3 se puede apreciar el comportamiento de las más significativas categorías profesionales para los químicos como grupo y el conjunto de publicadores nacionales.

Tabla 3
Edad de los investigadores y tasa de evolución

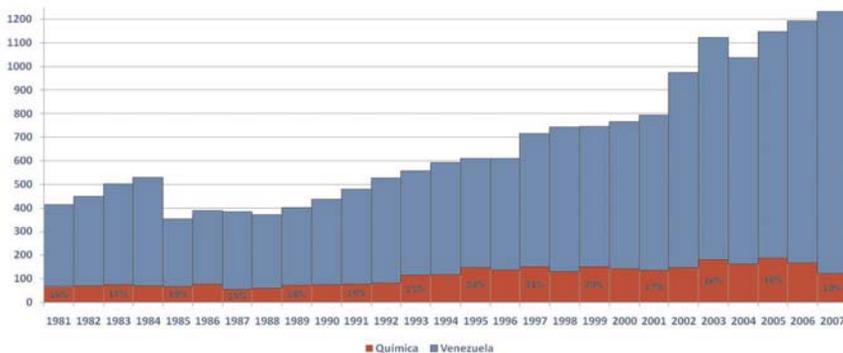
	Químicos			Todos		
	1985	2005	Δ	1985	2005	Δ
Activos	37,9 \pm 1,0	47,4 \pm 0,8	42,5 %	41,4 \pm 0,6	47,6 \pm 0,4	31,7%
Jubilados	43,0 \pm 6,0	49,9 \pm 1,4	43,6%	41,6 \pm 3,5	48,0 \pm 0,7	35,1%
Nuevos	39,1 \pm 3,4	34,1 \pm 1,4	-1,4%	37,3 \pm 0,9	37,0 \pm 0,7	8,5%

Esa Tabla permite analizar el curso del envejecimiento de los publicadores en química en base a una comparación para dos fechas con la edad promedio del publicador venezolano. La primera fecha es a mediados de la década de los ochenta del siglo pasado y la segunda a mediados de la primera década del nuevo siglo lo que da una diferencia de veinte años o casi un ciclo generacional completo. Para la categoría de los **Activos** en el año 1985 la edad promedio del publicador en química era la menor de todas las categorías (38 años). Cuatro años menor que la que se detectó en el año 2005 cuando llegó a equiparse con la del publicador venezolano promedio. En el año 1985 el publicador en química alcanzaba la categoría de **Jubilados** apenas 6 años después de que lo había hecho el publicador activo y veinte años más tarde lo hace pero sólo dos años después. En contraste, en el año 1985 el investigador promedio jubilado venezolano se retiraba a la misma edad que el investigador activo, pero veinte años después lo hace seis años más viejo. Para la categoría de **Nuevos** publicadores, el transcurrir de veinte años hizo que los publicadores en química ingresan un lustro más joven a esa categoría descendiendo el promedio de 39 años a 34 años. Para el publicador nacional el paso del tiempo no afectó la edad promedio de esa categoría y que sigue siendo 37 años como lo fue en 1985.

Las publicaciones en química

Esta sección muestra la correlación entre el total de publicaciones de Venezuela en el WoS y las del área de la química en el período de estudio.

Gráfico 7. Total de publicaciones de Venezuela en el ISI y lo que representa la Química de ese total.



El Gráfico 7 muestra que a lo largo de 3 décadas las publicaciones en el área de la Química en Venezuela, estas constituyen una fracción respetable de todas las publicaciones nacionales mostrando un promedio de 17%. En la década de los ochenta el porcentaje promedio de publicaciones fue de 16,5%, para aumentar a 20,5% en la década de los noventa, disminuyendo a 14,4% en la primera década del nuevo siglo. La caída observada para los últimos años bajo análisis pudiera atribuirse, fundamentalmente, a la pérdida del capital humano que publicaba en el INTEVEP³.

Distribución Institucional

Una forma de apreciar la fortaleza de la investigación en el área de química en Venezuela es analizando el número de publicaciones reportadas para las instituciones más importantes.

Las publicaciones en el área de la química se realizan fundamentalmente en 7 instituciones, de las cuales 5 son universidades y 2 son institutos de investigación del Estado⁴. Se aprecia que el IVIC tuvo en la década de los ochenta del siglo pasado el mayor porcentaje de las publicaciones llegando a superar en algunos casos el 50%, para decrecer hasta cerca del 20% en los últimos años. La

3 Sobre esto, se debe mencionar que la salida de los 881 investigadores del INTEVEP no se detecta en las estadísticas del PPI ya que esa institución no favorecía que sus investigadores formaran parte del Programa.

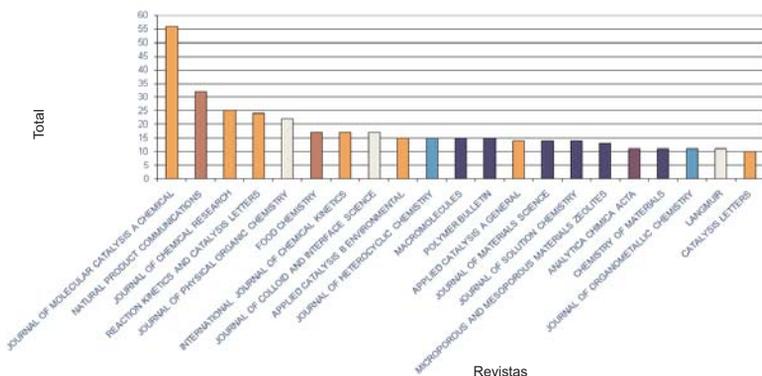
4 Las publicaciones de PDVSA se le asignan al Instituto de Tecnología Venezolana para el Petróleo (INTEVEP).

ULA, la USB y la UCV han tenido un comportamiento similar en las 3 décadas, teniendo a la USB con un crecimiento lento pero sostenido, en contraposición a la UCV que decreció levemente. Por su parte, LUZ creció lentamente y se posicionó de cuarta entre las universidades nacionales, seguida por la UDO. Llama la atención el caso del INTEVEP de PDVSA que creció sostenidamente hasta mediados de los noventa, para desaparecer del panorama nacional entre los años 2004 y 2005. Esa caída sin duda refleja los despidos masivos de la industria petrolera entre los años 2003 y 2004 que afectó a esa institución a tal punto, que hoy en día está virtualmente ausente del WoS.

Áreas de investigación química

La frecuencia de aparición de artículos en las diferentes revistas especializadas del área permite evaluar la calidad, heterogeneidad y visibilidad internacional de la investigación realizada en el área de química por científicos venezolanos.

Gráfico 8. Revistas top en el SCI en el área de la química en Venezuela para el año 2007.



El Gráfico 8 muestra las principales revistas en las que se publicó en el área de la Química en el año 2007. La revista de mayor demanda es la Journal of Molecular Catalysis A Chemical en la especialidad de la catálisis que casi duplica a la segunda revista en la especialidad de los productos naturales. Las revistas Journal of Chemical Research y Reaction Kinetics and Catalysis Letters se sitúan en 3er y 4to. Lugar, ubicando a la catálisis como la especialidad de mayor productividad en términos de artículos indizados para ese año y permite establecer la capacidad científica que existe en el país en esa especialidad.

La Tabla 4 se deriva del Gráfico 8 y agrupa las revistas de mayor frecuencia de publicación por especialidad, permitiendo observar donde se ha concentrado el esfuerzo de investigación de los químicos venezolanos.

Tabla 4

Catálisis	J. Mol. Cat. A J. Chem. Res. Reaction Kin and Cat. Letters Int. Jour. Chem. Kin. Applied Cat. B Applied Cat. A. Catalysis Lett.
Productos Naturales	Nat. Prod. Comm. Food Chemistry
Materiales y Polímeros	Macromolecules Polymer Bulletin J. Mat. Science Micro. and Meso. Por. Mat Chemistry Of Mat
Interfases	J. Colloid and Int. Science Langmuir J. Phys. Org. Chem
Química fina	J. Heterocyc. Chem J. Organomet. Chem.
Análisis Químico	Analytica Chimica Acta

Esta distribución evidencia un hecho determinante en la consolidación de líneas de investigación en el área de la química en Venezuela.

Este estudio bibliométrico no refleja la productividad proveniente de pequeños grupos e individuos que han merecido reconocimiento a nivel internacional por su elevada calidad científica en áreas como la química teórica, electroquímica y química inorgánica. El carácter interdisciplinario de la actividad de investigación en estas áreas se refleja en una productividad distribuida en una diversidad de revistas de diferentes especialidades, lo cual escapa de los alcances de un análisis centrado en la frecuencia de publicación por revistas en el área de la química.

Discusión

Para parametrizar el contexto de la investigación en Venezuela se examina, en primer lugar, el índice internacional elaborado por la UNESCO y la OCDE para países en vías de desarrollo establecido en los Manuales de Frascati y Canberra. Los indicadores de esos manuales establecen que ese grupo de países debería contar con al menos 1 investigador por cada 1000 habitantes e invertir un mínimo del 1% de su PIB en actividades de ciencia y tecnología (CyT) para progresar sostenidamente. Bajo esos criterios Venezuela debería tener una plataforma intelectual de unos 28 mil investigadores y según el Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ONCTI) para el año 2008 habían

acreditados en el Programa de Promoción al Investigador (PPI) 6.038 investigadores, es decir, 0,22 investigadores por cada 1000 habitantes, lo que significa un déficit de más del 77%. A manera de ejemplo se menciona que un país de la misma región como Chile tiene una población aproximada de 16.3 millones de habitantes y un número de 18.365 investigadores, es decir, 1,12 investigadores por cada 1000 habitantes (RICyT, 2008).

En segundo lugar, desde el punto de vista de los recursos financieros asignados a la CyT, Venezuela tuvo entre el año 2000 y el 2005, según cifras del mismo observatorio, 0,33% en promedio de inversión, para incrementarse abruptamente a 1,78% en el 2006 y 2,69% en el 2007 (SIDCAI, 2007). Esos datos indican que en los primeros 6 años del presente siglo Venezuela tuvo una subinversión similar a la última década del siglo pasado con un déficit promedio de 67%, pasando, en términos teóricos, a un superávit de 8 veces ese promedio. Utilizando nuevamente a Chile como referencia, se encontró que ese país invirtió el 0,56% de su PIB en CyT en el año 2000 y para el 2004 invirtió el 0,7%, es decir, un incremento moderado y sostenido (RICyT, 2008). No se discute que en Venezuela se mejore la inversión en CyT ni que se esté en contra de la aplicación de la nueva Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI). Lo que se intenta demostrar es que, según el ONCTI, los porcentajes mencionados para los años 2006 y 2007 dirigidos a la consolidación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del país no han mostrado avances palpables diferenciales, con respecto a lo que se venía haciendo, después de los primeros 4 años de su aplicación en materia de nueva infraestructura, mayor número de proyectos de investigación, de publicaciones, de patentes, de más personal a todo nivel, de más becarios de 4to nivel, de más relaciones de cooperación con resultados visibles, de más postgrados, de mayor interrelación entre la academia, el gobierno y las empresas, mayor inserción de investigadores en el SNCTI y, sobre todo, de mayores beneficios para la población venezolana.

Otro asunto de interés es el relativo al Programa de Promoción del Investigador. A principios de la década de los años 90, se hizo impostergable en el país tomar medidas para hacer más atractiva la carrera del investigador. Después de amplias consultas a instancias involucradas con el avance de la ciencia como AsoVAC, la Asociación Profesores e Investigadores Universitarios, el IVIC y la Sociedad Galileana de la Universidad Simón Bolívar, se logró un consenso en las bases de lo que se constituiría un Programa de Promoción del Investigador modelado según los esquemas operativos de programas similares en Argentina y México. El esfuerzo se terminó de materializar con la creación de la Fundación Venezolana de Promoción del Investigador (PPI) y la designación de la primera cohorte en 1990 que consistió de 740 investigadores.

A partir del momento en que los investigadores nacionales se percataron de la seriedad y bondad del programa (Vessuri y Benaiges, 1998), algo que de-

bió ocurrir hacia el año 1994, el volumen de beneficiarios ha venido en constante aumento. Para ese año 1994, el PPI saltó a 1.056 investigadores activos después de haber permanecido "estancado" alrededor de 930 investigadores durante el trienio 1991-1993. En el año 2002 se cambiaron las normas de evaluación y selección, haciéndolas más flexibles en cuanto a la calificación de los medios de publicación y de ahí el incremento de los últimos años, especialmente a nivel de la Comisión de Ciencias Sociales y de Ciencias del Agro.

Como se vio en la Tabla 1, los químicos representan el 52% de los investigadores objeto de la atención de la Comisión de Física, Química y Matemáticas del PPI y su número actualmente es cercano a los 340 profesionales. Ahora, es interesante hacer notar que un número similar de investigadores en Química se obtuvo mediante un análisis mostrado en el Gráfico 5 y que se fundamenta en un proceso y unos datos diferentes a los proveídos por el PPI. La comparación es válida en tanto que en esencia el PPI establece como requisito para su membresía de más de una publicación (excepto para la categoría de candidato). Esa condición la llena el conjunto de publicadores compuesto por la suma de las categorías de eméritos, activos y nuevos ya que al abstraer del total de publicadores a los extras se obtiene para cada año los publicadores en química con más de una publicación de por vida. Al comparar entonces las Figuras 3 y 5 se observa que en valores absolutos son casi iguales mientras que en su expresión relativa las tendencias que muestran son bastantes comprables. Si bien existe un factor de dos en la expresión de magnitudes relativas (los datos de publicadores es como el doble de los derivados del PPI) ello se debe a la presencia de los miembros de la Comisión de Ciencias Sociales del PPI que totalizan un tercio de la membresía del PPI pero que es un grupo de profesionales que no suelen publicar en las revistas indizadas en el WoS o que simplemente, no publican en revistas periódicas.

Ahora, es claro que en Venezuela el número de investigadores/publicadores en el área de química aumentó en términos absolutos de unas 100 personas a principios de la década de los noventa a unas 340 a finales de la primera década del siglo XXI; es decir, un incremento absoluto de 240 investigadores en 17 años y que equivale a una tasa de crecimiento de 14 investigadores por año. Ahora en ese mismo período el crecimiento de la población venezolana fue de 7 millones habiendo pasado de unos 20 millones en 1990/1991 a 27 millones en el año 2006/2007 por lo que obviamente el incremento sectorial fue más allá de lo vegetativo.

Si bien el crecimiento en el número de investigadores es relativamente pequeño la edad promedio de los más productivos de ellos es una fuente de preocupación adicional, ya que los datos muestran un acelerado envejecimiento para los investigadores activos del área de química, para quienes se puso en evidencia que con el pasar del tiempo su edad promedio se torna cada

vez mayor, tanto que se puede predecir que en poco tiempo esa edad promedio coincidirá con la edad para solicitar la jubilación laboral. No obstante lo anterior, un rasgo positivo es que simultáneamente la edad de ingreso de los profesionales a la investigación en química cada día se hace menor y en la misma proporción que los activos envejecen, lo cual es un buen signo. En cualquier caso si se sustrae de la edad promedio en que los investigadores se jubilan de la edad promedio a la que ingresa a la carrera se obtiene como indicador el tiempo de servicio promedio. Para los investigadores de todas las áreas del país ese tiempo en el año 2005 es de 11 años mientras que para los del área de química es de 15,8 años otro signo positivo.

La revista más utilizada por los investigadores venezolanos es el *Journal of Molecular Catalysis A Chemical* la cual tiene un Factor de Impacto del orden de 2 a 3 unidades. La siguen el *Journal of Chemical Research* y *Reaction Kinetics and Catalysis Letters* con factores de impacto del orden de 0,4 y de 0,6 respectivamente. La revista *Natural Products Communications* que está tomando mucho auge entre los químicos venezolanos apenas tiene un Factor de Impacto del orden de 0,5. Si se toma en cuenta que probablemente la revista química mas apreciada por Factor de Impacto es *Chemical Reviews* con unos 20 puntos, habría que concluir que nuestros investigadores en química no recurren a las revistas con mayor impacto entre sus colegas sino aquellas de impacto medio.

El análisis de las redes que conforman internamente y externamente los publicadores venezolanos del área de química muestra que ellos tienden a tener mas nexos, en número e intensidad, con sus pares foráneos, lo cual es explicable en base a que ellos poseen mayor tradición, experticia y probablemente equipamiento y financiamiento. Llama la atención que existan tantos publicadores en instituciones que se encuentren aislados y trabajando solo dentro del país. Esta desagregación necesita ser revisada.

La demanda de conocimiento generada por la actividad petrolera y petroquímica, orientó a un grupo importante de instituciones y personas hacia la investigación en catálisis, química fina, fisicoquímica orgánica, materiales y ciencias de la tierra, especialidades en las cuales hay una importante productividad en términos de publicaciones indizadas en revistas del área y patentes. El estudio de la catálisis es una de las áreas donde se ha evidenciado una cooperación mas intensa entre la industria (fundamentalmente PDVSA-Intevep) y los centros de investigación, orientada hacia la conversión de gas natural, el desarrollo de catalizadores para la prevención y tratamiento de contaminantes, hidrocrackeo (hydrocracking) e hidrotreatmento, recuperación mejorada de crudos, nuevos materiales y procesos de bioconversión para refinamiento de crudos. Al calor de esta intensa colaboración se han creado varios grupos de investigación, entre los cuales se cuenta el Centro de Catálisis, Petróleo y Petroquímica (CCPP) de la UCV, dedicado a la catálisis homogénea y heterogénea y el desarrollo de proce-

tos tecnológicos, el Laboratorio de Formulación, Interfases, Reología y Procesos (FIRP) en la ULA, que ha desarrollado una intensa labor en el estudio de los fenómenos interfaciales, la reología y agitación de sistemas dispersos y el desarrollo de procesos de interés para la industria petrolera como la emulsificación de crudos pesados y asfaltos, el desarrollo de formulaciones para perforación y limpieza en pozos petroleros. De igual forma, el Laboratorio de Petroquímica y Surfactantes de LUZ y diversos laboratorios (Fisicoquímica de superficies, Química de Metales de Transición, Fisicoquímica Orgánica) en el Centro de Química del IVIC han hecho importantes contribuciones en el área.

La demanda de conocimientos en temas relacionados con la actividad petrolera también ha sido determinante en la consolidación de los estudios en Geoquímica, realizada principalmente en el Instituto de Ciencias de la Tierra de la UCV, donde existen grupos activos en geoquímica orgánica (estudio de suelos, caracterización de carbones y asfaltos, metales en crudo y biodegradación), prospección geoquímica (yacimientos petroleros y minerales, litogeoquímica) y geoquímica de la contaminación.

De igual forma, buena parte de la actividad en química teórica se ha centrado en el estudio de la distribución electrónica de moléculas y superficies y su interacción para la comprensión fundamental de propiedades catalíticas de diversos materiales (sulfuros, zeolitas, metales de transición) en procesos de tratamiento de hidrotratamiento y desulfuración de crudos, siendo particularmente activos en esta área el Laboratorio de Química Computacional del IVIC, el Grupo de Química Teórica y Químico-física de Fluidos y Fenómenos Interfaciales (QUIFFIS) de la ULA y el Grupo de Química Teórica Computacional de la USB.

La biodiversidad del ecosistema venezolano, particularmente su flora y fauna ha representado un nicho de investigación altamente competitivo en el renglón de fitoquímica, bromología, química medicinal y química ecológica. Una parte importante del esfuerzo se ha orientado hacia la caracterización y modificación de productos naturales con actividad biológica, debido a la existencia de enfermedades tropicales endémicas que ha demandado el desarrollo de fármacos para la lucha contra la leishmaniasis, oncocercosis, malaria y el paludismo. Paralelamente, las particularidades de los ecosistemas venezolanos han impulsado el desarrollo de la Química Ecológica, buscando comprender en profundidad la química de compuestos fitoquímicos tóxicos que afectan la relación entre mamíferos, insectos, y plantas. El desarrollo de estas áreas se ha dado sobre la base de la integración de individuos y pequeños grupos provenientes de diversas instituciones y disciplinas. Como resultado, en Venezuela existen grupos muy activos en el área, como son la Sección de Química y Productos Naturales del Instituto de Investigaciones Farmacéuticas (Facultad de Farmacia, UCV) - un ejemplo interesante de la integración de farmacéutas y químicos -, el Laboratorio de Síntesis Orgánica y Productos Naturales del IVIC,

el Grupo de Química Medicinal de la USB, el grupo de Química Ecológica de la ULA y los Laboratorios de Productos Naturales de LUZ y ULA entre otros.

Nuestras particulares condiciones ambientales y geográficas han impludado también la creación de grupos de investigación dedicados a la química ambiental, disciplina relacionada con la actividad petrolera, minera, ganadera y agrícola del país. Entre los temas desarrollados en esta área destacan el estudio de cuerpos de aguas, sedimentos, procesos de meteorización como la laterización (estrechamente relacionados a la formación de yacimientos de bauxita), así como tópicos relacionados con la contaminación ambiental: procesos para plantas de tratamiento de descargas industriales, determinación de emisiones contaminantes, en suelos, aguas y atmósfera y manejo de plaguicidas y agroquímicos entre otros. En esta categoría, se observa una activa cooperación entre químicos, biólogos ingenieros químicos y geoquímicos, que se manifiesta en la existencia de grupos de investigación como el Grupo de Análisis Químico Ambiental de la ULA, el Instituto para el Control y Conservación de la Cuenca del Lago de Maracaibo (ICLAM), dedicado al estudio ambiental de una zona de intensa actividad petrolera y por lo tanto plagada de problemas ambientales, el Laboratorio de Química Atmosférica del IVIC y otros.

Este estudio bibliométrico apenas refleja la productividad proveniente de pequeños grupos e individuos que han merecido reconocimiento a nivel internacional por su elevada calidad científica en áreas como la química analítica, inorgánica, teórica y electroquímica. El carácter interdisciplinario de la actividad de investigación en estas áreas se refleja en una productividad distribuida en una diversidad de revistas de diferentes especialidades lo cual escapa del alcance de este análisis, centrado en la frecuencia de publicación por revista. La excepción se observa en el área de química analítica, donde varios grupos consolidados colaboran en investigaciones relacionadas con las áreas mencionadas, debido a la necesidad de contar con metodologías de detección y caracterización química en fases gaseosa, líquida y sólida basadas en técnicas espectroscópicas a nivel atómico, molecular y superficial que utilizan radiación en prácticamente todo el espectro electromagnético. Por ello todas las instituciones importantes cuentan con grupos analíticos fuertes, como el Laboratorio de Espectroscopia Molecular y Laboratorio de Química Analítica del IVIC, el Laboratorio de Instrumentación Química y el Laboratorio de Espectroscopía Molecular y Atómica de LUZ, el grupo de Química Analítica y el Laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear de la ULA, la Sección de Analítica del Departamento de Química USB, el Centro de Química Analítica de la UCV, etc.

Por último, las motivaciones prácticas no constituyen la totalidad de los intereses reflejados en las revistas especializadas que hemos resaltado como las más frecuentemente utilizadas por nuestros químicos. Los temas impulsados por necesidades concretas de nuestra particular realidad económica y geo-

gráfica también han estimulado el estudio a nivel más fundamental de los procesos involucrados y en este campo la labor de los químicos teóricos, los fisicoquímicos y los químicos inorgánicos es muy importante. En el primer caso, las asociaciones entre químicos, físicos y matemáticos son frecuentes, muy productivas y patentes en numerosas publicaciones de otras disciplinas, lo cual ocasiona que no se reflejen un análisis como el presente que tomó en cuenta solo publicaciones del área de química. El estudio teórico de la distribución electrónica de átomos, moléculas, sólidos y sus enlaces mediante técnicas de funcional de densidad y técnicas mecánico-cuánticas, así como la Óptica Cuántica es un área en la cual Venezuela cuenta con destacados científicos. La fisicoquímica teórica y la electroquímica por ejemplo, cuentan con grupos o individuos de reconocido prestigio que suelen publicar en un abanico amplio de revistas de varias disciplinas. Los mecanismos fundamentales de formación de fases sobre electrodos y la cinética de reacciones electroquímicas, cuentan con el aporte de pequeños pero productivos grupos en el área. Las nanotecnologías comienzan a aflorar como interés de la comunidad química de Venezuela y es un área donde con cierto rezago, se comienza a producir en el país.

Esta breve revisión de nuestra actividad de investigación lleva finalmente a una reflexión: de manera natural, motivada por la demanda de conocimiento de nuestro sector industrial y nuestras necesidades en el campo de la preservación del ambiente, aprovechamiento de la riqueza mineral animal y vegetal del país y nuestras particulares condiciones sanitarias, se ha direccionado buena parte de la investigación química del país, en busca de conocimientos que puedan resolver problemas prácticos y mejorar nuestra calidad de vida. Estos estudios a su vez, han motivado otros, de carácter más fundamental, un aspecto que la ciencia formal tiene que atender si pretende desarrollarse sobre una base sólida y consistente. Así, las recientes exigencias del ejecutivo sobre la necesidad de una "ciencia social" fueron asumidas por la comunidad química venezolana hace muchos años, pues pacientemente y no siempre en las condiciones más favorables, los investigadores han realizado una gran cantidad de estudios que encierran importantes avances y soluciones concretas a algunos de nuestros problemas. Luce más apropiado, en lugar de vulnerar al sector desmontando la frágil estructura lograda después de tanto tiempo y esfuerzos, confiar en su criterio y apoyarla irrestrictamente sobre la base de criterios de calidad y rigor científico, estrategia que aplican países vecinos como Brasil, Argentina, Colombia y México y que explica los niveles de desarrollo que comienzan a disfrutar mientras nosotros asistimos al desmoronamiento de la productividad y las instituciones científicas del país.

Conclusiones

Si bien la investigación química ha sido objeto de estudio en el pasado (Vessuri y Safar, 1983, y Vessuri y Díaz, 1984) nunca antes se había enfocado su desarrollo de una manera cuantitativa con especial énfasis en el número de investigadores y sus publicaciones. El presente estudio demuestra que la comunidad de investigadores venezolanos en el área de la química viene en declive y la tendencia indica que se acerca a su fin. Venezuela vive fundamentalmente del petróleo y las áreas de la química y la petroquímica evidentemente son estratégicas para que el país sea competitivo en los mercados internacionales. Las políticas públicas no han funcionado para lograr estructurar cuadros de investigadores que alimenten un sistema de innovación que interrelacione a la industria petrolera con las universidades nacionales y empresas que sirvan como proveedoras de conocimiento y tecnologías; ello se conoce como la Triple Hélice del desarrollo, mediante la cual las interacciones dinámicas de esos actores potencian las capacidades nacionales.

La química debería ser el área estratégica por excelencia del país, debido al papel que juega el petróleo y la petroquímica en la vida nacional y las posibilidades que ofrece la biodiversidad de un país tropical como Venezuela. Ahora, el bajo número de investigadores revelado por los datos de este estudio, indica la ausencia de políticas públicas coherentes para un sector crucial para el desarrollo del país. Una posible explicación de esto muy probablemente se encontraría en la limitada inversión de recursos financieros en el sector, el cual se vio beneficiado en alguna época cuando el INTEVEP motorizaba una intensa colaboración con las universidades y centros de investigación. Dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación existen actores como las Facultades de Ciencia, el IVIC, el INTEVEP, la Asociación de Empresas Químicas (ASOQUIM) y la Asociación Venezolana de los Hidrocarburos (AVHI), así como diversas Asociaciones Científicas como la Asociación para el Avance de la Ciencia (AsoVAC) y la Sociedad Venezolana de Química y la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (ACFIMAN), entre otros, que deberían interactuar junto al gobierno para estimular el área en el mediano y largo plazo. En los últimos años, las iniciativas gubernamentales para el desarrollo científico del país se han caracterizado por su volatilidad, falta de claridad en su implantación y escaso control en su ejecución, así como en un elevado sesgo político que ha anulado los potenciales beneficios de la creación de nuevas leyes como la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI) o de la creación de un ministerio para la ciencia y la tecnología en sustitución del tradicional Consejo de Investigación (CONICIT) que a la postre resultó en la politización de la actividad científica en lugar de representar la incorporación de criterios científicos en la gestión pública.

Los cuatro indicadores empleados para estudiar el comportamiento del capital humano en química en Venezuela son negativos, por lo que demandan medidas inmediatas que reactiven el crecimiento de esta área del conocimiento.

En concreto, cada vez hay más investigadores jubilados, menos activos y escasez de nuevos candidatos. Paradójicamente, estando en vigencia una nueva Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación que recauda fondos que quintuplican al 0,4% del PIB que se invertía antes de la aplicación de la misma. La contradicción más lamentable es que cerca de la mitad de esos recursos captados provienen de las empresas petroleras que operan en Venezuela.

Finalmente, lo más preocupante de los resultados obtenidos, es que cada día pareciera que en Venezuela la Química se hace con menos calidad o menos visibilidad. Pareciera que nuestro jóvenes y no tan jóvenes Investigadores se acogen a normativas institucionales cada más flexibles, que permiten permanecer en los sistemas de evaluación simplemente publicando en revista de bajo impacto o muy poco citadas. Por otra parte, vemos con angustia el que en muchas instituciones se promueve sólo la publicación sin percibir en ello líneas estratégicas de crecimiento que coloquen a nuestras universidades o institutos de investigación en la frontera de algún área en particular. Vemos como en nuestro centros de investigación se sigue cultivando la ciencia para la resolución de algunos problemas inmediatos, sin percibir que la ciencia y el desarrollo científico es mucho más que eso y va mucho ms allá, con el planteamiento y estudios fundamentales que permitan crecimientos sostenidos y no de carácter inmediato, como lo plantea el ejecutivo nacional en palabras del Presidente de la República.

Referencias bibliográficas

- BIFANO, C. (2003a). **Vicente Marcano. Hombre de Ciencia del Siglo XIX y reedición de su biografía escrita por Gaspar Marcano.** Fundación Polar -Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, pp. 01-257. Caracas, Venezuela.
- BIFANO, C. (2003b). **De la Práctica a la Institucionalización de la Química en Venezuela: La Sociedad Venezolana de Química.** Editorial Arte/FONACIT, pp. 1-153. Caracas, Venezuela.
- BROSSARD, E. (1994). **Intevp: Ruta y Destino de la Investigación Petrolera en Venezuela.** Caracas: Artes Gráficas de Intevp.
- DE LA VEGA, I. (2005). **Mundos en movimiento. El caso de la movilidad y migración de los científicos y tecnólogos venezolanos.** Fundación Polar, pp.01-207. Caracas.
- FREITES, Y. (1987). "La Academia de Ciencias, Físicas, Matemáticas y Naturales: una concepción de la ciencia en Venezuela". En H. Vessuri, Compilador, **Las instituciones científicas en la historia de Venezuela. Serie de Simposios Asovac.** Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, pp.89-123. Caracas.

- LINDORF, H. (2008). **Primeros tiempos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela**. Fundación Amigos de la Facultad de Ciencias. Caracas: Fondo Editorial de la Facultad de Ciencias.
- GOLDWASSER, M. R.; DE LA VEGA, I. y REQUENA, J. (2008). "Catalysis research in Venezuela-South America outsourcing". **Chemistry Today**, V 26 N° 4 (July August), pp 20-22.
- REQUENA, J. (2003). **Medio Siglo de Ciencia y Tecnología en Venezuela**. Caracas: Fondo Editorial del Centro Internacional de Educación y Desarrollo (FONCIED).
- REQUENA, J. (2005). "Dynamics of the modern Venezuelan research community profile". **Scientometrics**, Vol. 65, N° 1, pp. 95-130.
- RICyT (2008). <http://www.ricyt.org/>, [Consultado el 02-03-2009].
- ROCHE, M. (1996b). "Avenidas para la Ciencia Básica. El IVIC, sus albores e institutos afines". En: **Perfil de la Ciencia en Venezuela**. Compilado por Marcel Roche. Caracas: Fundación Polar. Pp. 253-282.
- SIDCAI (2007). "Boletín de Indicadores del Sistema para Declaración y Control del Aporte-Inversión en C+T+I". SIDCAI, 2007.
- TEXERA, Y. (1992). "La Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela". En **La Ciencia en Venezuela: Pasado, Presente y Futuro. Cuadernos Lagoven**. Editorial Arte. Pp. 51-64. Caracas.
- UNESCO (1996). Nomenclatura Internacional de la Unesco para los campos de Ciencia y Tecnología (http://www.edu.gva.es/poci/docs/Codigos_UNESCO.pdf).
- VESSURI, H. y DÍAZ, H. (1984). El desarrollo de la química científica en Venezuela. En: Vessuri, H. Ed. **Ciencia Académica en la Venezuela Moderna**. Pp. 305-350. Caracas: Fondo Editorial Acta Científica Venezolana.
- VESSURI, H. y SAFAR, M. (1983). "Elementos para la Historia Social de la Química en Venezuela: la Sociedad Venezolana de Química". En: Díaz, Texera y Vessuri: **La Ciencia Periférica**. Monte Avila Editores, C.A. pp. 121-165, Caracas.
- VESSURI, H. y BENAIGES, M. (1998). "PPI: Los investigadores opinan". **Cuadernos del CENDES**, Año 15, N° 37, Segunda Época, pp. 103-147.