

Hitos de la ciencia cubana en el siglo XXI, una revisión a partir de los trabajos más citados en Scopus durante el período 2006-2010

Milestones of the Cuban Science in the XXI century, a review of the most cited papers in Scopus during the period 2006-2010

Dr. C. Ricardo Arencibia Jorge,^I Dra. C. Rosa Lidia Vega Almeida,^{II} MSc. Juan Antonio Araújo Ruiz,^I Dra. C. Elena Corera Álvarez,^{III} Dr. C. Félix de Moya Anegón^{III}

^I Centro Nacional de Investigaciones Científicas. La Habana, Cuba.

^{II} Centro de Histoterapia Placentaria. La Habana, Cuba.

^{III} Grupo SciMago. Departamento de Dinámica de la Ciencia y la Innovación. Instituto de Políticas y Bienes Públicos IPP-CSIC, España.

RESUMEN

La presente revisión, estructurada en dos partes, identifica y describe los artículos de investigación desarrollados con la intervención de autores e instituciones cubanas que han tenido mayor impacto sobre la comunidad científica internacional durante la primera década del siglo XXI. Esta segunda parte abarca el período 2006-2010. La cantidad de citas recibidas fue el criterio utilizado para la identificación de los trabajos más relevantes. Se utilizó la base de datos Scopus y el portal *SciMago Journal & Country Rank* como fuentes de información. Se tuvo en cuenta el rol de los autores e instituciones cubanas, así como el aporte de la colaboración internacional y la visibilidad de las publicaciones seriadas donde se dieron a conocer los trabajos, como variables de análisis para la caracterización de las investigaciones. A pesar de que la investigación biomédica también fue predominante durante los últimos cinco años de la década, diferentes estudios climatológicos y meteorológicos, así como importantes experimentos en el área de la física de altas energías, constituyeron investigaciones clave durante esta segunda etapa.

Palabras clave: ciencia cubana, producción científica, visibilidad internacional, análisis de citas, colaboración internacional.

ABSTRACT

The current review, structured in two parts, identifies and describes the research articles developed by Cuban authors and institutions with the highest impact on the international scientific community during the first decade of XXI Century. The second part covered the period 2006-2010. The amount of citations was the used criteria for the identification of the most relevant papers. Scopus database and the SCImago Journal & Country Rank portal were used as information sources. The role of Cuban authors and institutions, the support of international collaboration and the visibility of the journals where the papers were published, as analytical variables for the researches characterization, were studied. Despite biomedical research was also predominant during the last five years of the decade, a group of different climate and meteorological studies, as well as important experiments in the field of high energy physics, were key research during this second stage.

Key words: Cuban science, scientific production, international visibility, citation analysis, international collaboration.

INTRODUCCIÓN

Sin lugar a dudas, la investigación biomédica cubana alcanzó una posición protagónica durante los primeros cinco años del siglo XXI, no solo por el volumen de la producción científica de los investigadores cubanos en esta área del conocimiento, sino también a partir del análisis de la cantidad de veces que han sido citadas estas investigaciones en publicaciones seriadas de amplia visibilidad internacional.¹

Este comportamiento ha seguido siendo destacado durante los últimos cinco años de la década. Sin embargo, la investigación experimental en el campo de las neurociencias, los aportes de la biología molecular para el desarrollo de nuevos productos antineoplásicos, y en especial, estudios de otros campos del conocimiento científico como la meteorología o la física de altas energías, han pasado a ser parte de las investigaciones nacionales más relevantes durante esta nueva etapa (anexo), la cual es analizada exhaustivamente en la segunda parte de esta revisión.

FUENTE DE INFORMACIÓN Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Al igual que en la primera parte, se utiliza como fuente de información la base de datos Scopus, y como principal instrumento de análisis la mayor cantidad de citas bibliográficas alcanzada por los artículos de investigación desarrollados con la intervención de autores e instituciones cubanas.¹ De igual forma, se mantuvieron como elementos caracterizadores de la investigación tanto el papel de los autores e instituciones nacionales en el desarrollo de las investigaciones, como la importancia de la colaboración internacional, y la visibilidad de las publicaciones seriadas donde se dieron a conocer los trabajos.

RESULTADOS

2006: SALUD MATERNA Y PERINATAL

La segunda mitad de la década comenzó con la presencia de dos estudios multicéntricos internacionales relacionados con un examen global de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre la salud materna y perinatal en el grupo de artículos más citados del año.

El primero de ellos (156 citas recibidas), publicado en la revista británica *Lancet* y dedicado al análisis de la asociación entre las tasas de operación cesárea y el éxito del embarazo en 24 regiones de ocho países Latinoamericanos, se destacó por identificar que las altas tasas de parto por cesárea no necesariamente implican mejoras en los cuidados antenatales en los países de la región.² El segundo (104 citas recibidas), publicado en la revista *American Journal of Obstetrics and Gynecology* (entre las líderes de su categoría temática en Scopus), analizó la relación existente entre la Preeclamsia, la hipertensión gestacional y el retardo del crecimiento intrauterino, y comparó una serie de determinantes y resultados perinatales asociados a estas condiciones obstétricas.³ Los estudios involucraron a 18 países, y contaron con la participación destacada de especialistas del Hospital Ginecoobstétrico "América Arias". Ambas investigaciones se incluyeron entre los 25 artículos más citados de la década.

Si bien no alcanzaron las 100 citas bibliográficas en Scopus, otros cinco trabajos merecen destacarse por su impacto a pesar de su relativamente reciente publicación. Los Dres. *Max Parkin*, de la Universidad de Oxford (Reino Unido), y *Leticia María Fernández Garrote*, del Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología, unieron sus esfuerzos para dar a conocer en un suplemento de la revista británica *Breast Journal* una evaluación de un conjunto de estadísticas mundiales relacionadas con el cáncer en general, y con el cáncer de mamas en particular, que recibió 97 citas durante el período.⁴ Por su parte, los investigadores del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán» (México), el Instituto de Endocrinología y Enfermedades Metabólicas de La Habana y el Centro para la Investigación del Embarazo y el Recién Nacido de San Antonio, EE.UU., continuaron desarrollando estudios preclínicos relacionados con la disminución de proteínas en la dieta durante el embarazo y la lactancia, y recibieron 86 citas a partir de un segundo estudio publicado en el volumen 571 de la revista *Journal of Physiology* de Londres.⁵

Los Dres. *Guillermín Agüero Chapín* y *Humberto González Díaz*, del Centro de Bioactivos Químicos de la UCLV, lideraron a un grupo de investigadores de la Universidad de Santiago de Compostela (España), la Universidad de Rostock (Alemania), la Universidad Nacional Autónoma de México, el Centro Provincial de Genética Médica de Las Tunas y el Centro Nacional de Genética Médica del Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas "Victoria de Girón", en una investigación que persiguió la obtención de representaciones teórico-gráficas en dos dimensiones de secuencias de ADN.⁶ El artículo fue publicado en el volumen 580 de la revista holandesa *FEBS Letters*, publicada por *Elsevier* y entre las revistas más relevantes del campo de la Bioquímica. Con 71 citas recibidas, el trabajo constituyó un primer estudio de las relaciones cuantitativas de estructura-actividad (QSAR) de las poligalacturonasas, a partir del aislamiento y predicción de una nueva secuencia obtenida de la *Psidium guajava* L.

Con igual cantidad de citas recibidas se encontró una investigación desarrollada por la Dra. *Lizette Gil del Valle*, investigadora del Departamento de Farmacología Clínica del Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí" (IPK), dada a conocer en el volumen 40 de la revista británica *Free Radical Research*. Con la colaboración de investigadores de la Universidad de Dusseldorf y la Universidad "Alexander von Humboldt", de Berlín (Alemania), el estudio consistió en el análisis de parámetros de estrés oxidativo a partir del plasma y de eritrocitos humanos, y reportó por primera vez las concentraciones en plasma de HNE (4-hydroxy-2,3-transnonenal) como valores de referencia dependientes de la edad en humanos saludables.⁷

De igual forma, se destacó la investigación con mayor impacto (68 citas recibidas) desarrollada por la Facultad de Mecanización Agrícola de la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), fruto de la exitosa colaboración durante la década con la Facultad de Ingeniería de Biosistemas y Ciencia de los Alimentos de la Universidad de Zhejiang (República Popular China). Los Dres. *Antihus Hernández Gómez* y *Annia García Pereira*, de la UNAH, y Yong He, de la Universidad de Zhejiang, utilizaron técnicas de espectroscopia infrarroja para la evaluación de la calidad de la mandarina Satsuma ("Zaojin Jiaogan", *C reticulata*), y publicaron sus resultados de investigación en el volumen 77 de la revista holandesa *Journal of Food Engineering*.⁸

2007: ESTUDIOS CLIMATOLÓGICOS Y METEOROLÓGICOS

El Centro de Física Atmosférica del Instituto de Meteorología de La Habana (INSMET) formó parte de un estudio multicéntrico internacional que desarrolló un modelo climático regional para los países en desarrollo.⁹ Publicado en el volumen 88 del *Bulletin of the American Meteorological Society* (entre las cinco de mayor impacto dentro de la categoría Ciencias Atmosféricas en Scopus), el estudio fue desarrollado por 20 autores, involucró 15 instituciones de 10 países y recibió 125 citas bibliográficas que lo ubican entre los 20 más citados de la década, a pesar de su relativamente reciente publicación. La investigación fue generada por el grupo de Física de Sistemas Terrestres del Centro Internacional para la Física Teórica "Abdus Salam" (ICTP), de Trieste, del cual formó parte el investigador *Daniel Martínez*, del Centro de Física Atmosférica del INSMET, y en ella se desarrolló la tercera versión del *ICTP Regional Climate Model*, en la que se simularon comportamientos climatológicos en regiones del sur de Asia, África y Sudamérica.

La segunda investigación más relevante del año (109 citas recibidas) generó un nuevo artículo de revisión dedicado al análisis de adyuvantes para el desarrollo de vacunas, donde además de resumir los principales avances en el desarrollo de adyuvantes, se incluyen recomendaciones regulatorias, se analizan diferentes requerimientos de los adyuvantes, se enumeran las diversas categorías (sales minerales, compuestos tensoactivos, adyuvantes derivados de microorganismos, emulsiones, citoquinas, polisacáridos y adyuvantes basados en ácido nucleico), y se particularizan los sistemas productores de antígenos.¹⁰ Bajo la autoría de los Dres. *Julio César Aguilar Rubido* y *Ernesto Galbán Rodríguez*, el trabajo se publicó en el volumen 25 de la prestigiosa revista holandesa *Vaccine*, y constituyó un meritorio resultado de la División de Vacunas del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología.

Entre los 25 artículos más citados de la década (98 citas recibidas) se incluyó también un trabajo que evidencia el éxito alcanzado por las investigaciones realizadas en la Universidad de Matanzas.¹¹ La revista *Chemical Reviews*, la de mayor impacto editada por la Sociedad de Química de los Estados Unidos, publicó en su volumen 107 un trabajo dedicado al estudio de la naturaleza supramolecular de las ciclodextrinas y su uso en el desarrollo de biopolímeros portadores de

medicamentos y biosensores, desarrollado por los Dres. *Reynaldo Villalonga*, del Centro de Tecnologías Enzimáticas de la Universidad de Matanzas, *Roberto Cao*, del Laboratorio de Química Bioinorgánica de la Facultad de Física de la Universidad de La Habana, y *Alex Fragoso*, del Grupo de Bioanálisis y Nanobiotecnología de la Universidad de Rovira i Virgili (España).

Nuevamente el Dr. *Nelson Trujillo Barreto*, investigador del Centro de Neurociencias de Cuba, en colaboración con especialistas británicos del Instituto de Neurología del Colegio Universitario de Londres (Reino Unido), obtuvo resultados relevantes a partir de la aplicación de métodos Bayesianos para el análisis de neuroimágenes.¹² Publicado en el volumen 34 de la revista *Neuroimage*, el estudio recibió 79 citas y analizó un modelo de energía libre variacional bajo la aproximación de Laplace, concentrado en el estudio de un modelo complejo inducido a partir del incremento del número de parámetros a contabilizar.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Nuclear (INSTEC) se ubicó a la vanguardia en el año 2007 a partir de un estudio multicéntrico internacional dedicado a la investigación sobre isótopos y elementos superpesados, publicado en la revista alemana *European Physical Journal A*.¹³ Bajo la autoría principal de *Sigurd Hofmann*, investigador del *Gesellschaft für Schwerionenforschung* (GSI) de Darmstadt (Alemania), donde se efectuó el experimento, la investigación estudió la reacción de fusión de proyectiles de Ca-48 con núcleos de U-238, y reunió a 27 autores de 10 instituciones de Alemania, Eslovaquia, Suiza, China, Finlandia, Japón, Rusia y en especial de Cuba, por intermedio de los Dres. *Julio A. Heredia* y *Víctor F. Comas Lijachev*.

Finalmente, los estudios virológicos del Dengue volvieron a obtener posiciones relevantes a partir de una investigación desarrollada por la OMS, y liderada por la Dra. *María Guadalupe Guzmán Tirado*, del Departamento de Virología del Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí».¹⁴ El trabajo se dedicó al estudio de la inmunopatogénesis de la fiebre del dengue hemorrágico y el síndrome del *shock* del dengue, con vistas a la definición de factores de riesgo y la concepción y diseño de una vacuna efectiva y segura contra el virus del dengue, y contó con la colaboración del Departamento de Cooperación y Políticas de Investigación de la Organización Mundial de la Salud (Suiza) y y el Instituto de Salud y Medicina Comunitaria de la Universidad de Malasia Sarawak (Malasia). Dado a conocer en el volumen 85 de la revista británica *Immunology and Cell Biology*, el artículo recibió 60 citas en apenas tres años a partir de su publicación.

2008: NEUROCIENCIAS Y NEUROIMÁGENES

La investigación en el área de las neurociencias, y en especial del campo de las neuroimágenes, tuvo en el 2008 un año consagratorio, a partir de la ubicación de dos trabajos del Centro de Neurociencias de Cuba entre los tres artículos más citados. El primero de ellos, con 62 citas recibidas en poco más de dos años, fue desarrollado íntegramente por el Departamento de Neuroimágenes, bajo la autoría de los investigadores *Yasser Iturria Medina*, *Roberto Carlos Sotero*, *Ernesto Canales Rodríguez*, *Yasser Alemán Gómez* y *Lester Melié García*;¹⁵ en él, se estudió la red anatómica del cerebro humano a partir de técnicas de imágenes de resonancia magnética y con base en la teoría de grafos. El segundo (49 citas recibidas), bajo la autoría principal de *Karl J. Friston*, la participación del Dr. *Nelson Trujillo Barreto* y la colaboración de investigadores del Instituto de Neurología del Colegio Universitario de Londres (Reino Unido), el *Centre de Recherches du Cyclotron* de la Universidad de Liege (Bélgica), la Unidad de Ciencias Cognitivas y del Cerebro de la Universidad de Cambridge (Reino Unido), el hospital "Frederic Joliot" de Orsay

(Francia) y la Unidad de Dinámica Cerebral y Cognición del INSERM en Lyon (Francia), describe la aplicación de métodos Bayesianos para solucionar el problema inverso de la electro y magnetoencefalografía.¹⁶ Ambos estudios fueron publicados por la revista estadounidense *Neuroimage*.

El Dr. *Humberto Guanche Garcell*, especialista del Hospital Clínico Quirúrgico "Joaquín Albarrán", formó parte del grupo multinacional de investigadores que desarrollaron un estudio de vigilancia de infecciones nosocomiales durante el período 2002-2007, que comprendió 98 unidades de cuidados intensivos de Latinoamérica, Asia, África y Europa.¹⁷ El estudio, publicado en el volumen 36 de la revista *American Journal of Infection Control* (ubicada entre las 25 revistas líderes en el área de la Microbiología, de acuerdo con el SJR) y con 59 citas recibidas, concentró los esfuerzos de 19 instituciones de igual número de países.

Por su parte, otra investigación multicéntrica con 49 citas recibidas, bajo el acrónimo *CARMELA*, se encargó de evaluar la prevalencia de riesgos cardiovasculares en siete ciudades de Latinoamérica: Barquisimeto, Bogotá, Buenos Aires, Lima, Ciudad de México, Quito, y Santiago de Chile. Entre los 12 autores del estudio, publicado en el volumen 121 de la revista *American Journal of Medicine* (editada por *Excerpta Médica* y segunda más relevante dentro de la categoría Enfermería en Scopus), se encontró el Dr. *Luis Carlos Silva Ayçaguer*, del Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas de La Habana.¹⁸

El volumen 40 de *Nature Genetics*, una de las cinco revistas científicas de mayor impacto en Scopus, publicó el tercero de los estudios multinacionales más relevantes del año (47 citas recibidas), dedicado al estudio del alcohol como factor de riesgo del cáncer aerodigestivo. El trabajo analizó seis variantes genéticas de enzimas de alcohol dehidrogenasa en 3 800 casos de cáncer aerodigestivo y 5 200 controles.¹⁹ Un total de 48 autores pertenecientes a 31 instituciones de 16 países participaron en la investigación, entre los que nuevamente se encontró la Dra. *Leticia María Fernández Garrote*, del Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología.

Otra revista biomédica, incluida en el primer cuartil de visibilidad de las cuatro categorías temáticas por las que Scopus la indiza, dio a luz el sexto de los artículos nacionales más relevantes de 2008, con 43 citas recibidas en los últimos dos años. Sin embargo, la investigación no se enmarcó en el dominio de las Ciencias Biomédicas, sino en el dominio de las Ciencias Sociales, específicamente en el campo de los Estudios Métricos de la Información.²⁰ El estudio constituyó un análisis comparativo de dos indicadores bibliométricos para la evaluación del impacto de las revistas científicas (el factor de impacto y el *SCImago Journal Rank*), y fue publicado en el volumen 22 de la revista estadounidense *FASEB Journal*, bajo la autoría principal del Dr. *Mathew E. Falagas*, Director del Instituto Alfa de Investigaciones Biomédicas de Atenas (Grecia), y con la participación del Dr. *Ricardo Arencibia Jorge*, del Centro Nacional de Investigaciones Científicas.

2009: LOS PELIGROS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El Instituto de Ecología y Sistemática del CITMA, a través del Dr. *Avelino Suárez*, estuvo entre las 14 instituciones firmantes del artículo nacional más citado del año 2009. El trabajo consistió en un estudio sobre los peligros potenciales del cambio climático y el calentamiento global a partir del análisis del comportamiento de las principales problemáticas identificadas por el Tercer Reporte Evaluativo del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático realizado en el año 2001.²¹ Publicado en el volumen 106 de la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (fundada en 1914 y entre las tres revistas multidisciplinarias

más relevantes del mundo, conjuntamente con *Nature y Science*), el artículo contó con 15 autores provenientes de los Estados Unidos, Alemania, India, Canadá, Francia, Zimbabwe, Australia, Bangladesh, Bélgica y Cuba, liderados por el Dr. Stephen H. Schneider de la Universidad de Stanford, y fue citado en 51 ocasiones a poco más de un año de su publicación.

Otros cuatro trabajos recibieron un volumen de citas que, dada la reciente publicación de los artículos, pudieran considerarse significativos. El primero de ellos agrupó a 1 055 autores de 113 instituciones, coordinados por el Dr. *Jurgen Schukraft*, de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) de Ginebra (Suiza), bajo la autoría principal del Dr. *K. Aamodt*, de la Universidad de Oslo (Noruega), y con la presencia de los investigadores *Arián Abrahantes Quintana* y *Ernesto Lopez Torres*, del Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN) de La Habana.²² El estudio, publicado en el volumen 65 de la revista francesa *European Physical Journal C* y con 39 citas recibidas, divulgó los resultados de un experimento de colisión de protones desarrollado en el acelerador de partículas del CERN, el primero de una serie de reportes que aparecerán con regularidad durante el año siguiente.

Nuevamente la Universidad de Navarra (España) y el Servicio de Neurocirugía Funcional del CIREN, en colaboración con el Instituto Carlos III de Madrid (España), el Colegio Universitario de Londres (Reino Unido), el Hospital Universitario de Grenoble (Francia), la Universidad de Louisville (Estados Unidos) y el Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Francia, desarrollaron dos trabajos conjuntos para el estudio de las manifestaciones clínicas iniciales de la Enfermedad de Parkinson. Con 37 citas recibidas a partir de su difusión en la revista inglesa *The Lancet Neurology*, el primero de los artículos trató manifestaciones psiquiátricas, cognitivas y motoras relacionadas con la deficiencia de dopamina en los estadios tempranos de la enfermedad. Los Dres. *María del Carmen Rodríguez Oroz* y *José A. Obeso* por la parte española, y el Dr. *Raúl Macías* por la parte cubana, integraron el grupo de siete autores.²³ En el segundo de ellos, que recibió 31 citas y fue publicado en el mismo volumen de la revista *The Lancet Neurology*, le correspondió a la Dra. *Valerie Voon*, del Instituto de Neurología del Colegio Universitario de Londres, la autoría principal y coordinación de los nueve colaboradores, y a la Dra. *Nancy Pavón* la participación por la parte cubana. El estudio abordó la estimulación dopaminérgica como procedimiento terapéutico en la Enfermedad de Parkinson.²⁴

La Dra. *Margarita Suárez*, del Laboratorio de Síntesis Orgánica de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana, fue coautora del quinto de los trabajos que ha alcanzado un rápido impacto sobre la comunidad internacional, con 31 citas recibidas a raíz de su publicación en la revista inglesa *Nature Chemistry*, una de las más relevantes de su dominio temático.²⁵ La investigación se desarrolló en colaboración con investigadores de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid, liderados por el Dr. *Salvatore Fillipone*, y la Universidad Autónoma de Madrid, y consistió en la síntesis catalítica de pirrolidinofulerenos quirales, los derivados de fulerenos más ampliamente estudiados por la comunidad científica internacional.

2010: COLISIÓN DE PROTONES Y TERAPIAS CONTRA EL CÁNCER

A pesar de su muy reciente publicación, un conjunto de trabajos de investigadores cubanos comenzaron a emerger entre la literatura científica nacional con mayor visibilidad internacional por la rápida actividad de citación desarrollada a su alrededor. Cinco de ellos recibieron hasta el 14 de julio de 2011 más de 20 citas, donde destacan fundamentalmente investigaciones realizadas por el Centro de Inmunología Molecular (CIM) y el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear.

Las Dras. *Audry Fernández Gómez* y *Circe Mesa*, del CIM, han participado en dos de las cinco publicaciones más citadas de 2010, bajo la coordinación del Dr. *Vincenzo Bronte*, del Instituto de Oncología de la Universidad de Padua (Italia), y con la participación colaboradora de otras siete instituciones italianas. La investigación de los ambientes inmunosupresores creados por el cáncer, muy en especial el estudio de citoquinas para la rápida generación de células supresoras derivadas de mieloides, han sido los tópicos fundamentalmente tratados en ambos estudios preclínicos. El primero de ellos (el más citado del año), bajo la autoría principal de *Luigi Dolcetti*, recibió 34 citas bibliográficas y fue publicado en el volumen 40 de la *European Journal of Immunology*.²⁶ El segundo, dirigido por la Dra. *Ilaria Marigo*, recibió 21 citas y apareció en el volumen 32 de la revista *Immunity*. Ambas publicaciones seriadas se encuentran en el cuartil más visible del área *Inmunología* de Scopus, de acuerdo con el SJR.²⁷

Por su parte, otros dos experimentos multinacionales sobre colisión de protones desarrollados en el acelerador de partículas del CERN, con participación de más de 1 000 autores de 113 instituciones, incluido el CEADEN, volvieron a ocupar posiciones de privilegio en materia de visibilidad. Nuevamente los Dres. *Jurgen Schukraft*, del CERN (Suiza) y *K. Aamodt*, de la Universidad de Oslo (Noruega), coordinaron y dirigieron respectivamente las investigaciones, publicadas en los números uno y tres del volumen 68 de la revista francesa *European Physical Journal C*, con 33 y 31 citas recibidas respectivamente.^{28,29}

El cuarto artículo más citado de 2010 hasta el momento, y único no perteneciente a las dos instituciones nacionales mencionadas con anterioridad, fue desarrollado con la participación del Dr. *Osiel Requejo Pino*, del Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Calixto García", de La Habana.³⁰ Este constituyó un segundo estudio multinacional dedicado a la vigilancia de infecciones nosocomiales en unidades de cuidados intensivos de Latinoamérica, Asia, África y Europa, correspondiente al período 2003-2008. Dirigido nuevamente por el Dr. *Victor D. Rosenthal*, coordinador del *International Nosocomial Infection Control Consortium* (INICC, Argentina), el trabajo recibió 28 citas en Scopus y fue publicado en el volumen 38 de la ya mencionada revista estadounidense *American Journal of Infection Control*.

CONSIDERACIONES FINALES

Sin lugar a dudas, a pesar de los múltiples debates académicos en torno al valor de la cita bibliográfica como elemento representativo de la calidad de una investigación, no se puede negar la importancia de su análisis sistemático para la caracterización de trabajos que influyen de manera significativa sobre la comunidad científica nacional e internacional. La presente revisión bibliográfica, estructurada en dos partes y construida a partir de la identificación de los artículos cubanos más citados de los años correspondientes a la primera década del siglo XXI, es una prueba de esto.

Los artículos nacionales que más citas reciben en Scopus, se corresponden en gran medida con las principales y más exitosas investigaciones científicas efectuadas en el país durante la década. De esta forma, se confirma la utilidad de los indicadores basados en análisis de citas como unidades complementarias para la valoración cualitativa de la investigación, así como su importancia dentro de los procesos de evaluación de la actividad científica. Asimismo, el dominio predominante de artículos biomédicos en la producción científica nacional altamente citada confirma los resultados de recientes trabajos que han identificado a la biomedicina como el área temática de mayor peso en la actividad científica cubana, a partir del estudio de la base de datos Scopus.^{31,32} Tal comportamiento es similar al observado en la mayoría de los países altamente desarrollados.

La colaboración internacional, así como la búsqueda de fuentes de información de gran prestigio y visibilidad a la hora de dar a conocer el resultado de las investigaciones, fueron aspectos que caracterizaron la gran mayoría de los artículos cubanos más citados en Scopus durante la década, por lo que constituyen factores a tener en cuenta con vistas a potenciar el impacto de la producción científica nacional en el futuro, como ya se ha puesto de manifiesto en otros estudios.³³

La utilización de Scopus como fuente de datos permitió el análisis de un rango de publicaciones mucho mayor que el habitualmente brindado por las bases de datos incluidas en el Web de la Ciencia de *Thomson Reuters*. No obstante, la identificación de los artículos más visibles de forma paralela en ambas bases de datos, permitió concluir que a pesar de las diferencias en los valores de citación existentes en ambas bases de datos, apenas hay diferencias en cuanto a la identificación de los artículos que más han influido sobre la comunidad científica, lo cual valida la metodología empleada en el presente trabajo para la identificación de las investigaciones más relevantes.

De forma general, las ciencias sociales y humanidades, con una mayor presencia en Scopus a partir de la inclusión de más de mil títulos de revistas pertenecientes al *European Reference Index for Humanities (ERIH)*,³⁴ no aportaron investigaciones nacionales altamente citadas durante el período analizado. Por tanto, las diferencias en cuanto a modos de hacer ciencia, tipología de trabajos y actividad de citación en los diversos dominios del conocimiento, particularmente en el área de las ciencias sociales y humanidades, continúan constituyendo un sesgo de cara a la utilización de los indicadores basados en análisis de citas en los procesos de evaluación de la investigación en estos dominios.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

La utilización del análisis de citas como instrumento para la identificación de investigaciones relevantes, y como método complementario en los procesos de evaluación de la investigación nacional, constituyen importantes líneas de trabajo que se desprenden del presente estudio. Se sugiere, por tanto, el uso sistemático y cada vez más extensivo de métodos bibliométricos, en combinación con los tradicionales procesos de revisión de pares, para determinar las fortalezas del sistema cubano de ciencia y tecnología.

Los trabajos más citados durante el período 2001-2010, constituyen nuevos hitos de la Ciencia cubana, a 150 años de la creación de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana, el 19 de mayo de 1861. Sirva el presente trabajo como homenaje a los múltiples hombres y mujeres que han impulsado el desarrollo de la ciencia nacional a lo largo de estos 150 años, y como reconocimiento a las nuevas generaciones que han dado continuidad a esta importante y noble labor.

Agradecimientos

Al Grupo de Investigación SCImago y al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España, por el acceso a las fuentes de información utilizadas. La investigación fue financiada por el Programa de Becas del Corta Duración (IPP-2011-VF-03) del Instituto de Políticas y Bienes Públicos del CSIC.

Anexo. Artículos cubanos más citados por año en Scopus 2006-2010

Año	Artículo	Citas
2006	Villar J. Lancet. 2006;367(9525):1819-29.	156
2007	Pal JS. Bulletin of the American Meteorological Society. 2007;88(9):1395-1409.	125
2008	Iturria-Medina Y. NeuroImage. 2008;40(3):1064-76.	62
2009	Smith JB. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2009;106(11):4133-7.	51
2010	Dolcetti L. European Journal of Immunology. 2010;40(1):22-35.	34

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arencibia Jorge R, Vega Almeida RL, Araújo Ruiz JA, Corera Alvarez E, Moya Aneón F. Hitos de la ciencia cubana en el siglo XXI: una revisión a partir de los trabajos más citados en Scopus, 2001-2005 [Internet]. 2012 [citado 21 de mayo de 2012]23(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352012000100005&lng=es&nrm=iso
2. Villar J, Valladares E, Wojdyla D, Zavaleta N, Carroli G, Velazco A, et al. Caesarean delivery rates and pregnancy outcomes: the 2005 WHO global survey on maternal and perinatal health in Latin America. Lancet. 2006;367(9525):1819-29.
3. Villar J, Carroli G, Wojdyla D, Abalos E, Giordano D, Ba'aqeel H, et al. Preeclampsia, gestational hypertension and intrauterine growth restriction, related or independent conditions? American Journal of Obstetrics and Gynecology. 2006;194(4):921-31.
4. Parkin DM, Fernández Garrote LM. Use of statistics to assess the global burden of breast cancer. Breast Journal. 2006;12(Suppl. 1):S70-S80.
5. Zambrano E, Bautista CJ, Deas M, Martínez-Samayoa PM, Gonzalez-Zamorano M, Ledesma H, et al. A low maternal protein diet during pregnancy and lactation has sex- and window of exposure-specific effects on offspring growth and food intake, glucose metabolism and serum leptin in the rat. J Physiol. 2006;571(1):221-30.
6. Agüero Chapin G, González Díaz H, Molina R, Varona Santos J, Uriarte E, González Díaz Y. Novel 2D maps and coupling numbers for protein sequences. The first QSAR study of polygalacturonases; isolation and prediction of a novel sequence from Psidium guajava L. FEBS Letters. 2006;580(3):723-730.
7. Gil L, Siems W, Mazurek B, Gross J, Schroeder P, Voss P, et al. Age-associated analysis of oxidative stress parameters in human plasma and erythrocytes. Free Radical Research. 2006;40(5):495-505.
8. Hernández Gómez A, He Y, García Pereira A. Non-destructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of Satsuma mandarin using Vis/NIR-spectroscopy techniques. J Food Engin. 2006;77(2):313-19.
9. Pal JS, Giorgi F, Bi X, Elguindi N, Solmon F, Gao X, et al. Regional climate modeling for the developing world: The ICTP RegCM3 and RegCNET. Bulletin of the American Meteorological Society. 2007;88(9):1395-1409.

10. Aguilar JC, Rodríguez EG. Vaccine adjuvants revisited. *Vaccine*. 2007;25(19):3752-62.
11. Villalonga R, Cao R, Frago A. Supramolecular chemistry of cyclodextrins in enzyme technology. *Chemical Reviews*. 2007;107(7):3088-3116.
12. Friston K, Mattout J, Trujillo-Barreto N, Ashburner J, Penny W. Variational free energy and the Laplace approximation. *NeuroImage*. 2007;34(1):220-34.
13. Hofmann S, Ackermann D, Antalic S, Burkhard HG, Comas VF, Dressler R, et al. The reaction $48\text{Ca} + 238\text{U} \rightarrow 286112^*$ studied at the GSI-SHIP. *European Physical Journal A*. 2007;32(3):251-60.
14. Pang T, Cardoso MJ, Guzmán MG. Of cascades and perfect storms: The immunopathogenesis of dengue haemorrhagic fever-dengue shock syndrome (DHF/DSS). *Immunology and Cell Biology*. 2007;85(1):43-5.
15. Iturria-Medina Y, Sotero RC, Canales-Rodríguez EJ, Alemán-Gómez Y, Melie-García L. Studying the human brain anatomical network via diffusion-weighted MRI and Graph Theory. *NeuroImage*. 2008;40(3):1064-76.
16. Friston K, Harrison L, Daunizeau J, Kiebel S, Phillips C, Trujillo-Barreto N, et al. Multiple sparse priors for the M/EEG inverse problem. *NeuroImage*. 2008;39(3):1104-20.
17. Rosenthal VD, Maki DG, Mehta A, Álvarez-Moreno C, Leblebicioglu H, Higuera F, et al. International Nosocomial Infection Control Consortium report, data summary for 2002-2007, issued January 2008. *Am J Infect Contr*. 2008;36(9):627-37.
18. Schargrodsky H, Hernández-Hernández R, Champagne BM, Silva H, Vinuesa R, Silva Ayçaguer LC, et al. CARMELA: Assessment of Cardiovascular Risk in Seven Latin American Cities. *Am J Med*. 2008;121(1):58-65.
19. Hashibe M, McKay JD, Curado MP, Oliveira JC, Koifman S, Koifman R, et al. Multiple ADH genes are associated with upper aerodigestive cancers. *Nature Genetics*. 2008;40(6):707-9.
20. Falagas ME, Kouranos VD, Arencibia-Jorge R, Karageorgopoulos DE. Comparison of SCImago journal rank indicator with journal impact factor. *FASEB Journal*. 2008;22(8):2623-8.
21. Smith JB, Schneider SH, Oppenheimer M, Yohe GW, Hare W, Mastrandrea MD, et al. Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) "reasons for concern". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2009;106(11):4133-7.
22. Aamodt K, Abel N, Abeysekara U, Abrahantes Quintana A, Acero A, Adamova D, et al. First proton-proton collisions at the LHC as observed with the ALICE detector: Measurement of the charged-particle pseudorapidity density at $\sqrt{s} = 900$ GeV. *Eur Phys Jour C*. 2009;65(1):111-25.
23. Rodríguez-Oroz MC, Jahanshahi M, Krack P, Litvan I, Macías R, Bezard E, et al. Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms. *The Lancet Neurology*. 2009;8(12):1128-39.
24. Voon V, Fernagut PO, Wickens J, Baunez C, Rodriguez M, Pavon N, et al. Chronic dopaminergic stimulation in Parkinson's disease: from dyskinesias to impulse control disorders. *The Lancet Neurology*. 2009;8(12):1140-9.

25. Filippone S, Maroto EE, Martin-Domenech A, Suarez M, Martin N. An efficient approach to chiral fullerene derivatives by catalytic enantioselective 1,3-dipolar cycloadditions. *Nature Chemistry*. 2009;1(7):578-82.
26. Dolcetti L, Peranzoni E, Ugel S, Marigo I, Gómez AF, Mesa C, et al. Hierarchy of immunosuppressive strength among myeloid-derived suppressor cell subsets is determined by GM-CSF. *Europ J Immunol*. 2010;40(1):22-35.
27. Marigo I, Bosio E, Solito S, Mesa C, Fernández A, Dolcetti L, et al. Tumor-induced tolerance and immune suppression depend on the C/EBP β transcription factor. *Immunity*. 2010;32(6):790-802.
28. Aamodt K, Abel N, Abeysekara U, Abrahantes Quintana A, Abramyan A, Adamova D, et al. Charged-particle multiplicity measurement in proton-proton collisions at \sqrt{s} 0.9 and 2.36 TeV with ALICE at LHC. *European Physical Journal C*. 2010;68(1):89-108.
29. Aamodt K, Abel N, Abeysekara U, Abrahantes Quintana A, Abramyan A, Adamova D, et al. Charged-particle multiplicity measurement in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV with ALICE at LHC. *Eur Phys Jour C*. 2010;68(3):345-54.
30. Rosenthal VD, Maki DG, Jamulitrat S, Medeiros EA, Todi SK, Gómez DY, et al. International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC) report, data summary for 2003-2008, issued June 2009. *American Journal of Infection Control*. 2010;38(2):95-104.
31. Arencibia Jorge R, Moya Anegón F. Challenges in the study of cuban scientific output. *Scientometrics*. 2010;83:723-37.
32. Moya Anegón F, Chinchilla Rodríguez Z, Vargas Quesada B, Corera Álvarez E, González Molina A, Muñoz Fernández GJ, Herrero Solana V. Coverage analysis of Scopus: a journal metric approach. *Scientometrics*. 2007;73(1):53-78.
33. Chinchilla Rodríguez Z, Vargas Quesada B, Hassan Montero Y, González Molina A, Moya Anegón F. New approach to the visualization of international scientific collaboration. *Information Visualization*. 2010;9(4):277-87.
34. SciVerse Scopus: content coverage guide [Internet]. 2011 [citado 18 sept 2011]. Disponible en: <http://www.info.sciverse.com/scopus/scopus-in-detail/facts/>

Recibido 11 de noviembre de 2012.
Aprobado: 21 de diciembre de 2012.

Dr. C. *Ricardo Arencibia Jorge*. Centro Nacional de Investigaciones Científicas.
Avenida 25 y 190, municipio Playa. La Habana, Cuba. Correo electrónico:
ricardo.arencibia@cnic.edu.cu