



UNIVERSIDAD DE GRANADA
Facultad de Comunicación y Documentación
Departamento de Biblioteconomía y
Documentación



UNIVERSIDAD DE LA HABANA
Facultad de Comunicación
Departamento de Ciencias de la Información

TESIS DOCTORAL

**Visibilidad Internacional de la Ciencia y Educación Superior
Cubanas: desafíos del estudio de la producción científica**

Autor: Ricardo Arencibia Jorge

Director: Félix de Moya Anegón

Octubre, 2010

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Ricardo Arencibia Jorge
D.L.: Gr 1290-2011
ISBN: 978-84-694-1055-4

Visibilidad Internacional de la Ciencia y Educación Superior

Cubanas: desafíos del estudio de la producción científica

Memoria que presenta

Ricardo Arencibia Jorge

para optar por el grado de Doctor en Documentación, dirigida por

Dr. D Félix de Moya Anegón

Granada-La Habana, octubre de 2010

Esse est percipi
(Existir es ser percibido)

George Berkeley
Three dialogues between Hylas and Philonous, 1713.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Félix de Moya Anegón, por su confianza y apoyo total.

A la Doctora Gloria Ponjuán Dante, por las mismas razones.

A mi familia querida; en especial a mis padres, por estar siempre a mi lado; a Marucha, por su maravillosa compañía; y a mis hijas, por cederme todo el tiempo que realmente merecían.

A todo el claustro de profesores, y a todos los estudiantes que compartieron conmigo la primera edición del programa doctoral sobre Documentación e Información Científica, desarrollado de manera conjunta por la Universidad de Granada, España, y la Universidad de La Habana, Cuba.

A todos mis colegas del Centro Nacional de Investigaciones Científicas de La Habana, los que están y los que ya no están, por haberme acompañado durante diez importantes años de mi vida.

A todos los colegas del grupo de investigación SCImago y el Instituto de Bienes y Políticas Públicas (IPP) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España, muy en especial a Elena Corera Álvarez y Zaida Chinchilla Rodríguez, por su incondicional amistad.

A un grupo de profesores y colegas imprescindibles que siempre aportaron luz y ganas a la investigación: Rosa Lidia Vega Almeida, Juan Antonio Araujo Ruíz, Dalmer Ruíz Más, Raúl Torricella Morales, Ronald Rousseau, Víctor Herrero Solana, Loet Leydesdorff, Carlos Gutiérrez Calzado, Pável Díaz González de Mendoza, Blanca Rosa Hung Llamas, María Victoria Guzmán Sánchez, Humberto Carrillo Calvet, Yaniris Rodríguez Sánchez, Beatriz García Delgado, José Luis García Cuevas, María Teresa Pérez Lariño, Concepción Díaz Mayans, Trish Sheehan, Jorge Núñez Jover, Angel Arturo Escobedo, Pedro Almirall Carbonell, Esteban Pérez Fernández, Luis Sanz Menéndez, Matthew E. Falagas, José A. López Espinosa, Rubén Cañedo Andalia, Javier Santovenia Díaz, Elsa Beatriz Acevedo, Gema Cossío Cárdenas, Arie Rip, Yohannis Martí Lahera, Maidelín Díaz Pérez, Rachel Carvajal Espino y Alberto J. Dorta Contreras.

Y a todos los que, de alguna u otra forma, han hecho posible esta investigación.

RESUMEN

La presente investigación doctoral expone una metodología para el análisis de la producción científica cubana con mayor visibilidad internacional, con vistas a su utilización en los procesos de toma de decisiones estratégicas relacionadas con la Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica. Para ello, concibe la caracterización de la producción científica con mayor visibilidad internacional, a partir del estudio de las investigaciones difundidas en publicaciones seriadas indexadas por la base de datos Scopus; demuestra la utilidad de dicha base de datos para la obtención de una imagen más objetiva de la actividad científica cubana; construye una batería de indicadores para la descripción, caracterización y evaluación de la producción científica nacional; identifica el grado de especialización de la producción científica nacional en las diversas áreas del conocimiento, en relación con su contexto regional; analiza la producción científica nacional en su contexto socio-económico, e identifica su distribución geográfica y sectorial; caracteriza los sectores estratégicos de la actividad científica nacional, el impacto de sus instituciones y sus patrones de colaboración; y utiliza como caso de estudio el sector universitario para poner en evidencia la utilidad práctica del conjunto de indicadores bibliométricos propuestos y sus posibilidades de adaptación según sea el nivel de agregación a analizar.

En el documento se abordan los retos y desafíos del análisis de citas y la evaluación bibliométrica de la actividad científica cubana, a partir el estudio de aspectos relacionados con la cantidad y la calidad de la investigación, el valor cualitativo del análisis de citas, los indicadores bibliométricos y cienciométricos con fines evaluativos, el enfoque estructural y las redes de colaboración, y el uso de indicadores cienciométricos a partir de la perspectiva del Análisis de Dominio. De igual forma, se analizan las fuentes de información utilizadas para la investigación; se diseña una estrategia de búsqueda, extracción y procesamiento de los datos, que incluye la construcción de un sistema de información para la caracterización de los diversos niveles de agregación analizados; y se describe una batería de indicadores para el análisis de la dimensión cuantitativa, cualitativa y estructural de la producción científica nacional.

La investigación forma parte de las acciones desarrolladas por el grupo SCImago para el estudio de la actividad científica en los diversos países iberoamericanos, e integra resultados que han sido divulgados en 15 publicaciones científicas, que incluyen una monografía y 13 artículos en publicaciones seriadas indexadas por la Web of Science y Scopus. Su aporte metodológico consistió en la creación de un sistema de información *ad hoc* para el

procesamiento de los datos de Scopus, así como la incorporación de herramientas cuantitativas desarrolladas por el grupo SCImago y novedosos indicadores como el SJR y el Índice H en el análisis del dominio nacional. Entre los principales resultados, se encuentran la presentación de los niveles de actividad y visibilidad de la producción científica cubana en su contexto regional, a partir de la visualización de la posición de los doce países más productivos de la región en las 27 áreas temáticas en las que Scopus estructura sus contenidos; la descripción de la distribución geográfica y sectorial de la producción científica nacional, a partir de indicadores de productividad, impacto y colaboración científica; el estudio de los sectores estratégicos de la actividad científica cubana, a partir del análisis de la producción científica de las Instituciones de Educación Superior, las Instituciones de Salud, y las Entidades de Ciencia e Innovación Tecnológicas; y la utilización del sector universitario como caso de estudio para evidenciar la utilidad de los indicadores bibliométricos propuestos, con vistas a la identificación de un conjunto de factores que inciden directamente en la visibilidad de la producción científica nacional.

Como conclusiones, se reporta la identificación de la biomedicina como el área temática con mayor peso en la actividad científica nacional, a partir de la caracterización de la producción científica indexada por Scopus; el reconocimiento de Scopus como una seria alternativa al Web of Science para obtener una imagen más objetiva de la actividad científica nacional, así como de la importancia de los portales desarrollados por el grupo SCImago, libremente disponibles en la web, para el estudio de los dominios temporales, geográficos y temáticos cubiertos por dicha base de datos; la imposibilidad de establecer una conclusión definitiva acerca del efecto de la inclusión en Scopus de revistas poco citadas publicadas en idiomas diferentes al inglés, en especial las revistas cubanas, debido a la reciente incorporación de las mismas a la base de datos; la observación durante el período 1996-2008 de un incremento de la producción científica cubana, que está en correspondencia con los esfuerzos del país en actividades de I+D; la ratificación de la Educación Superior como el sector con mayor rol protagónico dentro de la actividad científica nacional, a partir de la presencia de sus instituciones en más del 50 % de la producción científica cubana durante el período 2003-2007; y la identificación de tres factores clave para aumentar la visibilidad internacional de la ciencia cubana: el fomento de la colaboración internacional con instituciones de reconocido prestigio en los diversos dominios del conocimiento; la intensificación de la formación de postgrado y la obtención de grados científicos; y la búsqueda de fuentes de información de máxima calidad para dar a conocer los resultados de investigación.

PUBLICACIONES 2008-2010

Documentos directamente relacionados con la investigación doctoral

Vinculadas a los Principales resultados:

1. Arencibia-Jorge R, Moya-Anegón F. Challenges in the study of Cuban scientific output. **Scientometrics** (Hungria) 2010;83(3):723-737.*
2. Arencibia-Jorge R, Moya-Anegón F. Cuban scientific production in Scopus 1996-2007: a scientometric approach using the SCImago Journal & Country Rank. In: Larsen B, Leta J. **Proceedings of the 12th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics**. Vol. 2. Río de Janeiro: BIREME/PAHO/WHO, 2009. ISSN: 2175-1935.
3. Arencibia-Jorge R, Moya-Anegón F. Visibilidad internacional de la Educación Superior cubana en el período 2004/06: Análisis relacional de indicadores de producción, impacto y colaboración científica en revistas de corriente principal. Ciudad de La Habana: Editorial Universitaria, 2008. ISBN 978-959-16-0656-3. -- 158 pág.

Vinculadas al Marco teórico

4. Arencibia-Jorge R, Moya-Anegón F. La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la Cienciometría. **ACIMED** (Cuba) 2008; 17(4).

Vinculadas a los Presupuestos metodológicos

5. Arencibia-Jorge R, Rousseau R. Influence of individual researchers' visibility on institutional impact: an example of Prathap's approach to successive h-indices. **Scientometrics** (Hungary) 2009;79(3):507-516.*
6. Arencibia-Jorge R, Leydesdorff L, Chinchilla Z, Rousseau R, Paris S. Retrieval of very large numbers of items in the Web of Science: an exercise to develop accurate search strategies. **El Profesional de la Información** (España) 2009; 18(5):529-533.*
7. Arencibia-Jorge R. Nuevos indicadores de rendimiento científico institucional basados en análisis de citas: los índices H sucesivos. **Revista Española de Documentación Científica** (España) 2009;32(3):101-106.*
8. Falagas ME, Kouranos VD, Arencibia-Jorge R, Karageorgopoulos DE. Comparison of SCImago journal rank indicator with journal impact factor. **FASEB Journal** (USA) 2008;22(8):2623-2628.*

Validación de indicadores (Estudio de casos)

9. Arencibia-Jorge R, Barrios-Almaguer I, Fernández-Hernández S, Carvajal-Espino R. Successive H indices and its applying in the institutional evaluation: a case study. **Journal of the American Society for Information Science & Technology** (USA) 2008;59(1):155-157.*
10. Dorta-Contreras JA, Arencibia-Jorge R, Martí-Lahera Y, Araujo-Ruiz JA. Productividad y visibilidad de los neurocientíficos cubanos: estudio bibliométrico del período 2001-2005. **Revista de Neurología** (España) 2008;47(7):355-360.*
11. Dorta-Contreras JA, Arencibia-Jorge R, Martí-Lahera Y, Araujo-Ruiz JA. Indicadores basados en análisis de citas para la caracterización de las Neurociencias Cubanas. **ACIMED** (Cuba) 2008;18(6).
12. Lozano I, del Toro BJ, Arencibia-Jorge R, Martínez A. Análisis de la producción científica de la Universidad de La Habana durante el período 2000 – 2006. **ACIMED** (Cuba) 2008;18(5).
13. Arencibia-Jorge R, Vega-Almeida RL, Sánchez-Tarragó N, Araujo-Ruiz JA. Producción científica cubana sobre Dengue (1981-2006): un análisis bibliométrico a través de *SCOPUS*. **ACIMED** (Cuba) 2008;18(3).
14. Arencibia-Jorge R, Carvajal-Espino R. Los índices H, G y R: su uso para identificar autores líderes en el área de la Comunicación durante el período 2001-2006. **ACIMED** (Cuba) 2008;17(4).
15. Hung-Llamos BR, Arencibia-Jorge R, Araujo-Ruiz JA. Identificación de frentes de investigación sobre esteroides en la producción científica cubana en Scopus 1996-2006. **ACIMED** (Cuba) 2008;18(2).

* Indexadas en la Web of Science.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
PARTE I. INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1. Introducción a la investigación	2
1.1. Delimitación del estudio	4
1.2. Antecedentes	7
1.3. Justificación	11
1.4. Objetivos	12
1.5. Limitaciones	13
1.6. Fuentes utilizadas	13
1.7. Estructura del documento	16
Capítulo 2. Retos y desafíos del análisis de citas y la evaluación bibliométrica de la actividad científica cubana	18
2.1. La perspectiva cuantitativa en el estudio de la actividad científica	20
2.2. La Ciencia cubana como caso de estudio y la Educación Superior como sector estratégico	23
2.3. Cantidad versus calidad de la investigación	25
2.4. Valor cualitativo del análisis de citas: el impacto de una investigación	27
2.5. Indicadores bibliométricos y cuantitativos con fines evaluativos	29
2.6. Redes de colaboración: una nueva perspectiva del desarrollo científico	32
2.7. Indicadores cuantitativos y Análisis de Dominio	36
2.8. Consideraciones finales	38
PARTE II. MATERIAL Y MÉTODOS	40
Capítulo 3. Presupuestos metodológicos para el estudio de la producción científica nacional	41
3.1. Premisas a tener en cuenta para el desarrollo de la investigación	43
3.2. Fuentes de información	45
3.2.1. Scopus	45
3.2.2. SCImago Journal & Country Rank	48
3.2.3. SCImago Institutions Ranking	49
3.2.4. Otras fuentes	50
3.3. Estrategias de búsqueda, extracción y procesamiento de los datos primarios	50
3.3.1. Búsqueda, extracción y procesamiento de los datos para análisis a nivel macro	51
3.3.2. Búsqueda, extracción y procesamiento de los datos para análisis a nivel meso y micro	51
3.3.2.1. Criterios de normalización	52
3.3.2.2. Proceso de normalización	54
3.4. Creación de un sistema automatizado para el procesamiento y análisis de la información	56
3.4.1. Diseño del sistema: creación de la base de datos relacional	56
3.4.2. Diseño del sistema: creación de interfaz de visualización de los indicadores	57
3.5. Niveles de agregación	62
3.5.1. Distribución temporal	63
3.5.2. Distribución geográfica	64
3.5.3. Distribución sectorial	64

3.5.4. Distribución temática	65
3.6. Indicadores científicos	65
3.6.1. Indicadores de inversión (input) – análisis socio-económico	65
3.6.2. Indicadores de resultados (output) – análisis bibliométrico	67
3.6.2.1. Indicadores para la dimensión cuantitativa de la producción científica	68
3.6.2.2. Indicadores para la dimensión cualitativa de la producción científica	70
3.6.2.2.1. Dimensión cuantitativa basada en el impacto esperado	70
3.6.2.2.1.1. Nuevos indicadores: SCImago Journal Rank	71
3.6.2.2.1.2. Otros indicadores para determinar el impacto esperado	74
3.6.2.2.2. Dimensión cuantitativa basada en el impacto real	74
3.6.2.2.2.1. Nuevos indicadores: Índice H y sus derivados	77
3.6.2.2.2.2. Nuevos indicadores: Índices H sucesivos	79
3.6.2.3. Indicadores para la colaboración científica	83
3.6.3. Indicadores para la dimensión innovativa	84
3.6.4. Indicadores para la dimensión estructural y de redes	86
3.6.4.1. Representaciones multivariadas	87
3.6.4.2. Mapas de vecinos	87
3.6.4.3. Mapas conceptuales: co-citación de áreas y categorías temáticas	88
3.7. Consideraciones finales	89
PARTE III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	90
Capítulo 4. Caracterización de la producción científica nacional	81
4.1. Características de la producción científica cubana visible internacionalmente: su análisis en el entorno regional.	93
4.1.1. Distribución regional de la producción científica mundial	93
4.1.2. El contexto regional: producción científica de América Latina	94
4.1.3. El contexto nacional	96
4.1.4. Distribución temática mundial, regional y nacional	98
4.1.5. Cuba en el contexto regional: distribución temática	101
4.1.5.1. Medicina	104
4.1.5.2. Ingenierías	106
4.1.5.3. Bioquímica, Genética y Biología Molecular	108
4.1.5.4. Física y Astronomía	110
4.1.5.5. Agricultura y Ciencias Biológicas	112
4.1.5.6. Química	114
4.1.5.7. Ciencia de Materiales	116
4.1.5.8. Ciencia de la Computación	118
4.1.5.9. Ciencias de la Tierra y el Espacio	120
4.1.5.10. Ingeniería Química	122
4.1.5.11. Matemáticas	124
4.1.5.12. Ciencias Sociales	126
4.1.5.13. Ciencia Ambiental	128
4.1.5.14. Inmunología y Microbiología	129
4.1.5.15. Farmacología, Toxicología y Farmacia	131
4.1.5.16. Gestión y Contabilidad Empresarial	133
4.1.5.17. Neurociencia	134

4.1.5.18. Energía	136
4.1.5.19. Psicología	138
4.1.5.20. Arte y Humanidades	139
4.1.5.21. Área Multidisciplinar	140
4.1.5.22. Enfermería	142
4.1.5.23. Economía, Econometría y Finanzas	143
4.1.5.24. Veterinaria	145
4.1.5.25. Profesiones de Salud	146
4.1.5.26. Ciencias de la Decisión	148
4.1.5.27. Estomatología	149
4.2. La Ciencia nacional en su contexto socio-económico desde la perspectiva cuantitativa.	151
4.2.1. Inversión en I+D, producción y productividad científica	152
4.2.2. Recursos Humanos en ACT	158
4.2.3. Inversión en I+D e innovación tecnológica	163
4.2.4. Evolución de la macroestructura científica	167
4.2.4.1. Evolución de la macroestructura a partir de las áreas temáticas de Scopus	168
4.2.4.2. Descripción de la macroestructura a partir de las categorías temáticas de Scopus	171
4.2.5. Distribución geográfica y sectorial de la producción científica nacional	178
4.2.5.1. Distribución geográfica	178
4.2.5.2. Distribución sectorial	187
4.2.6. La Educación Superior cubana como caso de estudio	209
4.2.6.1. La universidad como sistema gestor de conocimiento estratégico	210
4.2.6.2. Visibilidad internacional de las universidades cubanas	212
4.2.6.3. Influencia de los patrones de colaboración internacional	216
4.2.6.4. Patrones de colaboración nacional	221
4.2.6.5. Potencial humano y producción científica en las universidades cubanas	228
4.2.6.6. Visibilidad esperada versus visibilidad real	234
4.3. Consideraciones finales	239
Capítulo 5. Conclusiones	240
5.1. Consideraciones generales	241
5.2. Conclusiones	242
5.3. Recomendaciones y líneas de investigación futuras	255
Bibliografía	259
Anexos	A1
Anexo 1. Criterios de Normalización	A2
Anexo 2. Tests de fuentes de información e indicadores (compilación de artículos)	A15
A2.1. Limitaciones de interfaz en línea (Scopus versus WoS)	A16
A2.2. SCImago Journal Rank (SJ&CR) versus Factor de Impacto (JCR)	A21
A2.3. Índice H calculado según la fuente (Scopus versus WoS)	A27
A2.4. Derivados del Índice H (enfoque según Prathap)	A33
A2.5. Índices H sucesivos (enfoques según Prathap y Schubert)	A43
Anexo 3. Actividad, visibilidad e impacto relativos según área temática de Scopus	A52

Anexo 4. Cuba 2003-2007: datos complementarios	A58
Anexo 5. Visibilidad internacional de regiones y sectores nacionales	A63
Anexo 6. Citación observada por instituciones	A80
6.1. Producción total	A81
6.2. Educación Superior	A83
6.3. Sector Salud	A85
6.4. Ciencia y Técnica	A88
Anexo 7. Visibilidad de la colaboración con los principales países colaboradores en los sectores más activos	A91
Anexo 8. Principales resultados publicados	A93

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de colaboración científica (tomado de Katz y Martin, 1997).	34
Tabla 2. Organigrama de indicadores socio-económicos	66
Tabla 3. Organigrama de indicadores para la dimensión cuantitativa de la producción científica	68
Tabla 4. Organigrama de indicadores para la dimensión cualitativa de la producción científica	70
Tabla 5. Organigrama de indicadores para la colaboración científica	83
Tabla 6. Organigrama de indicadores para la dimensión de la innovación	85
Tabla 7. Organigrama de indicadores para la dimensión estructural y de redes	87
Tabla 8. Indicadores de producción e impacto en la producción científica regional y nacional durante el período 1996-2007.	95
Tabla 9. Indicadores de producción, impacto y colaboración internacional de los 12 países más productivos de América Latina en SCOPUS durante el período 1996-2007 (+ 2400 artículos).	96
Tabla 10. Volumen de la producción científica, proporción con respecto a la producción total y promedio de citas por documento de Cuba, Latinoamérica y el Mundo en las 27 áreas temáticas de Scopus durante el período 1996-2007.	99
Tabla 11. Actividad, visibilidad e impacto relativo de la producción científica regional y nacional con respecto al mundo en las 27 áreas temáticas de Scopus durante el período 1996-2007.	102
Tabla 12. Actividad y visibilidad de la producción científica de las provincias cubanas durante el período 2003-2007.	179
Tabla 13. Tipología de la colaboración en la producción científica de las provincias cubanas durante el período 2003-2007.	182
Tabla 14. Actividad y visibilidad de la colaboración internacional de las provincias cubanas durante el período 2003-2007.	183
Tabla 15. Distribución sectorial de la producción científica de las provincias cubanas durante el período 2003-2007.	186
Tabla 16. Actividad y visibilidad de la producción científica de los sectores nacionales dedicados a la I+D durante el período 2003-2007.	187
Tabla 17. Visibilidad de la producción científica de los sectores nacionales dedicados a la I+D según el tipo de colaboración durante el período 2003-2007.	194
Tabla 18. Principales países colaboradores identificados en la producción científica nacional y su distribución sectorial.	198
Tabla 19. Visibilidad de la producción científica desarrollada con los principales países colaboradores.	202
Tabla 20. Visibilidad de las instituciones pertenecientes al sector Educación Superior en Scopus durante el período 2003-2007.	213
Tabla 21. Distribución por organismos de la producción científica del sector Educación Superior.	215
Tabla 22. Instituciones internacionales que más colaboran con las universidades adscritas al Ministerio de Educación Superior.	218
Tabla 23. Instituciones internacionales que más colaboran con las universidades adscritas al Ministerio de Salud Pública.	220
Tabla 24. Instituciones nacionales que más colaboran con las universidades adscritas al Ministerio de Educación Superior.	224
Tabla 25. Instituciones nacionales que más colaboran con las universidades adscritas al Ministerio de Salud Pública.	226
Tabla 26. Indicadores de input y output de las universidades cubanas durante el curso 2006-2007.	229
Tabla 27. Indicadores relativos de input y output durante el curso 2006-07, e internacionalización y calidad de la investigación de las universidades cubanas según el SIR.	230
Tabla A1. Listado de instituciones cubanas identificadas, sector asignado en proceso de normalización y entrada normalizada asignada en el SAPC.	A3
Tabla A2. Índice de Actividad, Índice de Atracción e Impacto Relativo de los 12 países más productivos de América Latina. Áreas: <i>Medicina, Ingenierías, Bioquímica, Genética y Biología Molecular, Física y Astronomía, Agricultura y Ciencias Biológicas y Química.</i>	A53
Tabla A3. Índice de Actividad, Índice de Atracción e Impacto Relativo de los 12 países más productivos de América Latina. Áreas: <i>Ciencia de Materiales, Ciencia de la Computación, Ingeniería Química, Ciencias de la Tierra y el Espacio, Matemáticas y Ciencias Sociales.</i>	A54

Tabla A4. Índice de Actividad, Índice de Atracción e Impacto Relativo de los 12 países más productivos de América Latina. Áreas: <i>Ciencia Ambiental, Inmunología y Microbiología, Farmacología, Toxicología y Farmacia, Gestión y contabilidad empresarial, Neurociencia y Energía.</i>	A55
Tabla A5. Índice de Actividad, Índice de Atracción e Impacto Relativo de los 12 países más productivos de América Latina. Áreas: <i>Arte y Humanidades, Psicología, Enfermería, Área multidisciplinaria, Economía, Econometría y Finanzas y Veterinaria.</i>	A56
Tabla A6. Índice de Actividad, Índice de Atracción e Impacto Relativo de los 12 países más productivos de América Latina. Áreas: <i>Profesiones en Salud, Ciencias de la Decisión y Estomatología.</i>	A57
Tabla A7. Distribución porcentual anual de la tipología documental de la producción científica cubana indexada en Scopus durante el período 2003-2007.	A59
Tabla A8. Distribución porcentual por categorías temáticas de la tipología documental de la producción científica cubana indexada en Scopus durante el período 2003-2007.	A59
Tabla A9. Distribución porcentual y visibilidad de la tipología idiomática de la producción científica cubana indexada en Scopus durante el período 2003-2007.	A60
Tabla A10. Distribución porcentual por categorías temáticas de la tipología idiomática de la producción científica cubana indexada en Scopus durante el período 2003-2007.	A60
Tabla A11. Categorías temáticas con visibilidad internacional superior a la media mundial en la producción científica cubana indexada en Scopus durante el período 2003-2007 (10 o más artículos)	A61
Tabla A12. Instituciones internacionales que más colaboraron con Cuba durante el período 2003-2007 (20 o más artículos).	A62
Tabla A13. Visibilidad de las provincias cubanas en Scopus durante el período 2003-2007.	A64
Tabla A14. Visibilidad de la colaboración internacional de las provincias cubanas en Scopus durante el período 2003-2007.	A64
Tabla A15. Visibilidad de la producción nacional exclusiva de las provincias cubanas en Scopus durante el período 2003-2007.	A65
Tabla A16. Visibilidad de la colaboración nacional exclusiva de las provincias cubanas en Scopus durante el período 2003-2007.	A65
Tabla A17. Visibilidad de la producción científica sin colaboración de las provincias cubanas en Scopus durante el período 2003-2007.	A66
Tabla A18. Visibilidad de las instituciones cubanas con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.	A67
Tabla A19. Visibilidad de la colaboración internacional en instituciones cubanas con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.	A69
Tabla A20. Visibilidad de la producción nacional exclusiva en instituciones cubanas con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.	A67
Tabla A21. Visibilidad de la colaboración nacional exclusiva en instituciones cubanas con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.	A74
Tabla A22. Visibilidad de la producción científica sin colaboración en instituciones cubanas con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.	A77
Tabla A23. Visibilidad de las instituciones pertenecientes al sector Salud con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.	A86
Tabla A24. Visibilidad de las instituciones pertenecientes al sector Ciencia y Técnica con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.	A89
Tabla A25. Visibilidad de la colaboración internacional con los principales países colaboradores en los sectores más activos de la producción científica nacional durante el período 2003-2007.	A92

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Etapas de la Política de Ciencia y Tecnología en Cuba a partir de 1959 (adaptado de Núñez Jover y López Cerezo, 2008)	5
Figura 2. Interfaz principal del Sistema para el Análisis de la Producción Científica Cubana (SAPC).	57
Figura 3a) Diagrama de relaciones entre las entidades persistentes del SAPC (Módulo lógico de datos).	58
Figura 3b) Diagrama de relaciones entre las entidades persistentes del SAPC (Módulo físico de datos, Parte I).	59
Figura 3c) Diagrama de relaciones entre las entidades persistentes del SAPC (Módulo físico de datos, Parte II).	60
Figura 4. Diagrama de clases del SAPC para la generación de informes cuantitativos.	61
Figura 5. Interfaz del SAPC para la generación de informes cuantitativos de acuerdo con los niveles de agregación analizados.	62
Figura 6. Producción científica mundial, regional y nacional a escala logarítmica durante el período 1996-2008 en Scopus.	93
Figura 7. Actividad y visibilidad de la producción científica cubana por áreas temáticas.	103
Figura 8. Actividad y visibilidad en el área de la Medicina de los países latinoamericanos más productivos.	104
Figura 9. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Medicina durante el período 2003-2007.	105
Figura 10. Actividad y visibilidad en el área de la Ingeniería de los países latinoamericanos más productivos.	107
Figura 11. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Ingeniería durante el período 2003-2007.	108
Figura 12. Actividad y visibilidad en el área de la bioquímica, genética y biología molecular de los países latinoamericanos más productivos.	109
Figura 13. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Bioquímica, Genética y Biología Molecular durante el período 2003-2007.	110
Figura 14. Actividad y visibilidad en el área de la física y la astronomía de los países latinoamericanos más productivos.	111
Figura 15. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Física y Astronomía durante el período 2003-2007.	112
Figura 16. Actividad y visibilidad en el área de la agricultura y las ciencias biológicas de los países latinoamericanos más productivos.	113
Figura 17. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la agricultura y las ciencias biológicas durante el período 2003-2007.	113
Figura 18. Actividad y visibilidad en el área de la química de los países latinoamericanos más productivos.	115
Figura 19. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Química durante el período 2003-2007	116
Figura 20. Actividad y visibilidad en el área de la Ciencia de Materiales de los países latinoamericanos más productivos.	117
Figura 21. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Ciencia de Materiales durante el período 2003-2007.	118
Figura 22. Actividad y visibilidad en el área de la Ciencia de la Computación de los países latinoamericanos más productivos.	119
Figura 23. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Ciencia de la Computación durante el período 2003-2007.	119
Figura 24. Actividad y visibilidad en el área de las Ciencias de la Tierra y el Espacio de los países latinoamericanos más productivos.	121
Figura 25. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las Ciencias de la Tierra y el Espacio durante el período 2003-2007.	121
Figura 26. Actividad y visibilidad en el área de la Ingeniería Química de los países latinoamericanos más productivos.	123
Figura 27. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de Ingeniería Química durante el período 2003-2007.	123
Figura 28. Actividad y visibilidad en el área de las Matemáticas de los países latinoamericanos más productivos.	124
Figura 29. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las Matemáticas durante el período 2003-2007.	125

Figura 30. Actividad y visibilidad en el área de las Ciencias Sociales de los países latinoamericanos más productivos.	127
Figura 31. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las Ciencias Sociales durante el período 2003-2007.	127
Figura 32. Actividad y visibilidad en el área de la Ciencia Ambiental de los países latinoamericanos más productivos.	128
Figura 33. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Ciencia Ambiental durante el período 2003-2007.	129
Figura 34. Actividad y visibilidad en el área de la Inmunología y la Microbiología de los países latinoamericanos más productivos.	130
Figura 35. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Inmunología y la Microbiología durante el período 2003-2007.	131
Figura 36. Actividad y visibilidad en el área de la Farmacología, Toxicología y Farmacia de los países latinoamericanos más productivos.	132
Figura 37. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Farmacología, Toxicología y Farmacia durante el período 2003-2007.	133
Figura 38. Actividad y visibilidad en el área de las Empresas, Gestión y Contabilidad de los países latinoamericanos más productivos.	134
Figura 39. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las Empresas, Gestión y Contabilidad durante el período 2003-2007.	134
Figura 40. Actividad y visibilidad en el área de la Neurociencia de los países latinoamericanos más productivos.	135
Figura 41. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Neurociencia durante el período 2003-2007.	136
Figura 42. Actividad y visibilidad en el área de la Energía de los países latinoamericanos más productivos.	137
Figura 43. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Energía durante el período 2003-2007.	137
Figura 44. Actividad y visibilidad en el área de la Psicología de los países latinoamericanos más productivos.	138
Figura 45. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Psicología durante el período 2003-2007.	139
Figura 46. Actividad y visibilidad en el área de las Artes y Humanidades de los países latinoamericanos más productivos.	140
Figura 47. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las Artes y Humanidades durante el período 2003-2007.	140
Figura 48. Actividad y visibilidad en el área Multidisciplinaria de los países latinoamericanos más productivos.	141
Figura 49. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área Multidisciplinaria durante el período 2003-2007.	142
Figura 50. Actividad y visibilidad en el área de la Enfermería de los países latinoamericanos más productivos.	142
Figura 51. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Enfermería durante el período 2003-2007.	143
Figura 52. Actividad y visibilidad en el área de la Economía, Econometría y Finanzas de los países latinoamericanos más productivos.	144
Figura 53. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Economía, Econometría y Finanzas durante el período 2003-2007.	144
Figura 54. Actividad y visibilidad en el área de la Veterinaria de los países latinoamericanos más productivos.	145
Figura 55. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la Veterinaria durante el período 2003-2007.	146
Figura 56. Actividad y visibilidad en el área de las Profesiones de Salud de los países latinoamericanos más productivos.	146
Figura 57. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las Profesiones de Salud durante el período 2003-2007.	147
Figura 58. Actividad y visibilidad en el área de las Ciencias de las Decisiones de los países latinoamericanos más productivos.	148
Figura 59. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las Ciencias de las Decisiones durante el período 2003-2007.	149
Figura 60. Actividad y visibilidad en el área de la Estomatología de los países latinoamericanos más productivos.	150
Figura 61. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de	150

Cuba en el área de la Estomatología durante el periodo 2003-2007.

Figura 62. Evolución del gasto total y porcentual en Actividades de Ciencia y Técnica (ACT) e I+D durante el período 1996-2008.	153
Figura 63. Evolución de los gastos porcentuales en ACT según el origen de los fondos, 1996-2008.	154
Figura 64. Evolución de los gastos porcentuales de I + D según el tipo de investigación, 1997-2005.	155
Figura 65. Evolución del gasto en I+D y la producción científica en el Web of Science y Scopus durante el período 1996-2008.	156
Figura 66. Evolución del número total de investigadores y la productividad por investigador en el Web of Science y Scopus durante el período 1996-2007.	157
Figura 67. Evolución del Gasto I+D % PIB e Investigadores por cada 1000 PEA, 1996-2007.	157
Figura 68. Evolución del Gasto I + D por publicación y por investigadores, 1996-2007.	158
Figura 69. Graduados universitarios por ramas de las ciencias desde 1959 hasta el 2009.	159
Figura 70. Evolución de los graduados por áreas temáticas durante el período 1996-2008.	160
Figura 71. Evolución del Personal ACT, el número de investigadores y el porcentaje de investigadores y personal ACT con Nivel Superior con respecto al personal ACT.	161
Figura 72. Evolución del personal en ACT por categoría ocupacional, 2000-2009.	162
Figura 73. Evolución del personal en ACT por género, 1997-2009.	162
Figura 74. Evolución de indicadores de innovación tecnológica.	164
Figura 75. Evolución del Gasto en I + D, la producción en relación con el Gasto en I+D y el coeficiente de invención.	165
Figura 76. Evolución porcentual de la producción científica anual por provincias.	180
Figura 77. Producción científica cubana y comportamiento de los tres sectores más importantes durante el período 2003-2007 in Scopus.	188
Figura 78. Evolución porcentual de la producción científica nacional por sectores.	189
Figura 79. Tasa de crecimiento anual de la producción científica cubana por sectores.	190
Figura 80. Evolución del número de instituciones por sector.	191
Figura 81. Relación estadística entre indicadores de colaboración e impacto según tipo de colaboración: a) colaboración internacional; b) producción nacional exclusiva; c) sin colaboración.	195
Figura 82. Distribución porcentual de la producción científica de los 15 países más productivos.	199
Figura 83. Dependencia de la colaboración científica con los 15 países más colaboradores.	200
Figura 84. Evolución de los patrones de colaboración internacional del MES y el MINSAP.	216
Figura 85. Regresión lineal observada para la ratio de doctores por académico y la ratio de publicaciones por académico en las instituciones universitarias 2006-2007.	232
Figura 86. Productividad, Ratio de publicaciones por académico, Ratio de doctores por académico, Índice de internacionalización e Impacto relativo de las universidades cubanas.	233
Figura 87. Regresión lineal observada para la proporción de la colaboración internacional y el impacto relativo de las universidades cubanas más productivas (SIR, 2006-2008).	235
Figura 88. Productividad, Proporción de artículos en colaboración internacional e Impacto relativo de las universidades cubanas más productivas (SIR, 2003-2008).	236
Figura 89. Regresión lineal observada para la proporción de artículos en revistas del primer cuartil y el impacto relativo de las universidades cubanas más productivas (SIR, 2003-2008).	237
Figura 90. Productividad, Proporción de artículos en revistas del primer cuartil e Impacto relativo de las universidades cubanas más productivas (SIR, 2003-2008).	237
Figura A1. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus promedio de citas por trabajo en la producción científica cubana.	A81
Figura A2. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus Índice H en la producción científica cubana.	A81
Figura A3. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus porcentaje de trabajos citados en la producción científica cubana.	A82
Figura A4. Regresión lineal de las citas versus documentos en la producción científica cubana.	A82
Figura A5. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus promedio de citas por trabajo en la Educación Superior.	A83
Figura A6. Regresión logarítmica del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus Índice H en la Educación Superior.	A83
Figura A7. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus porcentaje de trabajos citados en la Educación Superior.	A84

Figura A8. Regresión lineal de las citas versus documentos en la Educación Superior.	A84
Figura A9. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus promedio de citas por trabajo en Salud.	A85
Figura A10. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus Índice H en Salud.	A85
Figura A11. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus porcentaje de trabajos citados en Salud.	A87
Figura A12. Regresión lineal de las citas versus documentos en Salud.	A87
Figura A13. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus promedio de citas por trabajo en Ciencia y Técnica.	A88
Figura A14. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus Índice H en Ciencia y Técnica.	A88
Figura A15. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus porcentaje de trabajos citados en Ciencia y Técnica.	A90
Figura A16. Regresión lineal de las citas versus documentos en Ciencia y Técnica.	A90

ÍNDICE DE MAPAS

	Pág.
Mapa 1. Red de cocitación de áreas temáticas en la producción científica cubana 1996-1997.	168
Mapa 2. Red de cocitación de áreas temáticas en la producción científica cubana 2000-2001.	169
Mapa 3. Red de cocitación de áreas temáticas en la producción científica cubana 2006-2007.	170
Mapa 4. Mapa global de la red de cocitación de categorías temáticas en la producción científica cubana 2006-2007.	171
Mapa 5. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas perteneciente a las Ciencias Biomédicas 2006-2007.	172
Mapa 6. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con la Bioquímica y la Química Física 2006-2007.	173
Mapa 7. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con las Ingenierías y Ciencia de Materiales 2006-2007.	174
Mapa 8. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con el Medio Ambiente 2006-2007.	175
Mapa 9. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con las Ciencias de la Tierra y el Espacio 2006-2007.	176
Mapa 10. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con la Informática y la Ciencia de la Información 2006-2007.	176
Mapa 11. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con las Profesiones en Salud, la Psicología y las Artes y Humanidades 2006-2007.	177
Mapa 12. Colaboración asimétrica entre las provincias cubanas durante el período 2003-2007.	185
Mapa 13. Colaboración intersectorial.	192
Mapa 14. Principales países colaboradores con Cuba 2003-2007.	204
Mapa 15. Visibilidad de los principales países colaboradores en el sector Educación Superior.	205
Mapa 16. Visibilidad de los principales países colaboradores en el sector Salud.	207
Mapa 17. Visibilidad de los principales países colaboradores en el sector Ciencia y Técnica.	208
Mapa 18. Visibilidad de las principales instituciones internacionales que colaboran con las universidades del Ministerio de Educación Superior.	219
Mapa 19. Visibilidad de las principales instituciones internacionales que colaboran con las universidades del Ministerio de Salud Pública.	220
Mapa 20. Principales relaciones de colaboración nacional durante el período 2003-2007.	222
Mapa 21. Colaboración asimétrica entre las instituciones pertenecientes al sector Educación Superior.	223
Mapa 22. Visibilidad de las principales instituciones nacionales que colaboran con las universidades del Ministerio de Educación Superior.	225
Mapa 23. Visibilidad de las principales instituciones nacionales que colaboran con las universidades del Ministerio de Salud Pública.	227

ÍNDICE DE ABREVIATURAS PRINCIPALES

CINDOC	Centro de Información y Documentación, CSIC (España)
CITMA	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Cuba)
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España)
CTWS	<i>Center for Science and Technology Studies</i> , Universidad de Leyden (Holanda)
ECCT	Estudios Cuantitativos de la Ciencia y la Tecnología
ECIT	Entidades de Ciencia e Innovación Tecnológica
ESCT	Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología
ESI	Essential Science Indicators
FECyT	Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (España)
IES	Instituciones de Educación Superior
ISI	<i>Institute for Scientific Information</i> , Philadelphia, (actualmente empresa <i>Thomson Reuters</i> , USA)
JCR	<i>Journal Citation Report</i>
MES	Ministerio de Educación Superior (Cuba)
MINSAP	Ministerio de Salud Pública (Cuba)
OACE	Organismos de la Administración Central del Estado
OMS	Organización Mundial de la Salud (Suiza)
ONE	Oficina Nacional de Estadísticas (Cuba)
OPS	Organización Panamericana de la Salud (USA)
PNCIT	Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica
REDEC	Red de Estudios Cienciométricos sobre la Educación Superior (Cuba)
RICyT	Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología
SIR	<i>SCImago Institutions Ranking</i>
SJCR	<i>SCImago Journal & Country Rank</i>
SNCIT	Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica

PARTE I. INTRODUCCIÓN

Introducción

It is surely time for scientific men to apply scientific method to determine the circumstances that promote or hinder the advancement of science.

James McKeen Cattell

Men of Science: a biographical directory, 2nd Edition, 1910.

La presente tesis doctoral ha sido concebida como un instrumento para la descripción, caracterización y evaluación de la producción científica cubana altamente visible a nivel internacional. Dada la complejidad inherente a cualquier ejercicio de evaluación bibliométrica de la actividad científica, en un contexto donde aún no se han consolidado totalmente las bases que permiten su práctica sistemática (acceso a los índices de citas reconocidos internacionalmente; consenso en torno a un conjunto de indicadores bibliométricos validados y efectivos para la evaluación a nivel personal, institucional, sectorial, provincial y nacional; suficiente personal experto en la construcción o asimilación, modificación y adaptación de estos indicadores en el entorno nacional; conocimiento de los efectos no deseados a los que puede conducir la aplicación a ciegas de indicadores cuantitativos tradicionalmente eficaces en contextos científicos altamente desarrollados), la proyección de la tesis evita cualquier tipo de pretensión enciclopédica, y se limita a presentar una investigación donde la aplicación de una batería de indicadores cuantitativos validados internacionalmente repercute en una mayor comprensión del grado de visibilidad o impacto que ha alcanzado la producción científica cubana a nivel mundial, así como en una mayor conciencia de su importancia para impulsar el propio desarrollo de la actividad científica.

El antecedente directo de la presente investigación es el informe “Visibilidad internacional de la Educación Superior cubana en el período 2004/06: Análisis relacional de indicadores de producción, impacto y colaboración científica en revistas de corriente principal”, publicado por la Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba (MES), en el cual se caracterizó la producción científica generada por las universidades cubanas, a partir del importante espacio que esta ocupa dentro del conjunto de toda la producción científica nacional (Arencibia Jorge & de Moya Anegón, 2008). El presente trabajo, aunque no abandona el tratamiento diferenciado de las Instituciones de Educación Superior (IES), introduce modificaciones metodológicas que comprenden el análisis general, provincial, sectorial y temático de toda la producción científica cubana, la ampliación del período de estudio, la actualización y perfeccionamiento de la batería de indicadores bibliométricos, y la incorporación de indicadores socio-económicos para complementar el análisis y ofrecer una caracterización más objetiva de la actividad científica nacional.

Como en el informe que la antecedió, más que en la producción científica total generada por el país, el interés se centra en aquella que ha logrado insertarse en canales de comunicación frecuentemente consultados y utilizados por la comunidad científica internacional como base intelectual para la concepción y desarrollo de sus investigaciones. Sin embargo, la actual investigación abandona la utilización de las tradicionales bases de datos del *Institute for*

Scientific Information (ISI) de Philadelphia, y opta por el estudio de Scopus, el índice de citas creado por la editorial *Elsevier*, que recoge un mayor volumen de fuentes de información, incluye un mayor número de publicaciones seriadas nacionales y, como se demostrará posteriormente, posibilita una caracterización más objetiva de la ciencia cubana visible para el mundo.

Las diversas perspectivas e indicadores utilizados para el análisis de los diferentes niveles de agregación geográficos, sectoriales y temáticos, facilitan un acercamiento más completo a la estructura de la actividad científica cubana y los conocimientos que genera. El nivel geográfico va a contemplar no sólo la producción científica del país, sino también su posición en el contexto de la región latinoamericana. Los sectores van a representar los diferentes frentes en los que, de manera general, se estructura la ciencia desarrollada en el país. El nivel temático va a utilizar el sistema de clasificación utilizado por Scopus para la descripción de sus contenidos, especialmente las 27 áreas temáticas principales en las que Scopus concentra la producción científica mundial.

De forma general, la investigación cuantifica la producción científica cubana, la caracteriza a través de un conjunto de indicadores desde la perspectiva cuantitativa, cualitativa y relacional, y la sitúa dentro de un contexto más amplio, tomando como referencia el conjunto de países latinoamericanos más productivos. Al mismo tiempo, la investigación desciende niveles de agregación, con vistas a dejar evidencia de la importancia y aplicabilidad de la evaluación bibliométrica de la actividad científica a niveles macro, meso y micro, en aras de impulsar el desarrollo de la ciencia nacional.

1.1. Delimitación del estudio

Son múltiples los aspectos sociales, políticos y económicos relacionados con la ciencia, la tecnología y la innovación. De igual forma, son múltiples las corrientes de pensamiento que han pretendido ahondar en la complejidad inherente a los procesos relacionados con la generación y utilización de conocimiento científico, y específicamente, describir la interrelación de este conocimiento con las dinámicas políticas, económicas y sociales del mundo contemporáneo.

Durante los últimos años, se ha reforzado el discurso analítico en torno a estas corrientes. Se han revisitado las clásicas aproximaciones mertonianas a los rasgos institucionales que caracterizan la actividad científica (valores, normas, pautas de comportamiento) (Fernández Esquinas y Torres Alberó, 2009); se han discutido los aportes constructivistas dedicados al estudio de los procesos de configuración del conocimiento científico (Fernández Zubieta,

2009); se han debatido las influencias de la teoría del Actor Red del francés Bruno Latour (Law y Hassard, 1999; Echeverría y González, 2009), la perspectiva conflictivista (Collins, 1975; Restivo, 1983) y el enfoque tecnocientífico (Echeverría, 2003); se ha examinado exhaustivamente la tesis del modo 2 de producción de conocimiento (Gibbons et al, 1994), así como las nociones de “ciencia posacadémica” (Ziman, 1996) y “ciencia posnormal” (Funtowicz y Ravetz, 2000); y se han hecho notables esfuerzos por historiar, desde el punto de vista de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCT), las diferentes etapas que han transcurrido desde los primeros estudios sobre políticas de ciencia y tecnología (Bernal, 1939), hasta enfoques más novedosos como el modelo de la “triple hélice” (Leydesdorff y Etzkowitz, 1996) y el concepto de sistemas nacionales de innovación (Lundvall, 1992; Nelson, 2002). La reciente aparición de un número monográfico de la revista *Arbor: ciencia, pensamiento y cultura*, dedicado a las perspectivas teóricas sobre ciencia, tecnología e innovación, da fe del creciente interés sobre el tema en el ámbito iberoamericano (Fernández Esquinas, 2009).

Todas estas corrientes de pensamiento sociológico y filosófico, han influido de manera directa o indirecta en los estudiosos que, desde las disciplinas métricas de la información, han aportado un conjunto de indicadores destinados a evaluar el rendimiento investigativo de los principales actores encargados de la producción de conocimiento científico. Al mismo tiempo, la perspectiva cuantitativa ha estado presente en el proceso evolutivo de estas corrientes de pensamiento, erigiéndose como una importante herramienta analítica al servicio de los encargados de la toma de decisiones estratégicas en materia de ciencia y tecnología.

En Cuba, la emergencia como disciplina de los ESCT en el entorno académico ha permitido la creación de un marco de reflexión teórica y epistemológica en torno al surgimiento y desarrollo de la actividad científica en el país, así como sobre los diferentes aspectos que la caracterizan, su carácter complejo, su dependencia del contexto social, la asimilación de conceptos como la innovación y la transferencia de tecnologías, la educación y la comunicación científico-técnica, la percepción pública y la participación ciudadana, y por supuesto, su impacto económico y su contribución al desarrollo de la sociedad (Núñez Jover y López Cerezo, 2008).

A raíz de estos estudios, han podido delimitarse y caracterizarse tres etapas críticas relacionadas con la creación de una Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica (PNCIT) a partir de 1959, correspondientes a los periodos 1960-1977 (etapa de promoción dirigida de la ciencia, orientada hacia la creación de un sector dedicado a la I+D), 1977-1989

(etapa de implantación de un modelo de dirección centralizado, orientado hacia la identificación de problemas prioritarios y la introducción de los resultados científicos en la práctica social), y desde 1990 hasta nuestros días (etapa que surge a partir de la creación de un Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica, SNCIT) (García Capote, 1996; Núñez Jover y López Cerezo, 2008) (Figura 1).

Figura 1. Etapas de la Política de Ciencia y Tecnología en Cuba a partir de 1959 (adaptado de Núñez Jover y López Cerezo, 2008).



Sin embargo, el debate académico en torno al tema también ha podido identificar la necesidad de elaborar nuevos criterios, metodologías e indicadores para la evaluación del impacto de esta política en todas las esferas de la sociedad, aspecto que abre las puertas al desarrollo de investigaciones cuantitativas de mayor rigor científico, capaces de traspasar las fronteras de la dimensión cuantitativa e insertarse de manera coherente en el corpus de los ESCT, y de incidir en los procesos de toma de decisiones estratégicas encaminados a impulsar, consolidar o perfeccionar la actividad científica realizada en el país.

En ese sentido, y paralelamente al escrutinio de nuevas fuentes de información y canales de comunicación para el desarrollo de investigaciones cuantitativas en todas las áreas del conocimiento, resulta necesario el perfeccionamiento y empleo sistemático de indicadores que permitan la caracterización de la producción científica nacional, su grado de especialización en los diversos ámbitos temáticos, la dimensión estructural de los fenómenos disciplinarios e interdisciplinarios relacionados con la investigación, y la recepción de estas investigaciones por parte de la comunidad científica nacional e internacional, aspectos que no han sido observados con el mismo rigor a lo largo de los últimos 40 años en el entorno nacional, y que justifican el trabajo realizado durante la presente investigación doctoral.

1.2. Antecedentes

El estudio de la ciencia cubana desde la perspectiva cuantitativa se ha visto reflejado en muy pocas ocasiones en los canales de comunicación científica con mayor visibilidad internacional.

Una primera aproximación al tema puede observarse en un estudio realizado por Frederick Wilfrid Lancaster y colaboradores (1986), de la Escuela de Bibliotecología y Ciencia de la Información de la Universidad de Illinois, quienes trataron de examinar el modo en que el uso de las fuentes de información por parte de los científicos podía estar asociado a la ideología política del país donde éstos residían, y para ello utilizaron la producción científica cubana como caso de estudio.

Realizado en un contexto histórico caracterizado por el conflicto político existente entre los Estados Unidos y la entonces Unión Soviética, y las tensiones entre el gobierno de la isla y administración de Ronald Reagan, entonces presidente de la Unión, el estudio de Lancaster intentaba retratar la influencia de factores políticos en los hábitos de uso de fuentes de información por parte de los científicos cubanos. Partían del principio de que, teniendo en cuenta las estrechas relaciones existentes entre Cuba y el conjunto de países pertenecientes al bloque socialista del Este de Europa después del triunfo de la revolución cubana, podría observarse una creciente actividad de citación de fuentes de estos países, y una disminución de las citas realizadas a revistas de países occidentales.

Lancaster y su equipo realizaron probablemente el más completo análisis de citas de la producción científica cubana realizado hasta el presente, procesando las 18 991 referencias bibliográficas de un total de 1 316 artículos publicados durante el período comprendido entre los años 1950 y 1983. Utilizaron no sólo la producción científica registrada en bases de datos internacionales, sino también los artículos contenidos en 20 revistas cubanas depositadas en la Biblioteca de la Universidad de Illinois. Entre los múltiples factores evaluados, estuvieron la colaboración científica, el idioma y la materia de los artículos.

El estudio definitivamente reveló un aumento de las citas a fuentes de información de países de Europa del Este a partir de 1959. Sin embargo, no pudo identificarse un descenso de la actividad de citación a fuentes de países occidentales, lo cual permitía comparar sus resultados con los alcanzados por Nalimov y Mulchenko (1969) en un análisis similar realizado a la producción científica soviética, y obtener similares conclusiones.

En primer lugar, el estudio identificó durante el período pre-revolucionario una escasa colaboración internacional, menor del 3 %, la cual creció ostensiblemente con posterioridad a 1959, llegando a ser mayor del 25 % con países de Europa del Este. De esta forma, la

colaboración con estos países facilitó la utilización de sus fuentes informativas tanto para la consulta de información científica, como para la divulgación en ellas de los resultados de investigación del país.

En segundo lugar, Lancaster y sus colegas señalaron que las citas a revistas de Europa Oriental eran ostensiblemente más frecuentes en aquellos artículos con presencia de autores de estos países; y demostraron estadísticamente que no existían diferencias significativas en el comportamiento de las citas hacia ambos bloques, es decir, que el incremento de citas a fuentes del bloque socialista no necesariamente trajo aparejado el decrecimiento de las citas a fuentes documentales de occidente. Quedaba evidenciado, esencialmente, que la relación política había implicado un acercamiento de los científicos cubanos hacia nuevas fuentes de información científica, y la aparición de nuevas corrientes influyentes; pero no un cambio en la actividad de citación que permitiera demostrar objetivamente la influencia del cambio de ideología política en la actividad investigativa de los científicos cubanos.

El estudio de Lancaster, Porta, Plagenz, Szymborski y Krebs, aún en nuestros días, constituye una referencia obligatoria para cualquier análisis que se pretenda hacer de la actividad científica nacional, tanto desde el punto de vista bibliométrico como sociológico, y es, al mismo tiempo, un claro ejemplo de la utilidad y complementariedad del método cuantitativo como herramienta de análisis.

El segundo acercamiento a la actividad científica cubana desde la perspectiva cuantitativa ocurrió tres años más tarde de la pluma de L. P. Moral, investigador del Centro de Estudios de Historia y Organización de la Ciencia, perteneciente a la Academia de Ciencias de Cuba. Moral llevó a cabo el primer análisis de patentes para el estudio del desarrollo de la investigación aplicada y de los aspectos relacionados con la generación de tecnologías en el país. Su objetivo fue demostrar la utilidad del análisis de las patentes para la realización de estudios diagnósticos y la determinación de tendencias en la innovación nacional y en los esfuerzos en I+D (Moral, 1989). Para ello, estudió 2 382 patentes de entidades nacionales e internacionales, concedidas y aplicadas en Cuba durante el período comprendido entre enero de 1968 y junio de 1983, período similar a la etapa post-revolucionaria estudiada por Lancaster en el trabajo analizado previamente.

Aunque había una incipiente actividad de solicitud y concesión de patentes desde años anteriores por parte de instituciones nacionales, es a partir de 1971 cuando comienza a consolidarse, principalmente en Ciencias Químicas, Instrumentación, Ciencias Agrícolas, Industria Energética, Ciencias de la Salud e Industria Minero-metalúrgica. A su vez, estas

áreas temáticas concentraron la mayor cantidad de patentes internacionales aplicadas en el país.

Lo sorprendente del estudio de Moral, fue la identificación de Suiza, Francia, Inglaterra y la República Federal Alemana como los cuatro países con mayor cantidad de patentes concedidas en Cuba (más de un 4 % de participación cada uno). Estados Unidos, Japón, Italia y Canadá completaron la lista de países más activos en este aspecto, donde no se vio reflejado ningún país del bloque socialista de Europa del Este. Al realizar un análisis pormenorizado de las temáticas más activas, así como de la participación de Cuba en ellas, Moral identificó las fortalezas de la innovación nacional, así como aquellos sectores donde existía un mayor grado de dependencia de la innovación internacional.

Por primera vez, se exponía en un órgano de divulgación científica de reconocido prestigio internacional, y por un autor cubano, una metodología basada en el análisis de patentes para la determinación del potencial científico y técnico del país. Moral cerraba su interesante trabajo con tres importantes preguntas a ser esclarecidas en futuros estudios: ¿Cuál es la productividad de la actividad inventiva nacional? ¿Cuál es la productividad de las diferentes instituciones de investigación? ¿Cuál es la eficiencia del sistema de generación de patentes en el país? Si bien ha crecido el número de grupos de investigación nacionales dedicados al análisis de patentes, aún no han logrado generarse estudios de amplia visibilidad internacional que permitan una aproximación más objetiva a estas preguntas desde la perspectiva cuantitativa (Díaz Pérez y Moya Anegón, 2008; Díaz Pérez *et al.*, 2010).

Un año más tarde, W. Meske, de la Academia de Ciencias de la República Democrática Alemana, y M. C. Fernández de Alaiza, del ya mencionado Centro de Estudios de Historia y Organización de la Ciencia, publicaron un informe acerca de la estructura y desarrollo del potencial científico-técnico en Cuba. En él, mostraron la evolución de un conjunto de indicadores relativos a recursos dedicados a la I+D (inputs y outputs) a lo largo del período comprendido entre los años 1977 y 1985, correspondiente a la etapa de implantación del modelo de dirección centralizado de la actividad científica, estudiado con intensidad por Saenz y García Capote (1993), así como por Núñez Jover y López Cerezo (2008). El objetivo del estudio era poner en evidencia los avances alcanzados por el país a partir de los lineamientos establecidos en la Resolución Económica del Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba, llevado a cabo en 1975, y donde se puso de manifiesto la necesidad de avanzar hacia la creación de una política nacional de Ciencia y Técnica (Meske y Fernández de Alaiza, 1990).

Probablemente, el más relevante estudio bibliométrico de la actividad científica cubana desde una perspectiva cuantitativa, fue desarrollado por la destacada investigadora española Rosa Sancho, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y dos especialistas del Instituto Cubano de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ICIDCA), G. Bernal y L. Gálvez, en 1993. Los autores analizaron la producción científica cubana durante el período 1985-1989 usando nueve bases de datos internacionales, y hallaron que la Agricultura, la Biomedicina, la Química y la Ingeniería fueron las áreas que concentraron la mayor cantidad de publicaciones (Sancho *et al.*, 1993). La contribución cubana a la corriente principal de la Ciencia y la colaboración científica fueron temas tratados por el artículo de Sancho, que observó un gradual incremento de la producción científica cubana durante el período analizado, y mostró no sólo las estrechas relaciones entre Cuba y los países de Europa del Este, sino también el rol protagónico de las universidades en la producción de conocimiento del país, reflejo de los cambios ocurridos a partir de la Reforma Universitaria de 1962.

Sin embargo, la desintegración del sistema socialista en los países de Europa del Este cambió dramáticamente la imagen geopolítica del mundo, y la emergente Ciencia cubana sufrió un nuevo proceso de transformación. La economía del país vio decrecer su capacidad de importación en un 75 %, de un total de \$ 8 138 millones de dólares en 1989 a sólo \$ 1700 millones en 1993, mientras el Producto Interno Bruto caía un 34,8 % y el 80 % de los complejos industriales existentes en el país dejaban de funcionar (Bell Lara, 1999). La crisis económica forzó a la comunidad científica cubana a jugar un papel más directo e intenso en el desarrollo económico y social del país, a partir de la generación de nuevos ingresos económicos.

Los esfuerzos por consolidar el desarrollo de una PNCIT fueron orientados hacia la aplicabilidad y generalización de los resultados científicos, y nuevos actores se encargaron de impulsar la producción científica nacional, en especial, el frente biotecnológico representado por las instituciones de investigación pertenecientes al Polo Científico del Oeste de la Ciudad de La Habana. El análisis cuantitativo de esta nueva etapa, desde una perspectiva cuantitativa, fue desarrollado por Juan Antonio Araujo Ruíz y colaboradores en el 2005, quienes observaron un crecimiento de la producción científica nacional en revistas de corriente principal de 236 artículos en 1988 hasta 734 en el año 2003. De igual forma, llamaron la atención acerca de los diferentes problemas en el uso de los índices de citas del ISI (hoy convertido en el consorcio *Thomson Reuters*) para evaluar la actividad científica nacional (Araujo Ruiz *et al.*, 2005).

Otro conjunto de trabajos durante esta etapa se caracterizó por estudiar la producción científica cubana en el contexto de la región (Garg, 2003; Gómez *et al.*, 1999), especialmente en aquellas temáticas donde Cuba ha alcanzado importantes logros científicos, como la investigación sobre el SIDA (Macías Chapula, 2001), la Biotecnología (Dalpé, 2002), la producción de vacunas (Guzmán Sánchez *et al.*, 1998), la realización de ensayos clínicos (Araujo Ruiz *et al.*, 2002), Ciencia de los Alimentos (Alfaraz y Calviño, 2004), o las Ciencias Agrícolas (Licea de Arenas *et al.*, 1994; Torricella Morales *et al.*, 2000; Guzmán Sánchez *et al.*, 2002; Moya Anegón *et al.*, 2007). Ninguno de estos trabajos hizo un profundo análisis de indicadores bibliométricos en relación con indicadores socio-económicos, excepto un trabajo publicado en 1999 por Félix de Moya y Víctor Herrero, de la Universidad de Granada, España (Moya Anegón y Herrero Solanas, 1999).

Estos autores revelaron específicamente la situación de Cuba en el contexto latinoamericano, e identificaron algunos puntos críticos que reflejaron la compleja situación experimentada por el país durante la década del 90, como por ejemplo:

1. Bajos índices de colaboración con Estados Unidos, como claro indicador de la política de aislamiento implementada contra Cuba por el gobierno de los Estados Unidos.
2. Dificultades para publicar en revistas norteamericanas, revelador de otro problema de naturaleza política que se agudizaría mucho más durante la presencia de la administración Bush en la Casa Blanca.
3. Un importante potencial científico en términos de recursos humanos, pero una baja correspondencia de este aspecto con los volúmenes de la producción científica, una situación también observada en los antiguos países socialistas de Europa.

De hecho, el trabajo de Moya y Herrero presentó a Cuba como un caso atípico en el contexto latinoamericano. Sin embargo, planteó la necesidad de un análisis más profundo de la producción científica nacional, usando una batería de indicadores socio-económicos y bibliométricos, estrechamente relacionados, con vistas a ofrecer un retrato más preciso de la actividad científica.

1.3. Justificación

La presente investigación sostiene la premisa de que la investigación nacional sobre la temática, publicada tanto en fuentes de información internacionales como locales, es pequeña de por sí, y aún adolece de una visión que trascienda la perspectiva cuantitativa,

que persiga el estudio y la representación visual de la dinámica del conocimiento acumulado por la comunidad científica cubana, que logre capturar sus etapas evolutivas y que, al mismo tiempo, pueda insertarse entre las estrategias de la política científica nacional, bien como herramienta para la toma de decisiones estratégicas, bien como instrumento evaluativo de las instituciones y los individuos dedicados a la investigación, como ya están siendo implementadas en países desarrollados; y considera que comienzan a crearse las condiciones para elevar cualitativamente el alcance de las investigaciones, profundizar en los análisis, perfeccionar las herramientas analíticas, y elaborar indicadores más precisos y ajustados al contexto nacional.

De igual manera, la Dirección de Ciencia y Técnica del MES, con claros objetivos evaluativos y atendiendo a la existencia de nuevas herramientas cuantitativas para el estudio de la producción científica nacional, ha decidido recientemente incluir las revistas comprendidas en la base de datos Scopus dentro del más importante núcleo de fuentes de información en el que deben divulgar sus resultados los científicos y académicos cubanos. Esta política lleva implícita la necesidad de validar Scopus como instrumento para la evaluación bibliométrica de la ciencia nacional; y en ese sentido, la presente investigación posee el valor de constituir el primer ejercicio evaluativo realizado sobre todo el volumen de la producción científica cubana, utilizando como fuente la literatura comprendida en esta nueva base de datos.

1.4. Objetivos

La investigación doctoral se ha trazado como objetivo principal:

Presentar una metodología para el análisis de la producción científica cubana con mayor visibilidad internacional, en sus diversos niveles de agregación y desde la perspectiva cuantitativa, con vistas a su utilización en los procesos de toma de decisiones relacionados con la PNCIT.

Para alcanzar este objetivo principal, se han concebido los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar la producción científica nacional a partir del estudio de las investigaciones difundidas en publicaciones seriadas indexadas por la base de datos Scopus.
- Demostrar la utilidad de esta base de datos para la obtención de una imagen más objetiva de la actividad científica cubana.
- Construir una batería de indicadores para la descripción, caracterización y evaluación de la producción científica nacional a nivel macro.

- Identificar el grado de especialización y visibilidad de la producción científica nacional en las diversas áreas del conocimiento, y en relación con su contexto regional.
- Analizar la producción científica nacional en su contexto socio-económico, e identificar su distribución geográfica y sectorial.
- Estudiar los sectores estratégicos de la actividad científica nacional, el impacto de sus instituciones y sus patrones de colaboración.
- Evidenciar, a partir del estudio el sector universitario, la utilidad práctica del conjunto de indicadores bibliométricos utilizados para identificar los factores que pudieran influir en el aumento de la visibilidad de la ciencia cubana.

1.5. Limitaciones

Las principales limitaciones de la investigación están relacionadas con la fuente de información primaria utilizada. Algunos autores han señalado algunas deficiencias de Scopus relacionadas con la cobertura inconsistente de algunas revistas, así como con la omisión de la identificación de los países en la filiación institucional de un grupo de artículos, lo cual brinda un margen de error a los análisis que se puedan derivar de esta investigación. No obstante, se considera que para el caso cubano este margen de error ha sido mínimo.

De igual manera, las irregularidades que pudieran presentar los campos “afiliación institucional” y “autor” exigieron un riguroso trabajo de normalización y control de autoridades, especialmente, en el volumen de información de Scopus recuperado y procesado durante el período 2003-2007. Este proceso de normalización, en busca de precisión en los datos a analizar en niveles de agregación sectorial, institucional e incluso en el plano individual, puede estar sujeto también a algún mínimo margen de error.

Las limitaciones del programa automatizado creado para el procesamiento y análisis de la información correspondiente al período 2003-2007, en especial para el cálculo de indicadores de impacto relativos y visualizaciones con mayor nivel de complejidad, también merecen destacarse; aunque se superaron en alguna medida estas limitaciones con las facilidades que brindaron las herramientas cuantitativas desarrolladas por el grupo de investigación español SCImago.

1.6. Fuentes utilizadas

Uno de los aspectos principales a tener en cuenta para un acercamiento a la producción científica nacional, es precisamente la fuente de información utilizada para la recuperación de los artículos.

Durante años, la fuente de información exclusiva para estudios a nivel macro de la literatura científica internacional, fueron los índices de citas creados por Eugene Garfield en el año 1960. Garfield, una de las más grandes personalidades de la Ciencia de la Información, fue muy influido por las corrientes sociológicas presentes en las décadas del 30 y el 40, en especial los trabajos del intelectual británico de orientación marxista John Bernal y la Sociología de la Ciencia de Robert Merton, así como los trabajos desarrollados por personalidades como Nalimov en la entonces Unión Soviética, y fundamentalmente su colega y amigo Derek de Solla Price, considerado por muchos como el padre de la Cienciometría (Bensman, 2007). Garfield, fundador del ISI de Filadelfia, construyó los índices de citas sobre la base de la teoría normativa de las citaciones, que reconoce que un artículo científico no es una entidad solitaria, sino que está inmerso dentro de la literatura sobre el tema. La obra de un autor, de esta forma, se construye sobre las obras de los predecesores, y la cita constituye la expresión formal de ese reconocimiento (Merton, 1979).

Un impresionante volumen de literatura a favor y en contra de las bases de datos del ISI, sus políticas de inclusión, y sus sesgos geográficos y temáticos, aparece registrado en numerosos títulos de publicaciones seriadas de todo el mundo. Sin embargo, no es hasta comienzos del Siglo XXI cuando la hegemonía del ISI ha comenzado a ser impactada por la aparición de nuevos índices de citas capaces de competir en el mercado. El más poderoso de ellos es Scopus, la reciente creación del gigante editorial *Elsevier*.

Scopus es dos veces mayor en volumen que las bases de datos del ISI, de acuerdo con el número de revistas que indiza. Abarca una gran cantidad de temáticas, sobre todo de las Ciencias Biomédicas, y es mucho más completo que las bases de datos del ISI para el caso de las Ciencias Sociales. La política de cobertura difiere de la establecida por las bases ISI, al recoger retrospectivamente todo el contenido de las revistas que ingresan a la base de datos, y al indizar todas las revistas pertenecientes a importantes dominios temáticos, como las comprendidas en PubMed, o geográficos, como las comprendidas en SciELO.

Si bien algunos autores plantean que existe una gran correlación entre la producción y el impacto de los países en ambas bases de datos (Archambault *et al.*, 2009), otros han hallado ciertas particularidades de Scopus que lo hacen sobresalir como herramienta analítica, fundamentalmente por la calidad de la interfaz (Jones, 2008). No obstante, las voces más críticas han llamado la atención sobre la cobertura inconsistente de revistas y la alta tasa de omisión de la identificación de los países en la filiación institucional (Jacsó, 2008; 2009). Lo cierto es que comienza a hacerse patente la posibilidad del uso de la base de datos de *Elsevier* como fuente de información alternativa para estudios cuantitativos y ejercicios de

evaluación de la investigación (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2010; Falagas *et al.*, 2008a; López Illescas *et al.*, 2009).

En ese sentido, la aparición de los portales *SCImago Journal & Country Rank* (SJCR) y *SCImago Institutions Ranking* (SIR), desarrollados por los investigadores del Grupo SCImago en la Universidad de Granada, permiten su utilización por parte de la comunidad científica de los países en desarrollo. Específicamente, el SJCR es un émulo del *Journal Citation Report* (JCR) y el *Essential Science Indicators* (ESI), desarrollados por el ISI, pero con la diferencia de que utiliza Scopus como fuente de datos y está disponible libremente en la Web (Falagas *et al.*, 2008a). Ambos ofrecen una batería de indicadores de productividad, impacto y colaboración científica, que se puede utilizar para la caracterización de los países, y muestran interfaces de visualización que proporcionan una dimensión estructural de la producción científica (Leydesdorff, 2009).

La utilización en la presente investigación tanto de Scopus como de los portales SJCR y SIR, en conjunto con indicadores socio-económicos recogidos por la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y el MES, va a estar orientada hacia la exhaustiva caracterización de la producción científica nacional.

En cuanto al conjunto de fuentes de información utilizadas para la construcción del marco teórico y metodológico de la investigación, está compuesto fundamentalmente por las principales monografías y publicaciones seriadas internacionales relacionadas con la Ciencia de la Información, los ESCT, y muy en particular, con las disciplinas métricas de la información científica. Entre las principales publicaciones consultadas se encuentra la revista húngara *Scientometrics*, principal órgano de difusión de los estudios métricos de la actividad científica; no obstante, se hizo una revisión de todo lo que sobre el tema se ha publicado en revistas de la especialidad, como las norteamericanas *Annual Review of Information Science and Technology*, *Journal of the American Society for Information Science*, *Information Processing & Management* y *Library & Information Science Research*, las británicas *Journal of Information Science* y *Journal of Documentation*, las españolas *Revista Española de Documentación Científica* y *El Profesional de la Información*, y las cubanas *Ciencia de la Información* y *ACIMED*. También, se consultaron artículos relacionados con la perspectiva cuantitativa en los ESCT, publicados en revistas como *Social Studies of Science*, *Science, Technology and Human Values*, *Science and Public Policy* y *Research Policy*.

Además, se utilizaron diferentes informes estadísticos y bibliométricos publicados por diferentes organizaciones nacionales e internacionales, como la ONE, las Naciones Unidas,

el Centro de Documentación e Información Científica (CINDOC) de España, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICyT), la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECyT) y el Grupo SCImago, entre otras.

Finalmente, se analizaron un conjunto de Tesis de Doctorado relacionadas con la perspectiva cuantitativa y recientemente leídas en universidades norteamericanas y europeas, fundamentalmente españolas, holandesas, danesas, suecas y británicas, con el objetivo de comparar y asimilar los diferentes enfoques utilizados en el análisis de los diversos dominios del conocimiento cubiertos por ellas.

1.7. Estructura del Documento

El documento comprende 3 partes que, de manera general, respetan la estructura clásica de una investigación original (Introducción, Material y Métodos, Resultados y Discusión), y se estructura en 5 capítulos concebidos para alcanzar los objetivos que se proponen.

En el primer capítulo, se han introducido los aspectos fundamentales tratados en la investigación, como son la delimitación del estudio, sus antecedentes, su justificación y objetivos principales y específicos, sus limitaciones y las fuentes utilizadas para su realización.

El segundo capítulo complementa la parte introductoria, y comprende el estado de la cuestión o marco teórico de la investigación. En él, se abordan los retos y desafíos del análisis de citas y la evaluación bibliométrica de la actividad científica cubana, a partir del estudio de aspectos relacionados con la cantidad y la calidad de la investigación, el valor cualitativo del análisis de citas, los indicadores bibliométricos y cuantitativos con fines evaluativos, el enfoque estructural y las redes de colaboración, y el uso de indicadores cuantitativos a partir de la perspectiva del Análisis de Dominio de Hjørland y Albrecht (1995).

La segunda parte del documento, dedicada a describir el material y los métodos empleados en la investigación, comprende un tercer capítulo que abarca los presupuestos metodológicos para el estudio de la producción científica nacional. En el capítulo, se describen las fuentes de información utilizadas para la investigación; la estrategia de búsqueda, extracción y procesamiento de los datos; los diferentes niveles de agregación analizados; y la batería de indicadores utilizada para describir la dimensión cuantitativa, cualitativa y estructural de la producción científica nacional.

La tercera y última parte se dedica a la presentación y discusión de los resultados, e integra los capítulos 4 y 5 del documento.

El cuarto capítulo está dedicado a la caracterización de la producción científica nacional. La sección 4.1 muestra los niveles de actividad y visibilidad de la producción científica cubana en su contexto regional, a partir de la visualización de la posición de los doce países más productivos de la región en las 27 áreas temáticas en las que Scopus estructura sus contenidos; mientras que la sección 4.2 analiza ciencia nacional en su contexto socio-económico, e incluye la descripción de la distribución geográfica y sectorial de la producción científica nacional, a partir de indicadores de productividad, impacto y colaboración científica. Dentro de esta segunda sección, se van a estudiar los sectores estratégicos de la actividad científica cubana; y específicamente, a partir del uso de la batería de indicadores propuesta en la investigación, se va a tomar como caso de estudio la producción científica del sector Educación Superior, con vistas a analizar diferentes factores que inciden en la visibilidad internacional de las universidades cubanas.

En el quinto y último capítulo se presentan las conclusiones de la investigación. En él, se exponen un conjunto de consideraciones generales relacionadas con aspectos fundamentales de la investigación, se plantean las conclusiones finales de la tesis doctoral, y se ofrecen recomendaciones y líneas de investigación futuras.

Posteriormente, se listan las 353 referencias bibliográficas utilizadas en la investigación, y se anexan un conjunto de informaciones complementarias que facilitan el análisis de los resultados expuestos en el cuerpo del documento.

Retos y Desafíos del Análisis de Citas y la Evaluación Bibliométrica de la Actividad Científica Cubana

*No one enjoys being measured: unless he or she comes out on top.
That's human nature. So, its important to remind scientists
that metrics can be a friend, not a foe.*

David Pendlebury
Accentuate the positive, Nature 2010;465:872.

El presente capítulo constituye una aproximación a los elementos teóricos que respaldan el corpus de la investigación. Se ha preferido evitar hacer un recuento histórico de las disciplinas métricas de la información, así como soslayar de cierta forma (y hasta donde puede ser posible) el debate acerca del alcance de las definiciones disciplinarias, por cuanto se ha hecho habitual en la literatura gris sobre la especialidad abarcar exhaustivamente estos aspectos sin llegar a un consenso definitivo.

En cuanto a las diferentes nomenclaturas y definiciones, a pesar de que el autor de la presente investigación ha enunciado previamente sus puntos de vista en un artículo publicado hace ya ocho años (Araujo Ruiz y Arencibia Jorge, 2002), lo cierto es que cada día nuevas definiciones se suman al diccionario de los estudios métricos de la información, a partir de la incorporación de nuevos soportes de información, funciones estratégicas y técnicas analíticas al arsenal de los especialistas dedicados a su práctica sistemática. No obstante, es necesario destacar en ese sentido las revisiones bibliográficas expuestas en dos disertaciones particularmente interesantes (Nicolaisen, 2004; Schneider, 2004) de la Escuela Real de Bibliotecología y Ciencia de la Información de Dinamarca, y un libro que en apenas cinco años puede considerarse un clásico de la literatura sobre la temática: *Citation analysis and research evaluation*, del holandés Henk F. Moed (2005).

En este último texto quedan explícitos la definición, el alcance y los elementos distintivos de la bibliometría como sub-área de los estudios cuantitativos de la ciencia y la tecnología, y del método bibliométrico como herramienta analítica. Teniendo en cuenta los objetivos de esta tesis doctoral, sin embargo, se ha enfatizado en la utilización a lo largo de todo el texto del término “perspectiva cuantitativa” para abarcar los usos del método bibliométrico en el dominio de la actividad científica y tecnológica desarrollada en Cuba.

Por otra parte, desde el punto de vista histórico, cada escuela teórica ofrece sus puntos de vista, y aunque por regla general se asumen muchas de las etapas cronológicas recogidas en un grupo de revisiones bibliográficas hoy clásicas sobre el tema de la bibliometría (Borgman y Furner, 2002; Narin y Moll, 1977; White y McCain, 1989; Wilson, 2001), lo cierto es que siempre aparecen investigaciones (algunas pueden pasar a veces inadvertidas) que arrojan nuevas luces en torno a los antecedentes de la aplicación del método bibliométrico y el uso de la perspectiva cuantitativa, como estudios llevados a cabo en el campo de la Psicología a finales del siglo XIX, o trabajos desarrollados en Polonia en la década del 30 y tronchados por el holocausto nazi durante la segunda guerra mundial (Godin, 2006; Szabó, 1985). Por tanto, la historia de las disciplinas métricas de la información puede reservar aún muchos espacios por develar en futuras investigaciones.

La mayor parte de los criterios expuestos en el capítulo que se presenta, ya fueron esbozados en trabajos publicados previamente (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2008a; Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2008b), a los cuales solamente se le han añadido algunas actualizaciones al contenido original, derivadas de acontecimientos ocurridos durante el año posterior a su publicación.

Se hace un análisis de la perspectiva cuantitativa en el estudio de la actividad científica; se describe especialmente el sistema cubano de ciencia e innovación tecnológica y los indicadores evaluativos usados por el sector Educación Superior, el cual tiene un peso estratégico en la actividad científica nacional; se comentan los debates en torno a la medición de la cantidad y la calidad de la investigación científica, se estudia el impacto (medido en citas recibidas) como variable cualitativa para la evaluación de la investigación, y se analiza la aplicación de indicadores bibliométricos y cuantitativos en ejercicios evaluativos; se hace una revisión bibliográfica acerca del estudio de la colaboración y las redes sociales, como nuevos elementos para la caracterización de la actividad científica; y finalmente, se estudia la perspectiva cuantitativa desde el enfoque propuesto por la teoría del Análisis de Dominio de Hjørland y Albertsen (1995).

2.1. La perspectiva cuantitativa en el estudio de la actividad científica

El análisis y la evaluación de la información y el conocimiento resultantes de la actividad científica, son elementos imprescindibles para todos los programas de investigación pública, tecnología y desarrollo que se implementan en una sociedad; y es allí donde la Ciencia de la Información brinda una ayuda inestimable, al desarrollar técnicas e instrumentos para medir la producción de conocimiento y su transformación en bienes.

Las disciplinas métricas de la información han permitido el desarrollo de indicadores que, al margen de ventajas y limitaciones ampliamente debatidas (Debackere y Glanzel, 2004; Geisler, 2005; Kostoff, 2001; Nederhof, 2005; Snizek, 1995), y sobre todo cuando son producto de un análisis multifactorial del contexto donde son aplicados (Hjørland, 2002; Nagpaul y Roy, 2003; Van Raan, 2005), constituyen herramientas clave en la gestión de la política científica y tecnológica, y en los procesos de toma de decisiones estratégicas.

En términos generales, los indicadores representan una medición agregada y compleja que permite describir o evaluar un fenómeno, su naturaleza, estado y evolución (Martínez y Albornoz, 1998). La Ciencia es un proceso social, y las acciones y conductas de los científicos dependen del contexto (Macías Chapula, 2001). Los indicadores de Ciencia y Técnica, como constructos sociales, miden aquellas acciones sistemáticas relacionadas con

la generación, difusión, transmisión y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos. Asimismo, los indicadores bibliométricos constituyen una de las herramientas más utilizadas para la medición del producto de la investigación científica, ya que la documentación (independientemente del tipo de soporte) es el vehículo más prolífico y exitoso para la transferencia del conocimiento científico, conjuntamente con su transferencia oral por medio de conferencias y comunicaciones personales (Russell, 2004).

Partiendo de la convicción de que las publicaciones son el principal medio de comunicación y difusión de los resultados de las actividades científicas (Sancho, 1990), la producción científica de un país o institución es el conjunto de sus trabajos publicados, en tanto resultados de un proceso de investigación, y los indicadores bibliométricos las medidas que proveen información sobre esos resultados (Spinak, 1996).

Particularmente, Moed (2005) ha descrito certeramente el rol del método bibliométrico en el marco de los Estudios Cuantitativos de la Ciencia y la Tecnología (ECCT). Los ECCT constituyen un campo de investigación en constante desarrollo, debido a la necesidad de los gobiernos, organizaciones e instituciones científicas de optimizar o reorientar sus asignaciones para la actividad investigativa, racionalizar su organización, re-estructurar determinados campos temáticos y, fundamentalmente, aumentar la productividad; tareas para las que se hace necesaria la evaluación sistemática del sistema académico.

Entre las múltiples causas de este creciente interés de los gobiernos por desarrollar sistemas evaluativos eficaces, están el descenso del financiamiento gubernamental para la I+D, los cambios en la naturaleza del financiamiento gubernamental, el aumento de la demanda de relevancia económica, el incremento a su vez de los enlaces sistémicos en función del desarrollo de los sistemas nacionales de innovación, y crecientes problemas con el personal de investigación que van desde el envejecimiento de la fuerza de trabajo, hasta el creciente desinterés de los jóvenes por algunos campos de la Ciencia (Moed, 2005).

De esta forma, Moed proyecta la aplicación de metodologías bibliométricas en función de un grupo de objetivos clave, como son: la medición de la contribución hecha por los diversos componentes del sistema académico al desarrollo del conocimiento académico; el análisis del sistema académico global; el análisis de campos del conocimiento académico; el análisis de la interfaz ciencia-tecnología y la contribución de la ciencia a la economía; y la medición de la contribución de la investigación básica al desarrollo de la educación, la cultura y la sociedad. Así, describe la Bibliometría Evaluativa como una actividad científica y académica multidisciplinaria, con sus propias metodologías y debates teóricos, y con el análisis de citas como una de sus herramientas analíticas fundamentales; definiéndola como un subcampo de

los ECCT que tiene el propósito de construir indicadores para evaluar el comportamiento o el rendimiento de la investigación, a partir del análisis cuantitativo de aquella comunicación académica que se expresa en un documento (Moed, 2005).

Desde la segunda mitad del pasado Siglo XX, los estudios bibliométricos y de evaluación de la actividad científica son parte indisoluble de las publicaciones sobre ciencia y tecnología elaboradas periódicamente en los países desarrollados (Bence y Oppenheim, 2004; Carpenter *et al.*, 1988; Kostoff, 1995; Warner, 2000). Entre estas publicaciones se destacan los *Science & Engineering Indicators*, elaborados por primera vez en 1972 por el *National Science Board* de Estados Unidos; los *Science & Technologie Indicateurs* del *Observatoire des Sciences et des Techniques* de Francia, publicados cada dos años desde 1994, y los *European Reports on S&T Indicators*, editados por la Comisión Europea, en su tercera versión en el 2003 (CINDOC, 2005).

De igual forma, son conocidos los trabajos del *Centre for Science and Technologies Studies* (CTWS) de la Universidad de Leiden, Holanda (van Leeuwen *et al.*, 2003), conducidos eficientemente por Anthony van Raan y Henk F. Moed; el *Science and Technology Policy Research* de la Universidad de Sussex en el Reino Unido (Martin, 1996); *Computer Horizons* Inc. (CHI) en los Estados Unidos (Moed, 1996), bajo la dirección del imprescindible Francis Narin; la *Information Science and Scientometric Research Unit* (ISSRU) en Hungría (Glanzel, 1996, Braun y Schubert, 1997), con una larga lista de estudios desarrollados por académicos de gran influencia en la Ciencia de la Información, como Tibor Braun, András Schubert, Wolfgang Glanzel y Peter Vinkler, éste último recientemente galardonado con el premio Derek De Solla Price.

Más cercanas en el tiempo son las experiencias de la península ibérica, a través de los estudios llevados a cabo por el Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC) del CSIC (Gómez Caridad *et al.*, 2004), la Universidad Carlos III de Madrid, el Grupo EC3 de la Universidad de Granada, y más recientemente, el sistema de indicadores creado para la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) por investigadores del Grupo SCImago (Moya Anegón, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009), originalmente de la Universidad de Granada y actualmente funcionando como Unidad Asociada del Instituto de Bienes y Políticas Públicas (IPP) del CSIC; y también las acciones realizadas por el Ministerio de Ciencia y Técnica de Brasil (<http://lattes.cnpq.br>), el cual ha desarrollado proyectos de indicadores con amplia aceptación entre la comunidad académica (Lane, 2010). En la región de Iberoamérica, la constitución de la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT), que celebra anualmente un Taller de Ciencia y Tecnología, y presenta

un informe anual denominado *El estado de la Ciencia: principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos e interamericanos*, ha marcado pautas en el reconocimiento e impacto del quehacer científico de los países de la región (RICYT, 2006), aunque en materia de indicadores bibliométricos que demuestren la realidad científica y tecnológica de manera general todavía queda mucho por hacer, como lo demuestran los más recientes aportes latinoamericanos, desarrollados por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT, 2010).

2.2. La Ciencia cubana como caso de estudio y la Educación Superior como sector estratégico

En Cuba, de acuerdo con los últimos reportes de la ONE (ONE, 2010), las actividades científicas y tecnológicas se desarrollan, en lo fundamental, en una amplia red constituida por unas 124 Entidades de Ciencia e Innovación Tecnológica (ECIT) (14 empresas y 110 unidades presupuestadas), así como por 65 universidades adscritas a diversos ministerios enclavadas a lo largo y ancho del país. Estas actividades se concentran en seis áreas principales: la agrícola y pecuaria; la biotecnología y el desarrollo de fármacos y vacunas; la medicina; la actividad industrial (azucarera y no azucarera); la biodiversidad y el medio ambiente; y la problemática nacional de carácter económico y socio-cultural. Todas forman parte del Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica (SNCIT).

El SNCIT, cuya misión fundamental es potenciar el papel de la ciencia y la tecnología en función del desarrollo económico y la elevación de la calidad de vida de la población, está integrado por los órganos gubernamentales que ejercen su dirección, planificación y organización (un conjunto de alrededor de 30 ministerios u organismos centrales del Estado, actualmente en proceso de reestructuración); las entidades que ejecutan actividades científicas, tecnológicas y de innovación (124 Entidades de Ciencia e Innovación Tecnológica, 65 universidades y 3129 empresas productoras de bienes y servicios); y las organizaciones que actúan en la cooperación, integración e interfase entre las diversas instituciones que participan del ciclo científico-productivo. Todo ello bajo la rectoría del CITMA, organismo encargado de dirigir, ejecutar y controlar la política del estado y del gobierno en materia de ciencia, tecnología, medio ambiente y uso de la energía nuclear.

En cuanto a los sistemas de evaluación, el MES, uno de los organismos más importantes del SNCIT, ha medido sistemáticamente la siguiente cadena de indicadores:

Indicadores del Balance de Ciencia y Técnica del MES para cada Centro de Educación Superior

1. Indicadores de Impacto Económico Social.

1.1: Premios nacionales y provinciales de innovación tecnológica (otorgados por el CITMA).

1.2: Premios Provinciales del Forum de Ciencia y Técnica

1.3: Sedes Universitarias Municipales destacadas municipales en el Forum de Ciencia y Técnica.

1.4: Premios internacionales.

2. Indicadores de Impacto Científico Tecnológico.

2.1: Participación en premios de la Academia de Ciencias de Cuba.

2.2: Participación en premios CITMA provinciales.

2.3: Total de publicaciones por profesor equivalente en Cuba y el extranjero.

2.4: De las anteriores, las publicadas en Bases de Datos internacionales.

2.5: De las anteriores, las que se incluyen en la corriente principal.

2.6: Publicaciones de libros y monografías.

2.7: Patentes de invención obtenidas

3. Indicadores de Pertinencia.

3.1: Porcentaje de proyectos vinculados a Proyectos Nacionales, Ramales, Territoriales, Empresariales y Universitarios de Ciencia y Tecnología.

3.2: Proyectos en planes de generalización ramales y provinciales.

3.3: Estado de ejecución de los proyectos

3.4: Financiamiento de los proyectos de investigación en Peso Cubano Convertible (CUC).

A pesar de su abarcador alcance, la implementación y evaluación sistemática de estos indicadores de impacto científico tecnológico aún no logra convertirse en herramienta estratégica para impulsar la producción científica con la misma dinámica para todas las instituciones del Ministerio, por lo que se hace necesario la revisión crítica de algunos de ellos y su reajuste, en aras de crear un instrumento evaluativo que permita impulsar realmente la producción científica de los centros adscritos al MES.

De igual forma, a pesar de las emprendedoras acciones llevadas a cabo por la alta dirección del país, los integrantes del SNCIT y el MES, resulta aún insuficiente la actividad de la Ciencia y la Tecnología, y en particular de la innovación, como elementos dinamizadores de la competitividad de la economía nacional y del logro del desarrollo sostenible a que se aspira, fundamentalmente en el sector empresarial.

Dentro de esta situación macro que vive el país, se encuentra también, por supuesto, que es insuficiente, en el marco de las universidades, la evaluación de la producción científica de los investigadores y de su actividad, lo que influye significativamente en el impacto y visibilidad

de los resultados científicos y tecnológicos alcanzados por el MES, cuando se comparan con los alcanzados por el sector universitario en los países industrializados y en numerosos países de la región que han desarrollado políticas de evaluación de manera sostenida (Glanzel *et al.*, 2006; Jiménez Contreras *et al.*, 2003; Koljatic y Silva, 2001; Krauskopf *et al.*, 1995; Moed, 2008; Ortiz Rivera *et al.*, 2000; Zumelzu, 1997).

El sector universitario, productor y diseminador principal del conocimiento dentro de una sociedad, juega un papel protagónico dentro de la actividad científica de cualquier nación, aspecto que se pone de manifiesto en la mayor parte de los países de América Latina (Miguel *et al.*, 2006). Por tanto, la construcción de indicadores bibliométricos y cienciométricos con fines evaluativos, que puedan hacer frente al reto de impulsar la producción científica de las instituciones adscritas al MES, así como de todas las instituciones del SNCIT, es una tarea ardua y difícil que requiere de atenciones, y fundamentalmente de acciones, por parte de los organismos rectores de la política científica del país.

2.3. Cantidad versus Calidad de la investigación

Detrás de los indicadores bibliométricos y cienciométricos subyace una teoría tradicional de la Ciencia que la identifica con el conocimiento que ella produce, asume esta producción como tarea esencial de la Ciencia, y atribuye a las revistas de corriente principal y sus árbitros la capacidad de juzgar el valor de esas novedades. Desde esta perspectiva, el papel de la sociedad se limita a la mera observación de este fenómeno, ya que no tiene en cuenta otras metas muy importantes que la Ciencia, específicamente la actividad científica desarrollada en las universidades, debe cumplir, como la transmisión de una perspectiva científica a toda la sociedad (Núñez Jover, 2000).

Muchas veces, la aplicación de indicadores bibliométricos y cienciométricos a países en desarrollo persigue la comparación obsesiva con países industrializados, y se obvia la problemática social que el conocimiento y la ciencia deben atender. No obstante, resulta contraproducente soslayar instrumentos evaluativos que han influido revolucionariamente en la práctica científica contemporánea, como los índices de citas del ISI de Filadelfia.

Los índices de citas, creados por Eugene Garfield, ofrecen una dimensión de la calidad de la investigación diferente a la que tradicionalmente brinda el juicio de un experto, al tener en cuenta los hábitos de citación de la comunidad científica como principal factor de análisis; esta diferencia, sin embargo, no implica que no exista correlación entre los análisis que

resultan de ambos métodos, como bien ha sido demostrado por numerosos autores en el ámbito internacional (Aksnes y Taxt, 2004; Rinia *et al.*, 1998; So, 1998).

Renunciar a esta perspectiva, es cerrar la puerta a una amplia gama de criterios de medida de orden cualitativo, que pueden ayudar a la caracterización del desempeño científico de investigadores, grupos de investigación, instituciones, disciplinas, sectores o países.

La calidad de una investigación, y su determinación de acuerdo con el juicio de uno o más individuos, después de un proceso de análisis donde influyen de manera simultánea factores intelectuales, psicológicos y sociales, ha sido un aspecto esencial para el desarrollo de la Ciencia, y ha formado parte de la misma desde el surgimiento de los primeros canales de comunicación del conocimiento científico, a partir de la segunda mitad del Siglo XVII (Hernon y Schwartz, 2006).

La validación de un nuevo conocimiento científico ha precisado siempre del consenso de una comunidad que, por medio de un juicio de expertos no exento de alabanzas y críticas (Hernon y Schwartz, 2001; Pierce, 1999; Stirling, 2001; White, 2001), ha sostenido un robusto sistema de comunicación, generador a su vez de redes sociales e institucionales que conforman los sistemas nacionales de Ciencia y Tecnología.

De esta forma, la revisión de pares expertos ha tenido como funciones no sólo la de ejercer el control sobre la calidad de los resultados de investigación que se ponen a disposición del resto de la comunidad, sino también la de incidir en la dirección del desarrollo del conocimiento en las diversas disciplinas científicas.

El desarrollo, expansión y consolidación de los sistemas nacionales de Ciencia y Técnica, no obstante, ha conllevado al surgimiento de nuevas necesidades que emergen de la sociedad y de las propias políticas científicas, que convierten la evaluación en una herramienta clave para la asignación o distribución de recursos materiales y financieros, la definición de nuevos incentivos, y la validación de los resultados en ciertas áreas científicas en relación con las necesidades nacionales (Chinchilla Rodríguez, 2004; Sanz Menéndez, 2004).

La evaluación de la investigación en el Siglo XXI, implica una concepción integradora y multidimensional, donde la revisión por pares expertos constituye un elemento más, en conjunto con encuestas especializadas, modelos econométricos, estudios prospectivos y análisis bibliométricos. Esta visión de la evaluación como herramienta tecnológica para la caracterización de la investigación, sus resultados, sus instituciones y sus autores, contribuye a la eficacia y eficiencia de los sistemas de Investigación+Desarrollo+Innovación (I+D+I), permeándolos de una mayor coherencia y visión estratégica, que viabiliza su

integración a los sistemas de dirección y gestión de la investigación y a los procesos de toma de decisiones, sea cual fuere el nivel de agregación donde se apliquen.

Tomando en cuenta este enfoque sistémico, los estudios bibliométricos o cienciométricos se convierten en un importante aliado de los juicios de expertos. No se trata de reemplazar el peer review informado con análisis de citación y rankings, como en algún momento se ha intentado pretender (Warner, 2000); sino en asumir que, a pesar de que el juicio de expertos es el método más establecido para la evaluación en Ciencia y Tecnología, no existe un método que, por sí solo, brinde una medida exacta del impacto de la investigación (Kostoff, 1995).

Tampoco se trata de asumir miméticamente indicadores y modelos basados en los índices de citas del ISI, que constantemente retratan la enorme brecha que separa a los países desarrollados del resto de las naciones; sino en poder entender la naturaleza epistemológica que sustenta sus pilares, apreciar sus principales virtudes, conocer e intentar ofrecer soluciones prácticas a sus más complejos problemas (Ahmed *et al.*, 2004a; Galvez y Moya-Aregon, 2006; Garcia-Zorita *et al.*, 2006; Torricella Morales *et al.*, 2000), y construir indicadores relativos (Persson *et al.*, 2004; Vinkler, 2003), que permitan captar las fortalezas y debilidades de las instituciones encargadas de generar conocimiento científico, y difundirlo en los canales de información que durante los últimos 40 años han tenido la mayor importancia para la comunidad científica internacional, que son, sin duda alguna, las revistas contenidas en las bases de datos del ISI, y a las cuales se unen hoy las contenidas en Scopus, el índice de citas alternativo desarrollado por *Elsevier*.

2.4. Valor cualitativo del análisis de citas: el Impacto de una investigación

Los índices de citas del ISI no pueden dejar de tomarse en cuenta a la hora de evaluar la calidad de la investigación realizada en las instituciones científicas, puesto que más allá de cualquier factor de índole político o económico, éstos abrieron caminos para el estudio a fondo de la comunicación científica, utilizando las más diversas perspectivas, y generando líneas de investigación que hoy constituyen pilares de la Ciencia de la Información, además de constituir fuentes de información indispensables para analizar la dimensión cualitativa de la proyección científica internacional de cualquier país del mundo.

La Ciencia, según Paul Wouters, es un ciclo de procesamiento de información: su calidad es mantenida por el sistema de revisión de pares. El objetivo de las bases de datos del ISI, como lo es hoy el de Scopus, es la creación de un ciclo de segundo orden relacionado directamente con el ciclo primario de producción de conocimiento: el ciclo de citación. La

Bibliometría, por tanto, juega un papel principal en el ciclo de citación, al permitir el entendimiento más profundo de los procesos de retroalimentación que ocurren en ambos ciclos (Wouters, 1997).

La visión de Wouters, que se enmarca dentro de la llamada “teoría reflexiva de la citación”, no es más que una entre tantas soluciones teóricas que han pretendido conceptualizar el fenómeno implícito detrás del hecho común en la práctica científica de incluir un trabajo entre las referencias bibliográficas utilizadas para llevar a cabo una investigación (Nicolaisen, 2007).

Según Smith, existen cuatro supuestos básicos que subyacen en la referencia bibliográfica, y que constituyen la base de los estudios de citaciones y de su empleo como instrumentos de análisis (Smith, 1958):

1. El contenido del documento citado se relaciona con el que hace la referencia.
2. La referencia que hace un autor a otro documento supone que éste lo está usando, lo cual implica dos cosas:
 - a) Todos los documentos citados se usaron por el autor.
 - b) Los documentos citados son los más importantes que se usaron al preparar un trabajo.
3. La referencia a un documento refleja el mérito de éste.
4. Las referencias se hacen a los mejores documentos disponibles sobre el tema.

La concepción de la cita como moneda de pago (reconocimiento del valor del trabajo de un autor consultado para la investigación) (Kaplan, 1965), como proceso cognitivo (Harter, 1992), como acto persuasivo (Latour y Woolgar, 1986), o como concepto simbólico (Small, 1978), aún continúa alimentado numerosos debates, y ha conllevado a una serie de estudios empíricos que han tratado de identificar las motivaciones para la citación (Ahmed et al., 2004b; Baldi y Hargens, 1995; Case and Higgins, 2000; Cosijn y Ingwersen, 2000; Kim, 2004; Moravcsik y Morugesan, 1975; Vinkler, 1987; White, 2004), validar la relevancia de las citas, o demostrar la completa inutilidad de las citas como medidas de calidad (MacRoberts y MacRoberts, 1989).

A pesar de los numerosos estudios y teorías planteadas para determinar la naturaleza del proceso de citación (Nicolaisen, 2007), Eugene Garfield ha sido claro al tratar el asunto. Un trabajo altamente citado es aquel que ha sido hallado útil por un número relativamente largo de experimentos. La citación de un pasaje particular de un trabajo científico no

necesariamente dice nada sobre su elegancia y su importancia relativa para el avance de la ciencia y de la sociedad. La única razón del uso de los conteos de citación para la evaluación de investigadores, es que brinda una medida de la utilidad y el impacto del trabajo científico (Garfield, 1979).

Por tanto, si bien el número de citas que recibe un trabajo no puede considerarse por sí solo como una medida de su calidad científica propiamente dicha, la sistematicidad de la citación, cuando es producto de una selección consciente por parte de los diferentes autores, puede indicar, además de su utilidad, el cumplimiento de ciertas normas generales de calidad científica exigidas por los investigadores como para considerar a los trabajos en realidad valiosos (Cañedo Andalia, 1999).

2.5. Indicadores bibliométricos y cienciométricos con fines evaluativos

La Ciencimetría no es más que la aplicación de técnicas bibliométricas al estudio de la actividad científica. Su alcance va más allá de las técnicas bibliométricas, puesto que puede ser empleada para examinar el desarrollo de políticas científicas. Los análisis cuantitativos de la Ciencimetría consideran a la ciencia como una disciplina o actividad económica, por lo que pueden establecerse comparaciones entre las políticas de investigación, sus aspectos económicos y sociales, y la producción científica, ya sea entre países, sectores o instituciones (Spinak, 1996).

Los temas que abarca la Ciencimetría incluyen el crecimiento cuantitativo de la ciencia, el desarrollo de las disciplinas y subdisciplinas, la relación entre ciencia y tecnología, la obsolescencia de los paradigmas científicos, la estructura de comunicación entre los científicos, la productividad y creatividad de los investigadores, las relaciones entre el desarrollo científico y el crecimiento económico, entre otras (Arencibia y Araujo, 2002; Macías Chapula, 2001; Spinak, 1996). La Ciencimetría usa técnicas matemáticas y el análisis estadístico para investigar las características de la investigación científica, y puede considerarse como un instrumento de la Sociología de la Ciencia.

Para percibir los matices que distinguen la estrecha relación Bibliometría-Ciencimetría en el estudio de la actividad científica, Spinak plantea que la Bibliometría estudia la organización de los sectores científicos y tecnológicos a partir de las fuentes bibliográficas para identificar a los autores, sus relaciones, y sus tendencias; mientras que la Ciencimetría se encarga de la evaluación de la producción científica mediante indicadores numéricos de esas fuentes bibliográficas. La Bibliometría trata con las varias mediciones de la literatura, de los

documentos y otros medios de comunicación, mientras que la Cienciometría tiene que ver con la productividad y utilidad científica (Narin y Moll, 1977; Spinak, 2001).

La evaluación del desempeño de instituciones dedicadas a la investigación científica no puede limitarse al examen exclusivo de estadísticas económicas que miden el número de recursos humanos y la dimensión de las instituciones para compararlos con insumos o inversiones monetarias destinadas a la investigación, puesto que el objeto de una institución científica es precisamente la investigación, y la evaluación de la investigación requiere de indicadores de desempeño científico que permitan juzgar el valor de los resultados obtenidos, determinar el cumplimiento o no de los objetivos esenciales, e identificar los factores determinantes del éxito o el fracaso de la política científica.

En consecuencia, la evaluación del sistema de comunicación científica en una institución de investigación debe tener como referencia las metas de la política científica establecida para la institución, el sector, el país o la región evaluada, no necesariamente coincidentes con las pautas establecidas por la Ciencia en los países desarrollados (Spinak, 2001).

El proceso de recopilación, tabulación o mapeo de los indicadores cualitativos y cuantitativos, así como el monitoreo de las actividades, son fases iniciales de la evaluación, una vez que se han identificado los aspectos a evaluar, se han determinado los métodos para evaluarlos, y se han definido las razones para hacerlo.

Los indicadores cienciométricos pueden dividirse en dos grandes grupos: los que miden la calidad y el impacto de las publicaciones científicas (indicadores de publicación o actividad), y aquellos que miden la cantidad y el impacto de las vinculaciones o relaciones entre las publicaciones científicas (indicadores de citación) (Spinak, 2001; Vinkler, 2006). Pueden medirse como índices simples, relativos o ponderados, según los criterios que se tomen en cuenta. De igual forma, pueden medirse atendiendo a series cronológicas, o como medidas de distribución, y los estudios pueden realizarse a nivel micro (individuos, grupos de investigación o revistas individuales), meso (instituciones o grupos temáticos) o macro (países, regiones o toda una disciplina).

Otros autores los clasifican en indicadores de actividad e indicadores relacionales de primera, segunda y tercera generación. Mientras los indicadores de actividad proporcionan datos sobre el volumen y el impacto de las actividades de investigación mediante simples recuentos de elementos bibliográficos (tales como autores, artículos, palabras clave, patentes, citas, entre otros), los indicadores relacionales se proponen conocer los vínculos y las interacciones entre los diferentes elementos bibliográficos mediante los

conceptos de cocitación y coocurrencia, intentando describir el contenido de las actividades y su evolución (Bailon Moreno *et al.*, 2005; Guzmán Sánchez y Sotolongo Aguilar, 2002).

Numerosos autores han aportado valiosos indicadores bibliométricos y cienciométricos, que permiten minimizar gran parte de los sesgos que se manifestaban en los estudios métricos de las décadas de 1980 y 1990. En aquel entonces, la excesiva preponderancia de indicadores cuantitativos, la poca integración de los especialistas dedicados a hacer estudios métricos, la influencia de los intereses de la política científica y los negocios en la investigación que se financia, y el mal uso de los indicadores, hicieron pensar a algunos que a pesar de su crecimiento vertiginoso y la proliferación de su uso, la Ciencimetría comenzaba a experimentar un proceso de crisis (Glanzel y Schoepflin, 1994).

A finales de los años noventa y hasta el presente, el replanteamiento de los indicadores cienciométricos y la utilización de indicadores relativos más eficaces (Braun y Glanzel, 2000; Nagpaul, 1995; Persson *et al.*, 2004; Vinkler, 2003), la utilización de nuevas técnicas de análisis y visualización de los mismos (Boyack y Borner, 2003; Chen, 2006; Chen *et al.*, 2002b; Klavans y Boyack, 2006; Leydesdorff, 2004; Moya Anegón *et al.*, 2004; Moya Anegón *et al.*, 2005; Moya Anegón *et al.*, 2006; Nelson, 2006; Small, 1999), y la extensión de los estudios métricos a las patentes de invención (Altvater-Mackensen *et al.*, 2005; Atallah y Rodríguez, 2006; Baldini, 2006; Meyer, 2006; Sen y Sharma, 2006; Tijssen y Van Leeuwen, 2005; Verbeek y Debackere, 2006) y a los entornos web (Bjorneborn e Ingwersen, 2004; Egghe, 2000; Faba Perez *et al.*, 2003; Polanco *et al.*, 2005; Prime *et al.*, 2002; Thelwall *et al.*, 2005), han permitido enriquecer y ampliar el espectro de la perspectiva cienciométrica, y lograr que su aplicación como parte de las evaluaciones institucionales permita la implementación de políticas científicas más reflexivas (Rip, 1997).

Otros aspectos continúan bajo constante escrutinio de la comunidad científica, como es el uso de los índices de citas para la evaluación de las Ciencias Sociales y Humanidades (Glanzel y Schubert, 2003; Hemlin y Gustafsson, 1996; Hicks, 1999; Kavunenko *et al.*, 2005; Lariviere *et al.*, 2006b; LindholmRomantschuk y Warner, 1996; Moed *et al.*, 2009; Narvaez-Berthelemot y Russell, 2001), donde las monografías científicas, que no están bajo la cobertura de las bases de datos del ISI ni de Scopus, ejercen un papel protagónico en el comportamiento de la producción y hábitos de citación de los científicos; así como los efectos negativos de los rankings de científicos e instituciones sobre las políticas científicas (Van Raan, 2005; Weingart, 2005); y la mirada siempre atenta a la aplicabilidad de los indicadores basados en los índices de citación del ISI para la evaluación de la Ciencia en los

países menos desarrollados (Cano, 1995; Gomez *et al.*, 1999; Krauskopf *et al.*, 1995; Vessuri, 1995; Zumelzu, 1997).

Este último aspecto ha de tenerse siempre en cuenta, pues las herramientas principales disponibles para la mayor parte de los estudios bibliométricos proceden de las bases de datos del ISI (o más bien del actual consorcio *Thomson Reuters*), cuyos procedimientos de selección de revistas han sido considerados como parciales y no adecuados ni suficientes para evaluar la ciencia y la tecnología de los países en vías de desarrollo (Spinak, 2001), y donde aspectos como la identificación, recuperación y posterior normalización de los nombres de origen hispano o la filiación institucional, por poner dos ejemplos críticos, se convierten en uno de los más engorrosos pasajes de la labor bibliométrica (Gálvez y Moya Anegón, 2006).

Indudablemente, cuando se analizan instituciones en niveles de agregación meso o micro, se abarca un período reducido de tiempo, o se manejan datos de instituciones con poca producción científica, la omisión de la más mínima cantidad de artículos puede afectar de manera significativa el valor de los indicadores, y por tanto, la validez de un estudio cientiométrico.

En estos casos, la rigurosidad en cada una de las fases de la investigación es imprescindible. La exquisitez en la verificación de cada detalle que pueda significar un error, no siempre está en concordancia con el tiempo que se dispone para la realización del estudio. Es por esta razón fundamentalmente que los indicadores cientiométricos son más eficaces cuanto más alto sea el nivel de agregación analizado (Garfield, 1983).

2.6. Redes de colaboración: una nueva perspectiva del desarrollo científico

Uno de los aspectos que en la actualidad se está tratando con mucha intensidad, y especialmente, desde la perspectiva cientiométrica, resulta la colaboración científica y su significado dentro de los procesos de I+D+I (Fry, 2006; Hara *et al.*, 2003; Lundberg *et al.*, 2006; Marshakova-Shaikevich, 2006; Perianes, 2008; Persson *et al.*, 2004; Wagner, 2005; Yoshikane y Kageura, 2004).

El estudio de las redes sociales derivadas de la cooperación interpersonal, interinstitucional e internacional en materia de Ciencia y Tecnología, comenzó a abordarse con profundidad durante la segunda mitad del Siglo XX, fundamentalmente a partir de la década del 60.

En 1958, Michael Smith estudió el comportamiento de la autoría múltiple en Psicología, y sugirió que los artículos en co-autoría podían ser usados como una medida aproximada de colaboración entre grupos de investigadores (Smith, 1958). Además, notó que los resultados

de un proyecto científico eran frecuentemente publicados bajo la autoría de todos los investigadores incluidos en el proyecto, independientemente del tipo de colaboración científica existente.

Derek de Solla Price, en uno de los más influyentes libros publicados en el campo de la Sociología de la Ciencia (Price, 1963), comprobó empíricamente las observaciones de Smith sobre el aumento de la autoría múltiple en ciencia, y observó que esta podía ser identificada en las más diversas formas, y con mucha frecuencia en el ámbito de los llamados colegios invisibles, que constituían comunidades informales de investigadores que se comunicaban, intercambiaban informaciones y experiencias, y publicaban formalmente sus resultados de investigación. Este tema sería desarrollado con posterioridad por la socióloga Diane Crane en la década del 70 (Crane, 1972).

Las diferentes formas de colaboración, y el por qué y cómo surgen, constituyeron temas de vital importancia en la década del 60. Warren O. Hagstrom identificó una forma de colaboración entre profesores y estudiantes que no siempre se veía reflejada en los artículos publicados por los primeros (Hagstrom, 1965). Price y Donald B. Beaver, por su parte, plantearon que la mayoría de las colaboraciones se iniciaban con relaciones informales establecidas principalmente durante el período de entrenamiento de los investigadores. De esta forma, los congresos, conferencias, reuniones, visitas e intercambios institucionales, constituían eventos significativos para el ulterior desarrollo de una colaboración científica (Price y Beaver, 1966) Además, plantearon que es normal la existencia de un núcleo de investigadores extremadamente productivos, alrededor de los cuales giraba una amplia población flotante de colaboradores que participaban con ellos en una o dos publicaciones y después desaparecía.

De igual forma, Stanley Milgram presentó en 1967 su teoría del “Mundo Pequeño (Small World Theory)” o de los “seis grados de separación”, donde afirmó que cada actor en una red, independientemente del tamaño y densidad de la misma, puede encontrar a otro actor a una distancia media de seis pasos (Milgram, 1967). Esta teoría abrió las puertas a la investigación sobre las distancias entre los investigadores, a través de las redes de co-autoría identificadas en sus artículos.

La importancia de la bibliometría como técnica para el estudio de la colaboración científica fue puesta de manifiesto en un importante estudio realizado en 1970 por Norman Storer. Este autor planteó que el grado de cooperación varía significativamente en las diferentes áreas de conocimiento en función de sus características cognitivas y organizacionales, e identificó un mayor índice de cooperación en las Ciencias Básicas y las Ciencias Naturales,

en relación con las Ciencias Aplicadas y las Ciencias Sociales (Storer, 1970), aspecto que confirmarían dos años más tarde Janice Lodahl y Gerald Gordon, y nueve años después Frame y Carpenter (Frame y Carpenter, 1979; Lodahl y Gordon, 1972).

A partir del concepto elaborado por Meadows y O'Connor, en el que definen la cooperación científica como el conjunto de trabajos desarrollados entre dos o más investigadores e identificados por medio de artículos firmados en co-autoría (Meadows y O'Connor, 1971), los estudios métricos para determinar la variabilidad y la dinámica de las relaciones en las diferentes áreas del conocimiento comenzaron a ser muy frecuentes.

La colaboración internacional fue estudiada con profundidad por Frame y Carpenter (1979), quienes identificaron tres características principales de la misma:

- Es mayor en las ciencias “duras” como la Física y la Química, que en las ciencias aplicadas como la Medicina (distancia que en la década del 90 disminuiría notablemente)
- El grado de colaboración internacional es inversamente proporcional a la dimensión científica del país
- Factores extracientíficos como la proximidad geográfica, política y cultural, determinan quién colabora con quién en la comunidad internacional

Otros autores pusieron su atención en la relación co-autoría-impacto como factor estimulante de la colaboración científica. En este sentido, autores como Pravdic y Olvic-Vukovic mostraron la tendencia de los investigadores a colaborar para aumentar la visibilidad de sus investigaciones, entendiéndose la mayor visibilidad como el aumento de la cantidad de citas recibidas de otros colegas (Pravdic y Olvic-Vukovic, 1986). Este impacto científico fue estudiado en la década del 90 por Francis Narin y Edith S. Whitlow, quienes encontraron que los artículos realizados con co-autoría internacional, por regla general, eran citados dos veces más que los artículos realizados por autores de un mismo país (Narin et al., 1991).

En 1992, Kodama puso de manifiesto el aumento de los campos interdisciplinarios como resultado de la colaboración científica, y afirmó que la fusión de disciplinas anteriormente separadas, había tenido como consecuencias importantes avances científicos, gracias precisamente a este conocimiento de la colaboración interdisciplinar (Kodama, 1992). Ese mismo año, Luukkonen, Persson y Sivertsen (1992) agruparon los factores que impulsan la colaboración científica en tres grupos principales: factores cognitivos, factores económicos y factores sociales. Tales factores podían explicar las diferencias entre las tasas de colaboración en los diferentes países y áreas del conocimiento (Luukkonen *et al.*, 1992).

J. Sylvan Katz constituye uno de los autores que más atención puso en el estudio de las redes de colaboración científica durante la década del 90. Demostró que las colaboraciones decrecían exponencialmente con la distancia geográfica existente entre los investigadores (algo que cambiaría años más tarde con el surgimiento y desarrollo de un nuevo paradigma en materia de redes: la World Wide Web), y observó en la necesidad de compartir el uso de equipamientos cada vez más caros y complejos, y en los nuevos patrones de comportamiento adoptados por las agencias de financiamiento de proyectos científicos, dos nuevos factores que motivan el establecimiento de redes de colaboración (Katz, 1994). Además, demostró que los trabajos teóricos producen artículos con pocos autores en comparación con los trabajos experimentales (Katz y Martin, 1997), y presentaron diferentes niveles de colaboración utilizando los prefijos “inter” e “intra” para distinguir las diversas categorías, tal y como se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Tipos de colaboración científica (tomado de Katz y Martin, 1997).

Nivel	Intra	Inter
Individual	-	Entre individuos
Grupo	Entre individuos del mismo grupo	Entre grupos (de un mismo departamento)
Departamento	Entre individuos o grupos	Entre departamentos (de una misma institución)
Institución	Entre individuos o departamentos de una misma institución	Entre instituciones
Sector	Entre instituciones de un mismo sector	Entre instituciones de diferentes sectores
Nación	Entre instituciones de un mismo país	Entre instituciones de diferentes países

Ya en la segunda mitad de la década del 90 y principios del nuevo milenio, el análisis de la cooperación en materia de Ciencia y Tecnología comenzó a realizarse a partir de la identificación, visualización e interpretación de las diversas redes que se forman en los distintos niveles de colaboración. Los estudios de M. E. J. Newman, basados en técnicas de Análisis de Redes Sociales desarrolladas por autores como Wasserman y Faust, Steve Borgatti y Lázlo Barabási, entre otros (Barabasi *et al.*, 1999; Borgatti y Everett, 1997; Wasserman y Faust, 1998), permitieron concebir las redes como configuraciones de enlaces con alto grado de transitividad, y demostraron que la probabilidad de colaboración entre dos investigadores aumenta a medida que aumentan los colaboradores que ambos tienen en común (Newman, 2001a), y que la probabilidad que tiene un investigador de adquirir nuevos

colaboradores aumenta en la medida en que es mayor el número de investigadores con los que colaboró en el pasado (Newman, 2001b).

La combinación del estudio sociológico de las redes sociales, las investigaciones sobre redes científicas, y la unión de varias áreas de análisis para el entendimiento y la visualización de las redes de co-citación y colaboración (Boyack *et al.*, 2005; Engels *et al.*, 2005; Miguel *et al.*, 2006), constituyen los pilares de una nueva etapa de investigación en el Siglo XXI, donde el Análisis de Redes Sociales, la Teoría de Grafos y la Ciencia de la Información, en conjunto con el desarrollo alcanzado por las Tecnologías de la Información y la Comunicación, han brindado nuevas respuestas a viejas interrogantes (Chinchilla Rodríguez *et al.*, 2008; Chinchilla Rodríguez *et al.*, 2009).

2.7. Indicadores cuantitativos y Análisis de Dominio

La actividad científica debe ser vista e interpretada dentro del contexto social en la que está enmarcada. Por tanto, las evaluaciones del desempeño científico deben ser sensibles al contexto conceptual, social, económico e histórico de la sociedad donde se actúa (Spinak, 2001).

Esto significa que la ciencia no puede ser medida en una escala absoluta, sino en relación con las expectativas que la sociedad ha puesto en ella. Los indicadores que se implementen para su caracterización, deben ser capaces de recoger la mayor cantidad de elementos que permitan un análisis multidimensional de los procesos que en ella se ponen de manifiesto. Esta visión holística de la actividad científica, de un enfoque marcadamente social, ha sido tratada por múltiples autores en los últimos años, y principalmente a partir de la propuesta del Análisis de Dominio de los daneses Birger Hjørland y Hanne Albrechtsen.

En 1995, Hjørland y Albrechtsen proponen el Análisis de Dominio como un nuevo paradigma disciplinar, basado en la idea de que la evaluación de la Ciencia debe realizarse a partir del conocimiento de las prácticas sociales de los científicos (Hjørland y Albrechtsen, 1995). Desde esta perspectiva, el conocimiento de las prácticas de los distintos campos científicos es esencial en las Ciencias de la Información, y la Bibliometría ocupa un papel fundamental en el núcleo de la disciplina, al ser uno de los instrumentos básicos de análisis.

El Análisis de Dominio abandona el estudio individualizado de un fenómeno, y está en contraposición con el modelo cognitivo que excluye los entornos sociales y culturales en que participan los científicos. De esta forma, la combinación de métodos como el histórico, el epistemológico y el bibliométrico, —incluidos dentro de los 11 enfoques para el estudio de un

dominio cognitivo o institucional (Hjørland, 2002)—, deviene la más abarcadora forma de obtener una imagen suficientemente objetiva del dominio (Vega Almeida, 2009).

La propuesta de Hjørland ha tenido un notable impacto dentro de las Ciencias de la Información, y ha constituido un soporte teórico para múltiples investigaciones que, utilizando técnicas bibliométricas y de visualización de la información, así como rescatando viejas ideas de Henry Small y Eugene Garfield sobre la posibilidad de hacer mapas de la ciencia mundial basados en análisis de citas (Small, 2003), han pretendido estudiar exhaustivamente no sólo grandes dominios del conocimiento, incluido el de la propia disciplina (Borner *et al.*, 2003; Boyack *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2002a; Janssens *et al.*, 2006; Moya Anegón *et al.*, 2004; Moya Anegón *et al.*, 2005; Sanz Casado *et al.*, 2007; White y McCain, 1998), sino también dominios sectoriales e institucionales (Miguel *et al.*, 2006; Moya Anegón *et al.*, 2006; Reyes Barragán *et al.*, 2006).

El propio Hjørland, teniendo en cuenta la utilización del Análisis de Dominio en la literatura sobre visualización y mapas del conocimiento, señala cuatro factores que influyen sistemáticamente en su interpretación.

En primer lugar, la base de datos y la selección de los documentos de base empírica para generar los mapas permitirán definir el alcance de la interpretación. Es imposible analizar cabalmente un dominio del conocimiento utilizando una fuente de información que no recoja la información representativa del dominio, y sin tener en cuenta los posibles sesgos e inconvenientes que pueda presentar el proceso de búsqueda, recuperación y procesamiento de la información (Hjørland, 2002).

Por otra parte, cada mapa depende de los patrones de citación y colaboración entre las disciplinas. Cada dominio tiene su comportamiento muy particular, el cual debe orientar y definir las pautas a seguir en la interpretación. Aún cuando se utilicen indicadores resistentes a la posibilidad del sesgo, la interpretación de los mismos en diferentes campos, como las Ciencias naturales y las Humanidades, nunca puede ser igual (Larivière *et al.*, 2006a; Larivière *et al.*, 2006b)

A su vez, los métodos empleados por los investigadores a la hora de analizar los datos son determinantes para la caracterización del dominio, y permiten el abordaje de un mismo dominio desde diferentes perspectivas. Técnicas de análisis de co-citación de autores y documentos, y de co-ocurrencia de palabras (Åström, 2002; Borner *et al.*, 2003; Courtial y Gourdon, 1997; Leydesdorff y Hellsten, 2006; Mutschke y Haase, 2001; White, 2003), implican disímiles aproximaciones, aún cuando persigan un mismo objetivo.

Finalmente, el carácter dinámico de las bases epistemológicas de la Ciencia no puede ser obviado, por cuanto la dialéctica inherente a todo conocimiento científico condiciona su desarrollo y constante transformación. Un paradigma dominante que caracteriza una disciplina en una etapa determinada, puede entrar en crisis con el transcurso del tiempo y la existencia de condiciones especiales que impliquen su colapso, para dar origen a un nuevo paradigma (Kuhn, 1970). Este proceso de transición y la identificación de paradigmas emergentes en los diferentes dominios del conocimiento, constituye una de las más interesantes líneas de investigación dentro de las Ciencias de la Información, tanto desde perspectivas históricas y epistemológicas (Linares Columbié, 2001; Moya Anegón y Fernández Molina, 2002; Pettigrew *et al.*, 2001; Talja *et al.*, 2005; Vega Almeida, 2007; Vega Almeida, 2009; Wikgren, 2005), como desde la perspectiva bibliométrica (Chen, 2003; Small, 2003). De igual forma, más allá de las tradicionales corrientes normativas o constructivistas, la incorporación de nuevas perspectivas de análisis derivadas de la interpretación sociológica, política y económica de las prácticas científicas (“ciencia posacadémica”, “ciencia posnormal”, “modo 2”, modelo “triple hélice”, “sistemas de innovación”, “modelos interactivos”, etc.), enriquecen la gama de enfoques desde los cuales es posible concebir una política científica o implementar un sistema para la evaluación de la actividad científica (Fernández Esquinas, 2009)

Siguiendo los planteamientos de Hjørland, hay que combinar en la medida de lo posible todos los aspectos para extraer la información subyacente y enriquecer la visión del dominio, no se pueden tratar todas las dimensiones con la misma metodología, y hay que considerar diferentes discursos y planteamientos para cada una de las dimensiones (Chinchilla Rodríguez, 2004; Hjørland, 2002; Moya Anegón *et al.*, 2006).

2.8. Consideraciones finales

La evaluación de la actividad científica ha sido un tema exhaustivamente tratado en la literatura internacional a partir de la segunda mitad del Siglo XX. Las políticas evaluativas implementadas hasta hoy no han estado exentas de aciertos y desaciertos, y han generado líneas de investigación que hoy constituyen pilares de la Ciencia de la Información, como es el caso de la Cienciometría.

En el siglo XXI, todas las estrategias parecen estar encaminadas hacia un objetivo concreto: la búsqueda de alternativas que permitan una mejor percepción de la dimensión cualitativa inherente a los procesos de comunicación de la Ciencia, mediante el empleo de indicadores

relativos y técnicas de visualización de la información, y partiendo del reconocimiento explícito de las condiciones socio-económicas donde se desarrolla la actividad científica.

La revisión y reajuste de los indicadores utilizados para la evaluación de la investigación, así como el fortalecimiento de los sistemas de información encargados de registrar y procesar la producción científica a nivel nacional, son acciones que necesariamente deben ocupar las agendas de los organismos rectores de la política científica no sólo en Cuba, sino también a nivel regional.

El objetivo es clave: desarrollar instrumentos evaluativos que aceleren el crecimiento de la producción científica, en correspondencia con las políticas nacionales de formación de recursos humanos, y que mejoren su visibilidad y su posición en el contexto de la actividad científica mundial.

PARTE II. MATERIAL Y MÉTODOS

Presupuestos metodológicos para el estudio de la producción científica nacional

*If we do not press harder for better metrics, we risk making poor
funding decisions or sidelining good scientists.*

Julia Lane

Let's make science metrics more scientific, Nature 2010;464:488.

El análisis detallado de los presupuestos metodológicos que definieron el diseño de la investigación constituye el eje central del presente capítulo. En él, se hace un análisis exhaustivo de las fuentes de información utilizadas para la caracterización cuantitativa de la actividad científica nacional, se describen las estrategias de búsqueda empleadas y el proceso de extracción y procesamiento de los datos, incluido el sistema automatizado creado para el procesamiento y análisis de la información extraída de Scopus; se definen los niveles de agregación analizados; se presenta la estrategia de normalización empleada en función de satisfacer los requerimientos de cada nivel de agregación; se hace una aproximación analítica a los principales indicadores empleados; y se definen los índices que integran la batería de indicadores utilizada durante la presente investigación.

Se parte de la asunción de que la producción científica de un país, sector o institución dedicada a la investigación, está representada por el conjunto de publicaciones que se generan en sus respectivos ámbitos, y de que el perfil y los patrones científicos de las mismas están determinados por el perfil y los patrones científicos de cada uno de los dominios geográficos, sectoriales e institucionales específicos en los que se desarrollan las actividades de investigación (Miguel *et al.*, 2006); y se toma en cuenta, además, que la producción científica publicada en revistas de *corriente principal* o de amplia visibilidad para la comunidad científica internacional representa una dimensión cualitativamente superior de la actividad científica realizada en dicho país, sector o institución; por tanto, la selección y descripción del conjunto de premisas valoradas y acciones emprendidas para la identificación y caracterización de esa dimensión cualitativamente superior, constituyen la esencia del capítulo.

Muchos de los textos que componen el capítulo han sido parcial o íntegramente publicados durante el período de investigación doctoral, incluidas las pruebas realizadas a algunos de los indicadores utilizados como el índice H y sus correspondientes derivaciones (Arencibia Jorge y Carvajal Espino, 2008; Dorta Contreras *et al.*, 2008a, b), los índices H sucesivos (Arencibia Jorge, 2009; Arencibia Jorge *et al.*, 2008; Arencibia Jorge y Rousseau, 2009), el SJR (Falagas *et al.*, 2008), señalamientos sobre interfaces de recuperación (Arencibia Jorge *et al.*, 2009), sistemas de análisis y procesamiento de información (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2008b), entre otros aspectos.

El establecimiento de criterios de normalización y la división sectorial de la producción científica, se produjo a partir del análisis de la estructura del SNCIT y el trabajo en equipo de varios miembros cubanos integrantes del programa doctoral de Documentación e Información Científica de la Universidad de Granada y la Universidad de La Habana, bajo la

asesoría de los miembros del grupo de investigación SCImago. Dichos criterios de normalización sientan las bases normativas de un proyecto nacional desarrollado por el CITMA y aún en ejecución, orientado hacia la creación de un sistema nacional de indicadores cuantitativos para la evaluación de la actividad científica en el país (Alonso Porro, 2006).

La batería de indicadores propuesta para cada nivel de agregación, se ha nutrido de un grupo de índices utilizados por diferentes instituciones y grupos de investigación nacionales e internacionales, adaptándose a las características del entorno.

3.1. Premisas a tener en cuenta para el desarrollo de la investigación

Llevar a cabo el estudio de la producción científica cubana en la presente investigación, al igual que en su antecedente inmediato (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2008b), implicó asumir una serie de premisas con el objetivo de trazar pautas en la estrategia de análisis del dominio, y que son vitales para obtener interpretaciones objetivas de los fenómenos que se estudian (Moed, 2006; Rousseau, 2001).

Siempre teniendo en cuenta el contexto y los objetivos de la investigación, el análisis se basó en las siguientes premisas:

- El progreso se alcanza mediante el desarrollo científico.
- En sus investigaciones, los científicos se basan en la obra de colegas y precursores en sus correspondientes áreas de investigación.
- Los resultados de las investigaciones se someten a la apreciación de pares expertos, y son publicados.
- Los científicos muestran en sus publicaciones cómo se han basado en el trabajo previo de otros, al mencionar en sus textos una lista de referencias (enfoque normativo)
- Las revistas científicas desempeñan un papel esencial en la comunicación entre colegas; razón por la que representan la actividad científica y la red de relaciones entre subáreas del conocimiento.
- El número de publicaciones de un país, sector o institución dedicada a la investigación, se considera un indicador de su producción científica.
- El número de veces que los trabajos de un país, sector o institución son citados por otras publicaciones, da la medida del impacto y la visibilidad internacional de esos trabajos.

- En el sistema global de revistas, se puede distinguir un número reducido de revistas centrales (o de *corriente principal*), consideradas las más relevantes para la comunidad científica internacional, y un número mayor de revistas periféricas, que son de orientación más regional o local.
- La base de datos Scopus abarca no sólo el núcleo de revistas de *corriente principal* cubierto por el ISI, sino también un grupo de revistas que cumplen elevados estándares de calidad y constituyen un bloque de revistas centrales de importancia relevante para diversos dominios geográficos y temáticos con baja representación en las bases de datos del ISI.
- El número de artículos publicados en revistas centrales y de corriente principal cuyos contenidos han sido cubiertos por Scopus, denota la actividad científica visible internacionalmente de un país, sector o institución dedicada a la investigación.
- El mayor o menor impacto (definido esencialmente por las citas recibidas) de las revistas donde se publiquen estos artículos, teniendo en cuenta las diferentes características de las áreas temáticas, puede ser utilizado como un indicador relativo al mayor o menor nivel cualitativo de la investigación.
- El SJR desarrollado por el grupo de investigación SCImago para las revistas cubiertas por Scopus, teniendo en cuenta las variables cualitativas que intervienen en su cálculo, constituye una alternativa viable al clásico Factor de Impacto del ISI; por lo tanto, puede ser utilizado para definir el impacto real de las revistas, y el impacto potencial de los artículos publicados en ellas.
- La colaboración científica internacional identificada en los artículos, en el contexto cubano, puede denotar el esfuerzo por incrementar la visibilidad y el impacto de la investigación científica.
- La producción científica desarrollada sin presencia de instituciones foráneas que ha sido altamente citada o publicada en revistas de máxima visibilidad, puede indicar la fortaleza de una institución en la materia que se investiga y su independencia de factores externos para su desarrollo.
- Los indicadores bibliométricos y cienciométricos derivados de todos los procesos anteriormente expuestos, reflejan el perfil, la visibilidad y el impacto de la investigación científica realizada tanto en el país, como en los sectores que definen la estructura del SNCIT y en las instituciones dedicadas a la investigación en sentido general.

- Los indicadores bibliométricos y cienciométricos evaluados, no pueden ser interpretados cabalmente sin tener en cuenta variables de índole socioeconómica, como la cantidad de personal dedicado a la investigación, los gastos e insumos, o las propias metas y prioridades establecidas en cada institución.
- Tales indicadores no pueden ser sustitutos, sino herramienta de análisis que, en manos de expertos, pueden utilizarse como parte de la política de evaluación de la actividad científica nacional.

3.2. Fuentes de información

Las principales fuentes de información utilizadas durante la investigación fueron la base de datos Scopus, el índice de citas creado por *Elsevier*, y los portales SJCR y SIR, desarrollados por el Grupo SCImago como plataformas para ofrecer información bibliométrica basada en los datos que recoge Scopus. Los tres proyectos han aparecido recientemente en el mercado, facilitando la realización de un análisis más exhaustivo de los resultados de la actividad científica internacional, y permitiendo en la actualidad complementar y ampliar los análisis obtenidos a partir de los productos de *Thomson Reuters*.

3.2.1. Scopus

Habitualmente se han esgrimido argumentos poco favorables sobre las bases de datos del ISI, disponibles en línea a través del portal Web of Science (WoS), a la hora de valorar su utilización como instrumento para el análisis de un dominio. Las voces más críticas hablan de su limitada cobertura fuera del ámbito anglosajón, y en concreto, de la región latinoamericana (Meneghini *et al.*, 2006). Con la aparición en el mercado editorial de la base de datos *Scopus* de Elsevier, pareciera que el panorama de la ciencia visible internacionalmente cambiara por su mayor cobertura (Moya Anegón *et al.*, 2007). De hecho, en términos generales, la diferencia total de la cobertura entre las dos bases de datos se sitúa en torno a las 6 700 revistas, lo que supone más del 70%. No obstante, se han abierto al mismo tiempo nuevas interrogantes: ¿Ha beneficiado el incremento de revistas en Scopus a la ciencia periférica? ¿De qué forma?

La presente investigación utiliza como fuente de información primaria la base de datos Scopus. A partir de que vio la luz pública en el 2004, Scopus llamó la atención de la comunidad científica y académica en muchos sentidos. Por un lado, se advirtió la potencialidad de la base de datos como fuente de información indispensable para académicos e investigadores del mundo entero, de acuerdo con su amplia cobertura

documental (Fingerman, 2005; Jain, 2005; Jacsó, 2004; Manafy, 2004; SCImago, 2006). Por el otro, comenzó a valorarse su utilidad como instrumento para el análisis y evaluación de la Ciencia, atendiendo a las múltiples funcionalidades de la interfaz, y en especial, a la posibilidad de realizar análisis de citas en un volumen de producción científica mayor que el contenido en los índices de citas de *Thomson Reuters*, que hasta entonces eran las únicas herramientas empleadas con este fin (Ballard & Henry, 2006; Jones, 2008; Libmann, 2007; Moya Anegón et al, 2007; Prathap, 2005, 2009; Sampson *et al.*, 2006).

La aparición simultánea de Scopus y Google Scholar (GS), un nuevo índice de citas para la información contenida en la Web, de inmediato aceleró la realización de estudios comparativos entre estas bases de datos, con el propósito de validarlas y valorar su uso como fuente de información alternativa al WoS (Falagas *et al*, 2008a; Jacsó, 2005; Meho & Yang, 2007; Norris & Oppenheim, 2007). Áreas del conocimiento como la Astronomía (Gómez & Martin, 2006), la Geografía (Ruíz, 2008), la Farmacología (Gorraiz & Schloegl, 2008), la Oncología (Bakkalbasi et al, 2006; López-Illescas et al, 2009), las Neurociencias (Dorta-Contreras, et al, 2008a,b), e incluso las Ciencias Sociales en general (Norris & Oppenheim, 2007), y la Bibliotecología y la Ciencia de la Información en particular (Bauer & Bakkalbasi, 2005; Jacso, 2008a; Meho & Yang, 2007), han sido utilizadas como dominios de experimentación para validar la eficacia de estos índices de citas. De hecho, Bar-Ilan (2008a) identificó la comparación entre índices de citas como un nuevo frente de investigación en el área de la Informetría desde principios del Siglo XXI.

La mayor parte de los estudios sobre Scopus analizaron sus ventajas como herramienta de análisis de citas (Bar-Ilan, 2008b). Meho y Yang (2007) plantearon que el uso de Scopus y GS, como complemento del WoS, permitía una mayor precisión y comprensión del impacto académico de los autores, aunque determinaron que el tiempo de procesamiento de datos para los autores fue el doble para Scopus con respecto al WoS (200 horas, por 100 horas), mientras que el procesamiento de los datos de Google Scholar exigió una excesiva cantidad de tiempo (3 000 horas). Falagas y colaboradores (2008b) determinaron que, para los análisis de citas, Scopus ofrece un 20 % más de cobertura que el WoS, y hallaron inconsistencia en la precisión de los resultados de GS. Esta inconsistencia de GS también ha sido identificada por Bar-Ilan y colaboradores (2007), así como por Jacsó (2008b,c). Este último, valoró de más confiable el cálculo del índice H usando la base de datos Scopus.

Las comparaciones específicas entre Scopus y WoS han sido todavía más exhaustivas (Gavel & Iselid, 2008; Jacsó, 2007; Meho & Rogers, 2008). Bar-Ilan y colaboradores (2007) encontraron gran similitud entre el WoS y Scopus al recuperar registros en orden

decreciente de acuerdo con el número de citas recibidas. Archambault y colaboradores (2009), han encontrado cierta similitud en los datos de producción y citación a nivel de país en ambas bases de datos. Falagas y colaboradores (2008a), por su parte, compararon no sólo las bases de datos WoS y Scopus, sino también los indicadores que se derivan de los análisis de citas de ambas bases de datos, el recientemente creado SJR y el Factor de Impacto (FI) (Ver anexo 2.2); analizaron las ventajas y desventajas de ambos indicadores, y determinaron que el SJR es una seria alternativa al FI, gracias a su naturaleza de acceso abierto, la amplitud de la base de datos que analiza y su evaluación de la calidad de la citación, basada en los estudios pioneros de Pinski y Narin (1976). Si bien se han reportado diferencias entre ambos indicadores (Pislyakov, 2009), varios estudios han reportado una alta correlación entre los mismos (Leydesdorff, 2009; López-Illescas *et al.*, 2009).

La amplia repercusión de Scopus en el campo de la bibliometría evaluativa no ha dejado de tener eco en la bibliometría descriptiva. En ese sentido, si bien Meho y Rogers (2008) plantean que a través Scopus se generan mapas de redes de citación entre individuos significativamente diferentes a los generados a partir del WoS, Klavans y Boyack (2007) concluyen que las diferencias entre ambas bases de datos (WoS y Scopus) no afectan básicamente la forma y estructura de la ciencia a la hora de su visualización a través de mapas, sino que sólo crean diferenciación local que ayuda a entender las relaciones locales. No obstante la profusa literatura sobre las fortalezas y debilidades de Scopus con respecto al WoS, los aspectos relacionados con la cobertura aún no han sido tratados con la misma profundidad. Especialmente crítico en ese sentido ha sido Jacsó (2009), quien considera que a pesar de los enormes esfuerzos realizados por *Elsevier*, todavía existen revistas con importantes lagunas en la cobertura, incluso en el segmento máspreciado de la base de datos, correspondiente al período 1996-2009. De igual forma, Jacsó plantea que la falta de información sobre el país de afiliación en 13 millones de registros de la base de datos (34 % del total), constituye un detalle poco abordado por las investigaciones desarrolladas hasta el presente, y que merece una mayor atención, teniendo en cuenta que la política de la *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (OECD) tiene en cuenta la utilización de Scopus como principal fuente de datos para sus investigaciones, en su afán por impulsar una estrategia de innovación para ayudar a los gobiernos a elevar su rendimiento innovativo (Tomizawa, 2008).

Otro aspecto a destacar, estrechamente relacionado con las proyecciones de utilización de Scopus para la evaluación de actividad científica en países en desarrollo, y en particular de Iberoamérica (habitualmente poco representados en las bases de datos de *Thomson*

Reuters), resulta el estudio del efecto que el crecimiento de la cobertura de la base de datos pueda tener en los indicadores basados en análisis de citas. Investigaciones previas ya habían mencionado el efecto negativo que la inclusión de revistas poco citadas podría tener en los indicadores de impacto, en contraposición con el efecto positivo observado en los indicadores de actividad (Zitt, Ramana-Rahari & Bassecouard, 2003; Zitt & Bassecouard, 2008). Por su parte, López Illescas y colaboradores analizaron dos muestras en el campo de la Oncología, una que comprendió el volumen de la producción de revistas indexadas en el WoS, y otra que incluyó revistas de Scopus no indexadas por el WoS, y notaron que a pesar de que Scopus ofrece una cobertura superior al WoS en un 90 %, el FI promedio basado en Scopus de las revistas indizadas por ambas bases de datos es sólo un 2,6 % mayor que el calculado para aquellas solamente indizadas por el WoS (López-Illescas *et al.*, 2008). De igual forma, advirtieron paradójicamente que los países que mostraron incremento en el porcentaje de documentos publicados, fueron a su vez afectados por la disminución de su tasa de citación promedio (López-Illescas *et al.*, 2009). En el caso de Cuba, el crecimiento de los indicadores de productividad en detrimento del impacto ha sido marcadamente significativo (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2009; 2010).

3.2.2. SCImago Journal & Country Rank

El SJCR (SCImago Research Group, 2009b), por su parte, constituye una de las más novedosas herramientas bibliométricas desarrolladas durante los últimos años, la cual ha permitido el crecimiento de Scopus como producto competitivo en el mercado. Se trata de un sistema de información científica libremente disponible en la web, basado en los contenidos de Scopus entre 1996 y 2008, que facilita la generación de listados ordenados de revistas y países, por lo que se convierte en un recurso dirigido a la evaluación de la ciencia a nivel mundial. La posibilidad de acceder gratuitamente a los indicadores de referencia tanto en el nivel mundial, regional y nacional, la hacen óptima para su uso como referente en el contexto internacional.

Actualmente, el ranking presenta datos de países y revistas, pudiéndose realizar selecciones específicas por grandes campos de conocimiento (27), categorías temáticas (295), regiones (10), países (233), revistas (16 033) y años (entre 1996 y 2008).

SJCR permite, además, la ordenación del ranking según diversos indicadores: documentos totales y citables, citas totales, citas por documento y SJR, con la posibilidad de establecer un umbral mínimo para cada uno de ellos. El SJR es un indicador basado en el algoritmo

PageRank, que pondera las citas en función de las recibidas por la publicación citante (Brin y Page, 1998). Es la alternativa Scopus al factor de impacto de la WoS.

La herramienta ofrece una serie de funcionalidades de valor añadido que permiten, desde la comparación de países y revistas en cada uno de los indicadores suministrados por el portal (*Compare function*), hasta la generación de mapas tanto de conocimiento, a partir de análisis de cocitación, como de posicionamiento, a partir de una serie de indicadores seleccionados por el usuario (*Map Generador*).

Los mapas de conocimiento permiten la elección del país y del período, tanto en las grandes áreas temáticas como en las categorías. El usuario puede acceder a cada uno de los nodos para generar un informe sobre el área o la categoría seleccionada. Los mapas de posicionamiento son gráficos de burbujas que muestran la ubicación de los países en función de los indicadores y ejes seleccionados por el usuario. Estos gráficos también permiten conocer la posición de las categorías con mayor producción en el área.

La información suministrada es similar a la ofrecida en los ESI de *Thomson Reuters*. La principal diferencia radica en la agregación de indicadores sobre producción primaria, auto-citación e índice-h, a los ya tradicionales (documentos, citas y citas por documento). Además, cualquier usuario puede acceder a la herramienta y replicarlos en cualquier momento, teniendo la posibilidad de compararlos con una región o un conjunto de países en el período deseado.

3.2.3. SCImago Institutions Rankings

En cuanto al SIR (SCImago Research Group, 2009b), proyecto en curso del Grupo SCImago dirigido a la evaluación de la investigación institucional, constituye una herramienta que maneja datos de más de 2 000 de las mejores instituciones de investigación de todo el Mundo (aquellas con al menos 100 documentos publicados en el año 2007), representando a los cinco continentes a través de más de 80 países. SIR presenta datos institucionales pormenorizados (producción, visibilidad, colaboración, revistas, autores y estructura disciplinar), permitiendo la realización de selecciones específicas por áreas de conocimiento, categorías temáticas, países de publicación y citación, y cuartiles de las revistas editoras entre 2003 y 2007.

SIR permite, además, la personalización por parte del usuario de listados ordenados según diversos indicadores: producción absoluta, citas totales, citas por documento, porcentaje de documentos citados, colaboración internacional, SJR normalizado, potencial investigador o citación normalizada.

La herramienta también permite la comparación de distintos tipos de indicadores mediante representaciones multivariadas, la generación de mapas de cocitación anuales de áreas y categorías, la obtención de perfiles temáticos anuales por áreas de conocimiento, o la visualización de mapas de geocitación.

3.2.4. Otras fuentes

Además de las anteriormente mencionadas, se consultaron un conjunto de fuentes de información estadística que permitieron obtener información sobre Cuba, Latinoamérica y el Mundo en relación con diferentes aspectos socio-económicos, como son:

- el portal informativo de la *Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología* (RICYT);
- el *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe* (Naciones Unidas, 2010);
- los informes sobre desarrollo humano del *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo* (UNDP, 2003; PNUD 2007; PNUD, 2009);
- el informe *Key Figures 2007* de la Comisión Europea (European comisión, 2007);
- el informe *Situación de Salud en las Américas: indicadores básicos 2009* (OPS, 2009);
- el *Anuario Estadístico de Salud 2009* (MINSAP, 2009).

Y los siguientes informes estadísticos desarrollados por la ONE:

- *Ciencia y Tecnología en Cifras: Cuba 2009* (ONE, 2010a);
- *Educación en Cifras: Cuba 2009* (ONE, 2010b);
- *Organización institucional en cifras: Cuba 2009* (ONE, 2010c);
- *Panorama Económico y Social: Cuba 2009* (ONE, 2010d);
- *Población en Cifras: Cuba 2009* (ONE, 2010e);
- *Salud pública y asistencia social en cifras: Cuba 2009* (ONE, 2010f);
- *Cuba en Cifras: objetivos de desarrollo del milenio 1990-2008* (ONE, 2009a);
- *La Educación en la Revolución 1958-2008* (ONE, 2009b); y
- *Medio Ambiente: estadísticas en la Revolución 1958-2008* (ONE, 2009c).

3.3. Estrategia de búsqueda, extracción y procesamiento de los datos primarios

Los procesos de búsqueda, extracción y procesamiento de los datos analizados en el estudio se estructuraron en dos etapas principales:

1. Búsqueda, extracción y procesamiento de datos para análisis a nivel macro.
2. Búsqueda, extracción y procesamiento de datos para análisis a nivel meso y micro.

3.3.1. Búsqueda, extracción y procesamiento de datos para análisis a nivel macro

Para el análisis a nivel macro de la producción científica cubana se descargaron las hojas de datos de Microsoft Excel disponibles en el SJCR, con toda la información bibliométrica sobre la producción científica cubana correspondiente al período 1996-2008 existente en el portal. La extracción se había realizado en mayo de 2009, pero se volvieron a descargar los datos en febrero de 2010, a partir de la actualización realizada en diciembre de 2009. Con vistas a establecer patrones comparativos, se descargaron además los informes relativos al comportamiento de la producción científica mundial, la región latinoamericana, así como los doce países más productivos de la región. Los datos socioeconómicos fueron descargados directamente del portal de la ONE.

Se crearon de igual forma con Microsoft Excel matrices para el procesamiento de la información extraída del SJCR y de la ONE, que permitieron el cálculo de la batería de indicadores utilizada para caracterizar el dominio, así como la visualización a partir de representaciones multivariadas de los principales indicadores socioeconómicos y bibliométricos analizados en el estudio.

De igual forma, se utilizó el SIR para extraer información a nivel macro de la producción científica cubana durante el período 2003-2007, especialmente, el promedio del SJR normalizado durante el período y la distribución por cuartiles de visibilidad, tanto de la producción total como de cada una de las áreas temáticas principales en las que se estructura Scopus.

3.3.2. Búsqueda, extracción y procesamiento de datos para análisis a nivel meso y micro

Para el análisis a nivel *meso* y *micro* de la producción científica cubana, se realizó la descarga directa de la base de datos Scopus de todo el volumen de artículos publicados por autores pertenecientes a instituciones cubanas durante el período 2003-2007.

Para evitar pérdida de información, teniendo en cuenta los señalamientos críticos de Jacsó (2009), se combinaron diferentes estrategias de búsqueda, orientadas a la identificación de la palabra "Cuba" en los campos "Affiliation" y "Affiliation country". La recuperación se realizó en enero de 2009, dejando un margen de dos años a partir del último año analizado en la base de datos. Los registros fueron descargados año por año, en ficheros ".cgi", de lectura automática para programas gestores de referencias bibliográficas.

Los ficheros recuperados fueron importados hacia una base de datos creada en el programa gestor de referencias bibliográficas EndNote 10.0, desarrollado por el *Thomson Reuters*. Se eliminaron los duplicados utilizando las prestaciones del programa, y dado el volumen relativamente pequeño de artículos a procesar, se optó por la revisión manual de los registros para eliminar aquellos que no correspondían a autores ni instituciones cubanas, a pesar de responder positivamente a la estrategia de búsqueda utilizada.

Una vez definidos los 5 778 artículos cubanos publicados durante el período, comenzó el proceso de normalización, con vistas a homogenizar la filiación institucional de los artículos, y el nombre de los autores.

3.3.2.1. Criterios de Normalización

La producción científica nacional fue estructurada en seis sectores:

- Educación Superior
- Salud
- Ciencia y Técnica
- Administración
- Empresa
- Otros.

El sector *Educación Superior* incluye a todas las universidades y centros o institutos de Educación Superior, sin considerar su adscripción o subordinación administrativa y/o metodológica; es decir, independientemente del Ministerio al que se subordinen. De esta forma, las 65 instituciones de educación superior cubanas, incluidas las 17 universidades adscritas al MES, las 14 universidades médicas del Ministerio de Salud Pública (MINSAP), las 16 universidades pedagógicas del Ministerio de Educación (MINED) y las 18 universidades pertenecientes a otros ministerios, sumadas a las 169 sedes universitarias existentes en cada municipio, son contempladas en el sector. Los centros de investigación pertenecientes a universidades fueron incluidos dentro de la producción universitaria. No así el caso de los hospitales que a su vez son facultades universitarias, a los cuales se asignó doble afiliación, y fueron incluidos bajo el nombre de la Universidad a la que pertenecen en el sector *Educación Superior*, y bajo el nombre del hospital en el sector *Salud*. Este solapamiento se reflejó en la intensidad de la colaboración entre hospitales y universidades médicas, que a su vez, es un reflejo de la práctica laboral de médicos y profesores en estos

hospitales, donde comparten labores docentes e investigativas con su habitual práctica médica.

El sector *Salud* incluye a todas instituciones y centros de investigación e carácter público que están relacionados directamente con el Sistema Nacional de Salud y subordinados al MINSAP, con excepción de las instituciones de Educación Superior. La producción científica de las 14 237 instituciones asistenciales pertenecientes al sistema, que incluyen 219 hospitales, 13 institutos de investigación, 498 policlínicos, 338 hogares maternos, 158 clínicas estomatológicas, 26 bancos de sangre, 424 instituciones de asistencia social, 5 balnearios minero medicinales, 127 puestos médicos rurales, así como las redes de consultorios médicos, laboratorios de análisis clínico, farmacias y unidades de higiene y epidemiología, están cubiertas por el sector. Pertenecen a él, de igual forma, las unidades administrativas y direcciones municipales, provinciales y nacionales de salud del MINSAP, así como las sociedades científicas especializadas en salud.

Todos los centros de investigación del país, excepto aquellos que pertenecen al Sistema Nacional de Salud, se agrupan en el sector *Ciencia y Técnica*, que incluye las 124 Entidades de Ciencia e Innovación Tecnológica; las direcciones, delegaciones y unidades municipales, provinciales y nacionales; así como los centros de gestión de información y agencias pertenecientes al CITMA. Las unidades administrativas del ministerio, también están incluidas.

El sector *Administración* abarca toda la producción científica de los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE) de carácter público nacional, provincial o municipal encargados de dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de la política del Estado y el Gobierno en los diferentes sectores, excepto en Salud Pública y aquellas dependencias legislativas, administrativas, y ejecutivas del CITMA. Todos los subsistemas del Sistema Nacional de Educación, integrado por los subsistemas Educación Preescolar, Educación General Politécnica y Laboral, Educación Especial, Educación Técnica y Profesional, Formación y Perfeccionamiento de Personal Pedagógico y Educación de Adultos, con excepción de la Educación Superior y las instituciones educacionales pertenecientes al sector sanitario, fueron incluidas; así como las instituciones financiadas por fondos europeos o proyectos, y los museos y parques nacionales.

La ausencia de protagonismo del sector privado en la estructura económica del país, característica que lo diferencia del resto de los países de la región, permitió la creación de un sector denominado *Empresa* para incluir a toda organización nacional o internacional residente en Cuba que en su denominación oficial se declara como tal, con excepción de

aquellas relacionadas con la creación de productos biológicos y farmacéuticos. De esta forma, fueron incluidas en el sector todas las empresas públicas municipales, provinciales y nacionales, las empresas mixtas, las empresas de capital totalmente extranjero y sucursales en Cuba de empresas extranjeras. Las 3 169 empresas estatales incluyen uniones, organizaciones económicas estatales del tipo autofinanciadas, empresas de organizaciones políticas y de masas, bancos estatales y grupos empresariales. De igual forma, se incluyen en el sector las entidades agropecuarias no estatales, las 6 398 unidades básicas de producción cooperativa y las sociedades mercantiles 100 % cubanas.

Finalmente, se creó el sector *Otros* para cubrir la producción científica de todas las instituciones no gubernamentales, asociaciones no lucrativas, fundaciones, sociedades (excepto aquellas relacionadas con el sector sanitario); así como aquellos artículos donde no se identifica la filiación institucional (Ej. direcciones personales), o donde la institución a la que pertenecen los autores no se encuentra incluida en ninguno de los otros sectores.

3.3.2.2. Proceso de Normalización

Las entradas institucionales nacionales importadas de Scopus fueron sustituidas de forma semiautomatizada gracias a las prestaciones del programa EndNote 10.0 (Opción *Edit/Change text*), y manual en la mayoría de los casos, por entradas homogéneas.

Las entradas nacionales fueron estructuradas en tres secciones (Ver Anexo 1):

- Una sección de dos dígitos para identificar el sector:

ES – Educación Superior

SS – Sector Salud

CT – Ciencia y Técnica

AD – Administración

EM - Empresa

OT – Otros

- Una sección no mayor de diez dígitos para plasmar el acrónimo de la institución.
- Una sección de tres dígitos para identificar las provincias en que se divide política y administrativamente el país:

PRI – Pinar del Río
CHA – Ciudad de La Habana
HAB – La Habana
IJU – Municipio Especial Isla de la Juventud
MTZ - Matanzas
CFG – Cienfuegos
VCL – Villa Clara
SSP – Sancti Spíritus
CAV – Ciego de Ávila
CMG – Camagüey
LTU – Las Tunas
HOL – Holguín
GRA – Granma
SCU – Santiago de Cuba
GTM – Guantánamo

Ejemplos:

ES-UH-CHA: Universidad de La Habana, institución universitaria perteneciente al sector *Educación Superior* y ubicada en la Ciudad de La Habana.

CT-CENSA-HAB: Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, centro de investigación perteneciente al sector *Ciencia y Técnica* y ubicado en la provincia La Habana.

SS-HSLORA-SCU: Hospital Provincial Docente “Saturnino Lora”, institución hospitalaria perteneciente al sector *Salud* y ubicado en Santiago de Cuba.

Las entradas internacionales fueron estructuradas en dos secciones:

- Una sección de tres dígitos para identificar el país (Según código ISO 3166-1 alfa-3).
- Una sección no mayor de diez dígitos para plasmar el acrónimo de la institución.

Ejemplos:

MEX-UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México, México.

BRA-USP: Universidad de Sao Paulo, Brasil.

ESP-CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España.

Para la normalización de instituciones internacionales se investigó la estructura del Sistema de Ciencia de los países más colaboradores para asignar filiaciones institucionales y definir

acrónimos, y se tomaron en cuenta muchos aspectos considerados en la metodología desarrollada por el Grupo SCImago para el portal SIR.

Paralelamente se llevó a cabo la clasificación de los registros según el tipo de colaboración identificada en los artículos. Se creó un campo para registrar el tipo de colaboración de acuerdo con el siguiente código:

SC: artículos cuyos autores pertenecen a una misma institución.

CN: artículos con autores pertenecientes a dos o más instituciones nacionales.

CNI: artículos con autores pertenecientes a dos o más instituciones nacionales, en la que hay presencia de al menos un autor internacional.

CI: artículos con al menos un autor de procedencia internacional, en la participan autores nacionales pertenecientes a una misma institución.

3.4. Creación de un sistema automatizado para el procesamiento y análisis de la información

Una vez concluido el proceso de normalización de los datos primarios, se exportó la base de datos de EndNote a un fichero de texto, usando el estilo *Show All*, el cual sirvió como base para la creación de un sistema automatizado para el procesamiento y análisis de la información.

3.4.1. Diseño del sistema: creación de base de datos relacional.

El sistema creado para el procesamiento y análisis de la información, denominado *SAPC: Sistema para el Análisis de la Producción Científica Cubana*, fue concebido como una aplicación web, para cuyo diseño se utilizó el Sistema Gestor de Contenidos (CMS) Drupal, así como los lenguajes PHP, HTML y Transac SQL (Ruíz Más, 2010).

Se estudiaron las características del formato de exportación *Show All* de EndNote, con vistas a la creación de una base de datos *ad hoc* para el procesamiento de los datos. Se utilizó para crear la base de datos del SAPC el gestor de bases de datos de código fuente abierto MySQL. Esta herramienta fue seleccionada por su velocidad, robustez y la posibilidad de ser utilizada en distintas plataformas y sistemas operativos. Paralelamente, se comenzó a trabajar con Drupal la interfaz para el trabajo con el sistema (Figura 2).

Figura 2. Interfaz principal del Sistema para el Análisis de la Producción Científica Cubana (SAPC).



Diseñada la estructura básica de la base de datos, se programó una aplicación para la importación de los registros normalizados. Una vez importados los registros, se le adicionaron a la base las tablas descargadas del SJCR, con los listados de revistas de cada uno de los años comprendidos en el estudio a nivel meso y micro (2003-2007), el valor del SJR y el país de publicación de la revista.

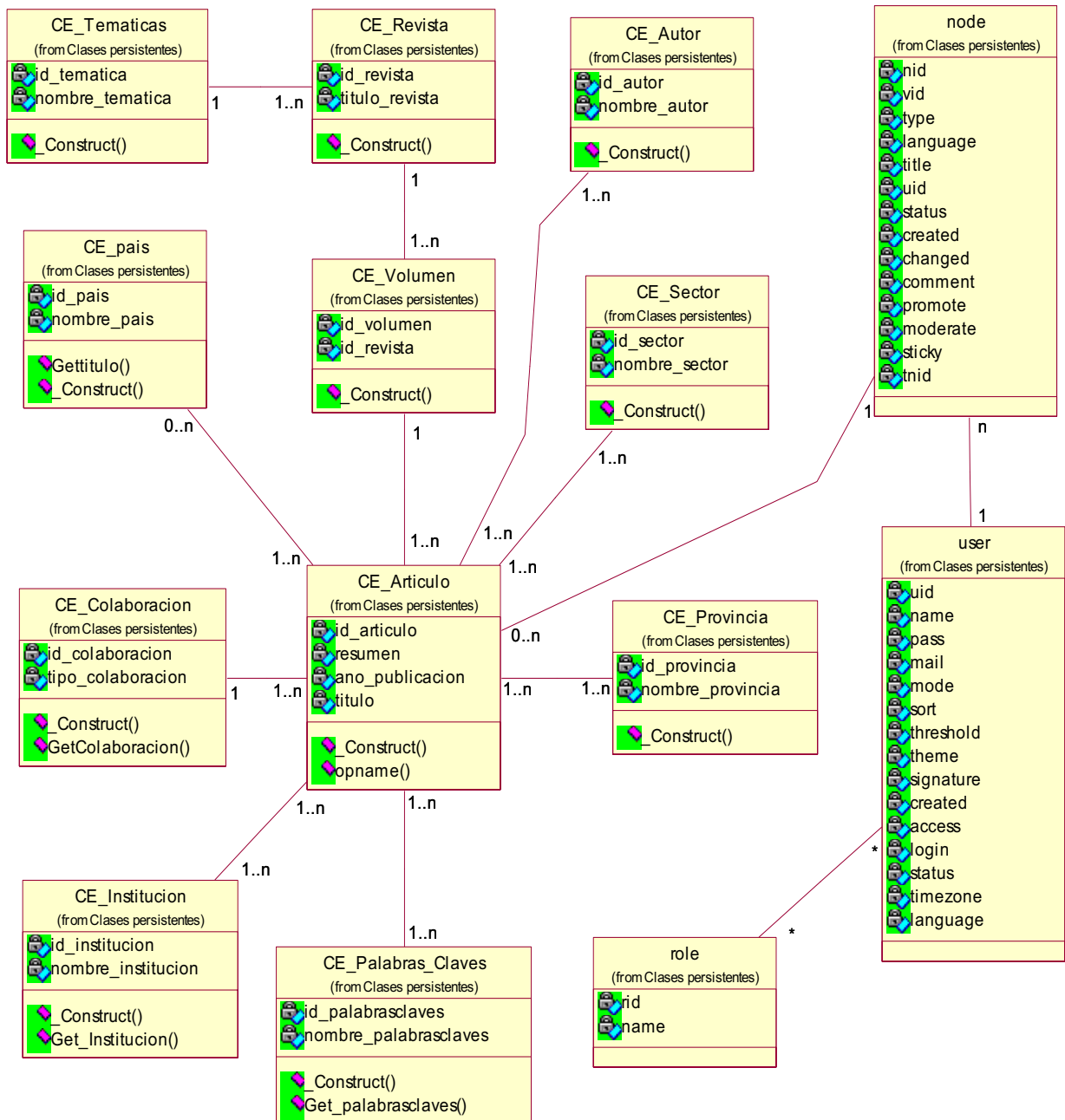
3.4.2. Diseño del sistema: creación de interfaz de visualización de indicadores

Así, se establecieron las relaciones entre las diferentes tablas y componentes del sistema (Figuras 3a,b y c), y se programaron los diferentes procesos para la gestión y procesamiento de datos y la visualización del grupo de indicadores a emplear en la presente investigación (Figura 4).

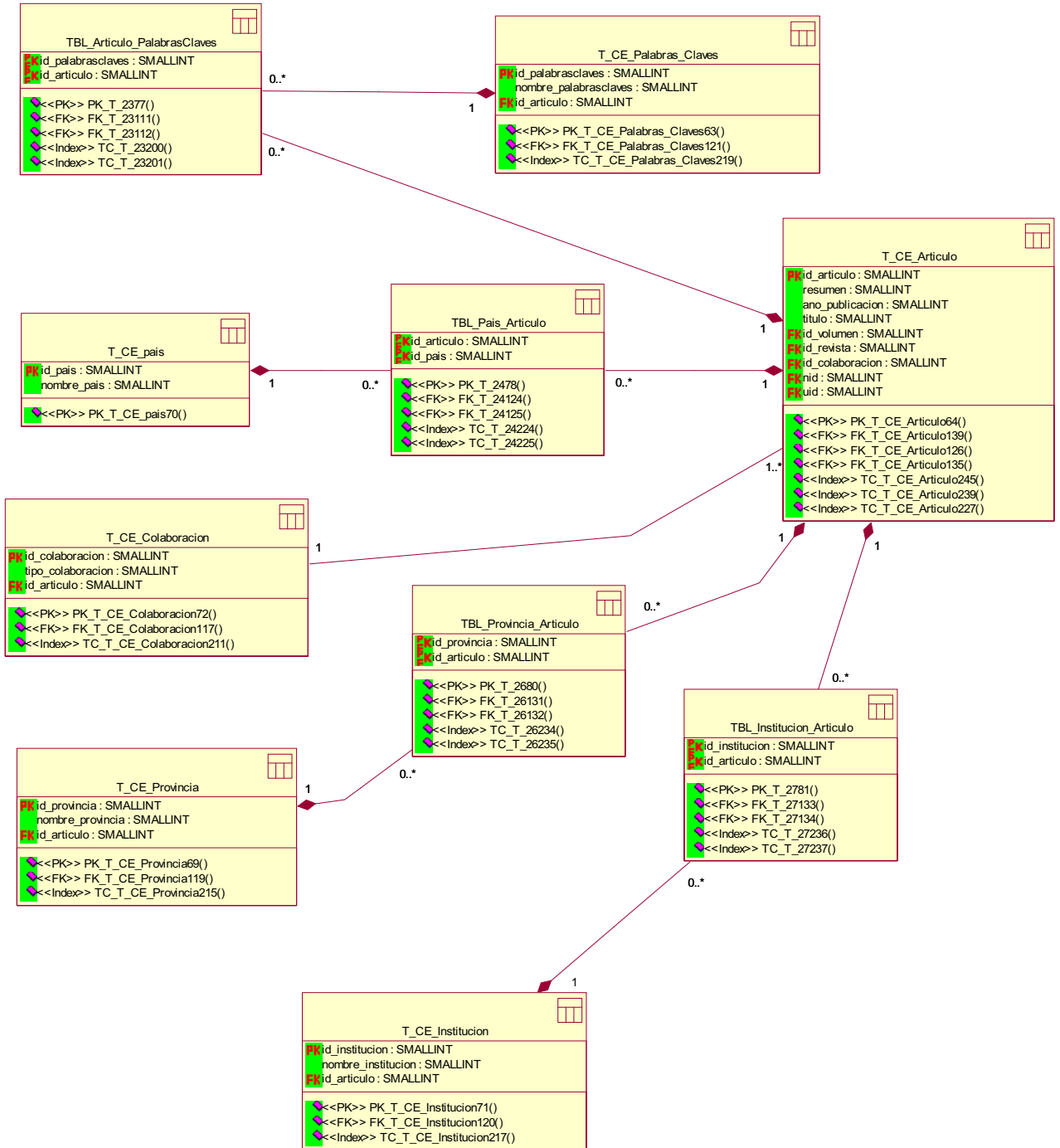
De esta forma, como se puede apreciar en la Figura 5, se diseñó un sistema capaz de generar informes cuantitativos a partir de la producción científica nacional, de acuerdo con los diferentes niveles de agregación analizados, y utilizando una batería de indicadores de producción, impacto y colaboración, la cual será descrita en las últimas secciones del presente capítulo.

Figura 3. a) Diagrama de relaciones entre las entidades persistentes del SAPC (Módulo lógico de datos) **b)** Modelo físico de datos, parte I, y **c)** Modelo físico de datos, parte II.

3a)



3b)



3c)

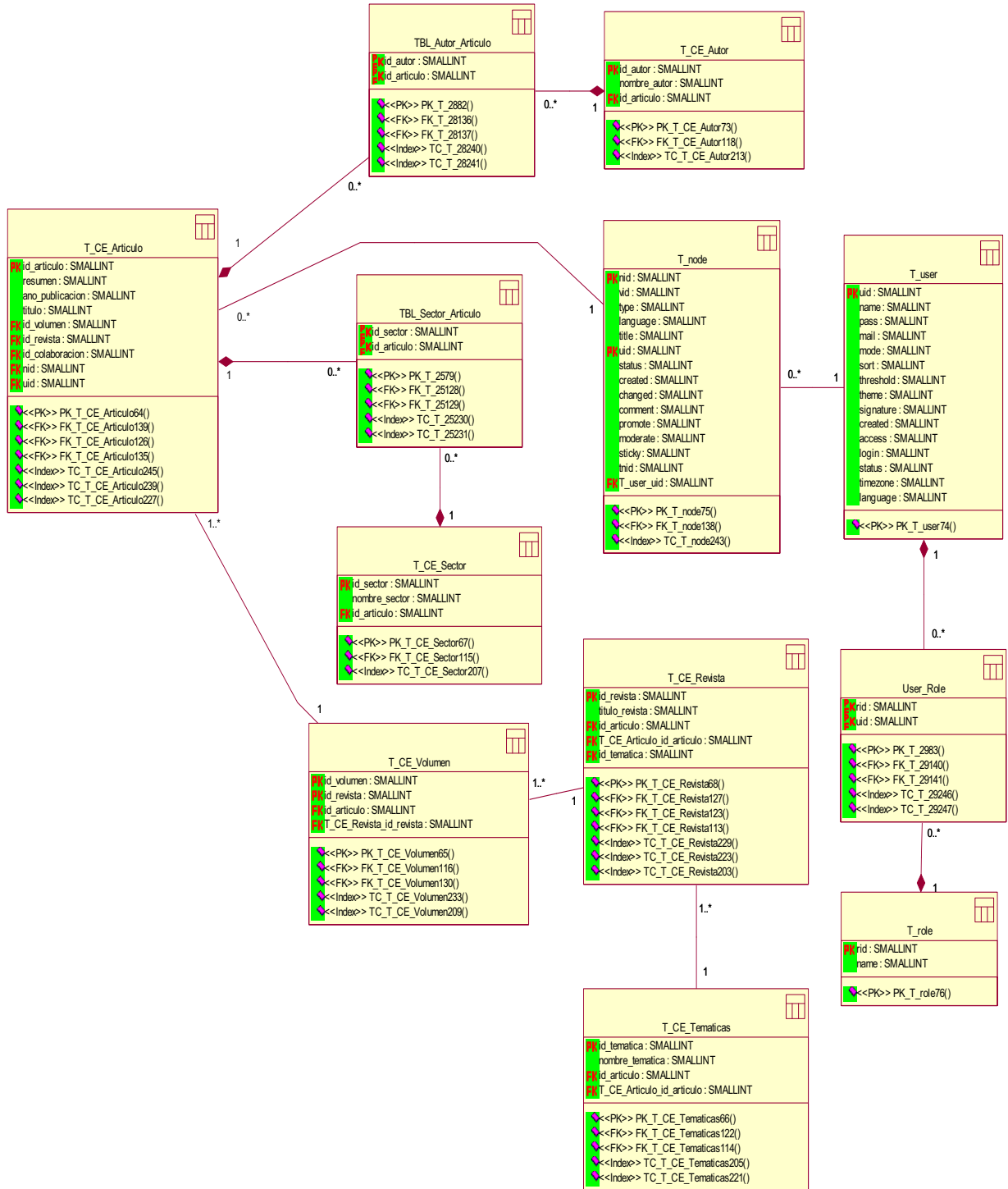


Figura 4. Diagrama de clases del SAPC para la generación de informes cienciométricos.

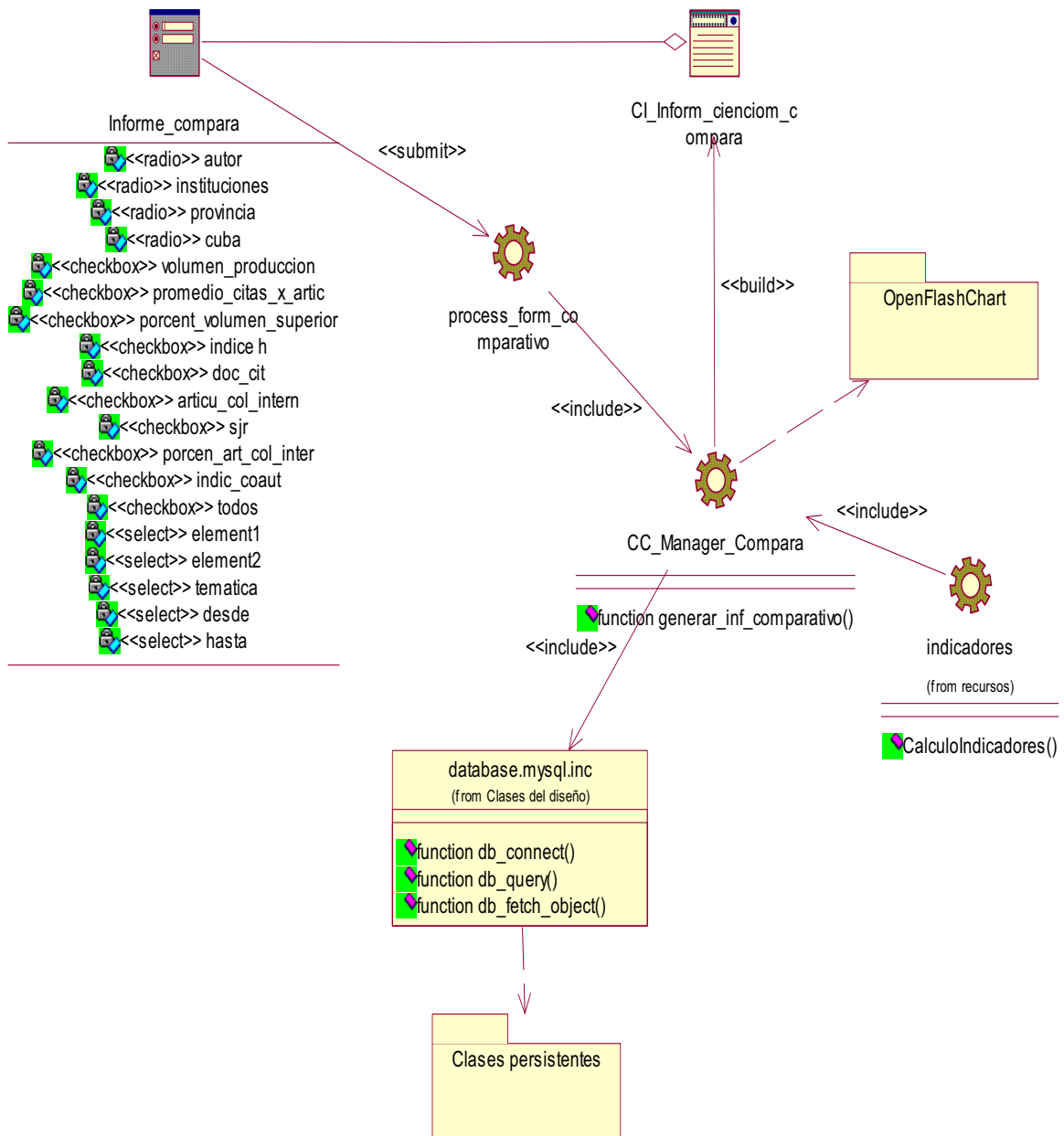


Figura 5. Interfaz del SAPC para la generación de informes cuantitativos de acuerdo con los niveles de agregación analizados.



3.5. Niveles de agregación

Con vistas a la clasificación de los datos bibliográficos se han considerado cuatro variables de peso para el análisis de la producción científica nacional: una variable temporal, que establece los períodos cronológicos a tener en cuenta en las diversas estrategias utilizadas para analizar el dominio de la ciencia cubana; una variable temática, en la que se han tenido en cuenta fundamentalmente las 27 áreas temáticas en las que se estructuran los contenidos de Scopus, incluida un área multidisciplinar donde se concentran revistas de difícil adscripción a una categoría, como *Science*, *Nature*, entre otras; una variable geográfica, que contempla fundamentalmente el contexto regional, a partir del estudio de Cuba en el entorno latinoamericano a nivel *macro*, y de las diferentes provincias que componen el país a nivel *meso*; y una variable sectorial, que va a delimitar los sectores estratégicos en los que se concentra la producción científica nacional, y que va a propiciar el análisis de las instituciones o grupos de instituciones líderes en cada uno de esos sectores.

3.5.1. Distribución temporal

El período cronológico analizado para el estudio de la producción científica cubana a nivel macro, y en relación con su contexto geográfico y socio-económico, abarca los 13 años comprendidos en el período 1996-2008. Su selección se debió a varios factores.

Objetivamente, el período se corresponde con el que utiliza el SJCR para generar sus informes bibliométricos nacionales, por lo que se evitó un intenso trabajo de búsqueda, recuperación, extracción y normalización de un gran volumen de datos, al utilizar una herramienta bibliométrica libremente disponible en la web, con una batería de indicadores similar a la concebida previamente durante la planificación de la investigación. Sin embargo, lo esencial radica en que el período abarca varias etapas cruciales en el desarrollo científico del país, a partir del momento en que la economía cubana comienza a recuperarse de una seria crisis económica provocada por la desaparición del bloque socialista de Europa Oriental y se intensifican las medidas de presión políticas y económicas por parte del gobierno de los Estados Unidos, expresadas en acciones legislativas como la Ley Torricelli (1992), la Ley Helms Burton (1996) y la Ley de Reforma de Sanciones, con serios efectos negativos sobre la calidad de vida de la población nacional (Brain y Barry, 2010).

El estudio del período permite no sólo evaluar el desarrollo de la producción científica nacional a la luz de las nuevas reformas económicas implementadas en el país, que traerían como consecuencia un nuevo proceso de organización estatal y empresarial, caracterizado por profundas transformaciones en los sistemas de dirección y los métodos de control, que implicaron la racionalización de los organismos del Estado y constituyeron el soporte de la descentralización económica y su adaptación a las tendencias actuales en la economía mundial; sino también, evaluar el impacto de esta producción a partir de la creación del CITMA como organismo rector de actividad científica y tecnológica en el país, encargado de la gestión de la innovación y su aplicación.

En cuanto al período cronológico analizado para el estudio de la producción científica cubana a nivel meso y micro, este comprende los años del 2003 al 2007, que corresponden a la etapa más reciente de la Ciencia nacional. Durante este período, la industria biotecnológica cubana alcanzó importantes resultados científicos con alto impacto económico y social, y un notable reconocimiento internacional. Sin embargo, ocurrieron hechos sumamente interesantes que permitieron a los tomadores de decisiones en la política científica del país enfocar la mirada hacia uno de los aspectos clave dentro de la actividad científica nacional: la producción de artículos de investigación, y el impacto de los mismos sobre la comunidad científica internacional.

Por un lado, algunos especialistas comenzaron a señalar la no correspondencia de la producción científica nacional con el desarrollo alcanzado por Cuba en materia de recursos humanos para la ciencia y la tecnología, en particular en las Ciencias de la Salud (Dorta Contreras, 2006). Por otro lado, la intensidad de la política agresiva de la administración norteamericana dio lugar a controvertidas decisiones, como la de prohibir la publicación de artículos de Cuba, Irán, Libia y Sudán en publicaciones norteamericanas, la cual recibió severas críticas por parte de la propia comunidad científica norteamericana (<http://www.rebellion.org/hemeroteca/medios/040225per.htm>).

Al mismo tiempo, el CITMA puso en ejecución una resolución que establecía la política de reconocer, ordenar, certificar y acreditar las publicaciones científicas nacionales (Alonso Porro, 2006). El MINSAP, por su parte, desarrolló un programa para el fortalecimiento del sistema de información científico-técnica del Sistema Nacional de Salud, con vistas a elevar el impacto de la información científico-técnica en el perfeccionamiento de la salud pública cubana. Y en el MES se desarrolló una estrategia maestra de internacionalización, que entre sus acciones se trazó incrementar los lazos de colaboración científica con otros países.

De esta forma, el estudio del período 2003-2007 permite analizar la posible influencia de todos esos factores sobre el crecimiento de la producción científica de las regiones, sectores e instituciones a nivel nacional.

3.5.2. Distribución geográfica

En el estudio de la producción científica cubana a nivel macro, el criterio geográfico estuvo orientado hacia el posicionamiento de Cuba en el contexto de la región latinoamericana. Particularmente, se compararon los índices de actividad y visibilidad con respecto a los 12 países más productivos de la región, de acuerdo con el SJCR, y siempre en comparación con la producción científica de Latinoamérica y el Mundo.

A nivel *meso*, se estudió la producción científica de las 14 provincias cubanas y el municipio especial Isla de la Juventud, mencionadas en la sección 3.3.2.2, con vistas a identificar tendencias en producción, impacto y patrones de colaboración.

3.5.3. Distribución sectorial

La distribución sectorial, ampliamente descrita en las secciones 3.3.2.1 y 3.3.2.2, se contempló para el análisis a nivel *meso*, con el objetivo de medir el peso de los diferentes sectores de la actividad científica en la producción científica nacional.

Fundamentalmente, el análisis se concentró en las instituciones pertenecientes a los tres principales sectores responsables de la producción científica del país: las instituciones de Educación Superior, las instituciones sanitarias, y las Entidades de Ciencia e Innovación Tecnológica.

3.5.4. Distribución temática

Las clasificaciones temáticas establecidas a priori por Scopus fueron las utilizadas para la clasificación de los registros. El análisis de las 27 áreas temáticas de Scopus, facilitado por las prestaciones del SJCR, permitió la caracterización de la producción científica nacional en cada uno de estos dominios. Se compilaron también a través del SIR aquellas categorías de Scopus con mayor actividad y visibilidad durante el período 2003-2007, con vistas a analizar los impactos más recientes de la actividad científica nacional.

3.6. Indicadores científicos

Los indicadores que se utilizan en la presente investigación pretenden caracterizar la producción científica nacional en los diferentes niveles de agregación analizados. Constituyen una batería de 68 indicadores, con un total de 21 socio-económicos que abarcan la inversión y los recursos humanos del país en actividades científico-tecnológicas y de investigación y desarrollo; 25 indicadores bibliométricos destinados a capturar la dimensión cuantitativa y cualitativa de la producción científica nacional; 16 indicadores bibliométricos utilizados para la caracterización de los diversos tipos de colaboración en los artículos; 6 indicadores bibliométricos relacionados con patentes (o patentométricos) destinados a mostrar la dimensión de la innovación en de la ciencia nacional; y 3 herramientas de visualización encaminadas a representar la dimensión estructural de la producción científica cubana.

3.6.1. Indicadores de inversión (input) – análisis socioeconómico

Los 21 indicadores socio-económicos utilizados son presentados por la ONE en las diferentes publicaciones que dedica a caracterizar la ciencia nacional (ONE 2010 a,d), y claramente definidos (aunque no definitivamente homologados) por las diferentes metodologías descritas en los manuales de Frascati, Oslo y Canberra (OCDE, 1993; OCDE, 1995; Okubo, 1997). Básicamente, son indicadores de inversión, que cubren la financiación de las actividades científicas y tecnológicas (ACT) en el país, y el personal dedicado a estas actividades (Tabla 2). No sólo van a medir el monto de estas inversiones, sino también su

proporción con respecto al Producto Interno Bruto (PIB) nacional. En ese sentido, las ACT comprenden todas las actividades referidas a la I+D, los servicios científicos y tecnológicos, las actividades de interface y otras actividades complementarias; mientras que la I+D engloba tres tipos de actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico.

Tabla 2. Organigrama de indicadores socioeconómicos

Indicadores Socioeconómicos	
Gastos ACT; Gasto ACT % PIB	Gastos totales y porcentuales (con respecto al Producto Interno Bruto) en actividades científicas y tecnológicas
Gasto I+D; Gasto ACT % PIB	Gastos totales y porcentuales (con respecto al Producto Interno Bruto) en investigación y desarrollo
Gasto por Publicación	Total de Gasto I+D por documento publicado
Gasto por Investigador	Total de Gasto I+D por investigador
% Gasto I+D según tipo de investigación	Proporción del Gasto I+D según el tipo de investigación
% Gasto ACT según origen del fondo	Proporción de Gastos ACT según el origen de los fondos
Publicaciones por cada Millón I+D	Cantidad de documentos por cada millón invertido en I+D
Personal ACT	Trabajadores físicos en actividades científicas y tecnológicas
Personal NS; % Personal NS	Trabajadores físicos en actividades científicas y tecnológicas con nivel superior y su proporción con respecto al total
Investigadores; % Investigadores	Número total de investigadores y proporción con respecto al total del Personal ACT
Investigadores/1000 PEA	Cantidad de investigadores por cada mil habitantes (población económicamente activa)
Ac TC	Personal Académico (profesores e investigadores) ejerciendo a Tiempo Completo. Calculado para el sector universitario.
No Ac	Personal no académico. Calculado para el sector universitario.
PhD	Personal con Grado científico. Calculado para el sector universitario.
Ratio Ac-No Ac	Ratio del número total de académicos por cada personal no académico. Calculado para el sector universitario.
Ratio PhD-Ac	Ratio del número de doctores por cada académico. Calculado para el sector universitario.
Ratio Mat-Ac	Ratio del número de estudiantes matriculados por cada académico. Calculado para el sector universitario.

De igual forma, van a contemplar algunos indicadores nacionales dedicados a la caracterización de los recursos humanos dedicados a las ACT y la Educación Superior; en especial a la identificación de aquellos con nivel superior (graduados universitarios), los

investigadores, personal académico y no académico, y los que poseen grado científico (doctorados). Además, se utilizan indicadores que relacionan datos de inversión con indicadores de producción científica y de recursos humanos.

3.6.2. Indicadores de resultados (output) – análisis bibliométrico

Como bien plantean Michael Zitt y Elise Bassecoulard (2008), el componente bibliométrico de la perspectiva cuantitativa es un espejo de la Ciencia: utiliza los trabajos publicados por los científicos para responder un conjunto de cuestiones inherentes a los tomadores de decisiones e inversores, científicos y evaluadores, y especialistas en ESCT.

En la mayoría de las ocasiones, la distorsión de este espejo está dada por el desconocimiento del contexto en el que se desarrollan las actividades científicas a la hora de interpretar el comportamiento de los indicadores. En otras, son los recursos matemáticos y estadísticos disponibles los que dejan de ser herramientas objetivas cuando son utilizados para medir fenómenos para los cuales no fueron concebidos. Y en otras tantas ocasiones, la sofisticación de los métodos estadísticos en busca de la robustez de los indicadores crea una fuerte barrera psicológica que rompe la interconexión necesaria que debe existir entre los intereses del bibliómetro (que ansía la perfección matemática de sus indicadores evaluativos), los del científico (que no confía en que una fórmula que no entiende claramente pueda determinar un salto cualitativo en su proyección académica), los del director de proyecto (que no está de acuerdo con un valor decimal o centesimal determine su exclusión de los planes de inversión), y los del inversor (que no está dispuesto a aceptar que un informe estadístico deba hacerlo renunciar a su intuición a la hora de invertir su dinero en un proyecto de investigación). Esta ruptura es la que puede condenar a un numeroso grupo de investigaciones bibliométricas a no sobrepasar el umbral de la publicación científica, ni convertirse en útiles y prácticas herramientas para los sistemas de evaluación de la investigación.

Lograr este equilibrio siempre será un objetivo clave de toda batería de indicadores bibliométricos utilizada con fines evaluativos, que por otra parte, nunca estará ajena a la revisión crítica y el cuestionamiento público. Hasta el momento, lograr la sensibilidad máxima de un indicador sin una marcada sofisticación de su metodología de cálculo (es decir, buscar la solución más sencilla para un problema complejo), ha garantizado el éxito de no pocos indicadores. No obstante, la solución nunca será el indicador *per se*, sino su papel en el conjunto de instrumentos empleados para brindar una perspectiva de análisis de un fenómeno determinado; perspectiva que, a su vez, no será la única desde la que deberá

enfocarse el fenómeno, aunque en algún momento pueda ser determinante para la toma de una decisión.

Con todos estos aspectos trata de lidiar la batería de indicadores bibliométricos utilizada en la presente investigación, la cual intenta recoger y relacionar un conjunto de variables de orden cuantitativo y cualitativo, que incluyen el estudio de la productividad, el impacto, la colaboración científica, la dimensión estructural del conocimiento científico y la capacidad innovativa de la ciencia nacional.

3.6.2.1. Indicadores para la dimensión cuantitativa de la producción científica

Los 10 indicadores de actividad o producción científica ofrecen una imagen de la intensidad de la investigación en los diversos niveles de agregación analizados, y están en correspondencia con los utilizados en otros estudios nacionales e internacionales (Tabla 3).

Tabla 3. Organigrama de indicadores para la dimensión cuantitativa de la producción científica

Indicadores para la Dimensión Cuantitativa de la Producción Científica	
A; % A	Número de documentos de cualquier tipo (producción total) y su proporción con respecto al total
AP	Número de documentos citables – Producción primaria
TV	Tasa de Variación
Productividad	Cantidad de documentos por ítem seleccionado (Ej.; productividad anual, por institución, por autor, etc.)
Ratio A-Investigador	Ratio del número de documentos por investigador
Ratio A-Ac	Ratio del número de documentos por académico. Calculado para el sector universitario.
Ratio A-PhD	Ratio del número de documentos por personal con grado científico. Calculado para el sector universitario.
IA	Índice de Actividad o Índice de Especialización Temática
IAR	Índice de Actividad Relativa

A: Indicador que señala el número total de documentos de cualquier tipo que se estudian, sea cual fuere el nivel de agregación analizado. En el caso de la producción científica nacional, mide el volumen de documentos publicados con al menos un autor cubano, y en cada nivel de agregación, corresponderá al número total de documentos de cada uno de los ítems estudiados (provincias, sectores, instituciones):

$$A = a_1 + a_2 + \dots + a_n$$

Utiliza el conteo completo como medida de asignación.

% A: Porcentaje de trabajos respecto al total de documentos diferentes del nivel señalado. Estima el grado de participación del país, un sector, una institución, campo temático o cualquier otro nivel de agregación, en el conjunto de la producción que se considere.

$$\%A_{(i)} = (A_{(i)} / A) \times 100$$

AP: Indicador que tiene en cuenta la tipología documental, y señala el número total de documentos citables (producción primaria), atendiendo a la clasificación del SJCR.

TV: Tasa de Variación. Muestra el aumento cuantitativo que un dominio realiza respecto al año anterior, o con respecto al primer año de cualquier período que se analice. Constituye la diferencia porcentual del número de trabajos en relación con el total de una producción anterior. Se presenta en términos absolutos para los datos absolutos (TV) y en términos porcentuales para los porcentajes (TV %).

$$TV = ((A_n - A_{n-1}) / A_n) \times 100$$

IA (Índice de Actividad). Indicador que se utiliza para reflejar la actividad en un área temática por su nivel de especialización, entendida como el esfuerzo relativo que un individuo, institución o país dedica a una disciplina o área temática. Originalmente propuesto por Frame (1977) como "Índice de Actividad", se le ha mencionado en la literatura como "índice de prioridad", "índice de esfuerzo temático", "índice de especialización." En la presente investigación se calcula para la producción científica de Cuba, Latinoamérica y los doce países latinoamericanos más productivos con respecto al mundo, para cada área temática de Scopus, mediante la siguiente fórmula:

$$IA_{\text{area}} = (A_{\text{area } i \text{ (País)}} / A_{\Sigma \text{area (País)}}) / (A_{\text{area } i \text{ (Mundo)}} / A_{\Sigma \text{area (Mundo)}})$$

IAR (Índice de Actividad Relativo). En el caso del IA, con fines comparativos y en función de su representación multivariada, se utiliza una transformación de la ratio de los porcentajes para obtener valores en una escala de 1 a -1, a través de la siguiente fórmula (Glanzel, 2000):

$$IAR = (IA - 1) / (IA + 1)$$

Un IAR = 0 va a representar un comportamiento similar al estándar mundial. Un valor superior implica especialización en la temática, mientras que un valor inferior indica que son otras las áreas de especialización del país, sector o institución analizada.

3.6.2.2. Indicadores para la dimensión cualitativa de la producción científica

La dimensión cualitativa de la producción científica nacional se analizó desde dos perspectivas y utilizando 15 indicadores. Por un lado se utilizaron indicadores basados en el impacto de las revistas donde fueron publicados los artículos, como medida de visibilidad o impacto esperado. Por otro lado, se utilizaron las citas recibidas por los artículos durante el período, como medida de visibilidad o impacto real (Tabla 4).

Tabla 4. Organigrama de indicadores para la dimensión cualitativa de la producción científica

Indicadores para la Dimensión Cualitativa de la Producción Científica	
Dimensión cualitativa basada en el impacto esperado	
SJR	SCImago Journal Rank
ASSJR	Promedio del SCImago Journal Rank Normalizado
Distribución por cuartiles (Q1, Q2, Q3, Q4)	Distribución por cuartiles de las revistas donde publican los investigadores de acuerdo con el valor del SJR
AQ1	Número de documentos de alta visibilidad
PAQ1	Proporción de documentos de alta visibilidad
Dimensión cualitativa basada en el impacto real	
AC; % AC	Número total de documentos citados y su proporción
C	Número total de citas recibidas
C/A	Promedio de citas por documento
IR	Impacto Relativo
IV	Indice de Visibilidad – Indice de Atracción
IVR	Indice de Visibilidad Relativa con respecto al mundo.
i-H	Indice H
i-R	Indice R
i-Hs	Indices H sucesivos

3.6.2.2.1. Dimensión cualitativa basada en el impacto esperado

Durante 40 años, el más importante indicador para evaluar la importancia de una revista científica ha sido el Factor de Impacto, creado por Eugene Garfield en la década del 60 (Garfield, 2007). Sin embargo, en torno a los análisis de citas han surgido nuevos frentes de

investigación que han planteado la necesidad de evolucionar hacia indicadores que rebasen la perspectiva cuantitativa, y han tomado el Factor de Impacto de Garfield como punto de partida hacia novedosas perspectivas que fusionan lo cualitativo a lo cuantitativo (Bergstrom, 2007; Bollen, Rodríguez y van de Sompel, 2006; Ma *et al.*, 2008; Palacios-Huerta y Volij, 2004).

La idea central que transmiten estas nuevas perspectivas sigue siendo el uso de la cita como materia prima para el cálculo, pero esta vez, valorando la importancia de la cita de acuerdo con la importancia de la revista desde donde se recibe la cita. Así, las citas recibidas por una revista tienen más valor, si vienen de revistas con mayor visibilidad. La idea no es realmente nueva, puesto que Pinski y Narin (1976) la habían propuesto años atrás para determinar la influencia ("Journal Influence") de las revistas. Pero no es hasta la aparición del algoritmo PageRank, elaborado por los creadores de Google, que se logra desarrollar un modelo computacional para afrontar los problemas esencialmente relacionados con la red de citación que poseía esta propuesta (Brin y Page, 1998; Page *et al.*, 1998)

En el antecedente directo de la presente investigación (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2008b), el Factor de Impacto de Garfield fue usado como medida cualitativa para determinar la visibilidad esperada de una investigación, al ser el WoS la fuente de información primaria. En el presente estudio, se decidió escoger el SJR desarrollado por el grupo SCImago para ejercer esta función en el ambiente Scopus.

3.6.2.2.1.1. Nuevos indicadores: SCImago Journal Rank

El **SCImago Journal Rank (SJR)**, tal y como ha sido recientemente descrito en la literatura (González Pereira *et al.*, 2010), se computa sobre una red de citación donde los nodos representan las revistas académicas en la base de datos, y las conexiones directas entre nodos, las relaciones entre estas revistas. La conexión directa entre dos revistas es un valor normalizado del número de referencias que la revista que transfiere hace a la revista recipiente. El factor de normalización usado es el número total de referencias de la revista que transfiere en el año estudiado. La ventana de citación es de tres años, de manera que el prestigio de la revista se distribuye directamente de las referencias emitidas en el año que se estudia, hacia los trabajos publicados en los tres años previos. La ventana de citación de tres años fue escogida por ser el período más corto que abarca los picos de citación en todas las áreas temáticas de Scopus.

Posteriormente, en aras de prevenir la excesiva autocitación de las revistas, el número de referencias que una revista puede dirigir a sí misma es limitado a sólo la tercera parte de su

número total de referencias. El cálculo es llevado a cabo usando un esquema iterativo que distribuye los valores de prestigio entre las revistas hasta alcanzar una solución permanente. El algoritmo del SJR comienza asignando una cantidad idéntica de prestigio a cada revista. Después, este prestigio es redistribuido en un proceso iterativo donde las revistas se transfieren su prestigio obtenido unas a otras, a través de conexiones previamente descritas. El proceso finaliza cuando las diferencias entre los valores de prestigio de las revistas no sobrepasan el umbral pre-establecido en iteraciones consecutivas.

El SJR se computa en dos fases. En la primera fase, se calcula el Prestigio SJR (PSJR), una medida dependiente del tamaño que refleja el prestigio total de la revista; y posteriormente se normaliza esta medición para dar una medida independiente del tamaño, el SJR, que puede ser usado para comparar revistas.

El PSJR se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$PSJR_i = \frac{\overbrace{(1-d-e)}^1}{N} + e \cdot \frac{\overbrace{Art_i}^2}{\sum_{j=1}^N Art_j} + d \cdot \overbrace{\left[\sum_{j=1}^N C_{ji} \cdot \frac{PSJR_j}{C_j} \cdot CF + \frac{Art_i}{\sum_{j=1}^N Art_j} \cdot \sum_{k \in DN} PSJR_k \right]}^3$$

Donde:

PSJR_i: SJR de la Revista *i*; **C_{ji}**: referencias de la revista *j* a la revista *i*; **C_j**: número de referencias de la revista *j*; **d**: constante 0,9; **e**: constante 0,0999; **N**: número de revistas en la base de datos; **Art_j**: número de documentos primarios (artículos, revisiones y trabajos en conferencias) de la revista *j*.

En la fórmula, *e* y *d* son valores constantes que asignan peso a la cantidad de prestigio alcanzado por medio de la publicación y la citación, respectivamente. Los componentes 1 y 2 son constantes a lo largo de la iteración, y juntos cuentan el 10 % del valor del prestigio de una revista.

En el tercer componente, el factor

$$\sum_{j=1}^N C_{ji} \cdot \frac{PSJR_j}{C_j} \cdot CF$$

representa el prestigio transferido a la revista *i* a través de las citas recibidas desde otras revistas. A cada cita le corresponde un valor de acuerdo con el prestigio alcanzado por la revista citante en la iteración previa, dividida por el número total de referencias halladas en esa revista durante el año analizado.

Debido a que sólo las citas descendientes son usadas para distribuir el prestigio de la revista, se define un procedimiento para rechazar la pérdida del valor de prestigio correspondiente al resto de las citas en cada iteración. Con este fin, se introduce un factor de corrección CF que disemina el prestigio no distribuido entre todas las revistas proporcionalmente a su prestigio acumulado, a través de la fórmula:

$$CF = \frac{1 - \left(\sum_{k \in DN} PSJR_k \right)}{\sum_{h=1}^N \sum_{k=1}^N C_{kh} \cdot (PSJR_k / C_k)}$$

El denominador corresponde a la cantidad de prestigio distribuido a través de las citas descendientes en la ventana de citación de tres años, y el numerador es la cantidad de prestigio disponible para ser distribuido, menos el prestigio acumulado por los “nodos colgantes”, es decir, nodos que no tienen conexiones en la red de citación. Finalmente, el factor

$$\frac{Art_i}{\sum_{j=1}^N Art_j} \cdot \sum_{k \in DN} PSJR_k$$

distribuye el prestigio acumulado por las revistas que no citan otras revistas proporcionalmente al número total de documentos primarios en la base de datos. La suma de los valores de prestigio de todas las revistas en la base de datos es normalizada para unirse en cada iteración. El proceso iterativo termina cuando la suma de los valores de todos los cambios en el prestigio no sobrepasa el 0,001 %.

El PSJR calculado aún no puede utilizarse para la comparación entre revistas, puesto que este indicador es dependiente del tamaño y las revistas con muchos artículos tienden a tener los mayores valores de prestigio. Por tanto, en la fase 2 el PSJR obtenido por cada revista es normalizado por el número de documentos primarios que esta ha publicado. Así, a través de la fórmula

$$SJR_i = c \cdot \frac{PSJR_i}{Art_i}$$

se obtiene el indicador SJR, útil para poder comparar las revistas Scopus en las diferentes áreas y categorías temáticas a las que pertenecen (González Pereira *et al.*, 2010).

Para hacer comparables revistas de diferentes áreas o categorías de Scopus, se normalizó el valor del SJR, con vistas a la obtención del **Promedio del SJR normalizado (ASSJR)** (Average of Standardized Scimago Journal Rank) de cada agregado, que procede de la normalización del SJR y se basa en la transferencia de prestigio o influencia desde una revista hacia otra o hacia ella misma a través de las referencias.

La **Distribución por cuartiles** en cada temática, es otro de los elementos extraídos de los portales SJCR y SIR. En cada categoría temática de Scopus, una revista ocupa una posición a partir de la división de la categoría en cuartiles a partir del valor del SJR en orden descendente. Esta distribución determina el grado de visibilidad de las revistas pertenecientes a cada cuartil, que va a ser mayor en el primer cuartil, e irá descendiendo en la medida en que se aleje en posición. A partir de esta distribución, se calcula el resto de los indicadores de la dimensión cualitativa basada en el impacto esperado.

3.6.2.2.1.2. Otros indicadores para determinar el impacto esperado

Número de documentos de alta visibilidad (AQ1): Indicador que señala el número de documentos publicados en revistas pertenecientes al cuartil más visible de la distribución. Serán considerados como los trabajos que mayor visibilidad han alcanzado dentro de la producción científica de cualquier nivel de agregación.

Proporción de documentos de alta visibilidad (PAQ1): Indicador porcentual que señala la proporción de trabajos perteneciente al cuartil 1 dentro de la producción científica de cualquier nivel de agregación.

$$\text{PAQ1} = (\text{AQ1} / \text{A}) \times 100$$

3.6.2.2.2. Dimensión cualitativa basada en el impacto real

La segunda perspectiva desde la que se analizó la dimensión cualitativa de la producción científica nacional, estuvo orientada hacia la determinación del impacto real de los trabajos, de acuerdo con la cantidad de citas recibidas durante el período analizado. Para ello, se utilizaron un total de 10 indicadores, 7 de los cuales se definen a continuación:

Número total de documentos citados (AC): Indicador que señala el número de documentos de cualquier tipo que recibieron al menos una cita durante el periodo. Mide el volumen de la producción científica que ha alcanzado el impacto mínimo esperado.

$$AC = ac_1 + ac_2 + \dots ac_n$$

Proporción de documentos citados (% AC): Porcentaje de trabajos citados respecto al total de documentos diferentes del nivel señalado. Estima el grado de visibilidad alcanzado por la producción científica nacional, un campo temático o cualquier otro nivel de agregación, en el conjunto de la producción que se considere.

$$\% AC = (AC / A) \times 100$$

Número total de citas recibidas (C): Indicador que señala la cantidad de citas recibidas por el conjunto de la producción científica nacional, campo temático o cualquier otro nivel de agregación. No es más que la sumatoria de las citas recibidas por cada artículo citado.

$$C = c_1 + c_2 + \dots c_n$$

Promedio de citas por documento (C/A): Media de citas recibidas por el conjunto de la producción científica nacional, campo temático o cualquier otro nivel de agregación. Indica de forma directa el impacto o visibilidad alcanzada por un grupo de artículos.

$$C/A = C / A$$

Determina el impacto del conjunto de la producción científica sea cual fuere el nivel de agregación, aunque en él influyen los hábitos de citación que se manifiestan dentro del área de investigación a la que pertenece la misma. Por tanto, para hacer comparable este indicador entre las distintas áreas temáticas analizadas, o entre instituciones y grupos de investigación con diferentes perfiles temáticos, se hace necesario su normalización a través del siguiente indicador:

Impacto Relativo (IR): Impacto relativo de la producción científica de un determinado nivel de agregación con respecto a la producción científica mundial. Corresponde al promedio de citas por documento de un país, sector o cualquier otro nivel de agregación en un área temática específica, comparada con el promedio de citas por documento del mundo en la misma área temática. Para determinar el impacto relativo del país por áreas temáticas, se utilizó la siguiente fórmula:

$$IR_{\text{area}} = (Cx_{\text{area i (País)}} / Cx_{\text{area (Mundo)}})$$

Para niveles de agregación *meso* y *micro*, y particularmente para sectores o instituciones que publican artículos en diferentes áreas temáticas, el CTWS propone como alternativa una variante de normalización (CPP/FCSm, o indicador “crown”) al igual que el Instituto Karolinska (fncs, o c_t), que mide el número de citas a las publicaciones de una unidad específica durante un determinado período, la cual es comparada con el promedio de citas por publicación del mundo en los mismos tipos de documentos, años y áreas temáticas. En esencia, un IR mayor que 1 indica un comportamiento de la actividad de citación por encima de la media.

IV (Índice de Visibilidad o Índice de Atracción). Indicador que se utiliza para reflejar la visibilidad de un país, sector o cualquier otro nivel de agregación en un área temática específica, entendida como la proporción de citas recibidas en esa área con respecto a la producción total, en comparación con la proporción mundial de citas recibidas en esa misma área.

$$IV_{\text{area (País)}} = (C_{\text{area i (País)}} / C_{\Sigma \text{area (País)}}) / (C_{\text{area i (Mundo)}} / C_{\Sigma \text{area (Mundo)}})$$

IVR (Índice de Visibilidad Relativo). Con fines comparativos y en función de su representación multivariada, se utiliza una transformación de la ratio de los porcentajes para obtener valores en una escala de 1 a -1, a través de la siguiente fórmula:

$$IVR = (IV - 1) / (IV + 1)$$

Un $IVR = 0$ va a representar un comportamiento similar al estándar mundial. Un valor superior implica una mayor atracción de citas hacia el área temática analizada, mientras que un valor inferior indica que son otras las áreas temáticas donde mayor visibilidad alcanza el país, el sector o la institución analizada.

3.6.2.2.2.1. Nuevos indicadores: Índice H y derivados

Durante el año 2005, la comunidad científica recibió con no poco interés la aparición de un nuevo indicador que pretende resolver el problema de la evaluación del rendimiento de académicos e investigadores: el **Hirsch index o Índice H** (Hirsch, 2005).

El Índice H, creado por un prestigioso profesor de Física de la Universidad de California llamado Jorge E. Hirsch, si bien no ha perseguido sustituir los tradicionales métodos de revisión por pares en los procesos de evaluación de la investigación, al menos ha comenzado a ser estudiado por numerosos investigadores en el campo de la Ciencia de la Información, con vistas a validar sus ventajas no sólo para el análisis cualitativo del desempeño de un científico a lo largo de su vida académica (Glanzel y Persson, 2005), sino también como modelo para el análisis del prestigio alcanzado internacionalmente por diferentes publicaciones seriadas (Braun *et al.*, 2005).

La génesis del índice H, de acuerdo con una nota histórica dada a conocer por Ronald Rousseau incluida en una reciente revisión bibliográfica realizada por Leo Egghe (2009), pudiera encontrarse en una propuesta realizada 35 años antes por el astrofísico inglés Sir Arthur Stanley Eddington, que consistió en la medición de su fuerza en el ciclismo, a partir del cálculo del número de días (n) durante los cuales él había recorrido en su bicicleta n o más millas. Indiscutiblemente, el cálculo de Eddington es similar al cálculo del índice H, pero no hay evidencia en los artículos de Hirsch hasta el momento que demuestre una influencia directa de la idea del astrofísico inglés en la formulación de Jorge Hirsch. El norteamericano, por su parte, sí tuvo como objetivo primordial la creación de un criterio de medida para la evaluación del desempeño científico de académicos e investigadores, por lo que es indiscutible su papel como gestor de esta novedosa propuesta en el año 2005. El índice H, desde entonces, se ha convertido en uno de los más conocidos indicadores cuantitativos entre la comunidad científica, y el segundo que más repercusión ha tenido en la literatura de la especialidad, después del archiconocido Factor de Impacto de Eugene Garfield.

En una primera versión dada a conocer en el repositorio de información Arxiv, el 17 de agosto de 2005 (Hirsch 2005a), la definición de Hirsch concebía el índice H de un científico como un número h de sus N_p trabajos que tenían al menos h citas cada uno, mientras que

los otros (N_p-h) trabajos tenían menos que h citas cada uno. Esta idea, sin embargo, fue corregida posteriormente puesto que en ocasiones no necesariamente los artículos no comprendidos en el núcleo que conforma el índice H poseen menos citas que el valor del mismo (Glänzel, 2006; Rousseau, 2006). Por tanto, la definición final corregida de Hirsch (2005b) del 29 de septiembre de 2005 fue la siguiente:

“A scientist has index h if h of his/her N_p papers have at least h citations each, and the other ($N_p - h$) papers have no more than h citations each.”

Básicamente, el índice h es una medida sencilla y única realmente que combina artículos (cantidad) y citas (calidad o impacto). Para su cálculo se toman cada uno de los trabajos de un autor, y se ordenan en forma descendente en función de las citas recibidas. Cada trabajo, además del número de citas recibidas, tiene entonces un número de orden en el *ranking*. Ese número de orden se convertirá en el índice H de un investigador, sólo cuando sea el último en el que el número de citas recibidas por los trabajos sea igual o superior a sí mismo (SCImago, 2006).

Dicho de otra manera, H es el número aplicado a un investigador que tiene H trabajos, que han sido citados al menos H veces (Imperial y Rodríguez Navarro, 2007). Un Índice $H = X$, significa que hay X artículos con X o más citas, pero no $X + 1$ que tengan $X + 1$ o más citas. El índice H fue pensado y elaborado para la evaluación individual de los investigadores, utilizándose para comparar la actividad científica de individuos de una disciplina determinada (Ball, 2005), así como de individuos de diferentes disciplinas (Batista *et al.* 2006).

No obstante, prestigiosos autores del área de investigación correspondiente a la bibliometría evaluativa han pretendido aplicarlo a la evaluación de revistas científicas (Braun *et al.*, 2005; Rousseau, 2006) y grupos de investigación vinculados a universidades (Van Raan, 2006); e incluso algunos han determinado la existencia de una correlación entre el valor del Índice H y la aceptación o rechazo de candidatos a becas de investigación posdoctoral (Bornmann y Daniel, 2005).

Entre las principales características del Índice H, se encuentran las siguientes (Rousseau, 2006; Jin *et al.*, 2007):

- Es matemáticamente fácil de calcular.
- Puede ser aplicado a cualquier nivel de agregación.

- Tiende a valorar un esfuerzo científico prolongado a lo largo de toda la vida académica, aunque puede utilizarse para evaluar determinados períodos de tiempo.
- Es un indicador robusto. El aumento del número de artículos publicados por un autor no necesariamente tiene un efecto inmediato en el índice H, aunque se ha demostrado que existe correlación entre ambos indicadores.
- Un artículo muy citado no tiene influencia directa en el índice H.
- De igual forma, los artículos poco citados tampoco influyen en el valor del índice H.

Recientemente, otros investigadores han hecho aportes al desarrollo y mejora de este indicador, como son el Índice G, propuesto por Leo Egghe (2006 a y b), y el Índice R, propuesto por Jin BiHui y colaboradores (2007); en ambos casos, con el objetivo de tener en cuenta la cantidad de citas que reciben los artículos que forman parte del *núcleo H*, es decir, del volumen de artículos más citados que se toman en cuenta para el cálculo del Índice H.

Para el cálculo del Índice G, se listan los artículos de un autor en orden descendente de acuerdo al número de citas recibidas por los mismos, tal y como plantea la metodología de Hirsch. El mayor número de orden en el *ranking* donde la sumatoria de citas recibidas por el autor sea mayor o igual al cuadrado del número de orden, será considerado el Índice G de ese autor (Egghe, 2006a). De esta forma, se obtiene un indicador que tiene en cuenta la cantidad de citas recibidas por los artículos más citados de un autor, aspecto que no es tan significativo para el Índice H.

Para el cálculo del Índice R, la metodología es mucho más sencilla, por cuanto solamente tiene en cuenta los artículos comprendidos en el *núcleo H*, y no es más que la raíz cuadrada del total de citas recibidas por estos artículos (Jin *et al.*, 2007).

En la presente tesis doctoral, el índice H y el índice R serán calculados para todas las unidades de estudio y en todos los niveles de agregación.

3.6.2.2.2. Nuevos indicadores: Índices H sucesivos

Una de las observaciones más interesantes y recientes sobre el índice H, ha llamado la atención sobre la posibilidad de utilizar este indicador como base para el cálculo de una serie sucesiva de índices H. En la presente investigación, esta novedosa perspectiva será utilizada para medir el peso de los claustros en el impacto institucional.

El primero en acercarse a dicha propuesta fue el investigador indio Gangan Prathap, quien en una breve carta publicada en *Current Science* propuso dos niveles para usar el índice H en evaluaciones institucionales (Prathap, 2006). Prathap determinó un índice H de primer

orden (h_1) y otro de segundo orden (h_2), donde el índice de primer orden de una institución es igual a h_1 si la institución ha publicado h_1 trabajos que han recibido al menos h_1 citas; mientras que el índice de segundo orden es igual a h_2 si la institución tiene h_2 investigadores cuyo índice H es al menos igual a h_2 . Como puede observarse, h_1 es calculado para una institución de la misma forma que el índice H es calculado para un investigador.

Sin embargo, para llegar a h_2 es necesario el cálculo previo del índice H para los investigadores de la institución, lo cual implica una sucesión que constituye un nuevo concepto, y que destaca dentro de las múltiples modificaciones que han sido desarrolladas para este indicador.

Al año siguiente, el destacado especialista húngaro András Schubert (Schubert, 2007) propuso un índice H sucesivo (denominándolo así por primera vez) para la jerarquía *revista-grupo editorial-país*, donde el índice H de las revistas (h_1) determina el valor del índice H de cada grupo editorial (h_2), y este a su vez determina el valor del índice H de cada país (h_3). La propuesta, metodológicamente impecable, convierte al índice H en un indicador evaluativo de la actividad editorial sencillo y objetivo, que minimiza algunos de los sesgos que habitualmente inciden sobre el cálculo del Factor de Impacto (Garfield, 2007). Su aplicación evidencia el desarrollo alcanzado por los grandes grupos editoriales de Estados Unidos, Inglaterra, Holanda y Alemania, con una amplia cobertura en las bases de datos del consorcio *Thomsom Scientific*.

Previamente, en el mismo artículo, Schubert expresó la idea de utilizar índices H sucesivos en la evaluación de redes de instituciones, países u otros niveles de agregación, e incluso utilizó como posible ejemplo la jerarquía *investigador-instituto-país* (Schubert, 2007). Teniendo en cuenta siempre al investigador como célula básica para la determinación del impacto institucional, la utilización de un índice H sucesivo como indicador podría incidir en el desarrollo del capital intelectual de científicos y académicos, puesto que condiciona el impacto de la investigación científica institucional, sectorial o nacional, al desarrollo y la visibilidad internacional de los claustros de investigadores en su conjunto, minimizando la incidencia de determinados individuos o artículos aislados, y ofreciendo una visión más holística y sistémica de los procesos de evaluación de la producción científica.

Un año más tarde, Arencibia Jorge y colaboradores (2008) describieron la utilización de índices H sucesivos para la evaluación institucional a nivel micro, sobre una jerarquía *investigador-departamento-instituto*, con vistas a identificar sus ventajas y posibles aplicaciones.

En un trabajo publicado en *Journal of The American Society for Information Science & Technology*, los autores escogieron como muestra el claustro de investigadores del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) de la República de Cuba en el año 2006, y estudiaron la producción científica del mismo correspondiente al período comprendido entre enero de 2001 y diciembre de 2005, indexada en el WoS (Ver Anexo 2.5).

Para cada investigador integrante de la plantilla institucional, se calculó el total de artículos publicados durante el período, y el total de citas recibidas por cada uno de ellos. A partir de la ubicación de los artículos de cada investigador en orden descendente de acuerdo con el número de citas recibidas, se calculó el índice H de cada integrante del claustro de investigadores.

Así, se construyó el ranking de investigadores del CNIC de acuerdo con el valor del índice H (h_1). Para definir el lugar en el ranking, en los casos de paridad, se utilizaron dos indicadores propuestos como alternativas al índice H en la literatura internacional: en un primer nivel, el índice G propuesto por Leo Egghe (Egghe, 2006a), y en un segundo nivel el índice A propuesto por Jin Bihui (Jin, 2006). Ambos indicadores otorgan un peso al total de citas recibidas por los artículos más citados de un investigador, aspecto que no ejerce influencia en el valor del índice H.

Los autores construyeron además un ranking de departamentos o direcciones de investigación que integran el CNIC, ordenados de acuerdo con su índice H (h_2), el cual fue definido por el número de rango del investigador con h_1 igual o superior a su número de rango. Para determinar la posición entre los departamentos, se utilizó el mayor h_1 alcanzado por un investigador (h_1 máx) en cada departamento. A su vez, empleando el mismo método, se calculó el valor del índice H del CNIC (h_3), el cual se presentó acompañado del h_2 más alto alcanzado por uno de sus departamentos (h_2 máx) (Arencibia Jorge *et al.*, 2008).

El estudio de índices H sucesivos a nivel micro, usando la jerarquía *investigador-departamento-institución*, permitió a los autores arribar a una serie de conclusiones. En primer lugar, el cálculo combinado de los índices h_1 , G y A, basados en el análisis de citas, posibilitaba la identificación de los investigadores con mayor impacto durante el período evaluado, así como la determinación de su grado de visibilidad internacional. Por otra parte, el cálculo de h_2 facilitaba la determinación del impacto a nivel departamental, con vistas a la evaluación comparativa de la investigación realizada por los diferentes departamentos o direcciones de investigación, así como la determinación del impacto alcanzado por la institución de manera integral. De igual forma, la obtención de un valor h_3 igual o superior al número de departamentos dedicados a la investigación dentro de una institución, podría ser

la meta máxima a lograr en la política de evaluación institucional para un período de tiempo determinado; y el comportamiento de h_3 durante determinados períodos de tiempo podría ser utilizado para indicar la evolución del rendimiento científico del claustro de investigadores de una entidad.

Otra interesante aplicación de los índices H sucesivos, y en particular de la propuesta de Prathap, fue realizada por Arencibia y Rousseau (2009) para caracterizar el impacto institucional en un dominio del conocimiento (Ver Anexo 2.4). Ambos autores decidieron escoger como muestra de estudio la producción científica cubana relacionada con investigaciones del cerebro, con vistas a identificar las instituciones más productivas y definir su impacto a partir de la propuesta del investigador indio.

De acuerdo al volumen de su producción científica, se seleccionaron las instituciones más activas del dominio, y se calcularon diferentes indicadores basados en análisis de citas, entre los que se encontraron el total de citas recibidas por los artículos publicados cada institución, el promedio de citas por artículo, el Factor de Impacto promedio de las revistas donde fueron publicados los artículos, y los ya conocidos índices H, G y R.

De igual forma, calculó el índice H de cada uno de los autores de la muestra de artículos estudiados, con vistas a calcular el índice H (h_2) de las instituciones más productivas, basado en la jerarquía *autor-institución* sugerida por Prathap y Schubert. Todos los rankings obtenidos fueron comparados, se correlacionaron todos los indicadores, y se evaluó la posibilidad de usar los índices H sucesivos como parte de políticas de evaluación institucionales. Arencibia y Rousseau compararon los rankings obtenidos de acuerdo a los índices h_1 y h_2 de Prathap, y hallaron una fuerte correlación entre ambos índices ($r = 0,863$), lo cual permitió inferir su mutua dependencia. A pesar de las diferencias en la metodología del cálculo de h_1 y h_2 , las instituciones con un elevado índice H tienen mayor probabilidad de tener un gran número de investigadores con elevado índice H. Es decir, la posesión de un claustro de investigadores influyente es, por regla general, requisito indispensable para mostrar altos niveles de impacto institucional.

A pesar de las limitaciones señaladas al índice H y sus derivados por múltiples autores de cara a los procesos de evaluación científica (Costas y Bordons, 2007; Weingart, 2005), el empleo de índices H sucesivos, más allá de la determinación de un *ranking* de investigadores y departamentos, ofrece una visión integral del comportamiento de los claustros que integran las instituciones dedicadas a la investigación y de su impacto sobre la comunidad científica internacional. Son evidentes las ventajas de este nuevo indicador para captar el papel protagónico del claustro de investigadores, al convertir el comportamiento del

conjunto de individuos en la clave para medir el desarrollo institucional, lo cual justifica su utilización como parte de la batería de indicadores aplicada en la presente investigación.

3.6.2.3. *Indicadores para la colaboración científica*

La colaboración científica continúa siendo uno de los aspectos más tratados por los estudios bibliométricos en la actualidad, y es, al mismo tiempo, uno de los más complejos de tratar metodológicamente, pues se requiere un arduo trabajo de normalización y el establecimiento de un criterio para determinar la importancia relativa de cada entidad coautora de un artículo. La presente investigación utilizó el conteo completo como método de recuento, por lo que se asignó cada documento a todas y cada una de las instituciones o países firmantes del mismo.

Los indicadores de actividad y visibilidad se utilizaron de igual forma para caracterizar el comportamiento de los artículos publicados en colaboración, los cuales fueron calculados para cada uno de los tipos de colaboración identificados (Tabla 5).

Tabla 5. Organigrama de indicadores para la colaboración científica

Indicadores para la Colaboración Científica	
A-col	Número de documentos en colaboración
CI	Documentos con colaboración internacional
CNI	Documentos con colaboración nacional e internacional
CN	Documentos con colaboración nacional exclusiva
SC	Documentos producidos exclusivamente por una institución
PCI	Producción científica con participación internacional
PNE	Producción científica exclusivamente nacional
Tasa de colaboración (% CI, CNI, CN, SC, A-col, PCI y PNE)	Proporción de documentos firmados conjuntamente por distintos agentes del sistema de producción de conocimientos
DCI	Dependencia de la Colaboración Internacional
ASI	Índice de colaboración asimétrica

Documentos por tipos de colaboración: Número total de documentos publicados por cada uno de los tipos de colaboración descritos en la sección 3.3.2.2 (SC, CN, CNI, CI).

Tasas de colaboración: Proporción de documentos firmados conjuntamente por distintos agentes del sistema de producción de conocimiento. Se calculó para cada uno de los tipos

de colaboración descritos en la sección 3.3.2.2 (SC, CN, CNI, CI), así como para el total de documentos en colaboración, el total de documentos con colaboración internacional y la producción nacional exclusiva.

Número total de documentos en colaboración (A-col): Recoge el número total de documentos publicados en los que se manifiesta la colaboración científica, interpretándose esta como la asociación de autores de más de una institución. Abarca los tipos de colaboración CI y CNI y CN.

Producción científica con Colaboración Internacional (PCI): Recoge el número total de documentos publicados en los que al menos un autor pertenece a una institución internacional. Abarca los tipos de colaboración CI y CNI.

Producción científica Nacional Exclusiva (PNE): Recoge el número total de documentos publicados exclusivamente por autores cubanos. Abarca los tipos de colaboración CN y SC.

Dependencia de la colaboración (DCI): Indicador calculado para niveles *meso* y *micro*. Calcula en la dependencia de la colaboración de un sector, institución o grupo de instituciones hacia un país determinado.

$$DCI_{\text{país } i \text{ (sector o institución)}} = PCI_{\text{país } i \text{ (sector o institución)}} / PCI_{\text{país } i \text{ (Cuba)}}$$

Colaboración Asimétrica (ASI): Indicador utilizado para medir la dependencia o afinidad entre países, sectores, o cualquier otro nivel de agregación (Chinchilla Rodríguez *et al.*, 2008; Zitt *et al.*, 2000). En la presente investigación, se utiliza para calcular la asimetría entre las relaciones de colaboración interprovinciales, con vistas a su representación visual a partir de técnicas de Análisis de Redes Sociales. La colaboración asimétrica de la provincia A hacia la provincia B, se hace a partir del cálculo de la afinidad entre ellas:

$$AFI_{\text{(provincia A - provincia B)}} = (A-col)_{(A-B)} / A-col_{\text{(provincia A)}}$$

$$AFI_{\text{(provincia B - provincia A)}} = (A-col)_{(A-B)} / A-col_{\text{(provincia B)}}$$

Si la proporción de los documentos en colaboración entre ambas provincias es mayor en la provincia A que en la provincia B, entonces hay mayor afinidad de A hacia B, y su

representación reticular para la visualización de la asimetría estará dada por un vector unidireccional desde el nodo de la provincia A hacia el nodo de la provincia B. Una mayor cantidad de vectores salientes implica un alto grado de dependencia del enlace con el resto de los nodos, mientras que una gran cantidad de vectores entrantes implican atracción de la colaboración. Los nodos con mayor centralidad, son generalmente los que atraen la mayor cantidad de enlaces.

3.6.3. Indicadores para la dimensión de la innovación

La dimensión de la innovación en las actividades científicas y tecnológicas es analizada en el capítulo dedicado al estudio de la producción científica nacional en su contexto socio-económico. Los indicadores utilizados para su análisis son los establecidos por la ONE para evaluar la capacidad de innovación del país, su nivel de autosuficiencia o su dependencia de la innovación extranjera (Tabla 6).

La tipología documental utilizada para este análisis, es la patente. Y entre los principales indicadores a calcular durante el período, se encuentran los siguientes (ONE, 2010a):

Tabla 6. Organigrama de indicadores para la dimensión de la innovación

Indicadores para la Dimensión Innovativa	
Patentes	Número total de patentes solicitadas
Patentes internacionales	Número total de patentes solicitadas por extranjeros
Patentes cubanas	Número total de patentes solicitadas por cubanos
CIV	Coficiente de invención
T _a	Tasa de autosuficiencia
T _d	Tasa de dependencia

Coficiente de Invención (CIV): Es la cantidad de solicitudes nacionales de patentes por cada cien mil habitantes en un período de tiempo determinado, generalmente un año, y expresa la proporción de la población que ha desarrollado invenciones y solicitado su registro en la oficina de patentes.

$$CIV = (SN / H) * 100\ 000$$

Donde: **SN**: número total de solicitudes nacionales de patentes; **H**: número total de habitantes.

Tasa de autosuficiencia (T_a): Es la relación entre el número total de de solicitudes nacionales y la cantidad total de solicitudes presentadas en el país en un período de tiempo determinado, generalmente un año. Expresa, de forma general, la medida en que un país depende de las invenciones desarrolladas en el propio país.

$$T_a = SN / S$$

Donde: **SN**: Número total de solicitudes nacionales de patentes; **H**: Total de solicitudes.

Tasa de dependencia (T_d): Es la relación de la cantidad de solicitudes extranjeras y la cantidad de solicitudes nacionales en un período de tiempo determinado, generalmente un año. Expresa, de forma general, la medida en que un país depende de las invenciones desarrolladas fuera de sus fronteras.

$$T_d = SE / SN$$

Donde:

SE: Número total de solicitudes extranjeras de patentes

SN: Número total de solicitudes nacionales de patentes

3.6.4. Indicadores para la dimensión estructural y de redes

La estructura de las relaciones existentes entre los distintos agentes productores de conocimiento, así como las establecidas alrededor del contenido temático de las publicaciones, se visualizan por medio de representaciones multivariadas, mapas de vecinos y mapas conceptuales basados fundamentalmente en el principio de co-ocurrencia, así como en la comparación de los diversos indicadores de actividad y visibilidad estudiados (Tabla 7).

Tabla 7. Organigrama de indicadores para la dimensión estructural y de redes

Indicadores para la Dimensión Estructural y de Redes	
Representaciones Multivariadas	A, IA, IV, IR, IAR, IVR
Mapas de vecinos	Países colaboradores según sector; colaboración asimétrica
Mapas conceptuales	Mapas de cocitación de áreas y categorías temáticas

3.6.4.1. Representaciones multivariadas

Se utilizaron representaciones multivariadas (mapas de posición) para identificar las fortalezas y debilidades de la producción científica nacional en cada una de las 27 áreas temáticas de Scopus, a partir de la evaluación comparativa de su actividad, visibilidad e impacto relativo en cada una de estas áreas con respecto a los 12 países más productivos de la región latinoamericana. La media mundial en el comportamiento de los indicadores representados, delimita las representaciones en cuadrantes. El cuadrante que ocupa la posición superior derecha, será aquel donde coincidan la máxima actividad y visibilidad.

De igual forma, se visualizaron los indicadores de producción, esfuerzo e impacto para cada uno de los niveles de agregación analizados, especialmente en el sector universitario, con vistas a presentar la posición y evolución de cada uno a lo largo de todo el período.

3.6.4.2. Mapa de vecinos

Los indicadores relacionales se pusieron de manifiesto en los mapas heliocéntricos utilizados para determinar la cercanía de los países colaboradores de acuerdo con el impacto real alcanzado por la colaboración con ellos (Chinchilla Rodríguez, 2004; Chinchilla Rodríguez y Moya Anegón, 2007; Moya Anegón *et al.*, 2005).

Se representaron las relaciones de colaboración internacional de los principales sectores identificados en la producción científica cubana, los países y zonas geográficas con las que más se relacionan, la intensidad de los vínculos, y la visibilidad de la colaboración.

Los mapas se caracterizan por tener un nodo central, que será el país o el sector analizado, y un grupo de nodos (países o instituciones colaboradoras) con los cuales este interactúa. La distancia de los nodos es inversamente proporcional al impacto de los trabajos en conjunto, por lo que la cercanía al nodo central denota mayor visibilidad. El color de los nodos que representan países colaboradores es indicativo de la zona geográfica mundial a la que pertenece, mientras que el de los nodos que representan instituciones colaboradoras indica el sector al cual pertenecen.

Se utilizó la siguiente función para normalizar las escalas en el mapa:

$$Z_j = X_j - 1 / X_{nac} - 1$$

Donde X_j es el promedio de citas por documento para las publicaciones en colaboración con el país j , y X_{nac} es el promedio de citas por documento del País.

En los mapas de colaboración interregional e interinstitucional, el volumen de los nodos es proporcional a la producción total, y el color identifica las tres regiones macro en las que se estructura la división político-administrativa del país: occidente, centro y oriente).

La representación espacial de los grafos se realizó con el algoritmo de visualización *Fruchterman-Reingold* para dos dimensiones (Fruchterman y Reingold, 1991). Este algoritmo del tipo *spring embedders* (insertadores de muelles), para el caso que se presenta de una red heliocéntrica de poca densidad, ofreció resultados estéticos muy similares a los obtenidos a partir del *Kamada-Kawai* (Kamada y Hawaii, 1989), razón por la que escogió a pesar de que el segundo es más frecuentemente utilizado (Vargas Quesada y Moya Anegón, 2007). Para poder comparar el grado de importancia de la colaboración científica con un determinado país, se representaron en los mapas con círculos concéntricos los valores del impacto de la colaboración internacional (color rojo), la colaboración nacional (color azul) y la producción sin colaboración (color verde).

El mismo algoritmo se utilizó para la representación de la colaboración (simétrica y asimétrica) entre provincias, sectores estratégicos e instituciones.

3.6.4.3. Mapas conceptuales: co-citación de áreas y categorías temáticas.

A través de la interfaz del SJCR, se obtuvieron los mapas de co-citación de áreas y categorías temáticas correspondientes a la producción científica cubana durante el período estudiado.

La técnica, desarrollada por los especialistas del grupo SCImago (Moya Anegón *et al.*, 2005), permite identificar la evolución de la base intelectual-estructura conceptual que soporta la investigación nacional durante el período. La interconexión entre las diferentes áreas y categorías temáticas de Scopus a partir de la producción científica nacional, y su evolución con el paso del tiempo, brinda una visión dinámica del desarrollo científico nacional, y ofrece una perspectiva diferente a la que brindan los indicadores bibliométricos tradicionales.

3.7. Consideraciones generales

El éxito de la perspectiva cuantitativa, a la hora de evaluar el comportamiento de las actividades científicas, tecnológicas y de I+D, depende fundamentalmente del rigor metodológico desarrollado en las investigaciones bibliométricas.

La selección adecuada de las fuentes de información para el análisis; las estrategias de búsqueda empleadas para la recuperación de la información a procesar; los sistemas creados para el procesamiento y análisis de la información; la rigurosa normalización de los datos primarios; la determinación de niveles de agregación para el análisis; y especialmente, la selección de indicadores validados y adecuados para el estudio de los diferentes niveles de agregación; constituyen factores clave dentro de las investigaciones bibliométricas, que garantizan la realización de análisis objetivos y útiles para la toma de decisiones estratégicas.

El estudio de la actividad científica cubana desde la perspectiva cuantitativa, y especialmente los estudios cuantitativos y cualitativos de la producción científica nacional, cuentan con un pequeño volumen de literatura dispersa en publicaciones especializadas donde se aplican un grupo de indicadores bibliométricos, pero no tienen a su disposición una propuesta de indicadores estándar ni orientaciones metodológicas exhaustivas que permitan a los especialistas desarrollar la práctica sistemática de la evaluación bibliométrica de la actividad científica nacional.

Los presupuestos metodológicos expuestos en la presente investigación, aunque no constituyen en sí mismos una norma, sí están orientados hacia su empleo como modelo para el desarrollo de futuras investigaciones de la producción científica nacional. Gran parte de la metodología ha sido validada internacionalmente (España, Chile, Argentina) para su aplicación a nivel macro, lo cual la convierte en una herramienta sólida metodológicamente y comparable.

PARTE III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la producción científica nacional

*Giving bad answers is not the worst thing a ranking system can do.
The worst thing is to encourage bad Science.*

Jevin D. West
Learn from game theory, Nature 2010;465:871.

El análisis de la producción científica nacional a nivel macro constituye el objeto de estudio del presente capítulo, estructurado en dos secciones principales.

La primera sección está dedicada al estudio de la producción científica cubana en el contexto regional, su cobertura en Scopus por áreas temáticas, y la identificación de sus frentes de investigación más activos y visibles a nivel internacional. En ella, están involucrados un conjunto de indicadores bibliométricos que van a contemplar la dimensión cuantitativa y cualitativa de la producción científica.

La dimensión cualitativa es analizada desde la dimensión basada en el impacto esperado, a través de indicadores como el SJR, el ASSJR y la distribución por cuartiles de la producción científica por áreas temáticas. La dimensión cualitativa basada en el impacto real de los documentos publicados, es examinada a partir del Índice de Visibilidad (IV), su variante relativa, y el impacto relativo (IR) del conjunto de documentos en las 27 áreas temáticas de Scopus.

Las representaciones multivariadas son la técnica de visualización empleada. El IAR y el IVR son los indicadores que definen la posición en el grafo de los 12 países más productivos de la región latinoamericana. El valor 0 en cada eje, se corresponde con el valor de los indicadores para la producción científica mundial. Los valores positivos en cada eje, implican la ubicación en el cuadrante principal del grafo (cuadrante de la excelencia o de la actividad y visibilidad máxima). Los colores definen el impacto relativo. El color rojo indica un valor de IR por debajo de la media mundial en cada temática, mientras que el color azul indica lo contrario. El tamaño de las burbujas en los grafos, representa el tamaño de la producción científica en las diversas categorías temáticas. El período analizado se corresponde a los años transcurridos entre 1996 y 2008, aunque para la distribución por cuartiles de los artículos publicados, sólo se utiliza el período más reciente (2003-2007).

La segunda sección está dedicada al estudio de la producción científica cubana en su contexto socio-económico, y su distribución geográfica y sectorial. Un amplio conjunto de indicadores socio-económicos, y su relación con la productividad y especialización de la producción científica nacional, son tenidos en cuenta para la realización del estudio. Los mapas conceptuales son utilizados como herramientas para visualizar la dimensión estructural de la producción científica cubana, y su evolución durante el período analizado. Las técnicas analíticas utilizadas son las de co-ocurrencia de áreas y categorías temáticas.

El primer estudio, forma parte de un proyecto de investigación bibliométrica desarrollado por el Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) y la *International Network for the Availability of Scientific Publications* (INASP), institución no gubernamental británica que

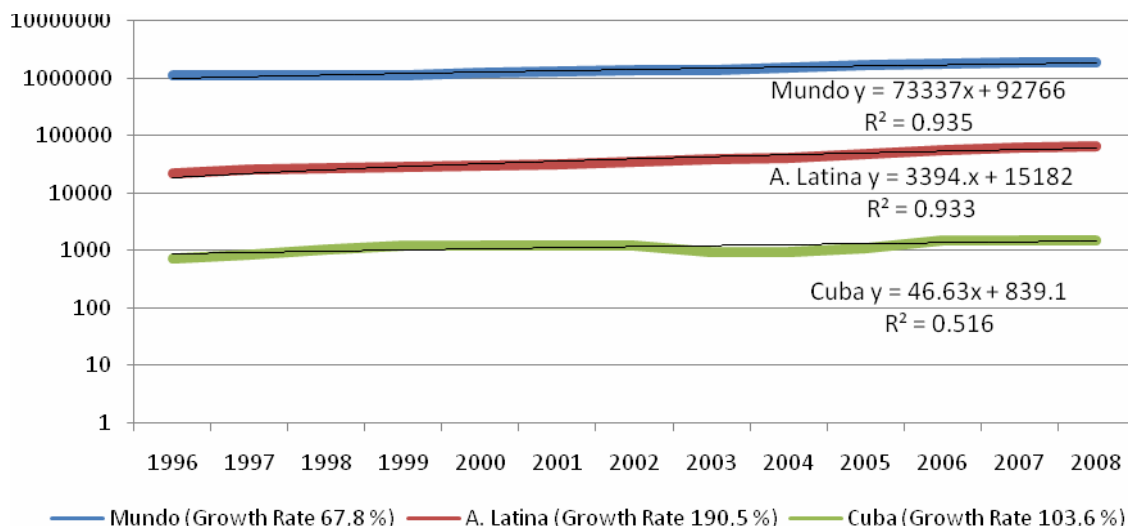
promueve el acceso de los países en desarrollo a la literatura científica, cuyos informes al respecto saldrán publicados a fines de 2010. El segundo estudio, forma parte de una línea de investigación de la Red de Estudios Cienciométricos sobre la Educación Superior Cubana (REDEC), y algunos de sus resultados principales ya fueron publicados (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2009; 2010).

4.1. Características de la producción científica cubana visible internacionalmente: su análisis en el entorno latinoamericano.

4.1.1. Distribución regional de la producción científica mundial

La producción científica mundial ha estado en constante crecimiento a lo largo de los últimos 13 años, lo cual no ha sido diferente al utilizar Scopus como fuente de datos (Figura 6). Sin embargo, resulta interesante comprobar los cambios experimentados en el panorama científico internacional, a partir de la aparición de una producción exponencial en algunos países asiáticos (Arunachalam, 2008; SCImago, 2008; Zhou y Leydesdorff, 2008), la emergencia de países latinoamericanos como Brasil, la expansión del bloque de la Unión Europea debido a la suma de países que se van incorporando (SCImago, 2007), y el estancamiento relativo de la producción norteamericana (Leydesdorff y Wagner, 2009).

Figura 6. Producción científica mundial, regional y nacional a escala logarítmica durante el período 1996-2008 en Scopus.



Tres regiones acumulan más del 80% de la producción científica mundial: Norteamérica, Europa Occidental y Asia (Moya Anegón, 2008). En el año 1996, la base de datos Scopus mostraba a Norteamérica con el 31,65 % de la producción total mundial, seguida por Europa Occidental con el 29,83 % y la región asiática con el 14,17 %. Sin embargo, el año 2008 mostraba a Europa Occidental con un mayor número bruto de documentos (529 463), que constituyen el 28,08 % del total, seguido de la región asiática con el 25,36 % y Norteamérica con el 22,32 %. Las regiones con mayor crecimiento a lo largo de todo el período 1996-2008, fueron precisamente Asia y América Latina.

En materia de visibilidad internacional en términos de citas, sin embargo, la posición de las regiones es completamente diferente. Norteamérica y Europa Occidental concentran los mayores volúmenes de citas recibidas, y un promedio de citas por documento de 15,23 y 10,97 respectivamente. La región asiática, aunque sigue siendo la tercera en cuanto a proporción de citas recibidas durante el período, posee un alto número de documentos no citados, que hacen caer su promedio de citas por artículo a sólo 5,87, por debajo regiones como el Medio Oriente (7,71), el Sur de África (7,24) e incluso Latinoamérica (6,39). La única región que, conjuntamente con Norteamérica y la Unión Europea, posee un promedio de citas por artículo por encima de la media mundial (8,74) es la región del Pacífico (10,75), gracias fundamentalmente a la visibilidad alcanzada por Australia y Nueva Zelanda.

4.1.2. El contexto regional: producción científica de América Latina

La región latinoamericana merece una atención especial. La tasa de variación de la producción científica mundial durante el período 1996-2008 es de un 67,8 %; sin embargo, la tasa de variación de la producción científica de América Latina es de un 190,5 %, lo cual significa que la región ha casi triplicado en el 2008 la cifra de documentos que publicó en el año 1996.

La región ha crecido significativamente durante los últimos cinco años comprendidos en el estudio, publicando durante los años 2006, 2007 y 2008 más del 3 % de la producción científica mundial (Tabla 8). Este crecimiento, sin dudas, es debido fundamentalmente a la producción científica de Brasil, cuya proporción mundial ascendió de un 0,76 % en el año 1996, a un 1,75 en el 2008. De igual forma, uno de los aspectos que ha facilitado este progreso de Brasil ha sido la amplia cobertura de revistas brasileñas que Scopus desarrolló durante este período.

Tabla 8. Indicadores de producción e impacto en la producción científica regional y nacional durante el período 1996-2008.

América Latina								
Año	A	AP	C	AutoC	CxA	AutoCxA	% AC	% A mundial
1996	22114	21809	262167	80331	11,86	3,63	79,60	1,97
1997	25468	25133	291678	87217	11,45	3,42	78,00	2,22
1998	27077	26635	319431	97246	11,80	3,59	80,14	2,35
1999	29140	28594	334725	93980	11,49	3,23	79,96	2,53
2000	30470	29831	336320	104017	11,04	3,41	80,07	2,50
2001	31176	30446	308335	99107	9,89	3,18	80,08	2,37
2002	34847	34002	318952	91301	9,15	2,62	79,63	2,57
2003	39023	38022	342989	92424	8,79	2,37	79,70	2,77
2004	41392	40359	310131	78911	7,49	1,91	77,11	2,65
2005	46493	45112	265683	64020	5,71	1,38	72,43	2,69
2006	55324	53526	212808	70745	3,85	1,28	64,84	3,07
2007	59550	57432	137094	23342	2,30	0,39	54,65	3,17
2008	64235	61542	52160	17978	0,81	0,28	32,03	3,41
Total	506309	492443	3492473	1000619	6,90	1,98	68,19	2,70
Cuba								
Año	A	AP	C	AutoC	CxA	AutoCxA	% AC	% A mundial
1996	731	729	5531	1295	7,57	1,77	66,35	0,07
1997	852	852	4181	1307	4,91	1,53	60,09	0,07
1998	1060	1042	7407	1830	6,99	1,73	63,11	0,09
1999	1251	1218	6890	1610	5,51	1,29	61,07	0,11
2000	1207	1197	6148	1642	5,09	1,36	58,24	0,10
2001	1262	1249	6407	1547	5,08	1,23	57,21	0,10
2002	1242	1225	4655	1204	3,75	0,97	51,85	0,09
2003	952	936	5776	1438	6,07	1,51	69,96	0,07
2004	943	928	4742	1364	5,03	1,45	62,67	0,06
2005	1135	1105	4284	1331	3,77	1,17	54,10	0,07
2006	1519	1471	3474	984	2,29	0,65	39,17	0,08
2007	1511	1436	2124	587	1,41	0,39	34,55	0,08
2008	1488	1401	701	188	0,47	0,13	20,36	0,08
Total	15153	14789	62320	16327	4,11	1,08	51,41	0,08

Como puede apreciarse en la tabla, la producción científica de Latinoamérica no tuvo retrocesos en ninguno de los años estudiados, y casi el 70 % de los artículos publicados durante todo el período fue citado al menos en una ocasión. El crecimiento de la producción científica latinoamericana difiere ostensiblemente del crecimiento de la producción científica nacional (Tabla 8). En Cuba, los últimos años del Siglo XX van a mostrar un crecimiento proporcional al observado en la producción latinoamericana y mundial; posteriormente, va a experimentar un periodo de estabilidad productiva, que a su vez, es el período en el que Cuba alcanzó su mayor proporción con respecto a la producción científica mundial; los años

2003 y 2004 van a sufrir un momento de crisis y un retroceso inesperado donde influyen múltiples factores: desde tal vez una insuficiente cobertura de Scopus, hasta factores de índole política (las ya mencionadas y controvertidas iniciativas de la administración Bush en su campaña contra Cuba y su emergente industria biotecnológica); y luego, nuevamente la estabilidad hacia finales del período, en una proporción de un 0,08 % de la producción científica mundial.

4.1.3. El contexto nacional

De acuerdo con el SJCR, a partir de la actualización llevada a cabo en diciembre de 2009, Cuba es el sexto país más productivo de la región en el período 1996-2008, con un total de 15 153 documentos, de los cuales 14 789 constituyen documentos primarios (artículos, revisiones y trabajos publicados en memorias de eventos) (Tabla 9).

Tabla 9. Indicadores de producción, impacto y colaboración internacional de los 12 países más productivos de América Latina en SCOPUS durante el período 1996-2008 (+ 2400 artículos).

Países más productivos	A	AP	C	AutoC	CxA	% CI *	i-H
Brasil	235216	229522	1509255	479730	6,42	33,69	212
Mexico	95770	93880	658587	150985	6,88	41,64	160
Argentina	73427	71725	587707	137155	8,00	38,94	153
Chile	36986	36228	330684	65577	8,94	53,73	138
Venezuela	17436	17077	109618	18473	6,29	45,30	97
Cuba	15153	14789	62320	16327	4,11	58,03	66
Colombia	14590	14229	90768	13913	6,22	58,09	84
Puerto Rico	6696	6550	75872	6473	11,33	61,39	90
Uruguay	5562	5412	54141	8353	9,73	61,99	78
Peru	4456	4314	40249	4730	9,03	76,98	70
Costa Rica	3935	3845	40770	5102	10,36	69,24	72
Ecuador	2422	2336	19975	2734	8,25	70,00	55
Total	506309	492443	3492473	1000619	6,90	-	263

* Promedio de la colaboración internacional durante el período 1996-2008.

Este volumen de documentos sitúa a Cuba en la posición 56 a nivel internacional, muy por encima de la posición que ocupa dentro de los ESI de *Thomson Reuters* (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2010). En su estudio, Arcencibia Jorge y Moya Anegón muestran una clara ventaja para Cuba del uso de Scopus como fuente de información primaria, a partir de la inclusión de 20 publicaciones seriadas nacionales en la base de datos (por solamente una el

WoS), y casi el doble de documentos indexados. Además, identificaron a Cuba como el país de la región con mayor crecimiento en el volumen de producción si se compara el WoS y Scopus.

No obstante, el análisis de citas reveló una interesante situación: la inclusión de revistas poco citadas y publicadas en idiomas diferentes al inglés tuvieron un impacto positivo en los indicadores de productividad, pero además tuvieron un impacto negativo en los indicadores basados en análisis de citas, lo cual ha sido observado también por Michel Zitt, recientemente premiado con la Medalla Derek de Solla Price por su labor en el campo de la Cienciometría, en estudios previos (Zitt et al. 2003; Zitt and Bassecoulard 2008). Esto quiere decir, que el incremento de revistas nacionales poco citadas (como es el caso de Cuba) implica la disminución de los indicadores de impacto.

El total de citas en Scopus, así como el incremento de documentos citados, no está en correspondencia con el incremento de la producción. En la comparación realizada por Arencibia Jorge y Moya Anegón (2010) el porcentaje de artículos citados decrece más de un 10 %, y el promedio de citas por artículo también disminuye significativamente, posicionando a Cuba en el lugar 165 a nivel mundial en este aspecto. Sin embargo, Cuba ocupaba la posición 110 de acuerdo con el ESI, por lo que en la baja visibilidad de la producción científica cubana evidentemente inciden otros factores. Sólo el índice H mostró una variación positiva, pero el índice H sólo tiene en cuenta el núcleo de artículos más citados en su metodología de cálculo, y en este aspecto no existen diferencias significativas entre ambas bases de datos.

En la presente investigación, este aspecto se revela nuevamente. Entre los 12 países más productivos de la región (Tabla 9), Cuba ocupa la duodécima posición teniendo en cuenta el promedio de citas por artículo (4,11, muy por debajo de la media de la región), y la undécima posición teniendo en cuenta el índice H.

Este aspecto se hace todavía más interesante si se analiza el porcentaje de artículos realizados en conjunto con instituciones internacionales. En este mismo grupo Cuba ocupa la séptima posición, con aproximadamente un 58 % de artículos realizados con colaboración internacional (Tabla 9). Este índice de colaboración es alto, y debiera influir en el aumento de la visibilidad de la producción científica, pero no ocurre así. Tanto la producción científica cubana como la colombiana reflejan este patrón de comportamiento. Por tanto, se necesita un análisis aún más profundo de las variables relacionadas con este comportamiento. Además, teniendo en cuenta la política de cobertura retrospectiva de Scopus, aún es muy temprano para establecer una conclusión definitiva con respecto a la inclusión en esta base

de datos de revistas poco citadas de lengua no inglesa, puesto que esta incorporación, en el caso de Cuba, es muy reciente, y necesita un margen de tiempo para ser identificada, consultada y citada por la comunidad científica internacional (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2010).

4.1.4. Distribución temática mundial, regional y nacional

Otro tema importante es la distribución temática de la producción científica en Scopus, y las proporciones mundiales, regionales y nacionales en las 27 áreas temáticas (295 categorías) de esta base de datos.

De acuerdo con el SJCR, un total de diez áreas temáticas están ampliamente cubiertas en Scopus, y concentran un volumen intenso de documentos, en un rango superior a los 750000 registros cada una de ellas: la *Medicina*, con más de cinco millones de registros (28,07 %), las *Ingenierías* (12,36 %) y la *Bioquímica, Genética y Biología Molecular* (11,38 %), son las tres áreas más productivas; detrás de ellas, *Física y Astronomía* (7,45 %), *Agricultura y Ciencias Biológicas* (7,02 %), *Química* (6,75 %) y *Ciencia de Materiales* (6,02 %), también superan el millón de registros; y *Ciencia de la Computación* (4,39 %), *Ciencias de la Tierra y del Espacio* (4,07 %) e *Ingeniería Química* (4,02 %), también producen por encima de los 750 000 registros (Tabla 10).

Con un rango menor de cobertura, que oscila entre los 200 000 y los 700 000 registros, se encuentran las *Matemáticas* (3,71 %), las *Ciencias Sociales* (3,52 %), la *Ciencia Ambiental* (3,44 %), *Inmunología y Microbiología* (3,12 %), *Farmacología, Toxicología y Farmacia* (2,61 %), *Gestión y Contabilidad Empresarial* (1,86 %), *Neurociencia* (1,85 %), *Energía* (1,36 %), *Psicología* (1,32 %) y *Arte y Humanidades* (1,24 %). Mientras que un tercer grupo de áreas, encabezadas por un área multidisciplinar que engloba revistas de amplia cobertura temática y alta visibilidad, poseen entre 70 000 y 200 000 registros en la base de datos: área multidisciplinar (1.05 %), *Enfermería* (1.03 %), *Economía, Econometría y Finanzas* (0.97 %), *Veterinaria* (0.96 %), *Profesiones en Salud* (0.63 %), *Ciencia de las Decisiones* (0.43 %) y *Estomatología* (0.42 %).

El comportamiento de las citas en estas áreas del conocimiento muestra que, además del área multidisciplinar (35,6 citas por documento), la *Neurociencia* (20,2), *Bioquímica, Genética y Biología Molecular* (17,8), *Inmunología y Microbiología* (17,1), *Química* (11,3) y *Profesiones en Salud* (10,2) son las únicas que reciben más de 10 citas por documento en Scopus, todas muy por encima de la media mundial (8,7). La *Ciencia Ambiental* (9,7), *Psicología* (9,5), *Física y Astronomía* (9,4), y *Agricultura y Ciencias Biológicas* (9,1)

completan las diez áreas donde la actividad de citación se comporta más intensamente (Tabla 10).

Tabla 10. Volumen de la producción científica, proporción con respecto a la producción total y promedio de citas por documento de Cuba, Latinoamérica y el Mundo en las 27 áreas temáticas de Scopus durante el período 1996-2008.

Áreas temáticas	Mundo	%	CxA	A. Latina	%	CxA	Cuba	%	CxA
med	5259292	28.07	9.03	115733	22.86	6.76	6346	41.91	2.61
eng	2314775	12.36	3.68	35782	7.07	3.62	502	3.32	4.10
bgmb	2130934	11.38	17.79	59685	11.79	10.22	1748	11.54	9.31
pa	1395456	7.45	9.40	52704	10.41	7.31	1070	7.07	4.98
abs	1314553	7.02	9.11	87024	17.19	6.13	1996	13.18	3.71
che	1263622	6.75	11.33	39685	7.84	8.21	1094	7.22	9.84
ms	1126954	6.02	6.10	29570	5.84	5.34	787	5.20	4.99
cs	822461	4.39	5.22	15440	3.05	3.50	349	2.30	3.95
eps	763347	4.07	9.05	30517	6.03	10.08	271	1.79	4.41
ce	753106	4.02	5.22	19620	3.88	6.87	447	2.95	6.51
mat	695309	3.71	5.09	27430	5.42	4.66	401	2.65	2.48
sc	658927	3.52	3.70	10283	2.03	2.24	213	1.41	1.49
es	644452	3.44	9.66	25119	4.96	8.88	289	1.91	6.14
im	584851	3.12	17.09	28209	5.57	10.11	1227	8.10	5.45
ptp	489673	2.61	9.08	14979	2.96	7.12	1011	6.68	3.85
bma	347821	1.86	4.07	2066	0.41	3.13	20	0.13	0.30
neu	347003	1.85	20.25	11901	2.35	11.11	200	1.32	13.20
ene	254372	1.36	3.01	5367	1.06	3.83	122	0.81	2.51
psy	247843	1.32	9.52	3568	0.70	4.60	40	0.26	9.58
ah	231721	1.24	1.44	1899	0.38	1.36	15	0.10	3.27
mul	197271	1.05	35.63	3717	0.73	25.19	30	0.20	29.60
nur	193607	1.03	5.81	2251	0.44	4.74	178	1.18	0.65
eef	181171	0.97	7.39	2463	0.49	5.12	9	0.06	3.78
vet	179786	0.96	5.22	10025	1.98	4.17	53	0.35	4.77
hp	118914	0.63	10.15	1762	0.35	4.30	460	3.04	0.51
ds	79887	0.43	6.48	2111	0.42	4.76	27	0.18	4.04
den	79393	0.42	7.55	5093	1.01	5.47	199	1.31	1.08
Total	18733229	100	8.74	506309	100	6.90	15153	100	4.11

Abreviaturas de las áreas temáticas: Agricultural and Biological Sciences **abs**; Arts and Humanities **ah**; Biochemistry, Genetics and Molecular Biology **bgmb**; Business, Management and Accounting **bma**; Chemical Engineering **ce**; Chemistry **che**; Computer Science **cs**; Decision Sciences **ds**; Dentistry **de**; Earth and Planetary Sciences **eps**; Economics, Econometrics and Finance **eef**; Energy **ene**; Engineering **eng**; Environmental Science **es**; Health Professions **hp**; Immunology and Microbiology **im**; Materials Science **ms**; Mathematics **mat**; Medicine **med**; Multidisciplinary **mul**; Neuroscience **neu**; Nursing **nur**; Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics **ptp**; Physics and Astronomy **pa**; Psychology **psy**; Social Sciences **ss**; Veterinary **vet**. (El color más oscuro, incluye las diez áreas líderes en cada aspecto. En negritas, los valores superiores a los valores de la producción científica mundial).

Ocho de las áreas más productivas del mundo, son también las más productivas en Latinoamérica. Ni la *Ciencia de la Computación* ni la *Ingeniería Química* están entre las diez primeras áreas de la región, y seden su espacio a la *Inmunología y Microbiología* y las *Matemáticas*. La *Agricultura y Ciencias Biológicas* (17,19 %) es la segunda área más productiva de la región, detrás de la *Medicina*, y encabeza el listado de doce áreas donde la proporción de artículos publicados es superior a la del mundo, con destaque para la *Bioquímica, Genética y Biología Molecular* (11,79 %), *Física y Astronomía* (10,41 %) y *Química* (7,84 %).

En cuanto a las citas recibidas por documento, el comportamiento de la región es casi similar al mundial en cuanto a áreas líderes, con el área multidisciplinar al frente (25,2 citas por documento), seguida de la *Neurociencia* (11,1), *Bioquímica, Genética y Biología Molecular* (10,2), y la *Inmunología y Microbiología* (10,1). No obstante, resaltan las *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (10,1), que constituye la quinta área más visible, y que conjuntamente con la *Ingeniería Química* (6,9) y la *Energía* (3,8), forman el trío de áreas con mayor promedio de citas por documento que la media mundial.

En el caso de Cuba, las 7 áreas más productivas del mundo también forman parte de las diez más activas del país. Sin embargo, la *Ciencia de la Computación*, las *Ciencias de la Tierra y el Espacio* y la *Ingeniería Química* van a ceder su puesto en el top ten a la *Inmunología y Microbiología* (cuarta área más activa), la *Farmacología, Toxicología y Farmacia* (sexta área más activa), y las *Profesiones en Salud* (décima área más activa). La *Medicina* es, por mucho, el área líder (41,91 %), seguida de la *Agricultura y Ciencias Biológicas* (13,18 %) y la *Bioquímica, Genética y Biología Molecular* (11,79 %). Estas tres áreas lideran el grupo de nueve que van a poseer una proporción superior a la del mundo.

En materia de citas recibidas, el área multidisciplinaria (29,6 citas por artículo), *Neurociencia* (13,2), *Química* (9,8), *Psicología* (9,6) y *Bioquímica y Biología Molecular* (9,3) son las que exhiben los mayores promedios de citas por documento, aspecto en el que promedio nacional es sumamente bajo (4,1). Solamente cuatro áreas tienen un promedio de citas por documento superior a la media mundial: *Psicología* (9,6), *Ingeniería Química* (6,5), las *Ingenierías* (4,1) y las *Artes y Humanidades* (3,3), aunque esta última con muy poca producción durante el período analizado.

Aunque en sentido general coinciden los comportamientos en las áreas principales, se pueden distinguir como diferencias importantes una mayor especialización por parte del mundo en las *Ingenierías* y la *Ciencia de la Computación*, en contraste con el papel protagónico de la región en la *Agricultura y las Ciencias Biológicas*, la *Física* y la *Astronomía*,

las *Ciencias de la Tierra y del Espacio e Inmunología y Microbiología*, y una clara orientación biomédica de la producción científica cubana.

De igual forma, áreas como las *Ciencias Sociales* en menor medida, y fundamentalmente la *Gestión y Contabilidad Empresarial*, la *Psicología* y las *Artes y Humanidades*, mejor representadas en Scopus, no tienen el mismo nivel de actividad a nivel regional y nacional. En este aspecto, deben influir una serie de factores que pueden incluir desde la baja cobertura de revistas no inglesas, hasta las diferentes vías o canales de difusión de la investigación utilizados por los científicos en dichas áreas.

4.1.5. Cuba en el contexto regional: distribución temática

La caracterización de la producción científica regional y nacional en relación con el Mundo puede verse con mayor claridad a partir del cálculo de los índices de actividad (IA) y visibilidad (IV), así como del impacto relativo (IR) de los documentos en Scopus (Tabla 11). De esta forma, pueden apreciarse un grupo de semejanzas y diferencias esenciales entre el comportamiento de la producción científica de la región y el de la producción científica nacional.

En primer lugar, existen varias áreas en las que tanto la producción científica regional como la nacional son activas y visibles en relación con el Mundo: *Agricultura y Ciencias Biológicas*; *Química*; *Inmunología y Microbiología*; *Farmacología, Toxicología y Farmacia*. Hay otras áreas en las que Latinoamérica se especializa y es visible, a diferencia de Cuba, como son: *Estomatología*; *Ciencias de la Tierra y el Espacio*; *Ciencia Ambiental*; las *Matemáticas*; *Física y Astronomía*; y *Veterinaria*. Sólo hay un área en la que Cuba es activa y visible, y Latinoamérica no lo es: es el caso de la *Bioquímica, Genética y Biología Molecular*.

En cuanto a las áreas con mayor actividad pero menor visibilidad que el Mundo, está la *Neurociencia* y la *Bioquímica, Genética y Biología Molecular* para la región latinoamericana; mientras que en esa situación se encuentran la *Medicina, Estomatología, Enfermería y Profesiones en Salud* para el caso cubano.

Por otra parte, están las áreas visibles en materia de proporción de citas con respecto al mundo, pero poco activas. En ese caso coinciden, tanto para la región como para Cuba, las áreas de *Ingeniería Química* (coincide de igual forma el Impacto Relativo en este caso), *Energía*, y la *Ciencia de Materiales*. Cuba es además, visible en *Física y Astronomía*.

Tabla 11. Actividad, visibilidad e impacto relativo de la producción científica regional y nacional con respecto al mundo en las 27 áreas temáticas de Scopus durante el período 1996-2008.

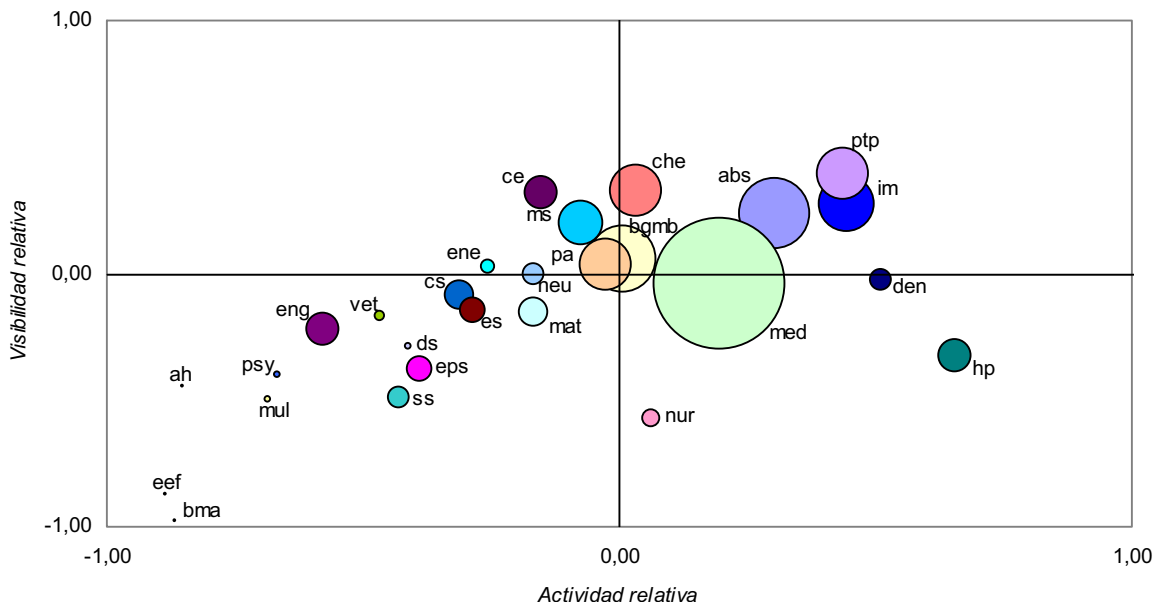
Áreas Temáticas de Scopus	América Latina			Cuba		
	IA	IV	IR	IA	IV	IR
Agricultural and Biological Sciences	2.45	2.09	0.67	1.88	1.62	0.41
Arts and Humanities	0.30	0.36	0.94	0.08	0.38	2.26
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1.04	0.75	0.57	1.01	1.13	0.52
Business, Management and Accounting	0.22	0.21	0.77	0.07	0.01	0.07
Chemical Engineering	0.96	1.61	1.32	0.73	1.94	1.25
Chemistry	1.16	1.07	0.72	1.07	1.97	0.87
Computer Science	0.69	0.59	0.67	0.52	0.84	0.76
Decision Sciences	0.98	0.91	0.73	0.42	0.55	0.62
Dentistry	2.37	2.18	0.72	3.10	0.94	0.14
Earth and Planetary Sciences	1.48	2.09	1.11	0.44	0.45	0.49
Economics, Econometrics and Finance	0.50	0.44	0.69	0.06	0.07	0.51
Energy	0.78	1.26	1.27	0.59	1.05	0.83
Engineering	0.57	0.71	0.99	0.27	0.63	1.11
Environmental Science	1.44	1.68	0.92	0.55	0.75	0.64
Health Professions	0.55	0.29	0.42	4.78	0.51	0.05
Immunology and Microbiology	1.78	1.34	0.59	2.59	1.76	0.32
Materials Science	0.97	1.08	0.87	0.86	1.50	0.82
Mathematics	1.46	1.69	0.92	0.71	0.74	0.49
Medicine	0.81	0.77	0.75	1.49	0.92	0.29
Multidisciplinary	0.70	0.62	0.71	0.19	0.33	0.83
Neuroscience	1.27	0.88	0.55	0.71	0.99	0.65
Nursing	0.43	0.44	0.81	1.14	0.27	0.11
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	1.13	1.12	0.78	2.55	2.30	0.42
Physics and Astronomy	1.40	1.38	0.78	0.95	1.07	0.53
Psychology	0.53	0.33	0.48	0.20	0.43	1.01
Social Sciences	0.58	0.44	0.61	0.40	0.34	0.40
Veterinary	2.06	2.09	0.80	0.36	0.71	0.91

IA: Índice de actividad o especialización; IV: Índice de visibilidad (atracción); IR: Impacto relativo. El color oscuro es para las áreas en que coinciden actividad y visibilidad. El color claro es para las áreas donde resalta sólo uno de estos valores.

El caso de las *Ciencias de la Tierra y el Espacio* es significativo en el caso de la producción científica latinoamericana, por cuanto es la única área en la que tanto los valores del índice de actividad, como el índice de visibilidad y el impacto relativo, son superiores al comportamiento mundial.

El comportamiento de los indicadores de actividad y visibilidad de la producción científica nacional en cada una de las 27 áreas temáticas de Scopus puede verse claramente a través de la siguiente representación multivariada (Figura 7). El tamaño de las burbujas expresa el volumen de la producción científica, el eje vertical el Índice de Visibilidad Relativa (IVR), y el eje horizontal el Índice de Actividad Relativa (IAR). De esta forma, resalta la Medicina como el área más productiva del país, así como las cinco áreas más activas y visibles de la producción científica nacional, que ocupan los valores positivos en ambos ejes (cuadrante superior derecho): *Farmacología, Toxicología y Farmacia; Inmunología y Microbiología; Agricultura y Ciencias Biológicas; Química; y Bioquímica, Genética y Biología Molecular.*

Figura 7. Actividad y visibilidad de la producción científica cubana por áreas temáticas.



Abreviaturas de las áreas temáticas: Agricultural and Biological Sciences **abs**; Arts and Humanities **ah**; Biochemistry, Genetics and Molecular Biology **bgmb**; Business, Management and Accounting **bma**; Chemical Engineering **ce**; Chemistry **che**; Computer Science **cs**; Decision Sciences **ds**; Dentistry **de**; Earth and Planetary Sciences **eps**; Economics, Econometrics and Finance **ef**; Energy **ene**; Engineering **eng**; Environmental Science **es**; Health Professions **hp**; Immunology and Microbiology **im**; Materials Science **ms**; Mathematics **mat**; Medicine **med**; Multidisciplinary **mul**; Neuroscience **neu**; Nursing **nur**; Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics **ptp**; Physics and Astronomy **pa**; Psychology **psy**; Social Sciences **ss**; Veterinary **vet**.

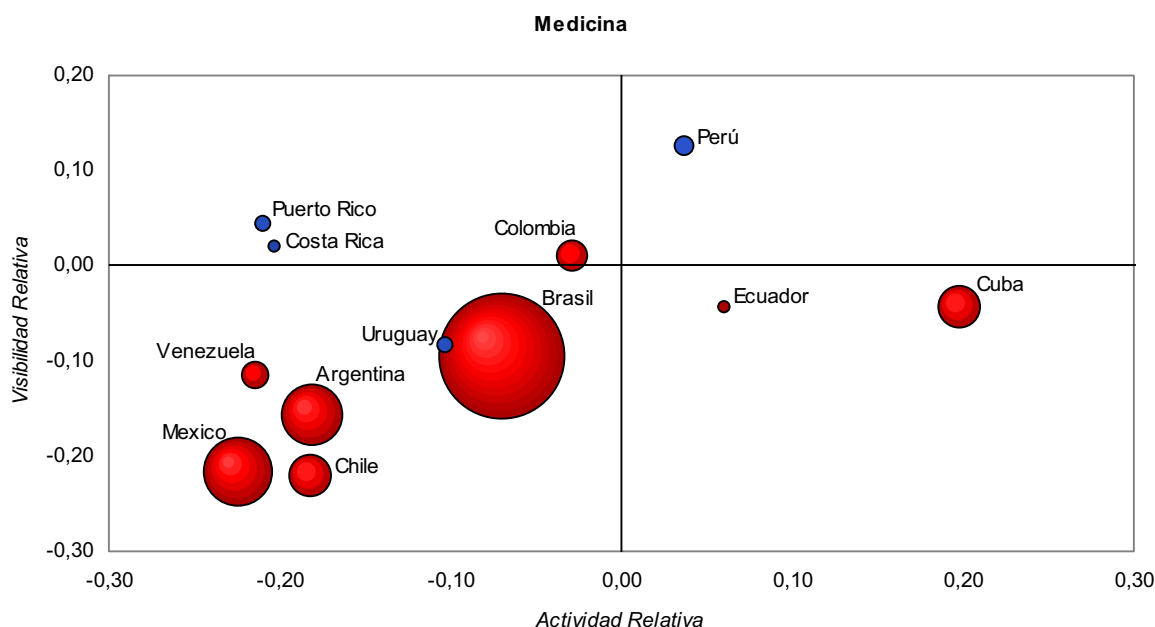
A continuación, se hace un análisis de la actividad y la visibilidad de la producción científica nacional con respecto a los doce países más productivos de la región en cada una de las 27 áreas temáticas de Scopus. A los indicadores anteriormente mencionados, se une el Impacto Relativo (IR), representado en el color de las burbujas: azul si está por encima de la media mundial, rojo si está por debajo.

4.1.5.1. Medicina

El área de la *Medicina* constituye el campo temático más representado en Scopus, con un total de 5 259 292 documentos que significan el 28,07 % del total. De ellos, 115 733 (2,20 %) están bajo la autoría de instituciones latinoamericanas, y 6 346 (0,12 %) bajo la autoría de instituciones cubanas, que colocan al país en una privilegiada posición 45 a nivel mundial. El promedio de citas en esta área es de 9,03 citas por artículo.

Brasil es, como en casi la totalidad de las áreas temáticas, el mayor productor, seguido de México, Argentina, Chile, y Cuba en una quinta posición. Entre los 12 países más productivos de la región latinoamericana, Cuba es el que más se especializa en esta área temática, a la cual dedica el 41,91 % de su producción científica total. Ecuador y Perú cierran el trío de países con mayor actividad en el área (Figura 8). Perú, décimo productor de la región, se destaca por ser el único que ocupa el cuadrante principal en el mapa, al tener además el más alto grado de visibilidad atendiendo a la proporción de citas recibidas con respecto al mundo, y un promedio de citas por documento también superior a la media mundial.

Figura 8. Actividad y visibilidad en el área de la *Medicina* de los países latinoamericanos más productivos.



La intensidad con la que Cuba publica en el área de la *Medicina*, no se traduce en altos niveles de visibilidad (sólo 2,61 citas por artículo como promedio), lo cual está estrechamente ligado con un problema identificado durante la presente investigación: el efecto que sobre los

indicadores de impacto tiene la reciente incorporación de revistas poco citadas de habla no inglesa a la base de datos Scopus (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2010).

La ampliación de la cobertura de Scopus, implica la inclusión de revistas que pasan a ocupar de manera inmediata los últimos cuartiles de posicionamiento de acuerdo con el valor del SJR en las diferentes categorías temáticas por las que son indizadas, y que deben evolucionar con el tiempo en la medida que comienzan a ser visibles los artículos publicados en ellas.

El caso cubano ejemplifica claramente este aspecto. La cobertura de una gran cantidad de revistas cubanas pertenecientes al Sistema Nacional de Salud, y latinoamericanas indexadas por SciELO, ha permitido el ingreso de más de cinco mil artículos a Scopus durante los últimos tres años que aún necesitan tiempo para poder influir sobre la comunidad académica mundial, más allá de las clásicas barreras idiomáticas. De igual forma, como se observa en la Figura 9, correspondiente al período 2003-2007, aunque no se observa un decrecimiento de las publicaciones en el primer cuartil del área *Medicina*, es notable el incremento de artículos publicados en revistas pertenecientes al cuarto cuartil durante los últimos dos años analizados, lo que claramente influye en la visibilidad de la producción total.

Figura 9. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Medicina* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1	1	198	100	73
2004	1.01	47	157	73	54
2005	0.99	102	169	42	66
2006	0.98	402	257	54	99
2007	0.98	595	102	60	84

De esta forma, desciende el valor promedio normalizado de los canales de comunicación donde se dan a conocer las investigaciones, y desciende también el impacto real de los mismos. No obstante, como ya se ha afirmado previamente (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2009; 2010), este fenómeno debe ser observado durante los próximos años, puesto que la juventud de estos artículos en Scopus hace imposible cualquier análisis que pretenda objetivamente evaluar la calidad de las investigaciones en el área.

El liderazgo institucional es ejercido por las investigaciones del Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana (ISCMH), y una de las instituciones hospitalarias que es también una de sus principales facultades docentes: el Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. De igual forma, el conjunto de Institutos Nacionales de Salud, encabezados por el Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kourí” (IPK), así como la Universidad de La Habana (UH) y el CNIC, también destacan entre las instituciones más productivas. *Medicina (misceláneas), Neurología clínica, Cirugía, Salud Pública, Ambiental y Ocupacional, Políticas de Salud y Pediatría, Perinatología y Salud Infantil* son las categorías temáticas más productivas..

De no aumentar la cobertura de revistas cubanas en Scopus pertenecientes a otras ramas del conocimiento, se pronostica que la *Medicina* abarcará en próximos años más del 50 % del volumen de la producción científica total. Por tanto, aumentará el grado de especialización de la actividad científica cubana en esta área.

4.5.1.2. Ingeniería

La *Ingeniería* constituye la segunda área temática más representada en Scopus, con un total de 2 314 775 documentos, 35 782 (1,55 %) de ellos producidos por instituciones latinoamericanas, y 502 (0,02 %) con al menos un autor cubano. La proporción de artículos en el área es del 12,36 %, aunque el promedio de citas es mucho menor que en Medicina, alcanzando un valor de 3,68 citas por artículo.

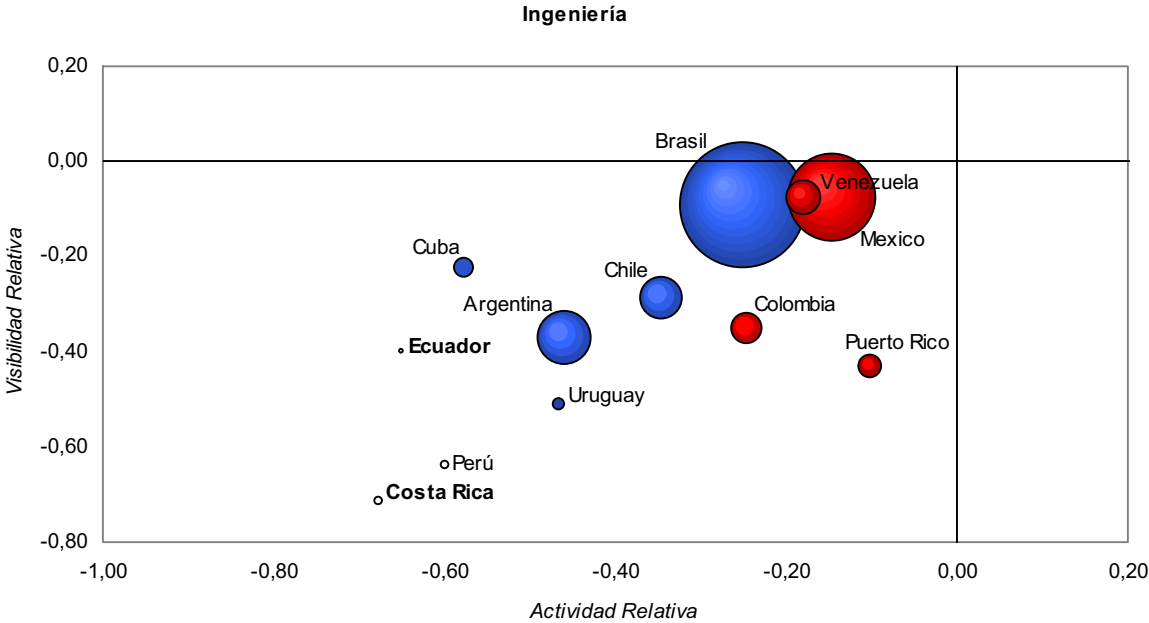
Cuba ocupa la posición 74 a nivel mundial, y una octava posición entre los 12 países líderes de la región, con apenas 502 artículos que representan el 3,3 % de su producción total. Ninguno de los países rebasa el cuadrante donde la actividad y la visibilidad están por debajo de los estándares del mundo (Figura 10). Brasil, México y Venezuela son los que ocupan la posición más ventajosa en el grafo. Sin embargo, el promedio de citas por artículo de Ecuador, Chile, Argentina, Cuba, Costa Rica y Brasil está por encima de la media mundial.

El hecho de que Cuba tenga un impacto relativo superior a la media mundial (4,10 citas por artículo), en un área que constituye la novena más activa en el país, llama la atención acerca del efecto positivo que pudiera tener el aumento del grado de especialización sobre la visibilidad de las futuras investigaciones.

La *Ingeniería* fue un área donde Cuba tuvo altos niveles de especialización en etapas anteriores de la actividad científica nacional (Moral, 1989; Meske y Fernández de Alaiza, 1990; Sancho *et al.*, 1993), en las cuales recibió un fuerte apoyo de los países que en su momento integraron el otrora Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME). Sin embargo,

fue una de las más golpeadas durante la crisis económica que sufrió el país en la década del 90, y sólo a partir del nuevo milenio es que comienza a experimentar una gradual recuperación.

Figura 10. Actividad y visibilidad en el área de la *Ingeniería* de los países latinoamericanos más productivos.



Las instituciones pertenecientes al MES, especialmente la UH, el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (ISPJAE), la Universidad Central de Las Villas (UCLV) y la Universidad de Oriente (UO), son las que mayor actividad han tenido en el área; y la categoría temática en la que con mayor intensidad se ha trabajado es la *Ingeniería Eléctrica y Electrónica*. Este liderazgo ejercido por el sector universitario, en una temática donde la aplicación de los resultados obtenidos en las investigaciones resulta en extremo vital para el desarrollo industrial de un país, de cierta forma sienta las bases para la generación de nuevas investigaciones desde el punto de vista de los ESCT. El objetivo de estos estudios, pudiera estar orientado a un análisis aún más profundo del rol que la Educación Superior cubana ha tenido en los procesos de innovación tecnológica llevados a cabo en el país a lo largo de los últimos 15 años, y hacia la identificación de una vinculación universidad-empresa que durante este período haya brindado soluciones verdaderamente significativas al sector industrial.

Una prueba de que se logran alcanzar altos niveles de calidad en las investigaciones, lo constituye el hecho de que la mayor proporción de artículos que se publican en esta área durante el período 2003-2007, han logrado aparecer en revistas líderes que ocupan el primer cuartil de acuerdo con el SJR (Figura 11).

Figura 11. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Ingeniería* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.05		8	11	31
2004	1.04	1	15	30	27
2005	1.04	3	4	10	32
2006	1.03		6	17	26
2007	1.06	11	3	8	34

Por tanto, es factible para las instituciones que centran sus investigaciones en estas ramas del conocimiento intensificar su actividad de publicación, ya que han logrado mantenerse visibles en revistas líderes, y esto las puede poner en condiciones de retomar posiciones de liderazgo a nivel nacional.

4.5.1.3. Bioquímica, Genética y Biología Molecular

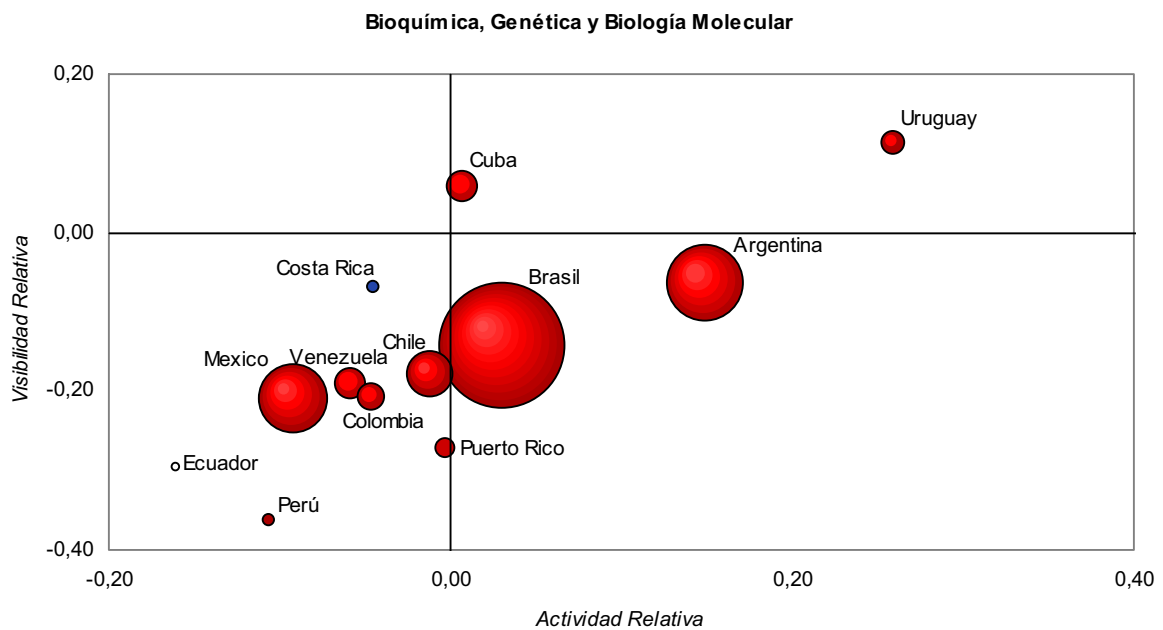
Sin lugar a dudas, el área de la *Bioquímica, Genética y Biología Molecular* es uno de los terrenos donde mayores avances ha experimentado la actividad científica nacional. Constituye esta área la tercera más beneficiada por la cobertura de Scopus, con un volumen de 2 130 934 documentos que representan el 11,38 % del total, de los cuales 59 685 (2,80 %) tienen participación de instituciones latinoamericanas y 1 748 (0,08 %) de instituciones cubanas. El promedio de citas por artículo asciende a 17,79, siendo el tercero más alto entre todas las áreas de Scopus.

Para Cuba, en la posición número 53 a nivel mundial, es esta área también la tercera más productiva, alcanzando un promedio de 9,31 citas por artículo, que si bien aún está distante de la media mundial, le permite ubicarse, conjuntamente con Uruguay, en el cuadrante de los países de la región más activos y visibles (Figura 12).

Brasil y Argentina, los de mayor producción en la región, son también los otros dos países más activos que el mundo en esta área. Salvo Cuba y Ecuador, ningún otro país logra

alcanzar niveles significativos de visibilidad, aunque es necesario destacar que Costa Rica es el único que logra un promedio de citas por artículo superior a la media mundial, lo cual le brinda potencialidades de alcanzar niveles cualitativamente superiores si intensifica su actividad investigativa en la temática.

Figura 12. Actividad y visibilidad en el área de la *Bioquímica, Genética y Biología molecular* de los países latinoamericanos más productivos.



En esta área se concentra la producción científica de las principales instituciones de investigación pertenecientes al Polo Científico del Oeste de la Ciudad de La Habana, especialmente el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), el CNIC y el Centro de Inmunología Molecular (CIM), así como parte de la producción científica de las universidades de La Habana, Villa Clara y Matanzas, lo cual les ha permitido alcanzar posiciones ventajosas a nivel nacional en cuanto al impacto de sus investigaciones.

Durante los últimos años, aunque se observa un descenso de la publicación en revistas líderes, la mayor proporción de la producción científica nacional aparece registrada de manera estable en revistas que ocupan los cuartiles 2 y 3 de acuerdo con el valor del SJR (Figura 13). La categoría temática más activa es precisamente la *Biotecnología*.

Este comportamiento permite que el país mantenga posiciones de avanzada, aunque es necesario incrementar la actividad de publicación en revistas del cuartil 1, para no descender en materia de visibilidad.

Figura 13. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Bioquímica, Genética y Biología Molecular* durante el período 2003-2007).

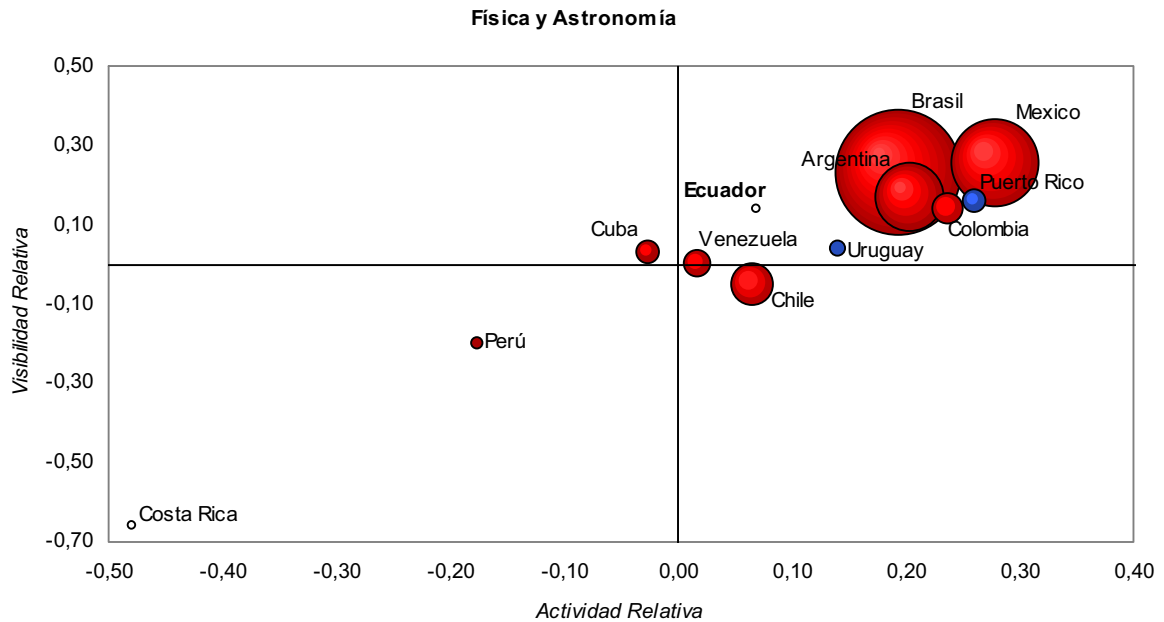
	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.01	7	48	60	60
2004	1	2	65	95	73
2005	1	6	60	84	51
2006	0.99	11	104	96	41
2007	0.98	44	69	79	32

Otro importante aspecto a destacar viene dado por el hecho de que la revista *Biotecnología Aplicada*, publicada por la Editorial Elfos del CIGB y recientemente incluida en el WoS, se ha convertido en la primera revista cubana en alcanzar el tercer cuartil de visibilidad de acuerdo con el valor del SJR en la categoría temática *Biología Molecular*. Tal evolución, augura todavía mejores resultados para la investigación desarrollada por el sector biotecnológico cubano, que ya cuenta con un órgano de difusión nacional que aspira a conquistar un espacio entre las publicaciones más visibles internacionalmente.

4.5.1.4. Física y Astronomía

Física y Astronomía constituye la cuarta área temática con mayor rol protagónico en Scopus. Un volumen de 1 395 456 artículos que abarcan el 7,45 % del total de documentos en Scopus, y un promedio de 9,40 citas por artículo, caracterizan el área, donde Latinoamérica alcanza una producción significativa con 52 704 artículos (3,78 %), y Cuba se mantiene, con 1 070 artículos (0,08 % de la producción mundial, 7,07 % de la producción nacional) en una proporción promedio, ocupando la posición 62 en el mundo y la séptima en la región. Con la excepción de Cuba, Perú y Costa Rica, el resto de los países más productivos de Latinoamérica se especializan en esta área del conocimiento, y de ellos, solamente Chile no alcanza niveles de visibilidad elevados (Figura 14). No obstante, Cuba no está muy lejos del comportamiento promedio de la producción científica mundial, y logra ubicarse entre los países visibles, a pesar de que su promedio de citas por artículo no supera las cinco citas (4,98).

Figura 14. Actividad y visibilidad en el área de la *Física y Astronomía* de los países latinoamericanos más productivos.



Brasil, México y Argentina, conjuntamente con Colombia y Puerto Rico, constituyen el grupo de vanguardia que ocupa las mejores posiciones en el cuadrante principal. Precisamente Puerto Rico, con estrecha colaboración con instituciones norteamericanas, y Uruguay, son los únicos países entre los más productivos de la región con mayor promedio de citas por artículo.

Es curioso también como desciende el SJR promedio durante el período 2003-2007, de valores entre 1,03 y 1,07 hasta 0,99 (Figura 15). Sobre todo, teniendo en cuenta que la colaboración internacional ha sido uno de los factores que ha caracterizado la producción científica cubana en esta área.

La proporción de la colaboración internacional ha mostrado valores superiores al 80 % durante el período analizado, realizada principalmente con instituciones de Brasil (Universidad de Sao Paulo y Universidad Federal de Sao Carlos principalmente) y México (Instituto Politécnico Nacional, Universidad Nacional Autónoma de México, entre otras), los dos países más productivos de la región y, a su vez, los que mayor visibilidad han alcanzado. Sin embargo, es en la Física de materiales y de materias condensadas donde esta colaboración ha tenido los mejores resultados, y es esa precisamente la categoría temática más activa.

Figura 15. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Física y Astronomía* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.03	1	12	44	61
2004	1.07		10	24	39
2005	1.02	5	17	63	37
2006	1.01	20	13	40	46
2007	0.99	13	10	48	32

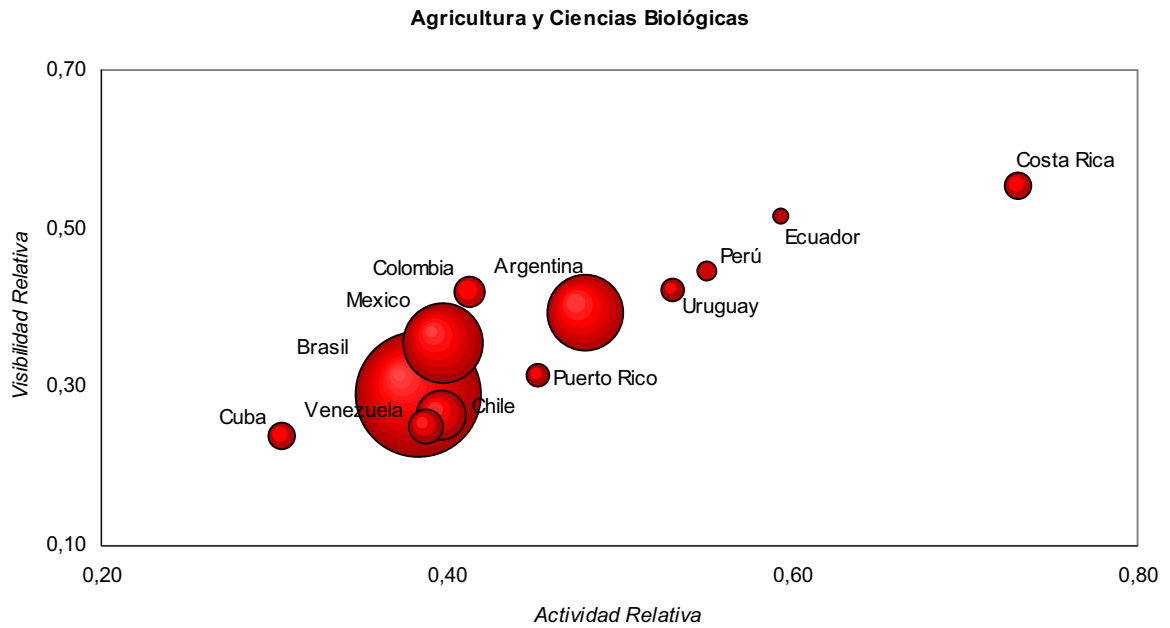
No obstante, la investigación nacional sobre Ciencias Físicas se mantiene muy activa en revistas pertenecientes al primer y segundo cuartil, de la mano de instituciones universitarias líderes como la UH y la UO, y centros de investigación pertenecientes al CITMA como el Instituto de Cibernética, Matemática y Física (ICIMAF) y el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN).

4.5.1.5. Agricultura y Ciencias Biológicas

La región latinoamericana es especialmente activa en el campo de la *Agricultura y Ciencias Biológicas*, área a la que dedica el 17,19 % de su producción total. Scopus agrupa en esta área un total de 1 314 553 artículos que constituyen el 7,02 % de la producción científica global, y donde Latinoamérica, con 87 024 artículos, abarca el 6,62 %. Para Cuba, esta área constituye la segunda más importante, al producir 1 996 artículos que constituyen el 13,18 % de su producción total, y el 0,15 % de la producción mundial. El promedio de citas por artículo es bajo (3,71), alejado del 6,13 identificado en la región, y todavía mucho más del 9,11 indicado para el mundo.

Los países más productivos de la región, encabezados por Costa Rica y escoltados por Cuba, ocupan el cuadrante principal del grafo. Todos son activos y visibles en el área, aunque ninguno presenta un promedio de citas por artículo superior a la media mundial (Figura 16). Cuba es el séptimo mayor productor de la región, donde lideran por mucho Brasil, México y Argentina, y ocupa la posición número 55 a nivel mundial.

Figura 16. Actividad y visibilidad en el área de la *Agricultura y las Ciencias Biológicas* de los países latinoamericanos más productivos.



A pesar de que Cuba mantiene estable la publicación de artículos en revistas del cuartil 1 de acuerdo con su SJR, lo cual provoca que permanezca invariable el valor del SJR normalizado, lo cierto es que se observa una amplia producción en revistas del tercer cuartil (Figura 17). Sin embargo, esta ha disminuido a lo largo del período 2003-2007, y comienza a aumentar la producción en revistas del cuartil 4 que no ofrecen mucha visibilidad para la ciencia nacional. Al igual que en la Medicina, este fenómeno necesita ser observado con mayor sistematicidad.

Figura 17. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Agricultura y Ciencias Biológicas* durante el período 2003-2007.

ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)	
2003	1	145	43	64	
2004	1.01	7	110	36	56
2005	1	5	139	42	78
2006	1	41	53	46	56
2007	1.01	40	51	42	72

Entre los mayores productores en esta área destacan las Entidades de Ciencia e Innovación Tecnológica pertenecientes al MES, como el Instituto de Ciencia Animal (ICA), el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) y el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), conjuntamente con la UH y la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), así como centros multidisciplinarios como el CNIC y el CIGB, e instituciones especializadas como el Instituto de Ecología y Sistemática (IES), el Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia (IIIA), el Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) y el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT). *Ciencia Animal y Zoología*, *Ciencia de las Plantas*, y *Ciencias Alimenticias* son las tres categorías temáticas de esta área que concentran la mayor actividad.

La institución más productora es el ICA, gracias a un gran volumen de investigaciones publicadas en la *Cuban Journal of Agricultural Science*, que hasta hace muy poco fue la única revista cubana indexada por las bases de datos del ISI. El bajo índice de citación de los artículos publicados en esta revista (los artículos más citados corresponden al año 1996 y apenas sobrepasan las 10 citas recibidas), aún cuando esta se publica en lengua inglesa, influye notablemente en el bajo promedio de citas por artículo alcanzado por el país en el área.

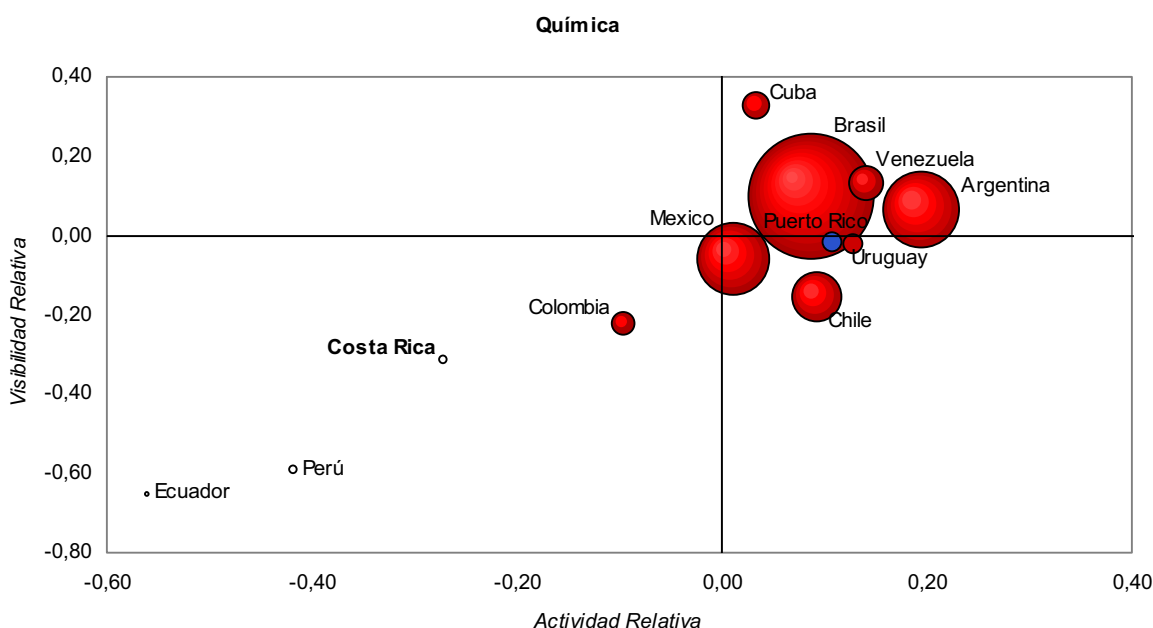
4.5.1.6. Química

Las *Química* constituye otra importante temática para la actividad científica nacional, herencia no sólo de cierta tradición académica íntimamente ligada al desarrollo de la industria azucarera, sino especialmente de una intensa política de formación de postgrado que ha propiciado que el área tenga la cifra más alta de doctorados dentro del universo nacional de las Ciencias Exactas, Naturales y Técnicas (ONE, 2010b).

Para Cuba, ocupante de la posición número 58 en el ranking de países, la Química es la quinta área más activa, con un total de 1 094 artículos (7,22 % del total nacional, 0,08 % del total mundial), una proporción ligeramente inferior a la de la región latinoamericana (39 685 artículos, 7,84 % del total regional, 3,14 % del total mundial), pero superior a la del mundo (1 263 622 artículos, 6,75 %). El impacto relativo de la producción nacional (9,84 citas por artículo) es mayor que la de la región (8,21), y se acerca bastante al promedio de citas por artículo global (11,33). Por su parte, la proporción de citas en el área con respecto al total de citas recibidas por el país es superior a la del mundo, aspecto que le permite alcanzar una alta visibilidad con respecto a los doce países más productivos de la región (Figura 18).

Como puede apreciarse, Cuba es el país con mayor visibilidad y Argentina es el de mayor actividad en el área. Ambos, conjuntamente con Venezuela y Brasil, constituyen los únicos países situados en el cuadrante principal de la figura.

Figura 18. Actividad y visibilidad en el área de la *Química* de los países latinoamericanos más productivos.



Uruguay, Chile, México y Puerto Rico, si bien se especializan en el campo, no logran alcanzar altos niveles de visibilidad, y sólo los casos de Puerto Rico entre los más activos, y de Costa Rica entre los menos activos, poseen un promedio de citas por artículo superior al global.

El éxito de la producción científica cubana radica también en los canales de comunicación escogidos para dar a conocer las investigaciones. Cuba ha intensificado la publicación de artículos en revistas pertenecientes al cuartil 1 de acuerdo con el valor del SJR (Figura 19).

A diferencia del área Física y la Astronomía, en Química los altos porcentajes de colaboración internacional, superiores al 75 % durante el período 2003-2007, sí se reflejaron en el impacto de las investigaciones. Las principales instituciones colaboradoras fueron las españolas, los actores clave dentro de la temática fueron la UH, el CNIC, la UCLV y el Centro de Química Farmacéutica (CQF); y la *Química Analítica*, la *Química Orgánica* y la *Química Física y Teórica* fueron las categorías temáticas con mayor peso en el volumen de la producción nacional.

Figura 19. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Química* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.01	5	30	24	35
2004	1.01	3	30	29	47
2005	1	5	27	23	54
2006	1.01	2	33	32	56
2007	1.02	8	29	48	58

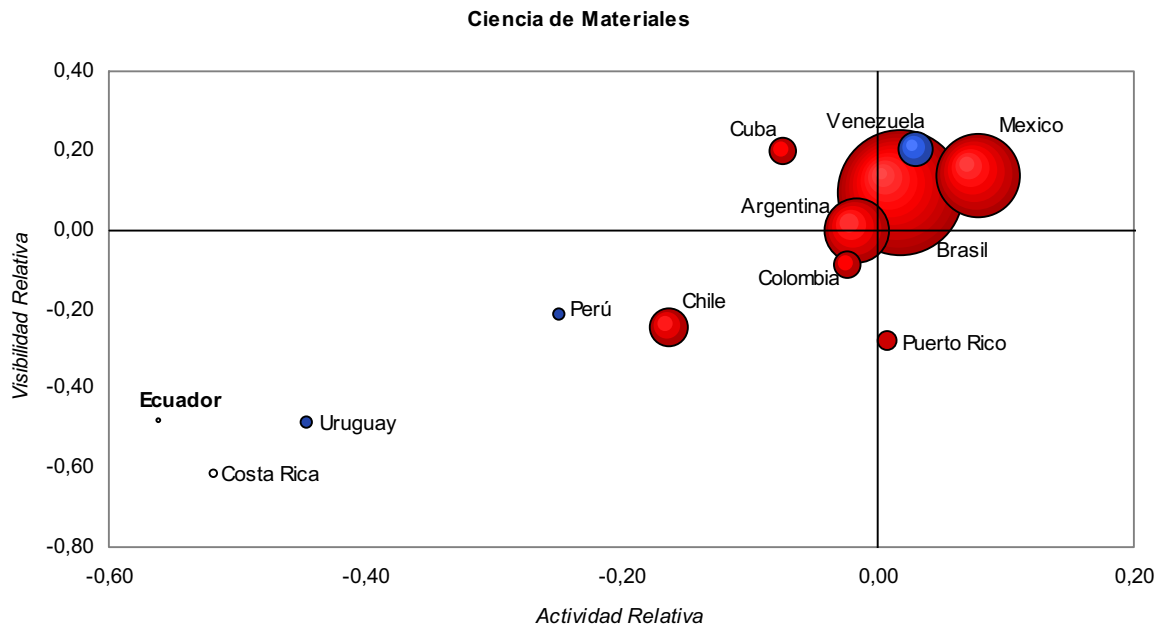
4.5.1.7. Ciencia de Materiales

La *Ciencia de Materiales* constituye la séptima temática con mayor cobertura en Scopus, con el 6,02 % de la producción mundial, y es la última que supera el millón de artículos procesados por la base de datos. El volumen total de la producción mundial, de acuerdo con el SJCR, es de 1 126 154 artículos, de los cuales 29 570 (2,63 %) proceden de la región latinoamericana, y 787 (0,07 %) son resultado de investigaciones realizadas en instituciones cubanas. La proporción de artículos de Latinoamérica es inferior a la del mundo (5,84 %), al igual que la de Cuba (5,20 %), que ocupa la posición 59 en el ranking del SJCR. En cuanto al impacto relativo, tanto la producción latinoamericana (5,34) como la nacional (4,99) están por debajo del promedio de citas por artículo del área, que es de 6,10.

Brasil, México, Argentina y Chile, como en el resto de las áreas presentadas hasta el momento, son los mayores productores de la región. Cuba ocupa la séptima posición en la región, detrás de Venezuela y Colombia. Sin embargo, es México el país con mayor actividad en el área, mientras que Cuba y Venezuela presentan los mayores valores de visibilidad (Figura 20). El caso de Venezuela es significativo, pues posee un impacto relativo superior a la media mundial, y se ubica conjuntamente con Brasil y México en el cuadrante de países más activos y visibles. Chile, a pesar de su productividad, no se especializa ni tiene una alta visibilidad en esta área. Perú, Uruguay y Ecuador, con producciones pequeñas, logran sin embargo un promedio de citas por artículo también superior a la media mundial. El cuarto y último de los países con mayor actividad es Puerto Rico, aunque con poca visibilidad, mientras que Argentina y Colombia se acercan al comportamiento promedio del volumen total de la producción mundial (Figura 20).

La alta proporción de la colaboración internacional, así como la publicación predominante de los artículos en revistas del primer cuadrante de acuerdo con el SJR, van a influir de manera directa sobre los valores de visibilidad alcanzados.

Figura 20. Actividad y visibilidad en el área de la Ciencia de Materiales de los países latinoamericanos más productivos.



El valor del SJR normalizado promedio durante el período 2003-2007 (período además en que la colaboración internacional mostró valores superiores al 80 %) es uno de los mayores entre las áreas más productivas, lo que da muestras de la sistemática búsqueda de revistas líderes por parte de los investigadores para dar a conocer los resultados de sus investigaciones (Figura 21).

En esta área, los líderes indiscutidos a nivel nacional provienen del sector universitario. El Instituto de Materiales y Reactivos de la UH es la entidad más destacada, secundado por las Facultades de Física y Química de las universidades de La Habana y Villa Clara, conjuntamente con el CNIC, en cuya dirección de Química se han desarrollado importantes investigaciones sobre Zeolitas. *Ciencia de Materiales (Misceláneas)*, y *Materiales Electrónicos, Ópticos y Magnéticos*, constituyen las dos categorías temáticas más activas del área.

Figura 21. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Ciencia de Materiales* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.03	4	10	26	51
2004	1.04	1	5	19	34
2005	1.04	3	4	31	68
2006	1.05		9	23	46
2007	1.03	7	7	25	45

Nuevas líneas de investigación nacionales orientadas hacia el desarrollo de Biomateriales y aplicaciones nanotecnológicas enfocadas hacia el sector sanitario, permiten vaticinar un futuro promisorio en esta área del conocimiento, por lo que debe esperarse un aumento de los indicadores de actividad y visibilidad en próximos períodos.

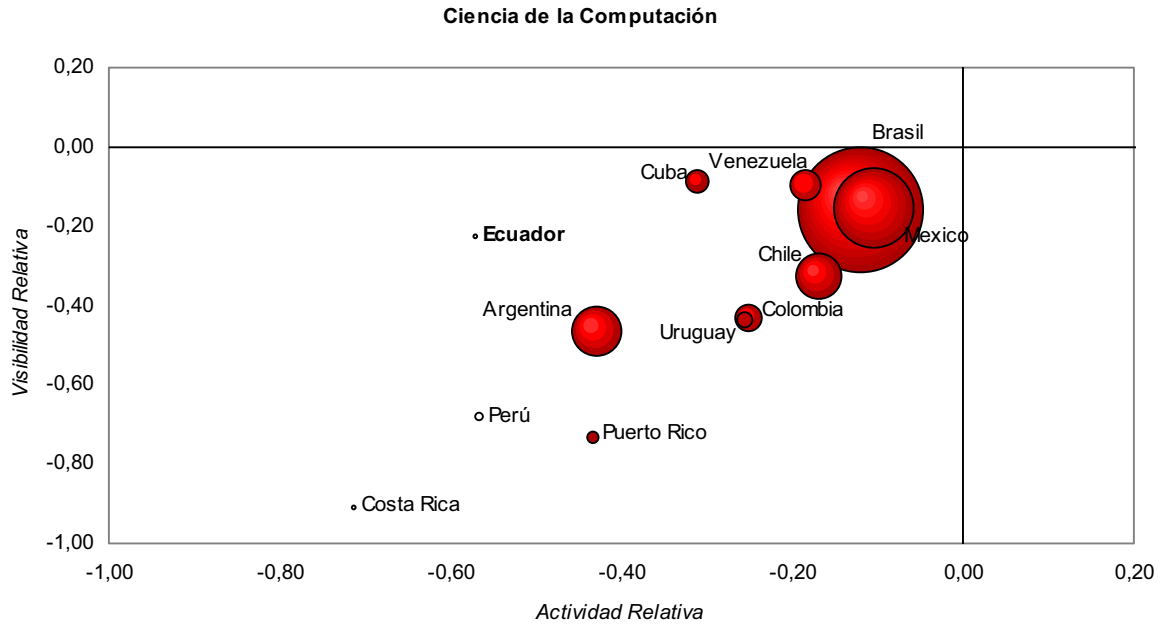
4.5.1.8. Ciencia de la Computación

La octava área temática con mayor cobertura en Scopus es la *Ciencia de la Computación*. Los 822 461 documentos cubiertos por esta área constituyen el 4,39 % de la producción científica mundial. De ellos, 15 440 (1,88 %) proceden de Latinoamérica y 349 (2,30 %) fueron realizados por autores cubanos. La proporción de la producción científica mundial (4,39 %) es superior a la regional (3,05 %) y la nacional (2,30 %), y tanto el promedio de citas por documento de la región (3,50) como el de Cuba (3,95) están también por debajo del promedio mundial (5,22).

Cuba ocupa la posición número 63 a nivel mundial en el SJCR, y es el séptimo país más productivo de la región, donde Brasil y México ejercen un papel protagónico. Ninguno de los doce países analizados tuvo altos índices de actividad y visibilidad en el área. Sin embargo, si bien Brasil y México fueron los más activos, Cuba y Venezuela alcanzaron los mejores valores en cuanto a visibilidad, cercanos a la media Mundial (Figura 22). Solamente Ecuador, con una producción muy pequeña, tuvo un impacto relativo superior a la media mundial.

En el caso específico de la *Ciencia de la Computación*, más del 50 % de la producción nacional fue publicada en actas de congresos durante el período 2003-2007 (ver Anexo 4), tipología documental con menor frecuencia de citación que los artículos originales y las revisiones bibliográficas. Esta distribución de la tipología documental es típica de las *Matemáticas* y la *Ciencia de la Computación*.

Figura 22. Actividad y visibilidad en el área de la *Ciencia de la Computación* de los países latinoamericanos más productivos.



Durante este último período, las revistas pertenecientes al tercer cuartil fueron las utilizadas mayormente por los investigadores nacionales para dar a conocer sus resultados, aunque el valor promedio del ASSJR no mostró variaciones significativas (Figura 23).

Figura 23. Distribución por cuantiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Ciencia de la Computación* durante el período 2003-2007.

ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	19	3	20	11
2004	0.99	21	22	2
2005	1	2	37	46
2006	1	5	75	8
2007	1	5	75	5

Para aumentar los valores en cuanto a visibilidad, se hace evidente la necesidad de publicar en revistas pertenecientes al cuartil 1, así como intensificar el desarrollo de grupos de colaboración nacional entre las instituciones que tratan la temática, y aumentar la colaboración internacional, que fue disminuyendo durante los últimos años comprendidos en el estudio.

Las UCLV, la UO y el ISPJAE por el sector universitario, y el ICIMAF y el Centro de Aplicación de Tecnologías de Avanzada (CENATAV) por el sector *Ciencia y Técnica*, fueron los líderes de la producción nacional, que tuvo en *Ciencia de la Computación (misceláneas)* y *Hardware y Arquitectura* sus categorías temáticas más activas. La incorporación de la recientemente creada Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) a este grupo de instituciones más productivas en el área, permite inferir un futuro cambio positivo de la posición de Cuba en el ámbito regional y mundial en esta área.

4.5.1.9. Ciencias de la Tierra y el Espacio

Las *Ciencias de la Tierra y el Espacio* son la novena área con mayor cobertura en Scopus, donde la producción científica latinoamericana tiene un importante protagonismo.

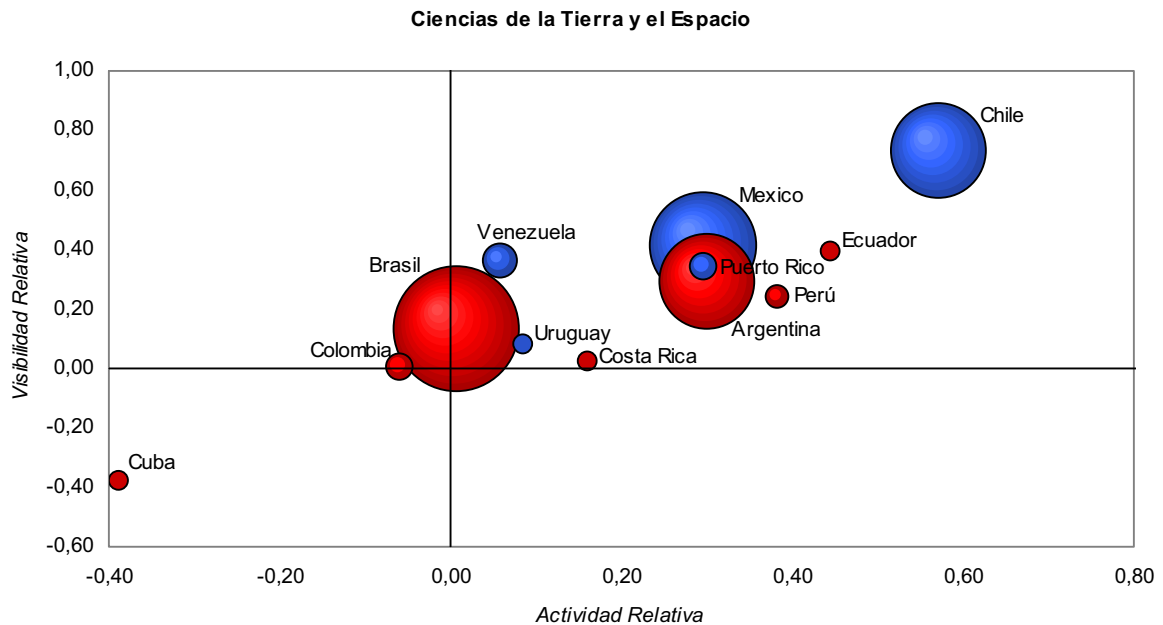
Cuba ocupa la posición 80 a nivel mundial en esta área, y la novena posición en la región, con un total de 271 documentos (1,79 % del total nacional, 0,04 % del total mundial). Esta proporción es muy inferior a la de la región latinoamericana (30 517 artículos, 6,03 % del total regional, 4,00 % del total mundial), e inferior también a la del mundo (763 347, 4,07 %).

El impacto relativo de la producción nacional es (4,41 citas por documento) es inferior al del mundo (9,05), al igual que la proporción de citas en el área con respecto al total de citas recibidas por el país, lo cual coloca a Cuba en una posición sumamente desventajosa en el grupo de países más productivos de la región.

Es precisamente esta área la única donde América Latina exhibe índices de actividad, visibilidad e impacto relativo por encima de la media mundial. Con la excepción de Cuba y Colombia, el resto de los países más productivos de la región se sitúa en el cuadrante con valores positivos en ambos ejes (Figura 24). El orden de los cuatro países más productivos sigue siendo el mismo, y el volumen de la producción científica de los mismos es muy similar. Esta vez, Chile ocupa la posición más privilegiada en el grafo, y conjuntamente con México, Puerto Rico, Uruguay y Venezuela, va a integrar el grupo de países que, además, poseen un promedio de citas por documento superior a la media mundial en el área. Colombia, si bien no alcanza grandes niveles de actividad, si obtiene una visibilidad por

encima de la media mundial, por lo que Cuba es el único país que ocupa el cuadrante menos activo y visible.

Figura 24. Actividad y visibilidad en el área de las *Ciencias de la Tierra y el Espacio* de los países latinoamericanos más productivos.



Sin embargo, las estrategias trazadas para alcanzar la máxima visibilidad de la producción científica no han sido erróneas. Una gran proporción de los artículos durante el último período analizado están publicados en revistas de cuartil 1, y el SJR normalizado promedio ha estado estable entre 1,01 y 1,05.

Figura 25. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las *Ciencias de la Tierra y el Espacio* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.04		3	6	8
2004	1.03		8	2	7
2005	1.05		2	7	16
2006	1.01	3	16	11	18
2007	1.02		3	9	7

Las categorías temáticas *Geología, Geoquímica y Petroquímica, Oceanografía y Ciencia Atmosférica* son las más activas de la producción científica nacional, donde el liderazgo es ejercido por instituciones como el Instituto de Geología y Paleontología (IGP), el Instituto de Meteorología (INSMET), el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), y el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM).

4.5.1.10. Ingeniería Química

El área temática que cierra el grupo de las diez con mayor cobertura en Scopus es la *Ingeniería Química*, un área donde Cuba ha alcanzado importantes resultados durante el período evaluado.

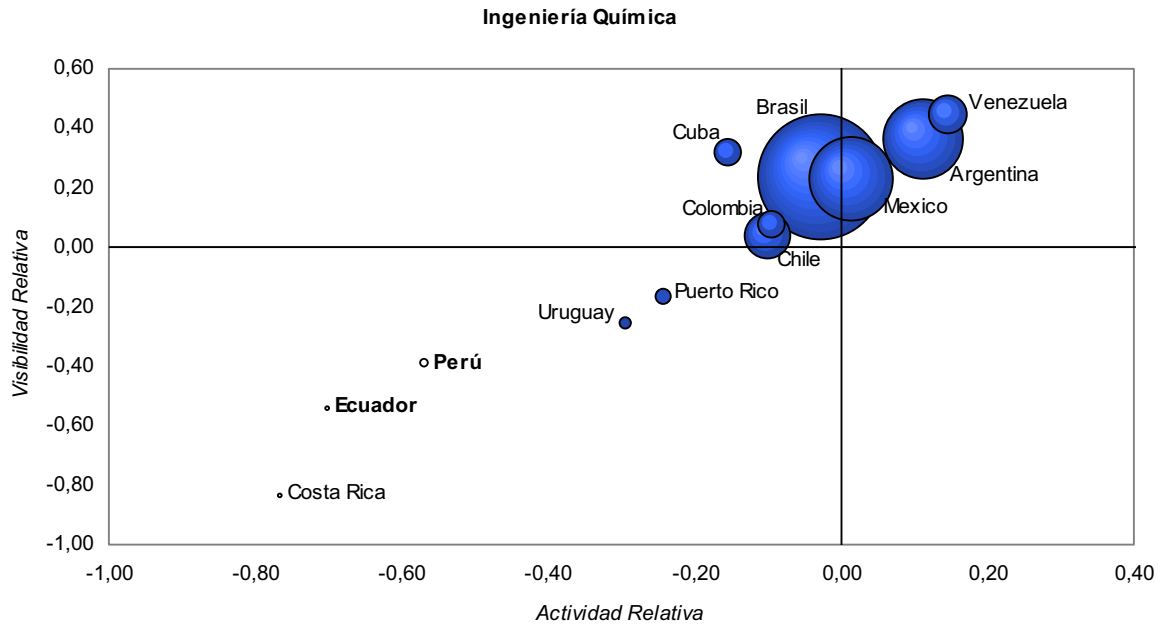
Un volumen de 753 106 documentos integran el área, los cuales constituyen el 4,02 % del total y reciben como promedio 5,2 citas por cada documento. Tanto la producción científica latinoamericana (19 620 documentos, 3,88 % de total de la región, 2,61 % del total mundial), como la cubana (447 documentos, 2,95 % del país, 0,06 % del total mundial), están por debajo del mundo en cuanto a proporción; sin embargo, el promedio de citas por documento es superior al total mundial en ambos casos (6,8 para Latinoamérica, 6,5 para Cuba).

Cuba ocupa la posición número 61 en el ranking de países del SJCR en esta área, y la séptima a nivel regional. Los siete países más productivos son a su vez los de mayor visibilidad. De ellos, sólo Venezuela, Argentina y México se especializan en el área, ocupando de esta forma el cuadrante principal del grafo. Después de Venezuela y Argentina, Cuba es el país con mayor visibilidad. Todos, con excepción de Costa Rica, poseen un impacto relativo superior al de la media mundial (Figura 26).

Ingeniería Química (misceláneas), y *Bioingeniería (Bioingeniería)* son las dos categorías temáticas con mayor actividad, donde resalta la producción científica de la Universidad de Matanzas (UMAT), el ISPJAE, la UH y la UO por parte del sector *Educación Superior*, y el Instituto Cubano de Investigaciones sobre Derivados de la Caña de Azúcar y el CIGB, por parte del sector *Ciencia y Técnica*.

La mayor parte de los documentos publicados en esta área durante el período 2003-2007 son dados a conocer en revistas pertenecientes a los cuartiles 1 y 2, lo cual explica el grado de visibilidad alcanzado por los mismos (Figura 27). Aproximadamente un 20 % de ellos constituyen trabajos presentados en eventos, y cerca del 85 % se publica en lengua inglesa (Anexo 4).

Figura 26. Actividad y visibilidad en el área de la *Ingeniería Química* de los países latinoamericanos más productivos.



El SJR normalizado promedio, por su parte, ha ido *in crescendo* durante la última etapa estudiada, evolucionando de 1,02 en el 2003 hasta 1.07 en el 2006. Los patrones de colaboración internacional son predominantes, y también ha crecido durante el último lustro estudiado. La conjunción entre la elevada colaboración internacional, el alto SJR de las revistas donde se publican los resultados, y la lengua inglesa como idioma predominante en los artículos, hace de esta área temática uno de los frentes de investigación más sólidos y visibles de la producción científica nacional.

Figura 27. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de *Ingeniería Química* durante el período 2003-2007.

ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)	
2003	1.02	3	21	8	21
2004	1.03	8	3	14	16
2005	1.02	10	2	20	12
2006	1.05	8	2	15	23
2007	1.07	8	4	18	23

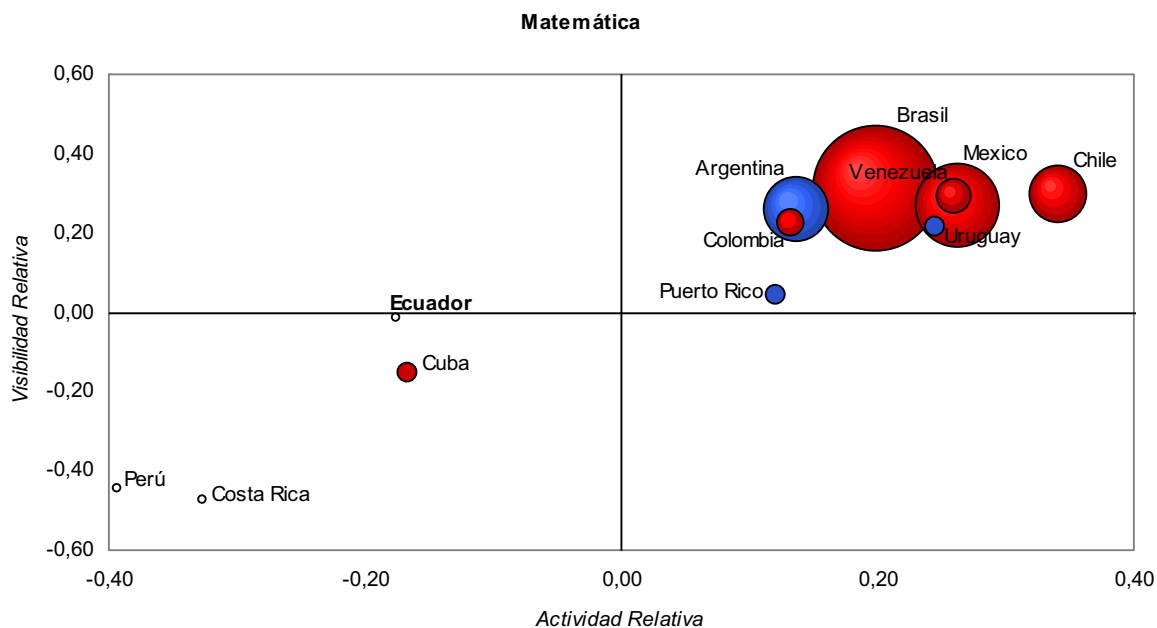
4.5.1.11. Matemáticas

Otro de los frentes de investigación donde la región latinoamericana es sumamente activa son las *Matemáticas*, área que abre el segundo grupo de campos del conocimiento con una cobertura en Scopus que oscila entre los 200 000 y los 700 000 documentos.

América Latina dedica a las *Matemáticas* el 5,42 % de su producción científica total, ascendiente a 30 517 documentos. Scopus abarca en esta área 695 309 documentos que constituyen el 3,71 % de la producción científica global, y donde Latinoamérica es responsable del 3,95 %.

Para Cuba, esta área constituye la duodécima más productiva, con un total de 401 artículos que significan el 2,65 % de la producción nacional, y el 0,06 % de la producción mundial. Es el séptimo país más productor de la región, y el número 67 a nivel mundial de acuerdo con el SJCR. Sin embargo, no se destaca por ser activa, ni tampoco lo suficientemente visible en esta ciencia exacta (Figura 28).

Figura 28. Actividad y visibilidad en el área de las *Matemáticas* de los países latinoamericanos más productivos.



Pudiera argumentarse que el corpus teórico-práctico de las *Matemáticas* es aplicado hoy en numerosas disciplinas, y que en Cuba pudiera estar diseminada esta producción científica en otras áreas temáticas de Scopus. Sin embargo, el volumen de revistas especializadas en

esta área es bastante amplio, y el mismo principio puede aplicarse para la región latinoamericana, que sin embargo es muy activa.

Con excepción de Cuba, Ecuador, Perú y Costa Rica, el resto de los países más productivos de la región son activos y visibles en el área, encabezados nuevamente por Brasil, que es país más visible, México, Argentina y Chile, que es el más activo de todos. Tanto el promedio de citas por documento de la región (4,6) como el nacional (2,5) son inferiores a la media mundial. Sin embargo, Argentina, Uruguay, Puerto Rico y Ecuador están por encima del comportamiento global de este indicador.

La posición negativa de Cuba a partir de estos indicadores, se reafirma a partir de la estrategia de publicación en el campo (Figura 29). No hay variaciones en el promedio del SJR normalizado, pero las investigaciones se dan a conocer cada vez con mayor intensidad en revistas del cuarto cuartil.

Figura 29. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las *Matemáticas* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	0.97	20	4	9	12
2004	1	13	3	8	3
2005	1	29	10	18	12
2006	1	36	6	15	18
2007	1	40	4	15	14

A este factor se suma que, a pesar de que el 99 % de los artículos son publicados en lengua inglesa, y son producto de la colaboración internacional aproximadamente en un 70 % de los casos, la tipología documental se divide casi en partes iguales entre artículos originales y trabajos presentados en eventos científicos. Este detalle, que guarda puntos de contacto con el comportamiento de la producción científica nacional en Ciencia de la Computación, está influyendo de manera objetiva en la visibilidad del área (Ver Anexo 4).

Si bien los trabajos presentados en eventos científicos son una vía fundamental de difusión del conocimiento en esta área, lo cierto es que se hace necesario diseñar una estrategia que, sin abandonar los cánones de la práctica disciplinar, permita orientar a los científicos en

cuanto a la identificación de las revistas con mayor visibilidad para dar a conocer sus mejores investigaciones.

Matemática Aplicada y *Ciencia de la Computación Teórica* son las categorías temáticas más representadas en la producción nacional, donde son líderes absolutas las instituciones del sector universitario (UH, UCLV, UO, ISPJAE y UMAT), y por supuesto, el ICIMAF.

4.5.1.12. Ciencias Sociales

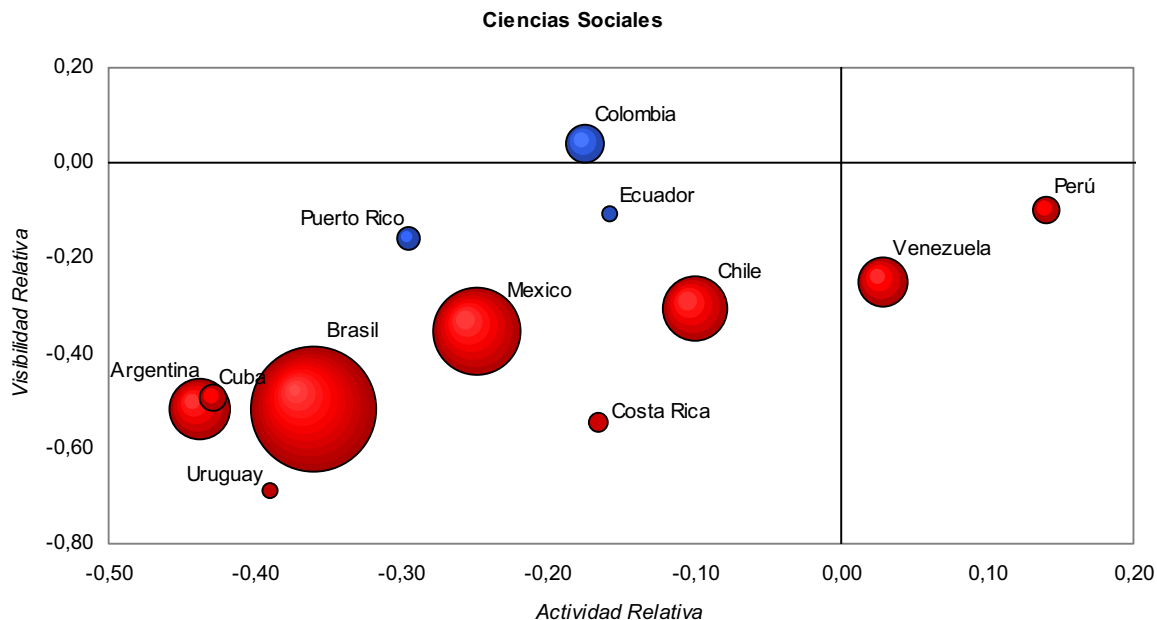
Probablemente, el tema de la utilización de los índices de citas para la evaluación de la actividad investigativa en el campo de las Ciencias Sociales y las Humanidades ha sido uno de los más intensamente debatidos en el ámbito internacional (Hicks, 1999; Kavunenko *et al.*, 2005; Kim, 2004; Lariviere *et al.*, 2006a,b; Marshakova, 2008; Mutschke y Haase, 2001; Nederhof, 2005), y donde la aparición de nuevos índices de citas está comenzando a generar investigaciones comparativas (Norris y Oppenheim, 2007).

En este sentido, las *Ciencias Sociales* tienen una amplia cobertura en Scopus, con un total de 658 927 documentos (3,52 % del total) y un promedio de 3,7 citas por artículo. Sin embargo, de este volumen, Latinoamérica sólo es responsable de 10 283 documentos que representan el 2,03 % de su producción científica total, y el 1,56 % de la producción científica mundial. Cuba es el séptimo productor de la región, y se ubica en la posición 70 a nivel mundial, con un total de 213 documentos (1,41 % de la producción nacional, 0,03 % de la producción mundial) publicados durante el período 1996-2008. El impacto de la producción nacional y regional (1,5 y 2,2 citas por documento, respectivamente) es inferior al de la producción científica mundial.

Todos estos aspectos se van a reflejar en los indicadores de actividad y visibilidad de los 12 países más productivos de la región (Figura 30). Nueve de ellos, incluidos los cuatro países con mayor producción (Brasil, México, Argentina y Chile), se encuentran en el cuadrante menos activo y visible del grafo. Perú y Venezuela son los países más activos en el área. Colombia es el más visible, con un impacto relativo superior a la media mundial, aspecto que comparte con Puerto Rico y Ecuador.

Cuba, conjuntamente con Argentina, ocupa una posición retrasada en el grafo. Aunque la producción durante el período 2003-2008 es baja, se observa una tendencia hacia el aumento de la publicación de artículos en revistas correspondientes al tercer y cuarto cuartil (Figura 31). Sin embargo, no es este el único factor que influye en la baja visibilidad de la producción científica cubana. Más del 50 % de la producción científica en el área ha sido publicada en idiomas diferentes al inglés.

Figura 30. Actividad y visibilidad en el área de las *Ciencias Sociales* de los países latinoamericanos más productivos.



La *Educación* es la categoría temática más abordada por la literatura nacional en Ciencias Sociales, aunque también se observó un volumen significativo en *Geografía, Planificación y Desarrollo*, y una emergencia durante los últimos años de artículos especializados en *Bibliotecología y Ciencia de la Información*. La UH y el ISCMH lideran la producción científica nacional en el área.

Figura 31. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las *Ciencias Sociales* durante el período 2003-2007.

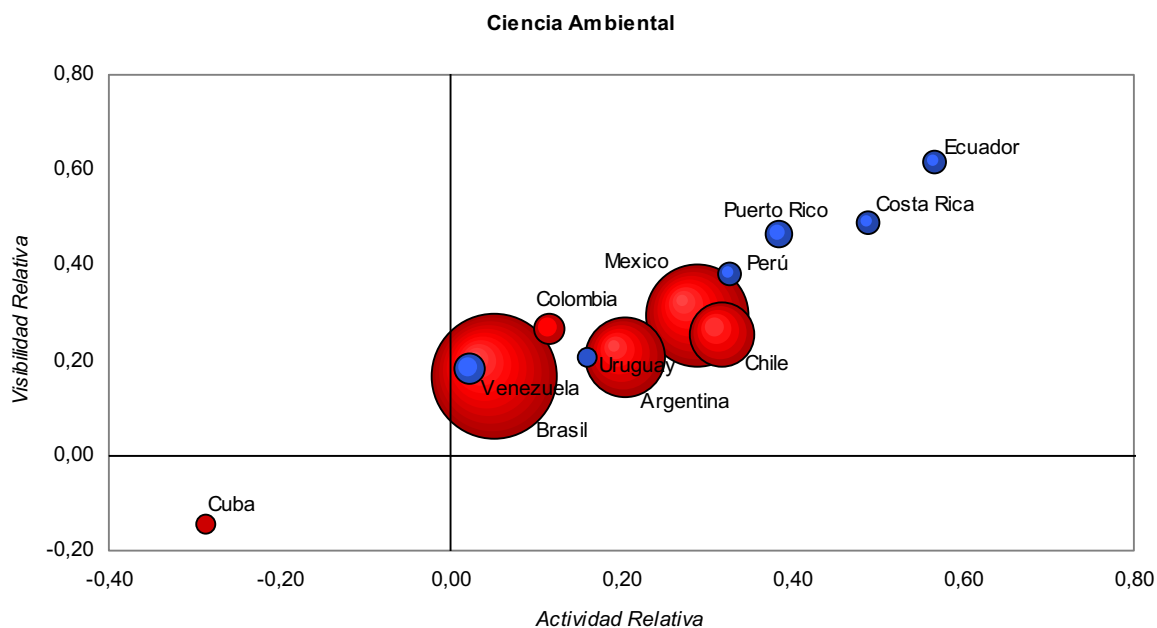
ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	2	2	2	5
2004			1	3
2005	3	8	2	7
2006	4	20	6	5
2007	22	6	2	7

4.5.1.13. *Ciencia Ambiental*

La *Ciencia Ambiental* es la decimotercera mayor área temática de Scopus, con un volumen de 644 452 documentos que abarcan el 3,44 % del total, y con un promedio de 9,66 citas por documento. Latinoamérica alcanza una producción significativa con 25 119 documentos (4,96 % de la producción regional, 3,90 % de la producción mundial), que reciben como promedio 8,9 citas. Cuba, sin embargo, ocupa la posición 81 a nivel mundial, y es el número 11 en la región, con 289 documentos que constituyen el 1,91 % de la producción nacional, y el 0,04 % de la producción mundial. A la baja productividad, se suma un promedio de citas por documento inferior a la media mundial y regional.

La política ambiental desarrollada por el país e impulsada por el CITMA, que incluye redes de instituciones encargadas de la investigación, gestión de información y protección ambiental, contrasta con la posición de Cuba en comparación con los doce países más productivos de la región (Figura 32).

Figura 32. Actividad y visibilidad en el área de la *Ciencia Ambiental* de los países latinoamericanos más productivos.



Con la excepción de Cuba, el resto de los países más productivos de Latinoamérica son activos y visibles en esta área del conocimiento. Ecuador, Costa Rica, Puerto Rico y Perú son los mejor posicionados, y poseen un promedio de citas por documento superior a la media mundial, conjuntamente con Uruguay y Venezuela.

Esta baja visibilidad contrasta con la estrategia de publicación trazada durante el último lustro analizado (Figura 33). Se observa un aumento de la producción científica nacional en revistas del primer cuartil, y un aumento también en el promedio del SJR normalizado. Sin embargo, esta estrategia de publicación orientada hacia la difusión de los resultados de investigación en revistas del primer cuartil, sumado a una alta proporción de artículos originales (84 %) escritos en lengua inglesa (83 %), no ha tenido como resultado el aumento del impacto real (traducido en citas) de la investigación. Constituye esta un área atípica, y es necesario estudiar con mayor profundidad las causas de este comportamiento.

Figura 33. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Ciencia Ambiental* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.06	1	12	10	10
2004	1.01		9	11	5
2005	1.03	2	5	8	11
2006	1.02	4	17	10	14
2007	1.07	5	5	8	32

Ciencia ambiental (misceláneas), *Química ambiental*, *Ciencia y Tecnología del Agua y Ecología* son las categorías temáticas donde se concentra la producción científica nacional. Las instituciones líderes son nuevamente la UH, la UCLV, la UO y el ISPJAE por el sector universitario, y Instituto de Ecología y Sistemática (IES), el ICIDCA y el CNIC por el sector *Ciencia y Técnica*.

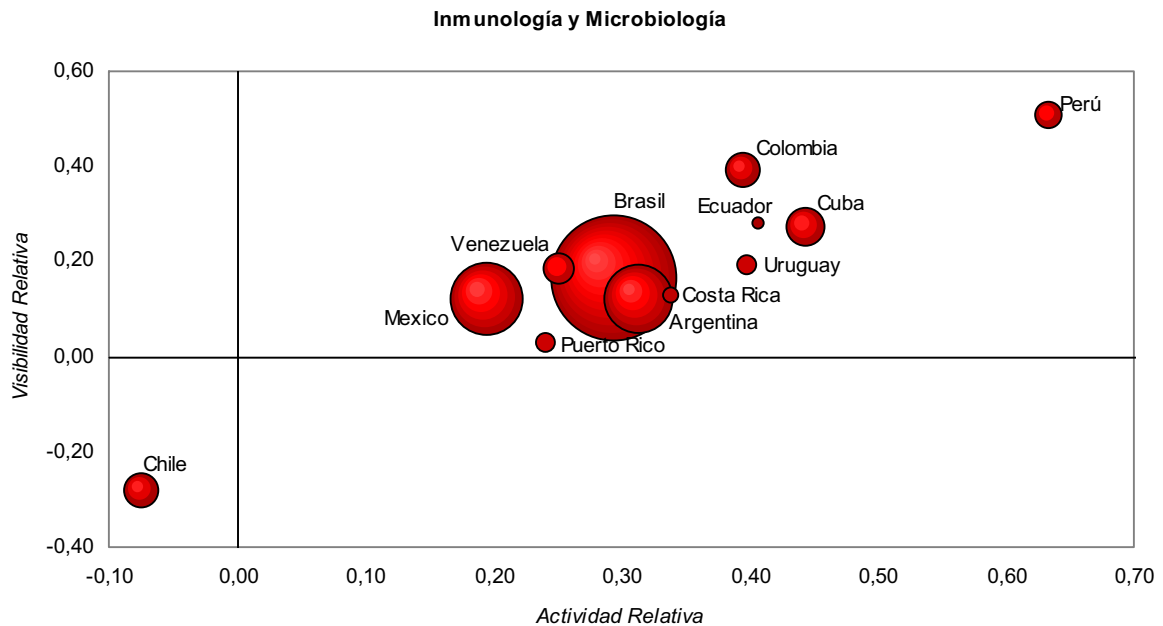
4.5.1.14. Inmunología y Microbiología

Inmunología y Microbiología es un área donde la producción científica cubana exhibe sus principales fortalezas. Constituye una de las cinco áreas temáticas donde la producción documental alcanza índices de actividad y visibilidad superiores a los valores alcanzados por el Mundo (Figura 34).

Esta área es la decimocuarta más productiva en Scopus, con un volumen de 584 851 documentos que constituyen el 3,12 % de la producción mundial, y el cuarto promedio de citas por artículo más alto entre todas las áreas temáticas (17,09). En ese contexto, la

producción científica latinoamericana alcanza la cifra de 28 209 documentos, que constituyen el 5,57 % del total de la región, y el 4,82 % de la producción mundial.

Figura 34. Actividad y visibilidad en el área de la *Inmunología y Microbiología* de los países latinoamericanos más productivos.



Inmunología y Microbiología es la novena área más productiva de Latinoamérica, con un alto promedio de 10,1 citas por documento. Esto trae como consecuencia la ubicación de todos los países más productivos de la región, con la sola excepción de Chile, en el cuadrante de máxima actividad y visibilidad.

Cuba ocupa una destacadísima cuarta posición entre los países más productivos de la región, así como el lugar 44 a nivel mundial, a partir de 1 227 documentos que constituyen el 8,10 % de la producción nacional, y el 0,21 % de la mundial. Es el segundo país más activo después de Perú, y el cuarto más visible, después de Perú, Colombia y Ecuador. Lo interesante de esta visibilidad (y también lo atípico, como también lo será en el caso de la Farmacología), radica en la alta proporción de artículos publicados en idioma español (45 %), y la creciente divulgación de los resultados de las investigaciones en revistas pertenecientes al cuarto cuartil (Figura 35). Esta proporción de trabajos, publicados fundamentalmente en la Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia,

disminuye ostensiblemente el promedio de citas por artículo del país (5.4) con respecto al promedio mundial. No obstante, contar con una publicación que recoja parte de la producción nacional, garantiza que la producción nacional en el área continúe siendo activa durante los próximos años.

Figura 35. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Inmunología y la Microbiología* durante el período 2003-2007.

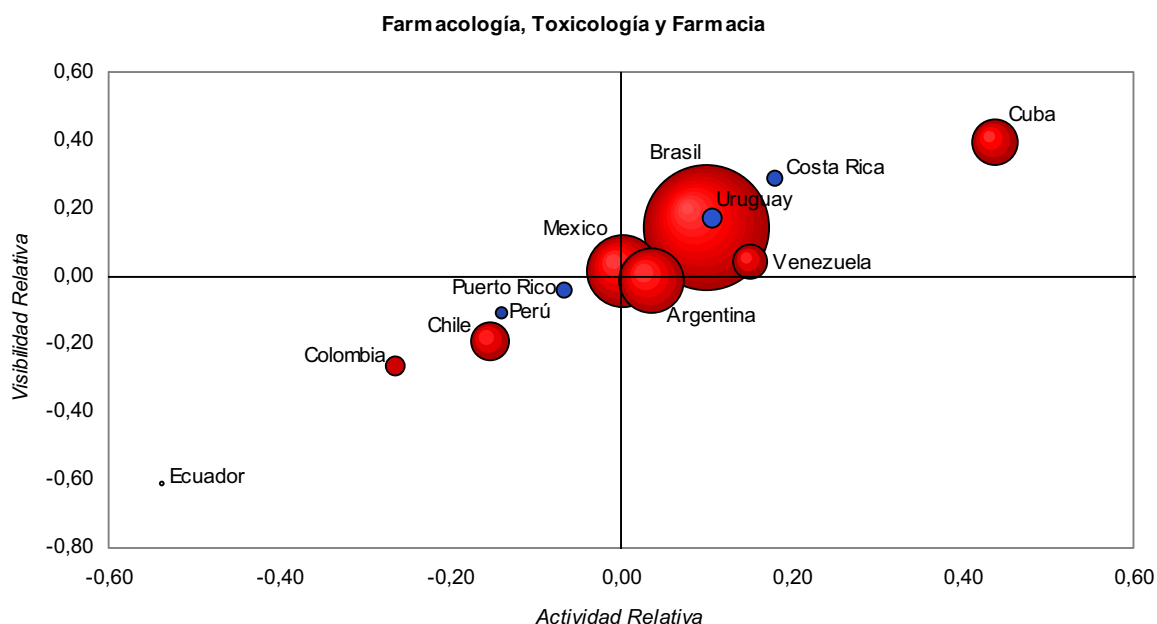
	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	0.98	55	22	19	26
2004	0.98	23	32	19	23
2005	0.98	36	17	23	14
2006	0.98	105	12	53	31
2007	0.98	92	27	32	25

La producción científica nacional ha estado distribuida de manera uniforme entre las diversas categorías temáticas del área, con destaque para la *Inmunología, Microbiología Aplicada y Biotecnología, Parasitología, Microbiología y Virología*. Las instituciones pertenecientes al Polo Científico del Oeste de la Ciudad de La Habana (CIGB, CIM, Instituto Finlay y CNIC) pertenecientes al sector *Ciencia y Técnica*, la Universidad de La Habana, y centros e institutos de investigación del sector sanitario como el Centro Internacional de Restauración Neurológica y el Instituto de Hematología e Inmunología, son los líderes indiscutibles. En el último lustro analizado, importantes resultados científicos como la primera vacuna mundial sintética contra la Influenza de tipo B, entre otros candidatos vacunales para el tratamiento de distintos tipos de cáncer, tuvieron un notable reconocimiento tanto nacional como internacional.

4.5.1.15. Farmacología, Toxicología y Farmacia

Al igual que el área *Inmunología y Microbiología*, el área de la *Farmacología, Toxicología y Farmacia* es de las más importantes en el país. Indiscutiblemente, es el área donde mayores diferencias establece Cuba con respecto al resto de los países más productivos de la región (Figura 36).

Figura 36. Actividad y visibilidad en el área de la *Farmacología, Toxicología y Farmacia* de los países latinoamericanos más productivos.



Cuba es nuevamente al cuarto productor de la región, y el número 44 en el listado de países productores en el área, con un volumen de 1 011 documentos, que representan el 6,68 % de la producción del país, el 6,75 de la producción regional, y el 0,21 % de la producción mundial, ascendiente esta última a 489 673 documentos (2,61 % del total).

La región latinoamericana también es activa y visible en el área, con sus 14 979 documentos que representan el 2,96 % de la región y el 3,06 % del Mundo. La mitad de los doce países más productivos de la región (Cuba, Costa Rica, Uruguay, Venezuela, Brasil y México) se sitúan en el cuadrante de mayor actividad y visibilidad. Cuba es, por mucho, el mejor ubicado en el grafo. Sin embargo, son Costa Rica y Uruguay entre los más visibles y Puerto Rico y Perú entre los menos visibles, los que poseen un promedio de citas por documento superior al del mundo.

Cuba posee un bajo promedio de citas por artículo (3,8). Este aspecto, al igual que en el área anteriormente mencionada, está provocado por un 55 % de artículos con bajo índice de citación escritos en idioma español y publicados por revistas iberoamericanas. No obstante, durante el último lustro analizado la producción en revistas del cuartil 1 ha tenido cifras significativas, que han permitido que, a pesar de crecer la producción en revistas de cuartiles inferiores, el promedio del SJR normalizado no tenga apenas variaciones.

Figura 37. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Farmacología, Toxicología y Farmacia* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	0.99		22	24	13
2004	1		44	37	32
2005	1.01	7	71	10	61
2006	1	46	38	9	47
2007	0.99	68	22	11	24

Ciencias Farmacéuticas, Farmacología, Descubrimiento de Fármacos y Toxicología son, en ese orden, las categorías temáticas más representadas en el área. Las universidades de La Habana y Villa Clara por el sector universitario; CIGB, CNIC y el CIM por el Polo científico; y el Centro de Química Farmacéutica (CQF) y el Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos (CIDEM) por el sector sanitario, alcanzaron los mejores resultados.

4.5.1.16. Gestión y Contabilidad Empresarial

Gestión y Contabilidad Empresarial es la decimosexta área temática con mayor cobertura en Scopus, con un volumen de 347 821 documentos (1,86 % del total), y un promedio de 4,1 citas por documento.

Latinoamérica está pobremente representada en la basa de datos, con sólo 2 066 documentos (0,41 % de la región, 0,59 % del total mundial), y un promedio de 3,1 citas por documento. De esta forma, los doce países más productivos de la región se ubican en el cuadrante con menor actividad y visibilidad del grafo (Figura 38).

Cuba está pobremente representada, con solamente 20 artículos (0,13 % de la producción nacional, 0,01 % de la producción mundial) que la ubican en la posición número 93 a nivel mundial, y en la novena posición de la región, con apenas 0,3 citas recibidas por documento. Más del 50 % de los trabajos fueron publicados en revistas pertenecientes a la categoría *Gestión de sistemas de información* de Scopus durante los años 2000 y 2001. Apenas nueve trabajos se publicaron durante el período 2003-2007, en revistas con poca visibilidad (Figura 39). No se observó estabilidad en la producción científica, ni se pudo identificar liderazgo institucional en el área.

Figura 38. Actividad y visibilidad en el área de las *Gestión y Contabilidad Empresarial* de los países latinoamericanos más productivos.

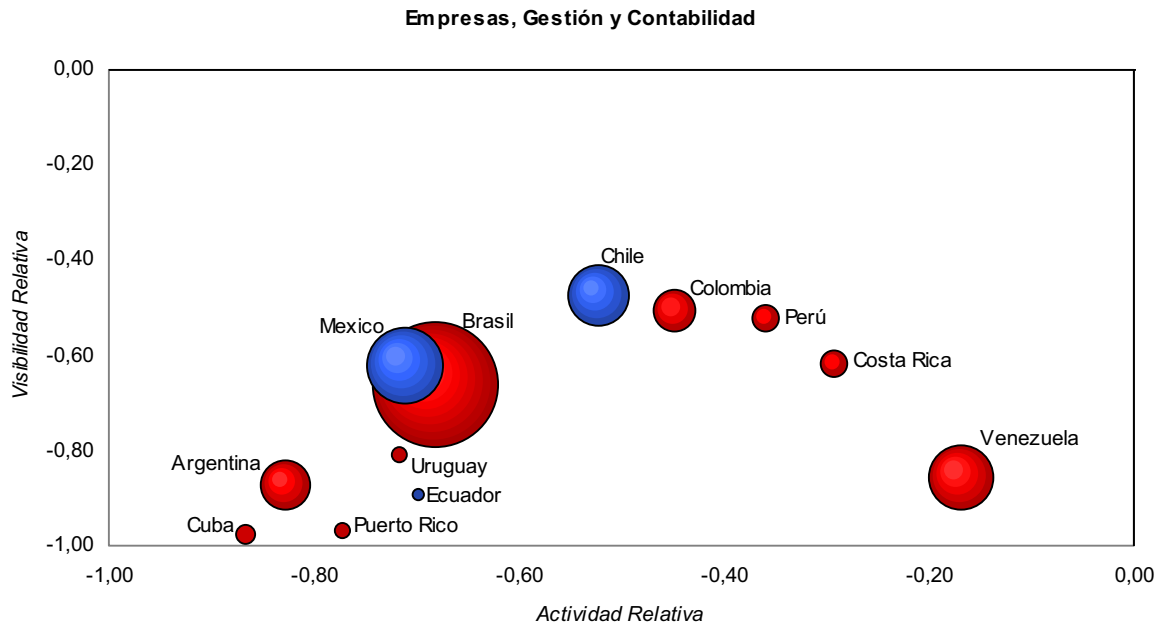


Figura 39. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las *Gestión y Contabilidad Empresarial* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.01		1		
2004	0.98		1	3	
2005	0				
2006	1.01		1	3	
2007	0				

4.5.1.17. Neurociencia

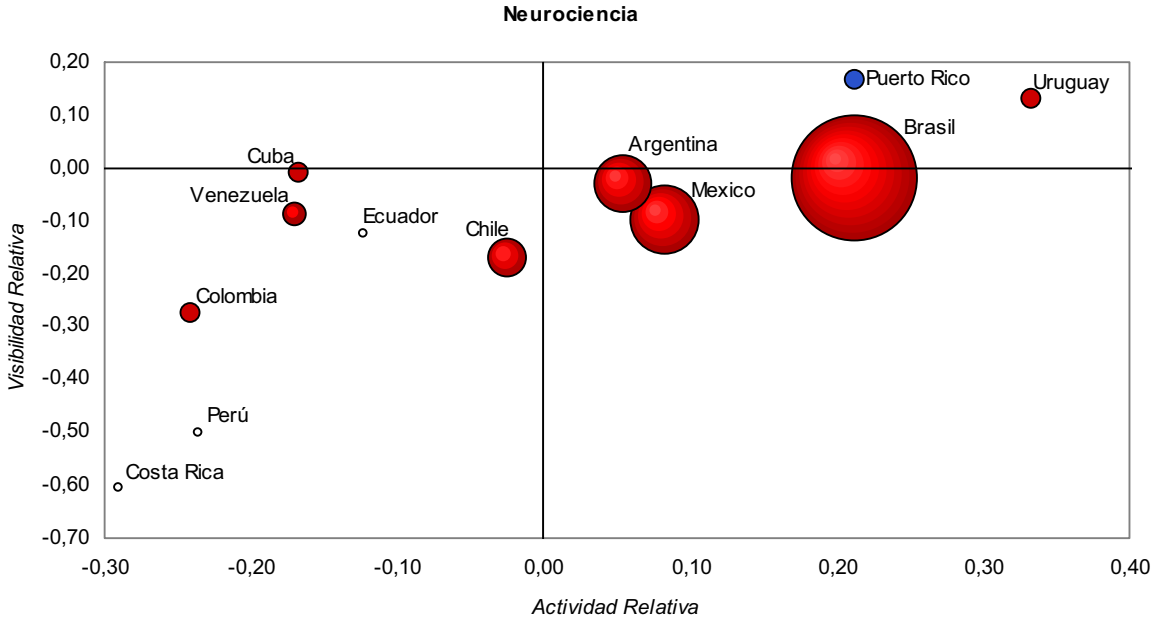
El área de la *Neurociencia* ha sido estudiada en varias ocasiones como muestra para ejercicios de evaluación bibliométrica, por cuanto las propias instituciones que desarrollan su actividad en esta esfera han implementado en mayor o menor medida sistemas de evaluación del desempeño de sus investigadores (Arencibia y Rousseau, 2009; Dorta Contreras *et al.*, 2008a,b).

La *Neurociencia* abarca 347 003 documentos en Scopus (1,85 %), de los cuales 11901 fueron producidos por instituciones latinoamericanas (2,35 % del total regional, 3,43 % del

total Mundial). En el marco del desarrollo científico cubano, los especialistas dedicados al área de las neurociencias han alcanzado notables resultados, en especial durante los últimos 20 años. Existen varias entidades de ciencia e innovación tecnológica que abordan de forma altamente especializada aspectos relativos al funcionamiento del cerebro y las enfermedades que lo afectan, y ofrecen productos y servicios de alto valor agregado. Además, existen otros centros y hospitales del país que tributan investigaciones, tanto al Programa Nacional de Neurociencias, como a programas ramales financiados por el MINSAP referidos a enfermedades transmisibles y no transmisibles, donde participa un grupo numeroso de profesionales e investigadores especializados en este campo temático. Sin embargo, la naturaleza multidisciplinar del área hace que la literatura se disperse en revistas pertenecientes a diferentes áreas y categorías temáticas de Scopus, como la *Psicología*, la *Neurología Clínica*, la *Matemática aplicada*, entre otras.

De esta manera, sólo 200 artículos cubanos fueron recogidos en el área, que representa el 1,32 % de la producción nacional, y el 0,06 % de la producción mundial. El promedio de citas por artículo de la producción nacional es de 13,2, mayor incluso que el de la producción regional (11,1), aunque inferior al promedio mundial (20,2). Esto permite ubicar al país casi al mismo nivel que el mundo en materia de visibilidad (Figura 40).

Figura 40. Actividad y visibilidad en el área de la *Neurociencia* de los países latinoamericanos más productivos.



Solamente dos países rebasan ese umbral: Uruguay y Puerto Rico, los cuales encabezan también el ranking de los más activos, seguidos de Brasil, México y Argentina. Si bien no es de los más activos, Cuba es el séptimo mayor productor de la región, y el número 49 a nivel Mundial en el área; y su estrategia de publicación ha estado dirigida desde hace varios años hacia la publicación de artículos en las principales revistas de su categoría (Figura 41).

Figura 41. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Neurociencia* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.02	3		4	7
2004	1.08	3	4	6	20
2005	1.03	2	1	10	13
2006	1.02	2	2	7	6
2007	1.06	5	3	8	19

Como puede apreciarse, las revistas del primer cuartil tienen un rol protagónico durante el período 2003-2007. Las categorías temáticas *Neurociencia (misceláneas)* y *Neurociencia cognitiva* son las más activas. El Centro de Neurociencias de Cuba (CNC), el Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN), y el Instituto de Neurología y Neurocirugía (INN) son las instituciones nacionales que lideran la producción científica nacional en esta área.

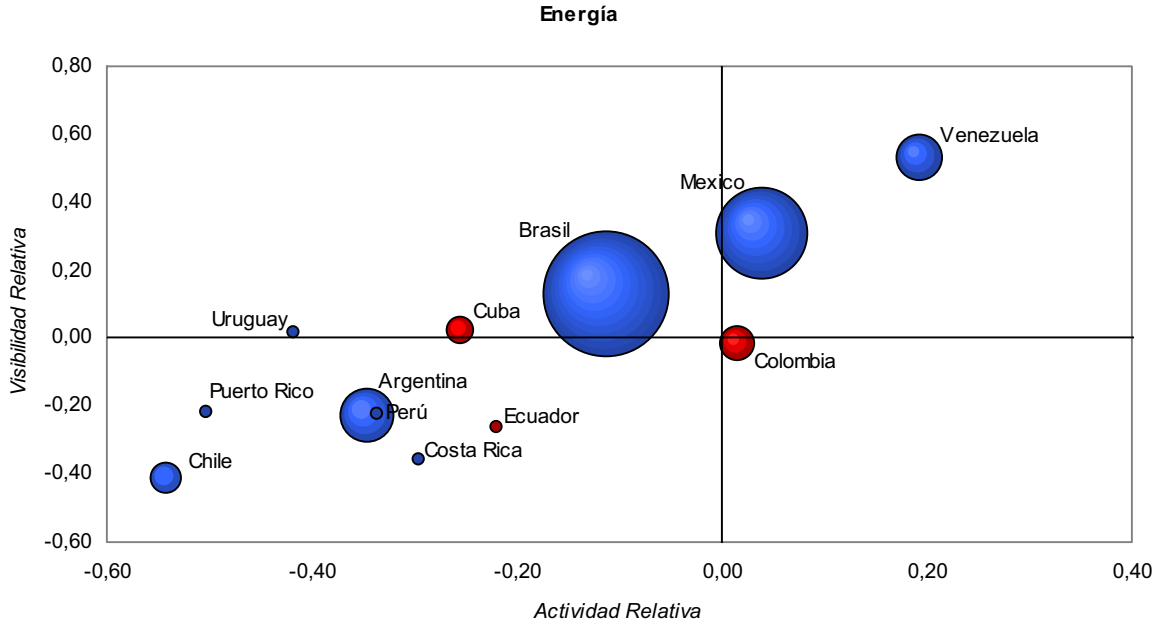
4.5.1.18. Energía

La *Energía* es un área temática donde varias instituciones latinoamericanas poseen marcado protagonismo. El área está representada en Scopus por un total de 254 372 documentos, de los cuales 5 367 (1,06 % de la región; 2,11 % del total mundial) fueron producidos por instituciones latinoamericanas, y 122 (0,81 % de la región; 0,05 % del total mundial) por instituciones cubanas. El promedio de citas por artículo de Latinoamérica (3,8) es superior al mundial (3,0) y al de la producción científica cubana (2,5).

Cuba ocupa la posición 70 a nivel mundial, y una séptima posición entre los 12 países líderes de la región. Conjuntamente con Venezuela, México, Brasil y Uruguay, conforma el grupo de países con visibilidad superior a la media mundial, aunque no se especializa en la temática. Venezuela, México y Colombia son los únicos que se especializan en el área,

aunque sólo los dos primeros ocupan el cuadrante más activo y visible en el grafo (Figura 42). Excepto Cuba, Ecuador y Colombia, todos poseen un promedio de citas por documento superior al promedio mundial.

Figura 42. Actividad y visibilidad en el área de la *Energía* de los países latinoamericanos más productivos.



Las investigaciones nacionales sobre el tema se publican en las principales revistas de investigación internacionales, especialmente en las que ocupan el cuartil 1 de acuerdo con el SJCR (Figura 43).

Figura 43. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Energía* durante el período 2003-2007.

ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.08		2	11
2004	1.13	1	1	5
2005	1.06		2	4
2006	1.08	2	3	9
2007	1.03		5	3

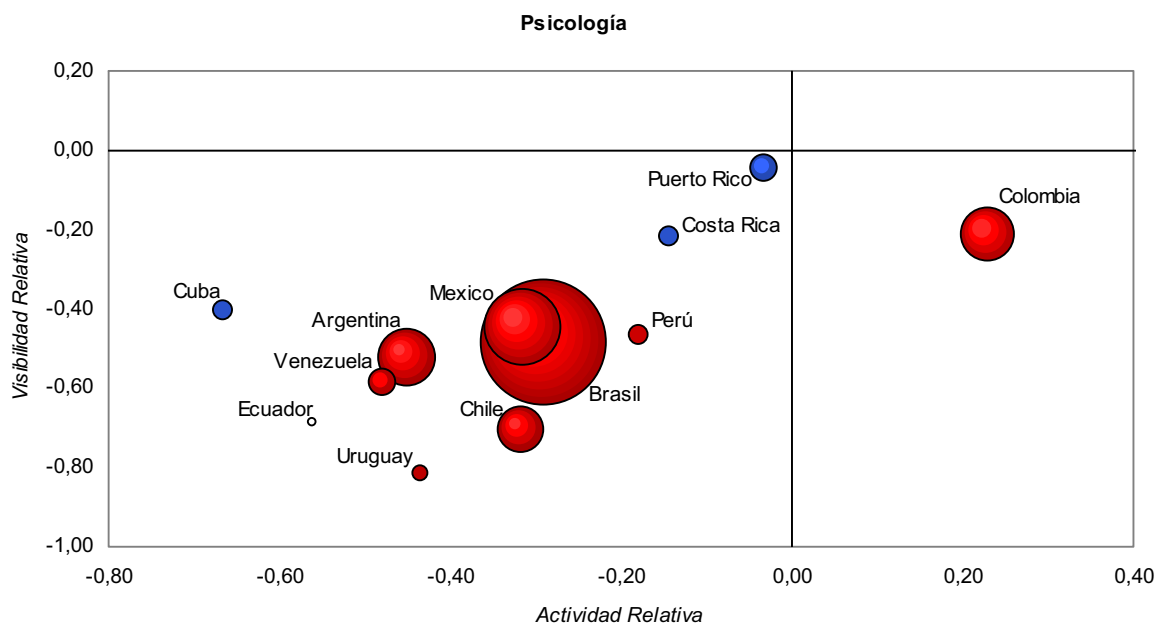
Energía e Ingeniería Nuclear y Energía Renovable, Sustentabilidad y Medio Ambiente son las categorías temáticas donde se concentra la producción científica, la cual es liderada por el CEADEN del sector *Ciencia y Técnica*, y el INSTEC y la UH del sector *Educación Superior*.

4.5.1.19. Psicología

La *Psicología* es un área pobremente representada a nivel regional y nacional. Sin embargo, es una de las cuatro áreas donde Cuba tiene un promedio de citas por artículo superior al promedio regional y mundial.

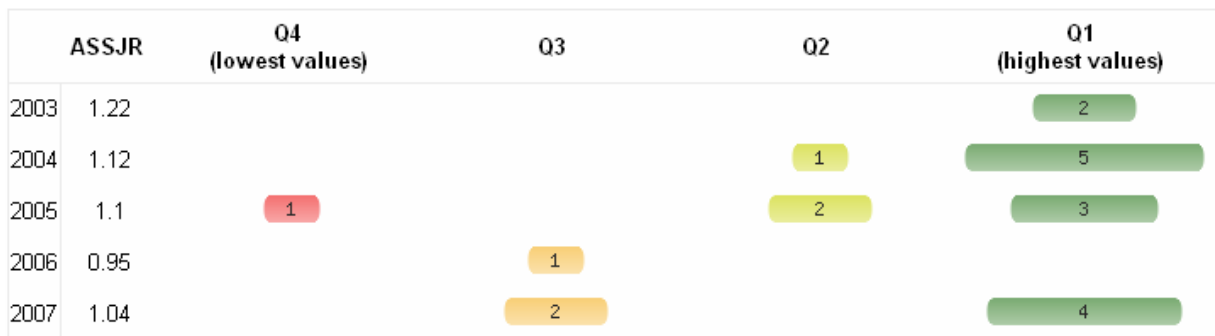
El área temática abarca un total de 247 843 documentos (1,32 % del total). La producción científica latinoamericana, ascendente a 3 568 documentos, cubre sólo un 1,44 % de la producción mundial en el área, y apenas el 0,70 % de la producción total de la región. Cuba sólo tiene 40 artículos indexados en esta área, que constituyen el 0,26 % de la producción nacional y el 0,02 % de la producción mundial. Esta ubicada en la novena posición en la región, y en el puesto 64 a nivel Mundial; y recibe 9,6 citas por documento, por lo que integra junto a Puerto Rico y Costa Rica el trío de países con mayor impacto relativo que el mundo (Figura 44). Ninguno de los doce países se ubica en el cuadrante principal del grafo, y el único país especializado en el área es Colombia.

Figura 44. Actividad y visibilidad en el área de la *Psicología* de los países latinoamericanos más productivos.



El impacto de los trabajos nacionales en el área, esta dado por los canales de comunicación escogidos para la divulgación de los resultados, que en su mayoría son revistas que integran el primer cuartil del área de acuerdo con el valor de su SJR (Figura 45).

Figura 45. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Psicología* durante el período 2003-2007..



Psicología (misceláneas), *Neuropsicología* y *Fisiología Psicológica*, y *Psicología Experimental y Cognitiva*, son las tres categorías temáticas que recogen la mayor cantidad de artículos; y el CNC es la institución líder.

4.5.1.20. Arte y Humanidades

Las *Artes y Humanidades* abarcan 231 721 documentos que constituyen el 1,24 % del total mundial en Scopus. Sin embargo, a nivel regional están pobremente representadas, con sólo 1 899 documentos que constituyen el 0,38 % de la producción regional, y el 0,82 % de la producción mundial. Cuba tiene un promedio de 3,3 citas por documento, superior al promedio regional (1,36) y al mundial (1,44). Sin embargo, la producción científica nacional es ínfima, sólo 15 artículos en un período de 13 años (0,10 % de la nación; 0,01 % del Mundo), nueve de ellos entre el 2003-2007, y seis pertenecientes a la categoría temática *Historia*. Con esta cifra, Cuba sólo alcanza la posición 79 a nivel mundial, y la oncenava entre los doce países más productivos de la región.

Brasil, Argentina, Chile y México son los más productivos, y los doce países se encuentran en el cuadrante de menor actividad y visibilidad (Figura 46). Venezuela, México, Puerto Rico, Cuba y Argentina poseen un impacto relativo superior al mundo. Se hace evidente la ausencia en esta área de una cultura de difusión de los resultados de investigación en publicaciones seriadas visibles internacionalmente (Figura 47), por lo que sigue siendo esta

área un dominio cognitivo donde la evaluación bibliométrica de la investigación a partir de índices de citas aún no es lo suficientemente objetiva (Moed, 2005).

Figura 46. Actividad y visibilidad en el área de las *Artes y Humanidades* de los países latinoamericanos más productivos.

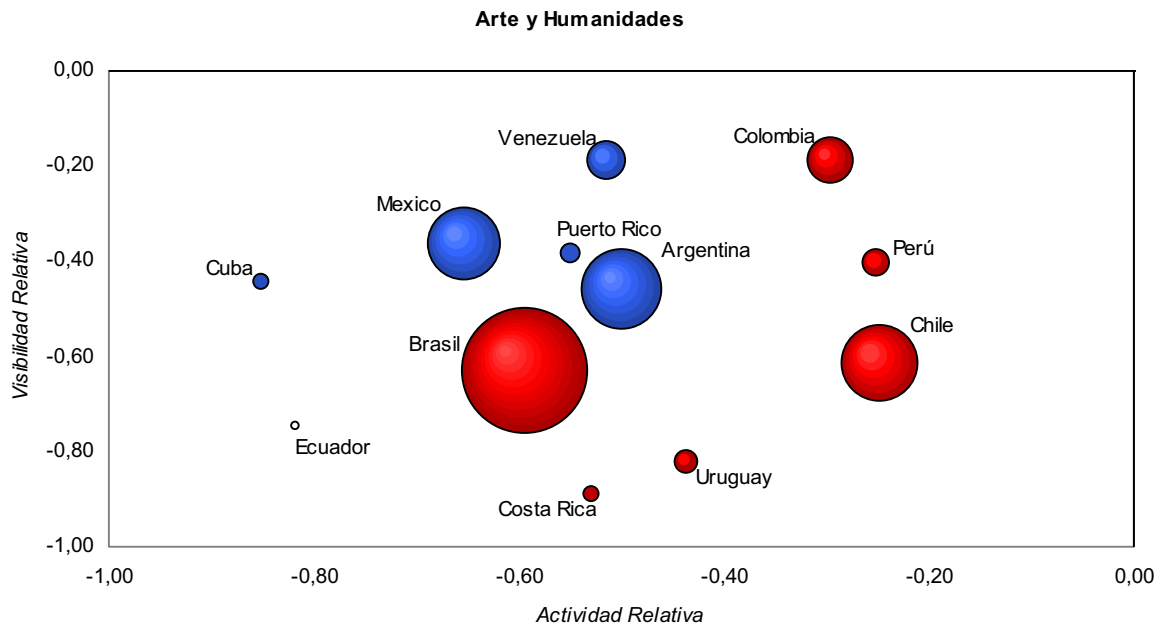


Figura 47. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las *Artes y Humanidades* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	0.93			1	
2004	0				
2005	1.15		1	1	2
2006	0.98		1	1	
2007	1.33				1

4.5.1.21. Área Multidisciplinar

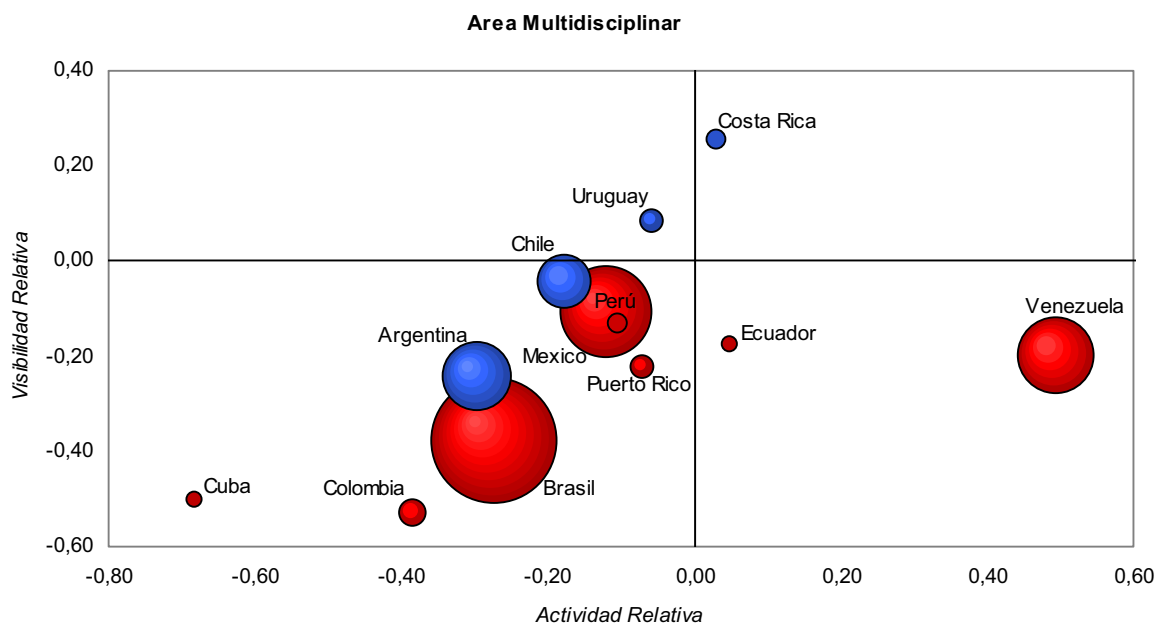
El tercer bloque de áreas menos productivas (70 000 a 200 000 documentos) comienza con un área multidisciplinar, que agrupa revistas con amplia cobertura temática. Entre ellas, conocidas revistas de difusión de la investigación científica como Science o Nature. El área multidisciplinar contiene 197 271 documentos (1,05 % del total), y posee el más alto

promedio de citas por documento (35,6), por lo que se trata de revistas con alta visibilidad para la comunidad científica internacional.

Latinoamérica publica 3 717 documentos (0,73 % de la producción regional; 1,88 % de la producción mundial), con un promedio de 25,2 citas por documento. Cuba sólo publicó 30 artículos en el área (0,20 % de la producción nacional; 0,02 % de la producción mundial), 19 de ellos en el período 2003-2007, recibiendo 29,6 citas por documento.

Venezuela, el tercer país más productivo después de Brasil y México, es el país más activo de la región. Sin embargo, Costa Rica es el más visible, y es el único país que se ubica en el cuadrante principal de la Figura 48. Costa Rica, Uruguay, Chile y Argentina tuvieron un promedio de citas por documento superior al promedio mundial.

Figura 48. Actividad y visibilidad en el área multidisciplinaria de los países latinoamericanos más productivos.



Cuba es el país menos activo entre los doce más productivos, de ahí su posición retrasada en el grafo. Es el decimoprimer más productivo de la región, y el número 78 a nivel mundial. Las revistas donde se publican las investigaciones son mayoritariamente del cuartil 1 (Figura 49). Los autores pertenecientes a la UH han logrado publicar con mayor frecuencia en las revistas de esta área, aunque en sentido general, no se observa liderazgo por parte de alguna institución nacional.

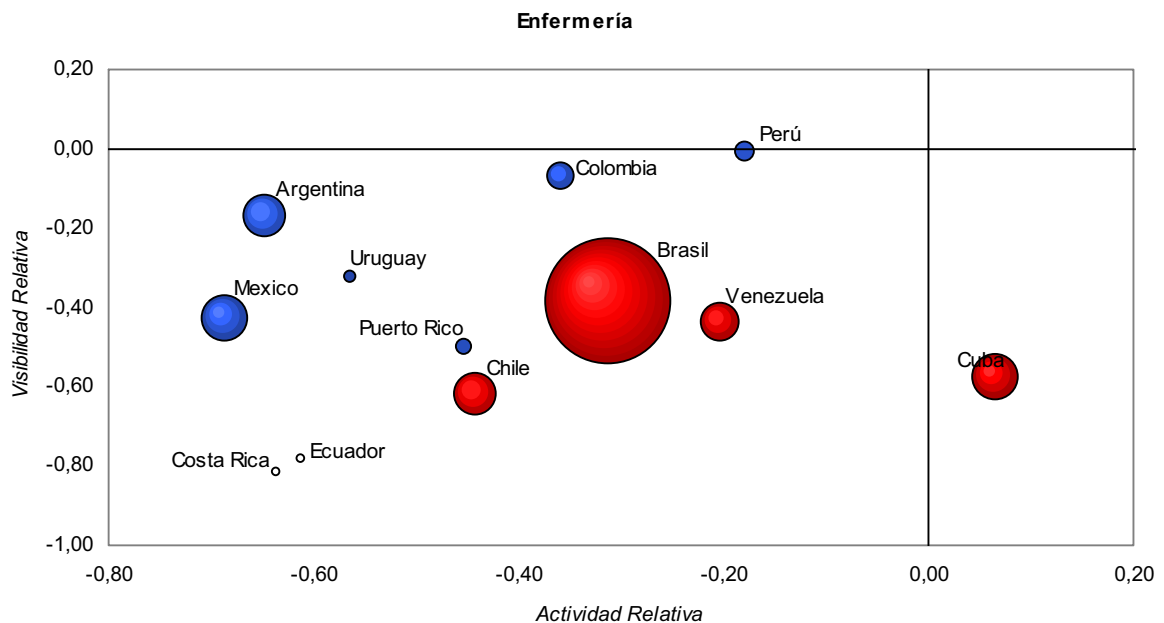
Figura 49. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área multidisciplinaria durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.19			1	1
2004	1.19				4
2005	1.32				2
2006	1.05		1	2	2
2007	1.06		3		3

4.5.1.22. Enfermería

La *Enfermería* es otra de las áreas menos productivas de Scopus, pero donde la producción científica nacional alcanza niveles de actividad intensos. Scopus agrupa en esta área un total de 193 607 documentos que constituyen el 1,03 % de la producción científica global, y donde Latinoamérica, con 2 251 documentos, abarca el 0,44 %. Cuba produce en esta área 178 documentos que constituyen el 1,18 % de la producción nacional, y el 0,65 % de la producción mundial. Cuba es el tercer país más productor de la región, después de Brasil y México, y el número 35 a nivel mundial. Es el más activo de la región (Figura 50), en la que todos los demás países están situados en el cuadrante menos activo y visible.

Figura 50. Actividad y visibilidad en el área de la *Enfermería* de los países latinoamericanos más productivos.



Perú, Colombia, Puerto Rico, Uruguay, Argentina y México tienen un promedio de citas por artículo por encima de la media mundial. El promedio de citas por artículo es bajo para la nación (0,6), alejado del 4,7 identificado en la región, y todavía mucho más del 5,8 indicado para el mundo. La mayor parte de los artículos son publicados en revistas pertenecientes al cuarto cuartil (Figura 51), especialmente nacionales, como la *Revista Cubana de Enfermería*. Los institutos superiores de Ciencias Médicas de La Habana y Camaguey, son fundamentalmente los líderes institucionales.

Figura 51. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Enfermería* durante el período 2003-2007.

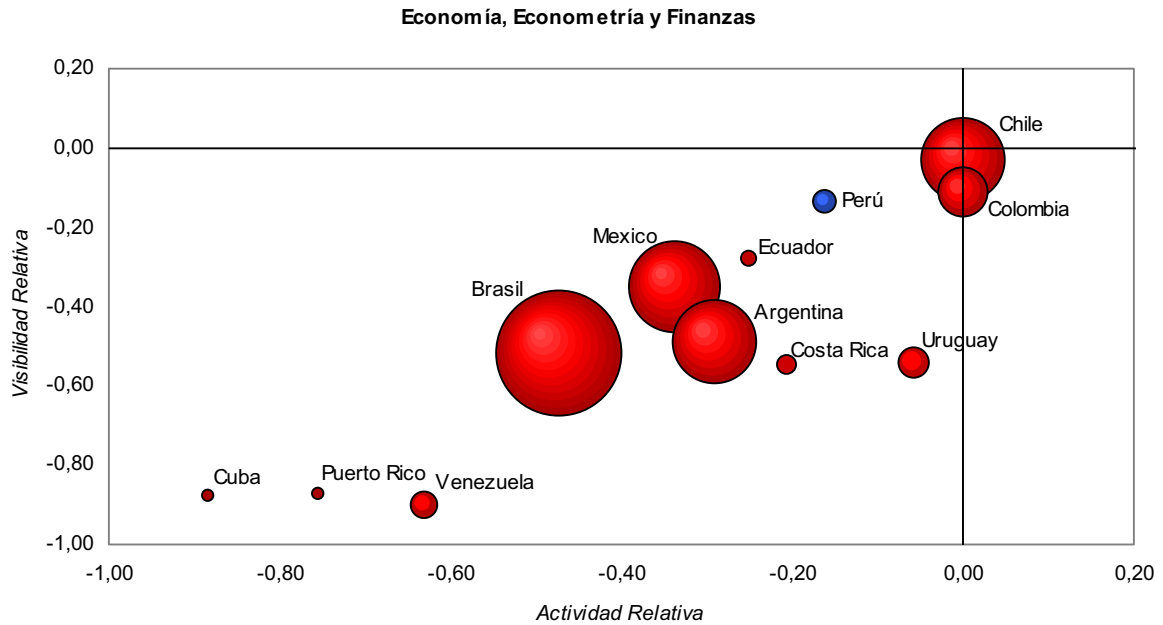
	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	0				1
2004	1.01				1
2005	1.13			1	1
2006	0.99	26		3	1
2007	0.99	14			4

4.5.1.23. Economía, Econometría y Finanzas

Economía, Econometría y Finanzas es el área temática de Scopus con menor producción científica nacional. Sólo 9 documentos (0,06 % de la producción nacional; 0,005 % de la producción mundial) en 13 años hacen imposible la caracterización bibliométrica de este dominio del conocimiento, donde los hábitos de publicación de los investigadores del país están al margen de la llamada *corriente principal* de la ciencia, o al menos de las 483 publicaciones seriadas indexadas por Scopus en esta área temática, 25 de ellas iberoamericanas.

Scopus engloba un total de 181 171 documentos (0,97 % del total), de los cuales 2 453 son producidos por Latinoamérica (0,49 % de la región; 1,36 % del total mundial). El promedio de citas por artículo de la producción mundial (7,4), es mayor que el regional (5,1) y el nacional (3,8). Cuba ocupa la posición 112 a nivel mundial, y la duodécima entre los 12 países más productivos, y ocupa la posición más retrasada en el cuadrante de menor actividad y visibilidad (Figura 52).

Figura 52. Actividad y visibilidad en el área de la *Economía, Econometría y Finanzas* de los países latinoamericanos más productivos.



Chile y Colombia son los mejor ubicados en el grafo, con un comportamiento muy similar al del mundo. Ninguno de los países ocupa el cuadrante de mayor actividad y visibilidad, y sólo Perú sobrepasó el promedio de citas por artículo mundial. Por su parte, de los nueve artículos nacionales, seis fueron publicados durante el período 2003-2007, cuatro de ellos en revistas del primer cuartil (Figura 53). No se observó liderazgo por parte de ninguna institución nacional.

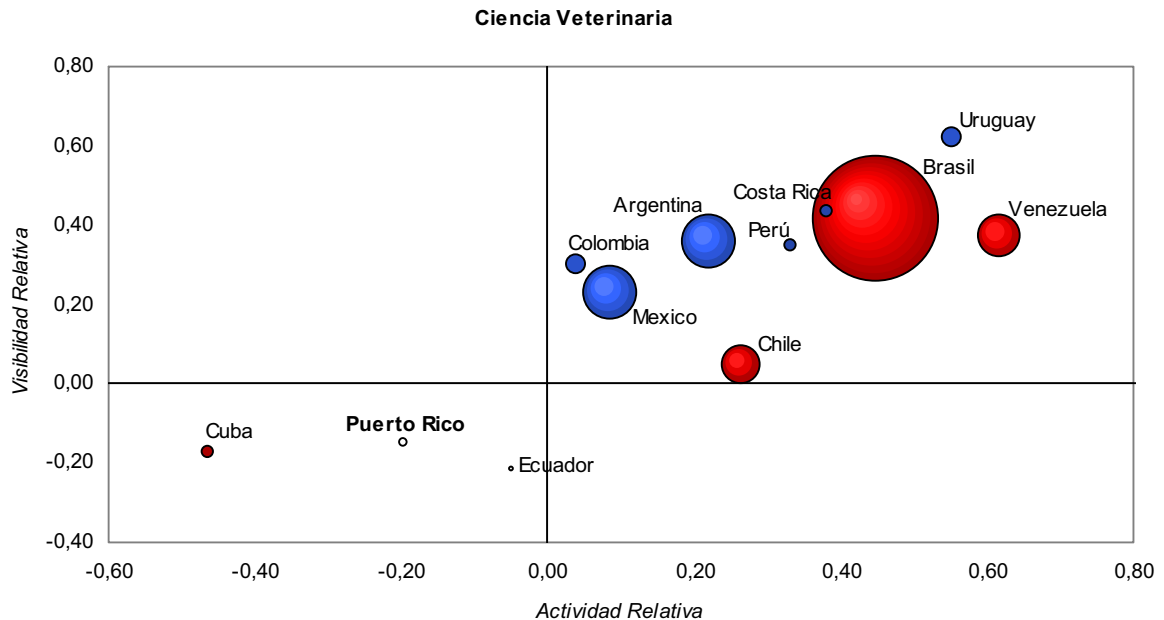
Figura 53. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Economía, Econometría y Finanzas* durante el período 2003-2007.

ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	0			
2004	1.06			1
2005	1.23		1	1
2006	0			
2007	1.08	1		2

4.5.1.24. Veterinaria

Latinoamérica es especialmente activa en el área de la *Veterinaria*. De los 179 786 documentos en Scopus correspondientes a esta área (0,96 % del total), 10 025 pertenecen a Latinoamérica (1,98 % de la región, 5,58 % del Mundo); y con las excepciones de Cuba, Puerto Rico y Ecuador, el resto de los doce países más productivos de la región se sitúan en el cuadrante más activo y visible, encabezados por Brasil, el mayor productor por amplio margen (Figura 54). Venezuela es el país más activo, y Uruguay el más visible. Tanto Uruguay como Costa Rica, Perú, Argentina, Colombia y México poseen un promedio de citas por documento superior al promedio mundial.

Figura 54. Actividad y visibilidad en el área de la *Veterinaria* de los países latinoamericanos más productivos.



Cuba ocupa la décima posición en la región, y la número 82 a nivel mundial, con un promedio de 4,8 citas por artículo, superior al promedio regional (4,2), pero inferior al promedio mundial (5,2). El total de documentos cubanos asciende a 53, y representa sólo el 0,35 % de la producción nacional, y el 0,03 % de la producción mundial.

La mitad de ellos han sido publicados durante el período 2003-2007, de los cuales un 20 % han aparecido en revistas del cuartil 1 de acuerdo con el valor del SJR (Figura 55). La producción científica en esta área se concentra en las ECIT pertenecientes al MES, como el

Instituto de Ciencia Animal (ICA), el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) y la Universidad Agraria de La Habana (UNAH).

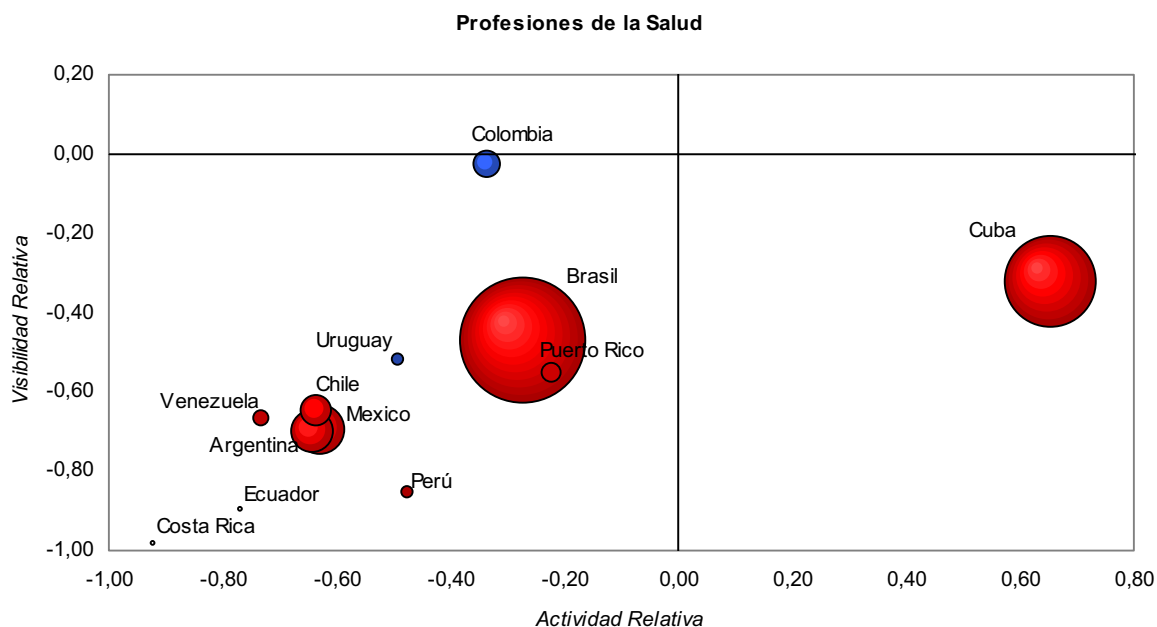
Figura 55. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Veterinaria* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.02			1	
2004	1.09	1		1	8
2005	0.98	1	1	2	
2006	1	3	1	1	1
2007	1.06			2	2

4.5.1.25. Profesiones en Salud

En el área de las *Profesiones en Salud* la producción científica nacional alcanza su mayor índice de visibilidad (Figura 56).

Figura 56. Actividad y visibilidad en el área de las *Profesiones de Salud* de los países latinoamericanos más productivos.



Es la décima área más productiva para Cuba, con un total de 460 documentos que representan el 3,04 % de la producción nacional, y el 0,39 % de la producción mundial. Cuba es el segundo país más productor de la región, y alcanza la posición 28 a nivel mundial de acuerdo con el SJCR.

Scopus recoge 118 914 documentos en el área (0,63 % del total), de los cuales 1 792 (0,35 % de la región; 1,48 % de la producción mundial) fueron realizados por instituciones latinoamericanas. El promedio de citas por documento del mundo (10,2) es mucho mayor que el de Latinoamérica (4,3), y todavía mucho más que el de la producción nacional (0,5). Este bajo impacto relativo provoca que las instituciones más productivas de la región sean inferiores a la media mundial en cuanto a su visibilidad (Figura 56). Todas ocupan el cuadrante menos activo y visible, con la excepción de Cuba, que logra traspasar los umbrales de la visibilidad. La baja visibilidad está estrechamente relacionada con una colaboración internacional descendente, más de un 90 % de los documentos publicados en castellano, y un volumen extenso de artículos publicados en revistas del cuarto cuartil (Figura 57).

Figura 57. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las *Profesiones de Salud* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.03			1	
2004	1.08			1	2
2005	0				
2006	0.84	96	1	1	3
2007	0.88	145	4	1	1

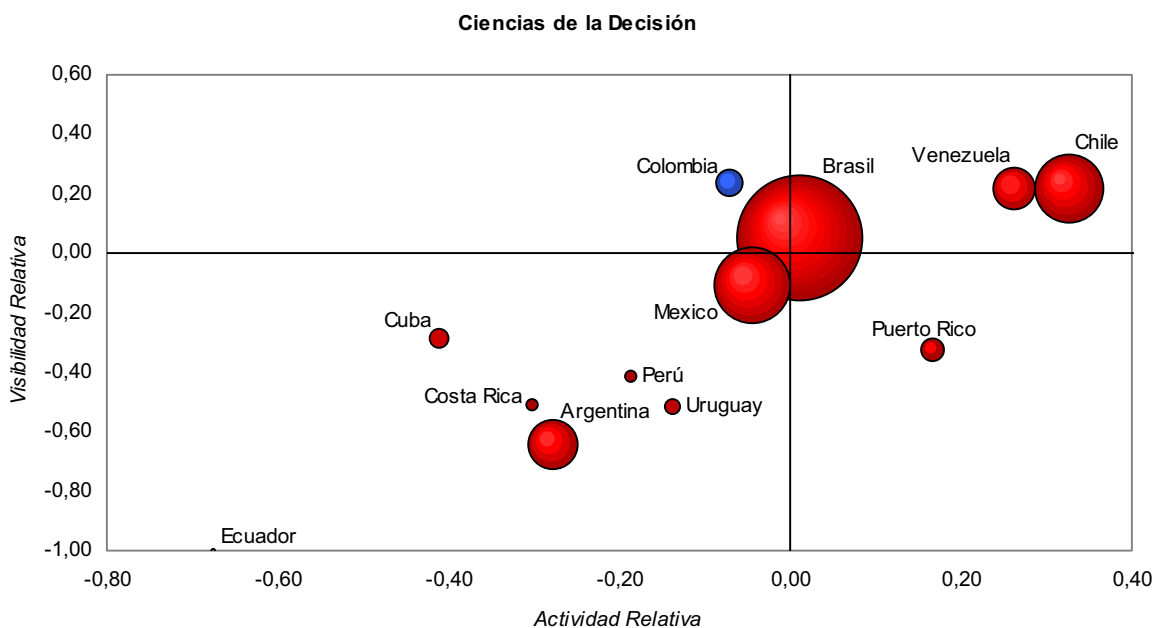
Sólo Colombia y Uruguay tienen promedio de citas por artículo superior a la producción mundial. La *Gestión de Información en Salud* es la categoría temática más activa, gracias a la cobertura de la revista ACIMED; aunque también hay productividad estable en el campo *Tecnología Radiológica y Ultrasonido*. El Centro Nacional de Información en Ciencias médicas (CNICM), la UH y el Instituto de Información Científica y Tecnológica (IDICT) son las instituciones líderes en este dominio del conocimiento.

4.5.1.26. Ciencias de la Decisión

Ciencias de la Decisión es la penúltima área temática con mayor cobertura en Scopus. La producción científica asciende a 79 887 documentos, que constituyen el 0,43 % de la producción mundial, con un promedio de 6,5 citas por documento, superior al promedio de la región (4,8) y al de Cuba (4,0).

Tanto Latinoamérica como Cuba tienen muy poca actividad en esta área, y menos visibilidad. Latinoamérica produce 2 111 documentos que representan el 0,42 % de la región y el 2,64 % del Mundo. Cuba, por su parte, produce sólo 27 artículos (0,18 % de la producción nacional; 0,03 % de la producción científica mundial). Es el octavo país más productivo de la región, y el número 71 a nivel mundial. Brasil, México, Chile y Argentina son los más productivos; Chile y Venezuela son los más activos, y Colombia el único con promedio de citas por documento superior al promedio mundial (Figura 58).

Figura 58. Actividad y visibilidad en el área de las *Ciencias de la Decisión* de los países latinoamericanos más productivos.



Cuba está entre los de menor actividad, y se ubica en el cuadrante de valores negativos en el grafo. Sin embargo, casi toda la producción científica fue publicada en revistas pertenecientes al primero y segundo cuartil (Figura 59), con alto porcentaje de artículos con colaboración internacional y la gran mayoría publicados en lengua inglesa.

Figura 59. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de las *Ciencias de las Decisión* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.03			1	
2004	1.03			1	2
2005	0.99			1	
2006	1.07	1		6	6
2007	1.07			1	3

Gestión y Sistemas de Información, y *Gestión de Ciencia e Investigación de Operaciones* fueron las categorías temáticas más activas. No se observó liderazgo institucional en el área, debido a la tasa baja de producción.

4.5.1.27. Estomatología

La *Estomatología* es el área con menor volumen documental en Scopus. Cuba, sin embargo, publica un total de 199 documentos, que representan 1,31 % de la producción nacional, y el 0,25 % de la producción mundial. Ocupa la segunda posición entre los más productivos de la región, alcanza la posición 34 a nivel mundial, y es el segundo país más activo de la región (Figura 60).

Brasil es, por amplio margen, el mayor productor de la región, y es también el más activo. Junto a él, otros tres países comparten las posiciones del grafo con valores positivos: Colombia, Puerto Rico y Venezuela.

El promedio de citas por documento del mundo (7,6) es mucho mayor que el de Latinoamérica (5,5), y todavía mucho más que el de la producción nacional (1,1). Colombia, Puerto Rico y Chile tienen un promedio de citas por documento superior al promedio mundial.

Cuba casi alcanza el cuadrante positivo de la visibilidad relativa. Sin embargo, nuevamente el descenso de la colaboración internacional, la gran proporción de artículos en español (publicados fundamentalmente en la *Revista Cubana de Estomatología*) y el elevado porcentaje de documentos publicados en revistas pertenecientes al cuarto cuartil (Figura 61), influyen en una mejor posición con respecto al mundo.

Los institutos superiores de Ciencias Médicas de La Habana, Santiago de Cuba y Camagüey constituyen las líderes principales en esta área cognitiva.

Figura 60. Actividad y visibilidad en el área de la *Estomatología* de los países latinoamericanos más productivos.

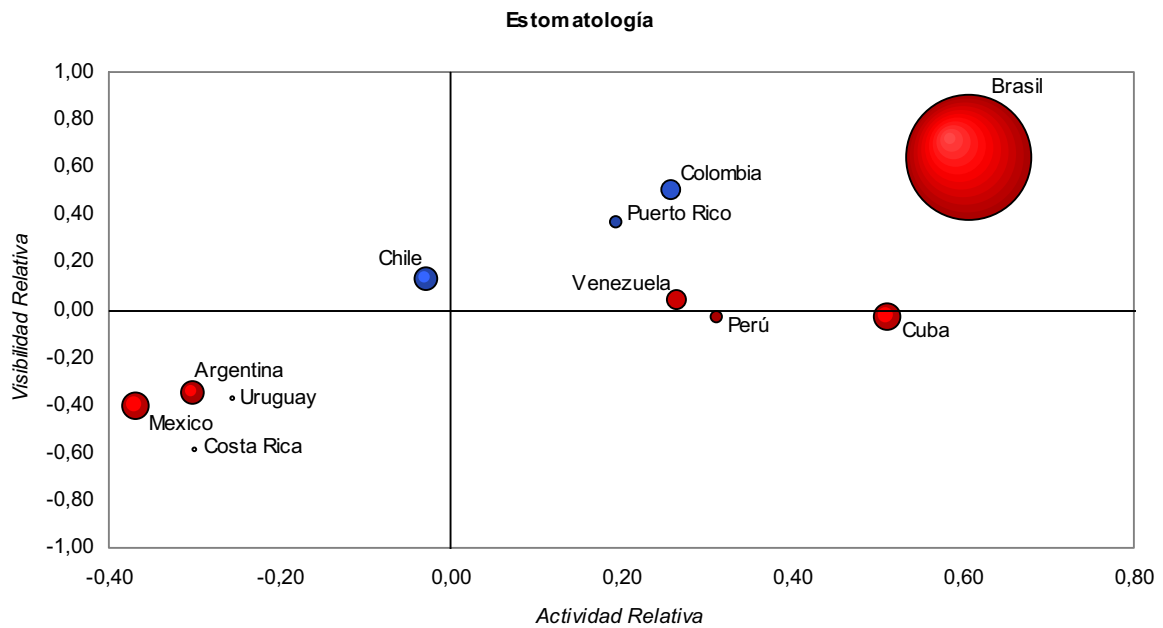


Figura 61. Distribución por cuartiles de acuerdo al SJR de las revistas donde se publican los artículos de Cuba en el área de la *Estomatología* durante el período 2003-2007.

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	0				
2004	0				
2005	1.2				1
2006	0.92	26			
2007	0.95	27		3	

De esta forma, concluye el recorrido a través de la producción científica nacional en su contexto regional, a partir de las 27 áreas temáticas que componen Scopus, y desde un enfoque bibliométrico. Las fortalezas y debilidades de los frentes de investigación que componen la actividad científica nacional pueden ser analizadas por medio de esta perspectiva. No obstante, el estudio de la producción científica en su contexto socio-económico, y su distribución geográfica y sectorial, constituyen aspectos de vital importancia para una mejor comprensión de los fenómenos objetivos y subjetivos relacionados con el éxito o el fracaso de una política de ciencia y tecnología, tema a abordar en el siguiente acápite.

4.2. La ciencia nacional en su contexto socio-económico desde la perspectiva cuantitativa

Una práctica común en la Cuantimetría es el estudio de la estructura y eficacia de las actividades de I+D, especialmente su relación con los PIB nacionales y su influencia sobre el desarrollo de una política nacional de Ciencia (Vinkler, 2008). De hecho, la literatura internacional asume que el PIB de los países es una función lineal o exponencial de sus resultados científicos (King, 2004). No obstante, los presupuestos nacionales para las actividades científicas y tecnológicas y las políticas nacionales de Ciencia, así como la evaluación del impacto y efectividad de los mismos, aún continúan siendo tópicos ampliamente debatidos por la comunidad científica internacional. Durante los últimos años, los debates son frecuentes ya no sólo en países desarrollados, sino también en aquellos con economías emergentes, y países en desarrollo que han logrado implementar una política de Ciencia e Innovación Tecnológica.

La escasez de recursos es siempre un factor determinante para el desarrollo de estas políticas, y define generalmente sus lineamientos principales. En ese sentido, los países en desarrollo tienen que enfrentar contextos sumamente complejos. Por un lado, en ocasiones factores sociales y económicos tienen una gran incidencia en la disponibilidad o no de un mayor presupuesto destinado al desarrollo científico y tecnológico. Por otro lado, muchas veces no existe un sistema de evaluación adecuado para controlar la efectividad de los recursos invertidos. De esta forma, los problemas económicos, la indefinición de prioridades y el mal uso de los recursos, usualmente tienen la misma consecuencia desde la perspectiva cuantitativa: una mala posición en los rankings basados en la producción científica.

Cuba es un caso interesante. El país tiene un sistema de prioridades sociales perfectamente definido, que soportan su PNCIT. Esa es la razón, y no otra, de la incidencia de esta política en una serie de indicadores de desarrollo social, como son: un alto número de doctores por habitantes, uno de los más bajos índices de mortalidad a nivel mundial, el más bajo índice de mortalidad infantil de América Latina (uno de los mejores del mundo), una esperanza de vida diez años superior a la media en Latinoamérica, entre otros aspectos que colocan a Cuba en la posición 51 a nivel mundial de acuerdo con el Índice de Desarrollo Humano (IDH) (PNUD, 2009). Sin embargo, la PNCIT (estrechamente relacionada con las políticas educacionales y de salud del país), ha tenido un menor impacto en el desarrollo de una cultura de publicación de los principales resultados de investigación en revistas de corriente principal, lo cual ha afectado su visibilidad internacional.

Este último aspecto ha tenido un comportamiento desigual tanto a nivel geográfico, temático, sectorial o institucional, puesto que ha dependido mucho más de voluntades institucionales que de la correcta ejecución de políticas de evaluación e incentivos para el fomento de la publicación en revistas con alta visibilidad internacional. En muchos casos, el desconocimiento de los principales canales de comunicación científica, la no existencia de incentivos para la publicación, o la alta carga de actividades paralelas a la investigación (docencia, asistencia médica, producción y comercialización) en los planes de trabajo de los investigadores y profesionales vinculados a la actividad científica y tecnológica, ha traído como consecuencia un volumen de producción científica en revistas de corriente principal menor de lo que se pudiera esperar, teniendo en cuenta la creciente inversión en I+D, y los avances alcanzados por el país en materia de recursos humanos altamente calificados.

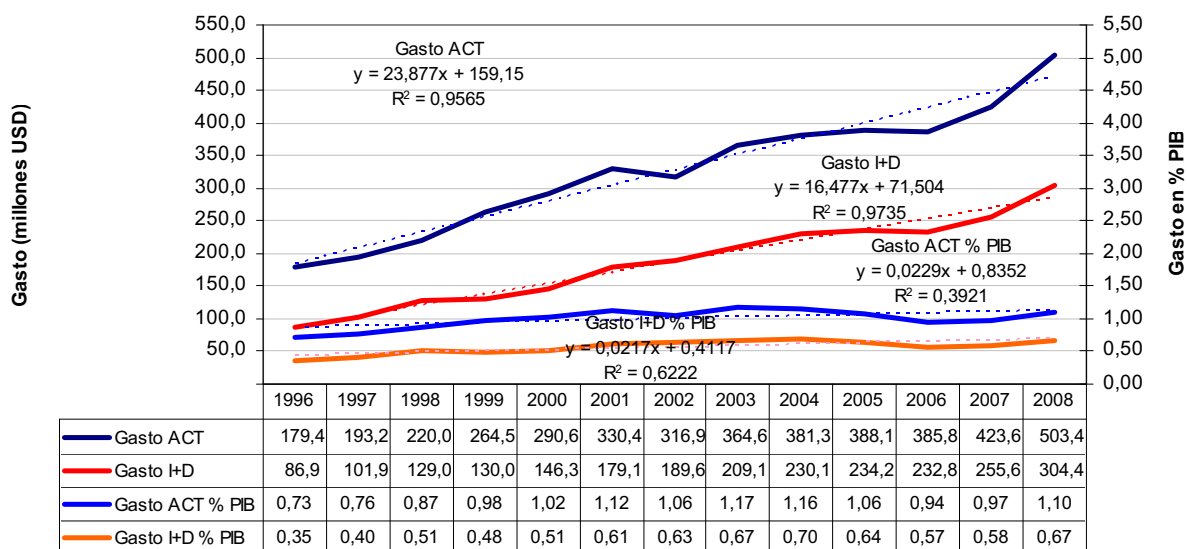
4.2.1. Inversión en I+D, producción y productividad científica

La inversión cubana en Educación, Salud y Ciencia y Tecnología comprende aproximadamente el 20 % del PIB nacional (ONE, 2010d). De esta cifra, sobresalen los esfuerzos nacionales en materia de Educación (de un 6,8 % del PIB en 1995 a un 9,3 % en el 2006) y Salud (de un 5,1 % del PIB en 1996 a un 9,9 % en el 2007), que en el año 2009 constituyen el 21,6 % y el 15,8 % respectivamente de los gastos corrientes del presupuesto estatal, lo cual se traduce en importantes desarrollos alcanzados en esas esferas que han sido reconocidos internacionalmente (ONE, 2010b,f).

El crecimiento del gasto total en ACT e I+D ha sido sostenido durante el período analizado en la presente investigación (Figura 62). De una inversión en ACT ascendente a aproximadamente 180 millones de pesos en el año 1996, el país duplicó la cifra en el año 2003, y en el año 2007 sobrepasó los 420 millones de pesos. De igual forma, de los aproximadamente 87 millones de pesos invertidos en I+D en el año 1996, el país ha casi triplicó la cifra en el año 2007, con más de 250 millones de pesos invertidos.

Recientemente, informes de la ONE sitúan en 503,4 millones de pesos las inversiones en ACT y 304,4 millones de pesos las inversiones en I+D durante el año 2008, lo cual representa una tasa de crecimiento con respecto a 1996 de un 180,6 % en el caso de la ACT y un 250,3 % en el caso de la I+D. Sin duda alguna, tal crecimiento pone de manifiesto la voluntad política nacional por desarrollar la actividad científica y tecnológica, en correspondencia con la estrategia trazada por la PNCIT.

Figura 62. Evolución del gasto total y porcentual en Actividades de Ciencia y Técnica (ACT) e I+D durante el período 1996-2008.

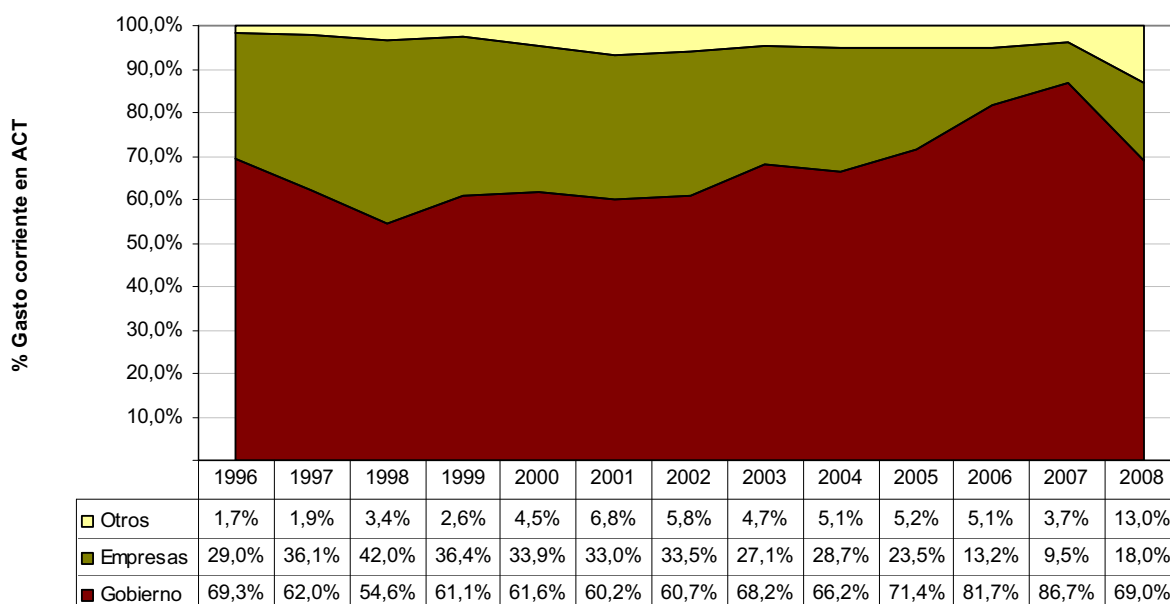


A pesar de la tendencia lineal de crecimiento observada en las inversiones en ACT e I+D, la evolución de estas inversiones expresada en el porcentaje que representan del PIB, aparentemente no mostraron un desarrollo significativo. Especialmente, la inversión en investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico, creció de un 0,35 % del PIB en 1996, a un 0,67 % en el 2008. No obstante, la tasa de crecimiento de este indicador es superior a la observada en los países más productivos de la región iberoamericana, incluidos España y Brasil, los únicos países con inversiones mayores al 1 % del PIB (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2010; RICYT, 2006).

En el año 2008, luego de tres años caracterizados por una intensa labor de recuperación del país de los desastres naturales provocados por intensos huracanes, y en pleno proceso de agudización de la actual crisis económica global, vuelve a crecer la proporción de la inversión en I+D con respecto al PIB. Tal comportamiento, conjuntamente con los gastos corrientes en ACT estimados para el año 2009, y los planes de gastos establecidos para el 2010 por el Ministerio de Finanzas y Precios, auguran una nueva etapa de crecimiento de la inversión nacional en I+D para la segunda década del Siglo XXI (ONE, 2010d).

La evolución porcentual del gasto corriente en ACT según el origen de los fondos, mostró diversos comportamientos a lo largo del período analizado (Figura 63).

Figura 63. Evolución de los gastos porcentuales en ACT según el origen de los fondos, 1996-2008.

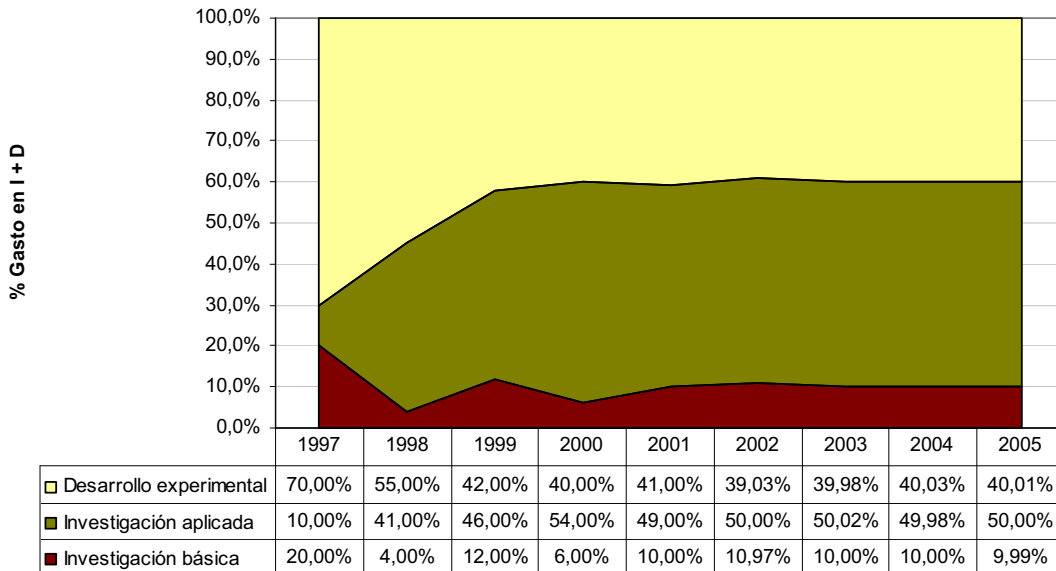


Si bien el gobierno es claramente el principal inversor en ciencia y tecnología, se observa durante el período 1996-1998 un crecimiento de la aportación del financiamiento empresarial a la ACT. El rol de la empresa en el financiamiento de la ACT va a mantenerse por encima de un 30 % hasta que, en el año 2003, vuelve el presupuesto estatal a asumir el peso principal de la aportación económica a la ciencia nacional, hasta alcanzar niveles superiores al 85 %. Sin embargo, en el último año analizado hay un cambio significativo provocado por un ligero incremento de la aportación empresarial, y fundamentalmente, un 13 % de aportaciones derivadas de otras fuentes de financiamiento, que incluyen la inversión extranjera. Este fenómeno debe ser observado durante los próximos años con mayor detenimiento, pues de continuar creciendo el aporte de instituciones ajenas a la empresa y el gobierno cubanos, se estaría en presencia de una nueva etapa en el desarrollo de la actividad científica nacional, fruto de una estrategia de internacionalización implementada durante los últimos años por los diversos sectores nacionales, con el fin de buscar fuentes de financiamiento internacional para el desarrollo de nuevos proyectos de I+D, y emplear el financiamiento estatal en los objetivos priorizados por la PNCIT.

En cuanto a la evolución de los gastos porcentuales en I+D según el tipo de investigación, un análisis del período 1997-2005 claramente pone de manifiesto la ruptura de la nueva PNCIT

desarrollada en la década del 90 con el anterior modelo de dirección centralizado de la actividad científica (Figura 64).

Figura 64. Evolución de los gastos porcentuales de I + D según el tipo de investigación, 1997-2005.

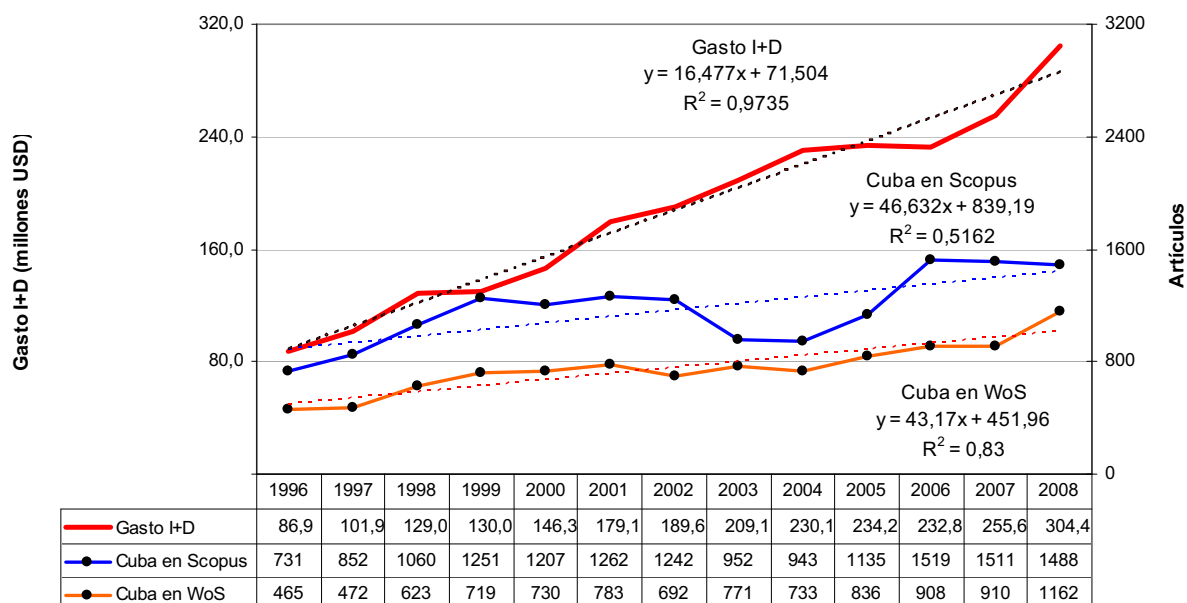


Cambian los estilos de hacer ciencia, y la investigación aplicada comienza a recibir a partir de 1999 un mayor aporte del presupuesto nacional, dirigido especialmente a la introducción y generalización de los resultados de investigación. No obstante, con la ampliación de las fuentes de financiamiento no estatales ni empresariales, es de esperar un ligero incremento porcentual del financiamiento a la investigación básica, necesario para el desarrollo y obtención a largo plazo de nuevos resultados científicos de importancia vital para el país.

El efecto del incremento de tres décimas porcentuales del gasto en I+D con respecto al PIB sobre la producción científica nacional en revistas visibles internacionalmente, se observó a partir del estudio de los dos índices de citas de mayor relevancia para la comunidad científica internacional: la WoS y Scopus (Figura 65).

Existe una fuerte correlación positiva entre la inversión en I+D y la producción científica en ambas bases de datos. Particularmente, se correlaciona más con el WoS ($r = 0,9$) que con Scopus ($r = 0,7$), debido a un descenso de los artículos registrados durante el período 2003-2005, que parece estar motivado por irregularidades en la cobertura de Scopus.

Figura 65. Evolución del gasto en I+D y la producción científica en el Web of Science y Scopus durante el período 1996-2008.



Estas irregularidades se reflejan en los datos extraídos del SJCR; no obstante, la política de cobertura retrospectiva de Scopus posibilita que en próximas actualizaciones pueda observarse un comportamiento más homogéneo entre ambas bases de datos.

La productividad por investigador mostró el mismo comportamiento experimentado por la producción científica nacional en la figura anterior, puesto que apenas se experimentaron cambios significativos en el número de investigadores reportados entre los años 1996 y 2007 (Figura 66). De hecho, el número de investigadores por cada 1 000 habitantes económicamente activos decreció a pesar del incremento porcentual de la inversión en I+D con respecto al PIB (Figura 67). Este comportamiento estable pudiera entrar en contradicción con la cifra acumulativa de grados científicos otorgados durante el período, que asciende sostenidamente de 6 287 doctores en el año 2000 a 10 369 en el 2009.

Sin embargo, en el sector biotecnológico nacional, cuya característica principal es el trabajo a ciclo completo (investigación-producción-comercialización de los productos que generan a partir de las actividades de I+D) han aparecido en los últimos años nuevas categorías de trabajadores, como los tecnólogos y biotecnólogos de avanzada, con objetivos orientados fundamentalmente hacia la innovación tecnológica en ese sector, y que tienen entre sus prioridades ya no tanto la publicación científica en revistas de corriente principal, sino la

obtención de la propiedad intelectual sobre los resultados de investigación a través de una patente, o el registro de productos farmacéuticos para su posterior comercialización.

Figura 66. Evolución del número total de investigadores y la productividad por investigador en el Web of Science y Scopus durante el período 1996-2007.

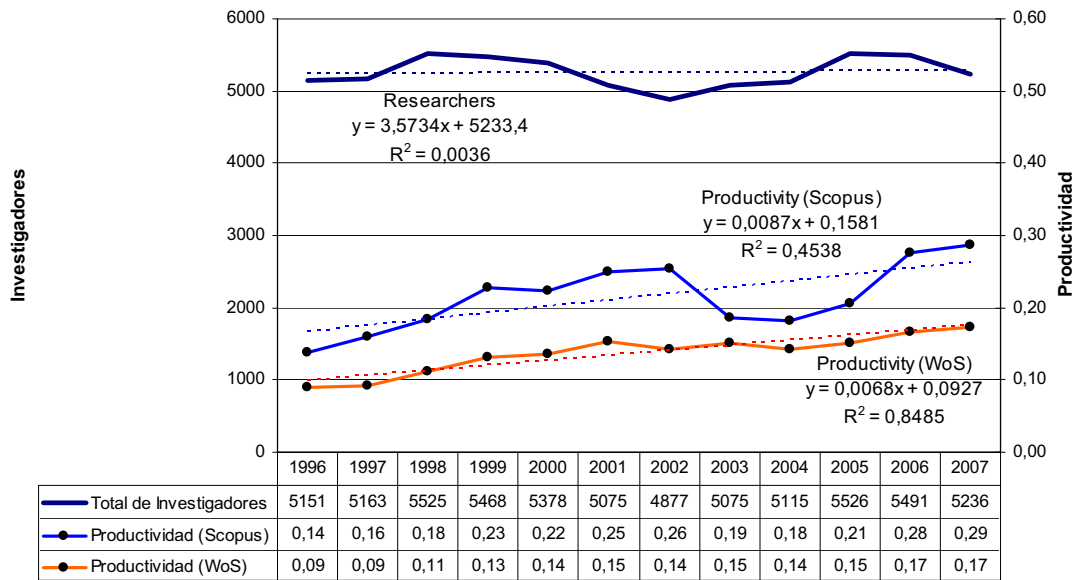
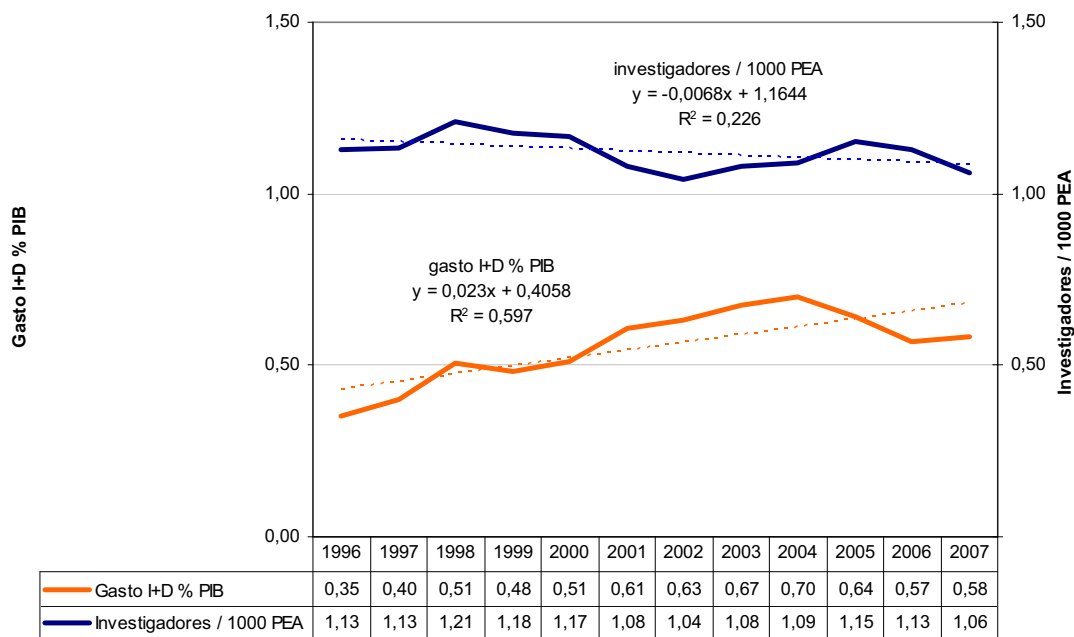
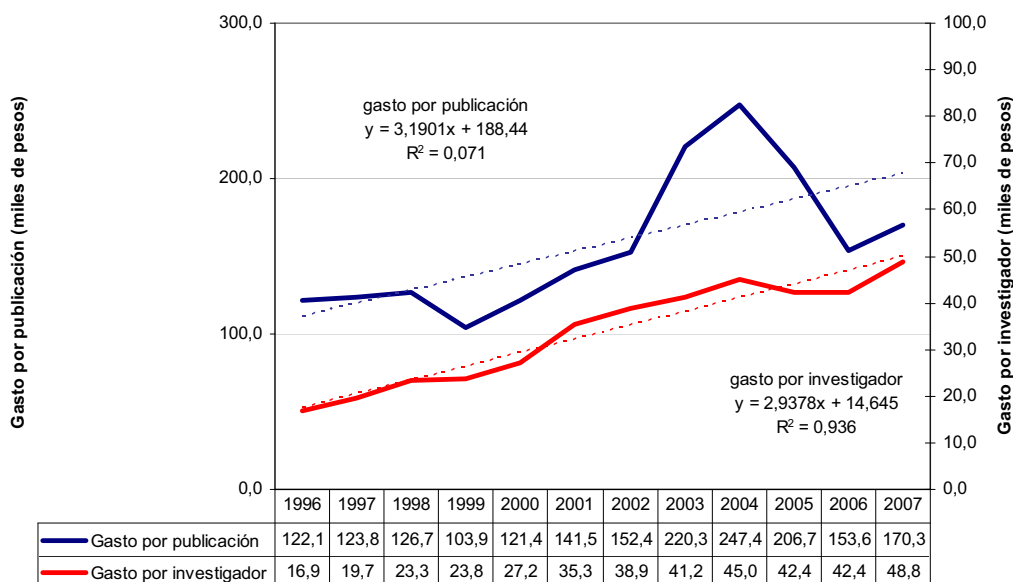


Figura 67. Evolución del Gasto I+D % PIB e Investigadores por cada 1000 PEA, 1996-2007.



En cuanto a la evolución del gasto I+D por investigador y por publicación, se observa un crecimiento de ambos indicadores (Figura 66).

Figura 68. Evolución del Gasto I + D por publicación y por investigadores, 1996-2007.



La eficiencia de la inversión, desde el punto de vista económico, pudiera traducirse en una reducción de los gastos por publicación y por investigador. Sin embargo, el aumento observado se justifica por la necesidad cada vez mayor de infraestructuras y recursos materiales y humanos para la generación de trabajos científicos. La ciencia, desde este enfoque, es una actividad cada día más cara.

4.2.2. Recursos humanos en ACT

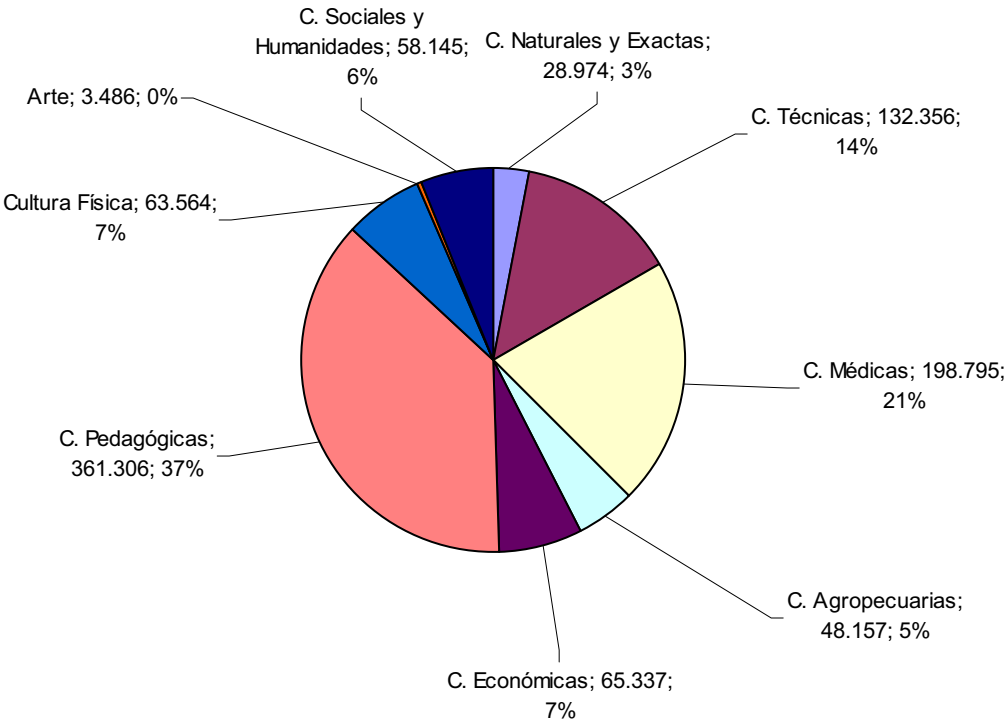
Sin lugar a dudas, la formación de recursos humanos ha sido un tema prioritario en la PNCIT, especialmente desde su etapa de gestación a partir del triunfo revolucionario. Durante esta primera etapa, el país alcanzó importantes resultados en el plano científico, fundamentalmente a partir de las transformaciones provocadas por la revolución educacional y el desarrollo social, que conllevarían a la creación y fortalecimiento del potencial científico, tanto en recursos humanos, como en instalaciones.

El despliegue estratégico de esta revolución educacional comenzó en 1961, con una Campaña de Alfabetización que redujo el analfabetismo de un 23,1 % a 3,9 % el año siguiente. A este importante esfuerzo, se le unió la reestructuración del sistema nacional de enseñanza, la construcción de escuelas de todos los niveles (incluyendo aquellas de

enseñanza especial), la reorganización del Ministerio de Educación, la Reforma Universitaria, la formación de maestros y profesores, y la creación del Ministerio de Educación Superior (MES) como consecuencia de la creciente importancia de la enseñanza universitaria, entre otros múltiples factores.

Después de 1975, se alcanzaría una mayor complementación interna entre los factores del sistema de ciencia y tecnología en formación. La estrecha colaboración con los países de Europa Oriental, a pesar de ciertas limitaciones en materia de infraestructura industrial, permitió el desarrollo del potencial humano en diversas ramas de la economía nacional, lo cual, conjuntamente con los avances sostenidos de la Educación Superior, contribuiría al perfeccionamiento de la actividad científica nacional durante el período 1975-1990, y permitiría a la nación contar con un capital humano calificado para enfrentar la nueva etapa que sobrevendría a partir del colapso del campo socialista (Figura 69).

Figura 69. Graduados universitarios por ramas de las ciencias desde 1959 hasta 2009.

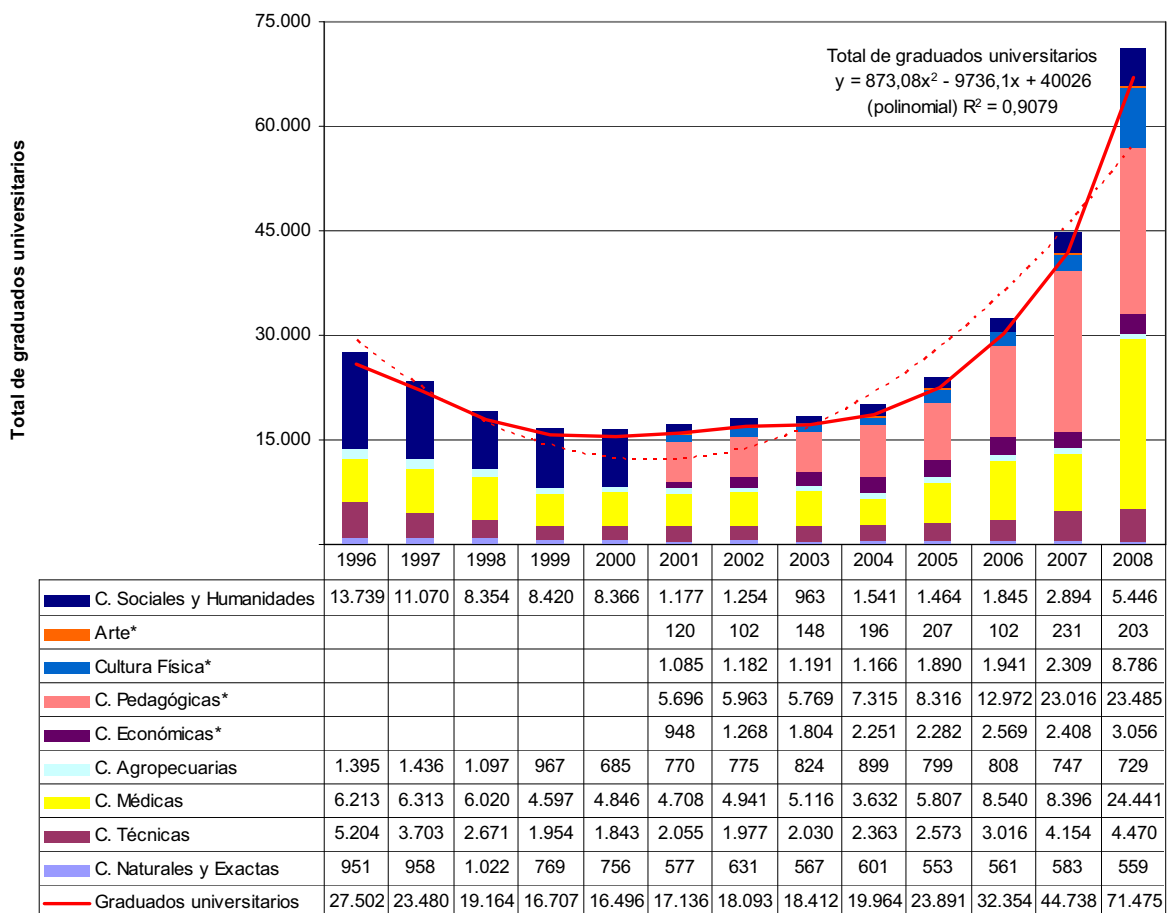


Esta nueva etapa, marcada por la profunda crisis económica, se caracterizaría sin embargo por una apuesta total del gobierno por el desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica como vía para la obtención de beneficios económicos, a partir de la sustitución de

importaciones y la creación de nuevos productos y servicios científico-técnicos de alto valor agregado; así como por la lucha constante por mantener las conquistas sociales alcanzadas durante 30 años de revolución, en especial las relacionadas con la educación y la salud.

El impacto de la crisis económica trajo como consecuencia la instauración de un Período Especial con vistas a la gradual recuperación del país, que requirió la re-estructuración de la economía nacional. El efecto de esta re-estructuración se vio reflejado en el sistema universitario, que a finales del milenio vio reducida ostensiblemente su masa de graduados anuales. Sin embargo, a partir del nuevo milenio la mejora gradual de la economía nacional y nuevas transformaciones en el sistema educativo permitieron revertir esta situación hasta alcanzar las más altas cifras de graduados universitarios alcanzadas por el país a lo largo de su historia (Figura 70).

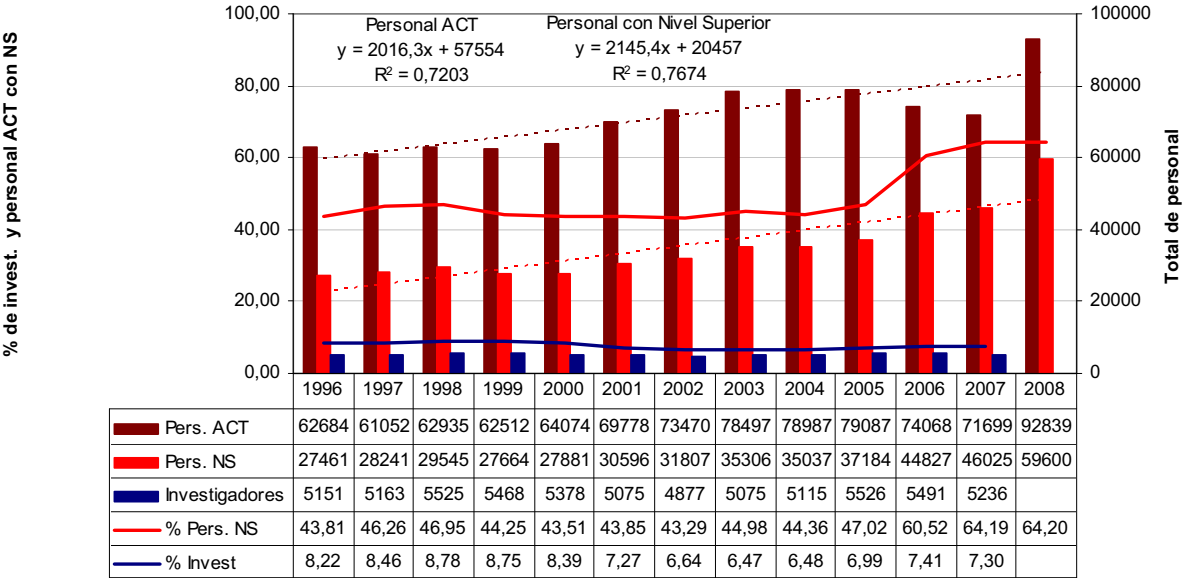
Figura 70. Evolución de los graduados por áreas temáticas durante el período 1996-2008.



* Áreas incluidas durante el período 1996-2000 en las Ciencias Sociales y Humanísticas en informes estadísticos precedentes.

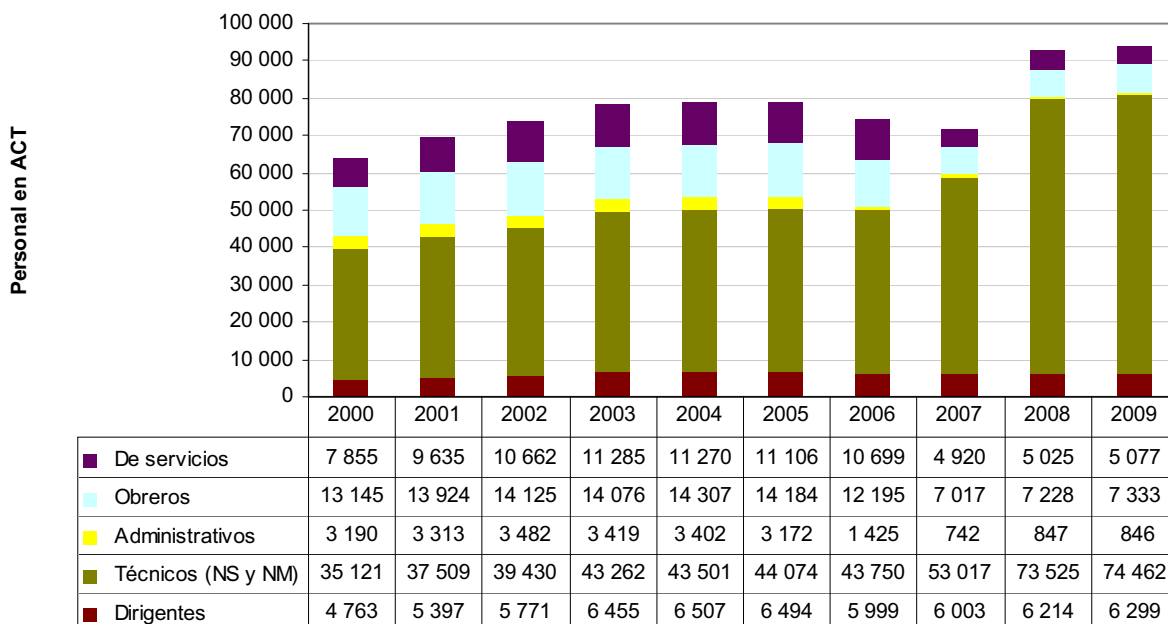
Por su parte, el personal dedicado a actividades científicas y tecnológicas permaneció apenas invariable entre 1996 y 2000, y comenzó a crecer gradualmente durante el nuevo milenio (Figura 71). Tuvo un pequeño decrecimiento en los años 2006 y 2007, y por primera vez supera la cifra de noventa mil individuos en el último año analizado. Si bien el porcentaje de personal ACT categorizado como investigador se mantuvo estable durante el período, el porcentaje de trabajadores con nivel superior superó el 60 % de la cifra total durante los tres últimos años analizados, lo cual está acorde con el crecimiento de graduados universitarios experimentado en estos años, y evidencia el aporte creciente del sector universitario a las entidades de ciencia e innovación tecnológicas.

Figura 71. Evolución del Personal ACT, el número de investigadores y el porcentaje de investigadores y personal ACT con Nivel Superior con respecto al personal ACT.



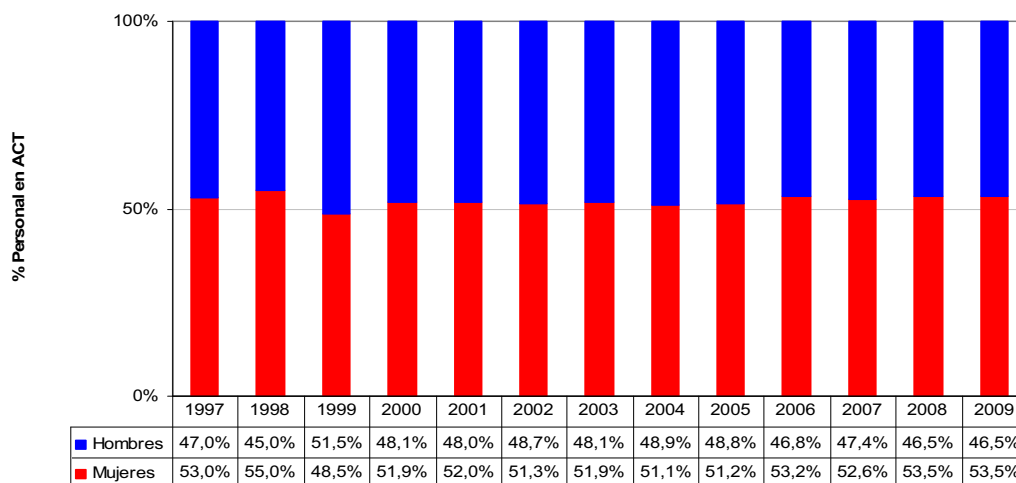
Una aproximación a la composición del personal ACT en el período 2000-2009 a partir de la categoría ocupacional, permite corroborar esta afirmación, a la vez que evidencia durante los últimos años una política orientada hacia la búsqueda de la eficiencia en el sector de la ciencia (Figura 72). De esta forma, se redujeron hasta niveles mínimos los volúmenes de personal administrativo, y hasta niveles adecuados la cantidad de personal obrero y de servicios, y se desarrolló la fuerza técnica integrada por investigadores, especialistas y tecnólogos dedicados a la investigación científica.

Figura 72. Evolución del personal en ACT por categoría ocupacional, 2000-2009.



En cuanto a la variable género, durante todo el período se mantuvo el predominio del sexo femenino en el personal ACT, comportamiento característico de la actividad científica cubana que ha sido analizado en muy pocas ocasiones por investigadores nacionales desde la perspectiva cuantitativa (Vega Almeida *et al.*, 2007), y que constituye el objetivo principal de una investigación del programa doctoral sobre Documentación desarrollado de manera conjunta entre las universidades de Granada y La Habana (Martí Lahera, investigación en curso).

Figura 73. Evolución del personal en ACT por género, 1997-2009.



4.2.3. La inversión en función de la innovación tecnológica

Hasta la crisis de los 90, el ambiente de las investigaciones científicas y tecnológicas en Cuba era ajeno a muchas nociones relativas al mercado internacional, tales como negocios, comercialización o *marketing*, y en el presupuesto estatal las actividades de ciencia y tecnología aparecían agrupadas junto a la salud, la educación, la cultura y el deporte, en la esfera no productiva del país.

La nueva coyuntura originó un nuevo entorno económico en el país, que benefició a las instituciones de I+D, al hacer responsables a una parte de ellas no sólo de la investigación, sino también de la producción, comercialización, y aplicación de estas investigaciones a la industria. El enfoque sistémico de la gestión tecnológica concibió la integración de las diversas actividades relacionadas con la organización, los procesos tecnológicos, la I+D y la dirección integrada de proyectos. Por otro lado, la interrelación de la estrategia corporativa con un conjunto de tecnologías y con factores de índole comercial, facilitó la incorporación de este enfoque sistémico a la gestión de la innovación, su aplicación y generalización.

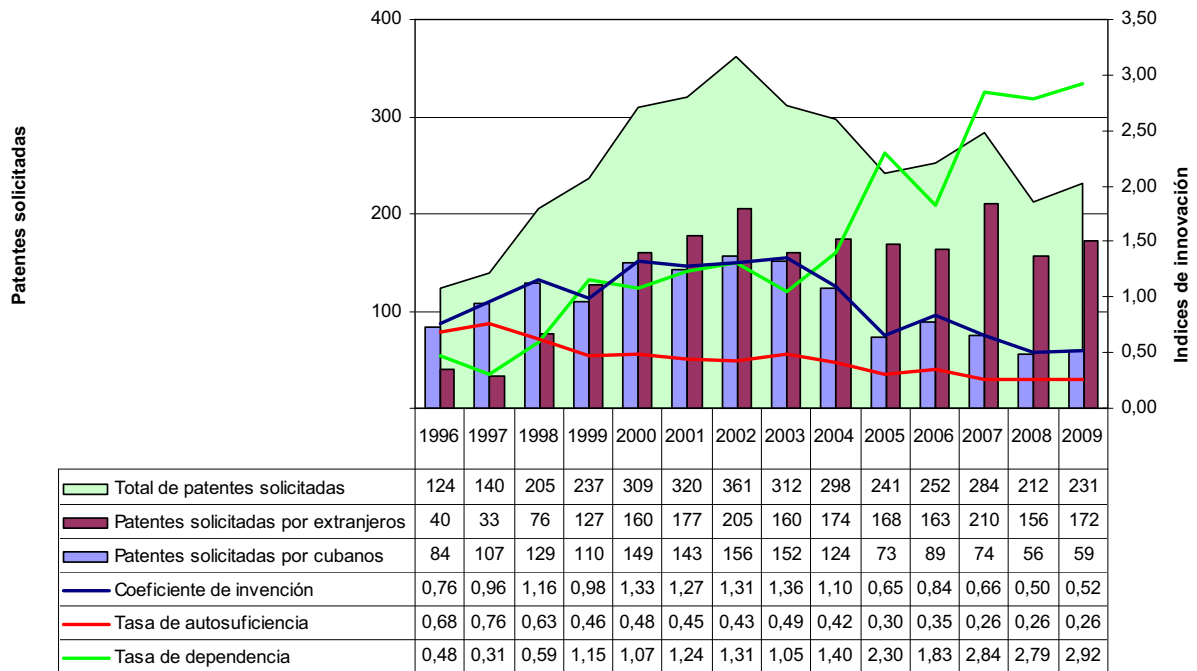
Además de importantes cambios en las estructuras organizativas y de funcionamiento, así como en las prácticas gerenciales y de dirección, en dichas instituciones comenzó a primar la visión estratégica y la planificación; y las actividades relacionadas con la obtención de la propiedad intelectual de las invenciones e innovaciones tecnológicas se convirtieron en un objetivo estratégico.

Durante el período analizado, el total de patentes solicitadas en el país tuvo un crecimiento acelerado hasta el año 2002 (Figura 74). Fue en ese mismo año cuando se reportó la mayor cantidad de patentes solicitadas y registros sanitarios aprobados en diversos países, los cuales permitieron el incremento de las exportaciones derivadas de la industria biotecnológica y el avance sostenido de la I+D+I en las ECIT pertenecientes a los Polos Científicos del país, en especial el del Oeste de la Ciudad de La Habana.

Sin embargo, las patentes solicitadas en el país comenzaron a experimentar una caída durante los años posteriores, especialmente las solicitudes nacionales, lo cual hace decrecer la tasa de autosuficiencia y el coeficiente de invención del país, en contraste con un crecimiento de la tasa de dependencia, que ha ido de 0,48 en el año 1996, a 2,92 catorce años después. Si bien la apertura económica y la importancia estratégica de la protección jurídica a las patentes en las relaciones comerciales internacionales constituyen razones de peso para el crecimiento de esta dependencia de las solicitudes internacionales, lo cierto es que la disminución de la proporción de solicitudes de instituciones nacionales es un aspecto negativo para la evaluación de la innovación tecnológica en el país, por cuanto

aparentemente no se pone de manifiesto una influencia del aumento de la inversión en I+D sobre las actividades relacionadas con la obtención de patentes en el país.

Figura 74. Evolución de indicadores de innovación tecnológica.



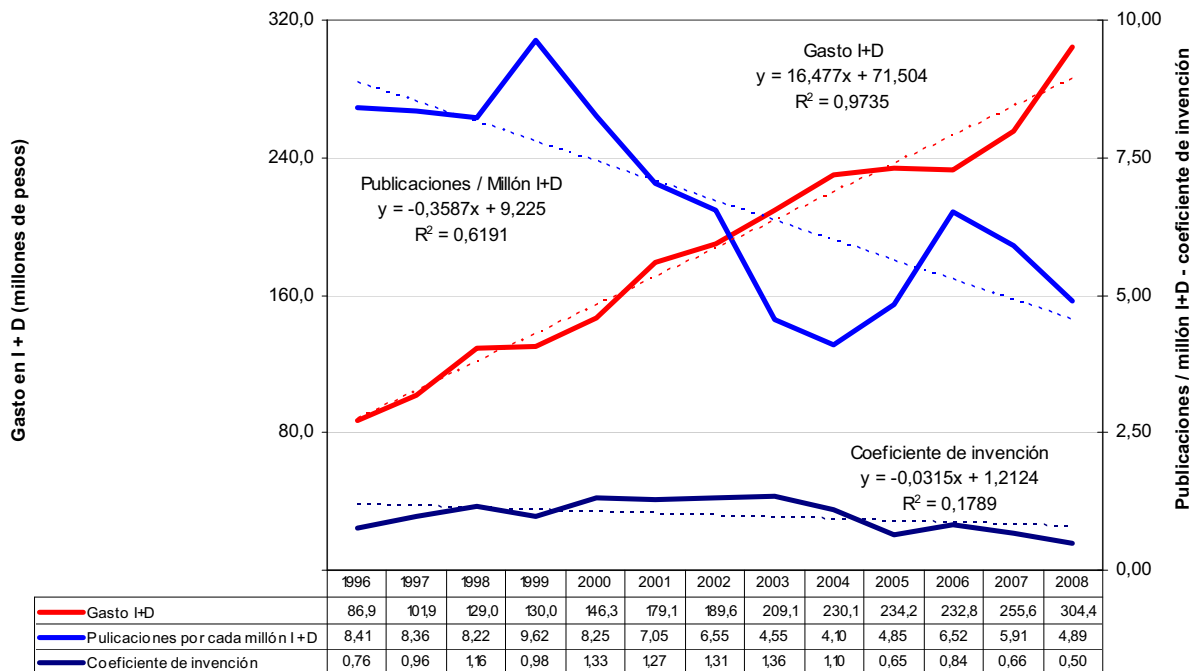
No quiere decir esto que no se esté patentando en el país. Investigaciones en curso (Maydelin Díaz González, información preliminar) muestran el crecimiento de las patentes nacionales en bases de datos internacionales. Es este el resultado de la necesaria replicación de la patente nacional en los diferentes países donde se desea realizar una estrategia de introducción, transferencia tecnológica o comercialización de los productos o tecnologías patentadas, y constituye una actividad a la cual es necesario destinar una suma cada vez más frecuente del presupuesto estatal, pues de nada sirve que los productos y tecnologías desarrollados estén protegidos en Cuba y no lo estén en el exterior. Esto aclararía el incremento las inversiones con un propósito extensivo, es decir, extender el alcance de la patente, proteger la propiedad intelectual de los productos y tecnologías desarrollados en la mayor cantidad de países posible.

Sin embargo, otro fenómeno quedaría en evidencia: el decrecimiento del número de patentes nacionales solicitadas, puede denotar una disminución a su vez del número de nuevos productos y tecnologías desarrollados por el país, a pesar del monto destinado a la I+D. Las interrogantes que pudiera generar esta hipótesis constituyen importantes factores a tener en

cuenta en futuras investigaciones sobre propiedad intelectual en Cuba desde la perspectiva cuantitativa: ¿Decrece realmente nuestra capacidad para innovar? ¿Es este decrecimiento un problema real, o simplemente un espejismo derivado de la forma en que utilizamos este indicador en los informes de la ONE? ¿Son cada vez más complejos los pasos necesarios para la solicitud y obtención de una patente?, ¿Se está apostando durante los últimos años por la protección internacional de los productos ya establecidos en una proporción mayor que el desarrollo de nuevos productos? Sin dudas, las posibles respuestas no son más que señales de aviso que se extienden desde los estudios pioneros de Moral (1989), y que reclaman del desarrollo de un frente de investigación mucho más intenso en esta área.

Por otra parte, la simple combinación de dos indicadores estratégicos (el coeficiente de invención y la cantidad de publicaciones por cada millón invertido en I+D) con el Gasto I+D, pone de manifiesto nuevas aristas del mismo problema (Figura 75).

Figura 75. Evolución del Gasto en I + D, la producción en relación con el Gasto en I+D y el coeficiente de invención.



Si los recursos que se invierten en investigaciones básicas y aplicadas y en desarrollo tecnológico no se traducen en mayor cantidad de artículos publicados en revistas de prestigio internacional por cada millón invertido, ni en un crecimiento de la capacidad de

innovación, y se asume que la publicación de los resultados de investigación en órganos de difusión científica acreditados y validados por la comunidad científica internacional, así como la protección intelectual de las invenciones, son piezas estratégicas dentro del complejo sistema de ciencia e innovación tecnológica nacional, son nuevas las preguntas que surgen: ¿Se evalúa de manera continua el impacto de la política de inversión en I+D? ¿Son gestionados eficientemente los recursos que se invierten? ¿Deben crecer proporcionalmente el número de publicaciones y patentes y la inversión I+D? ¿Se publica realmente todo lo que se investiga? ¿Se utilizan los canales de difusión adecuados? ¿Se protegen todas las innovaciones? ¿Realmente se le da la prioridad que merecen a estas actividades? ¿Se corresponde la evolución del potencial de recursos humanos agrupado en actividades científicas y tecnológicas con los resultados que genera el SNCIT?

No hay respuestas sencillas para cada pregunta. Es necesario abordarlas desde diversas perspectivas. Sin embargo, es imposible sustraerse (por más ideas que al respecto se manejen desde diversas tendencias políticas) de un contexto socio-económico excepcional desde todo punto de vista. Cuba es un país bloqueado económicamente por los Estados Unidos, a pesar del unánime reclamo internacional para su eliminación; en esas condiciones, el acceso a recursos para la investigación está limitado por la no disponibilidad de importantes fuentes de financiamiento para la investigación, fundamentalmente de los Estados Unidos e instituciones gubernamentales de la Unión Europea (UE), estas últimas sujetas a una posición común (aspecto que en el presente año pretende eliminarse) que se torna flexible o inflexible en dependencia de factores políticos, y a veces por campañas mediáticas; por si fuera poco, la situación económica del país, golpeada por la crisis global y el bloqueo norteamericano por una parte, así como por los destructivos eventos atmosféricos (huracanes cada vez más intensos a partir del calentamiento global del medio ambiente) por la otra, se desenvuelve en un entorno muy inestable y a veces impredecible; el sistema laboral y salarial del país, a pesar de las transformaciones que se han desencadenado durante el nuevo milenio, aún es obsoleto, y conviven sectores con diversos niveles de remuneración, aspecto que potencia la migración de personal especializado hacia actividades ajenas a la ACT mejor remuneradas; la migración hacia otros países crece anualmente (en especial, población económicamente activa) como en la mayoría de los países de la región, y la pérdida de talentos constituye una amenaza que no puede dejar de tenerse en cuenta, por cuanto existe una política estratégicamente descrita en la Ley Torricelli para estimular la migración de intelectuales y científicos cubano; además, están las típicas estrategias de captación de talentos implementadas por instituciones de países

desarrollados en países en vías de desarrollo, que aún siendo bien intencionadas, pueden dar al traste con el ulterior desarrollo en el país de una determinada línea de investigación o algún proyecto científico.

Los aspectos anteriormente mencionados, en una alta proporción, son exclusivos de nuestro país. Salvo raras excepciones, ningún país ha de desarrollar sus ACT e I+D en condiciones tan hostiles, y el hecho de alcanzar indicadores similares a los alcanzados por países industrializados en múltiples esferas a pesar de estas condiciones, es un elemento que valida las decisiones tomadas por el país a la hora de ejecutar su presupuesto en tales actividades. El reto de una correcta interpretación de los indicadores para la evaluación de la política nacional de inversión en I+D, así como para controlar la gestión eficiente de los recursos que se destinan a la ciencia e innovación tecnológica, consistirá siempre en la valoración de la influencia que el contexto político, económico y social del país pueda tener sobre los mismos, hasta tanto la nación pueda desenvolverse en igualdad de condiciones con el resto de los países del mundo, y dejen de ser excepcionales los factores que propician ese contexto.

4.2.4. Evolución de la macroestructura científica

Otro aspecto que enriquece el estudio de la ciencia nacional desde la perspectiva cuantitativa, es la posibilidad de observar a nivel macro el desarrollo y evolución de los frentes de investigación. Al mismo tiempo, fenómenos cada vez más estudiados a nivel internacional como la interdisciplinariedad, multidisciplinariedad y transdisciplinariedad, se ponen de manifiesto a partir de las técnicas de visualización de dominios del conocimiento, y de los mapas de la ciencia (o cienciogramas) generados por las mismas. Los mapas de la ciencia clarifican la estructura subyacente de la red de relaciones, a la vez que muestran los enlaces menos evidentes, informan de cuestiones referentes a elementos estáticos de la estructura, o indican hacia donde crece y de qué modo evoluciona la red, aspecto que facilita la identificación de frentes de investigación, especialidades o dominios emergentes (Perianes Rodríguez *et al.*, 2010).

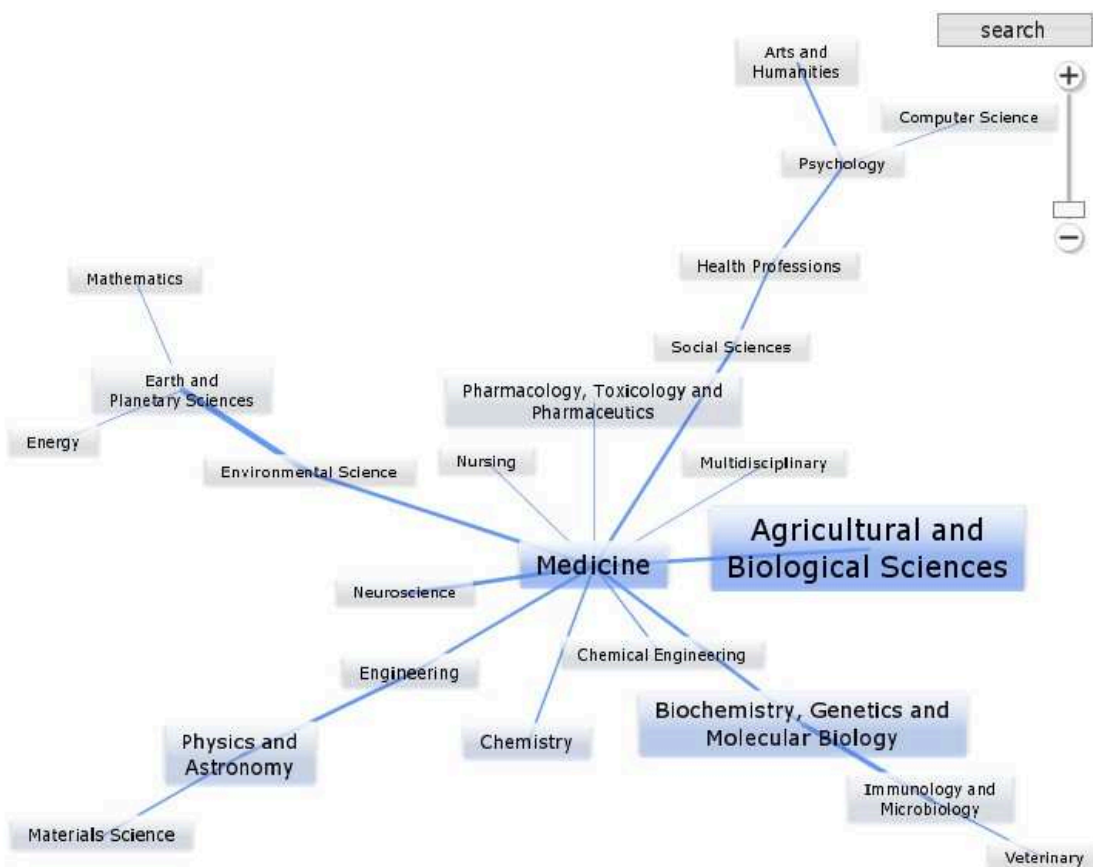
La evolución de la macroestructura científica nacional puede verse claramente a partir de las visualizaciones disponibles en el portal SJCR, las cuales se sustentan en la técnica de análisis de co-citación de áreas y categorías temáticas desarrollada por el grupo de investigación SCImago (Moya Anegón, 2004), y se representan a través de grafos reticulares que muestran la interrelación entre los diversos dominios del conocimiento que comprende la actividad científica nacional.

4.2.4.1. Evolución de la macroestructura a partir de las áreas temáticas de Scopus

La tradicional orientación hacia las ciencias agropecuarias y las ciencias biológicas en el volumen total de la producción científica cubana cambia sustancialmente en el entorno de Scopus (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2010). La razón es simple: un total de 20 revistas cubanas, la mayor parte especializadas en ciencias biomédicas, están cubiertas por Scopus; y casi 5 000 artículos más (más de la mitad del volumen total de artículos cubanos indexados en el WoS durante el período 1996-2008) ofrecen una nueva dimensión temática que se pone de manifiesto en los patrones de citación de los autores de las investigaciones.

Como puede observarse, la *Agricultura y Ciencias Biológicas* constituía aún en el bienio 1996-1997 el área temática más representada, aunque la *Medicina* se ubicaba ya en una posición central del grafo, por su capacidad para intermediar las relaciones entre las diversas áreas temáticas (Mapa 1).

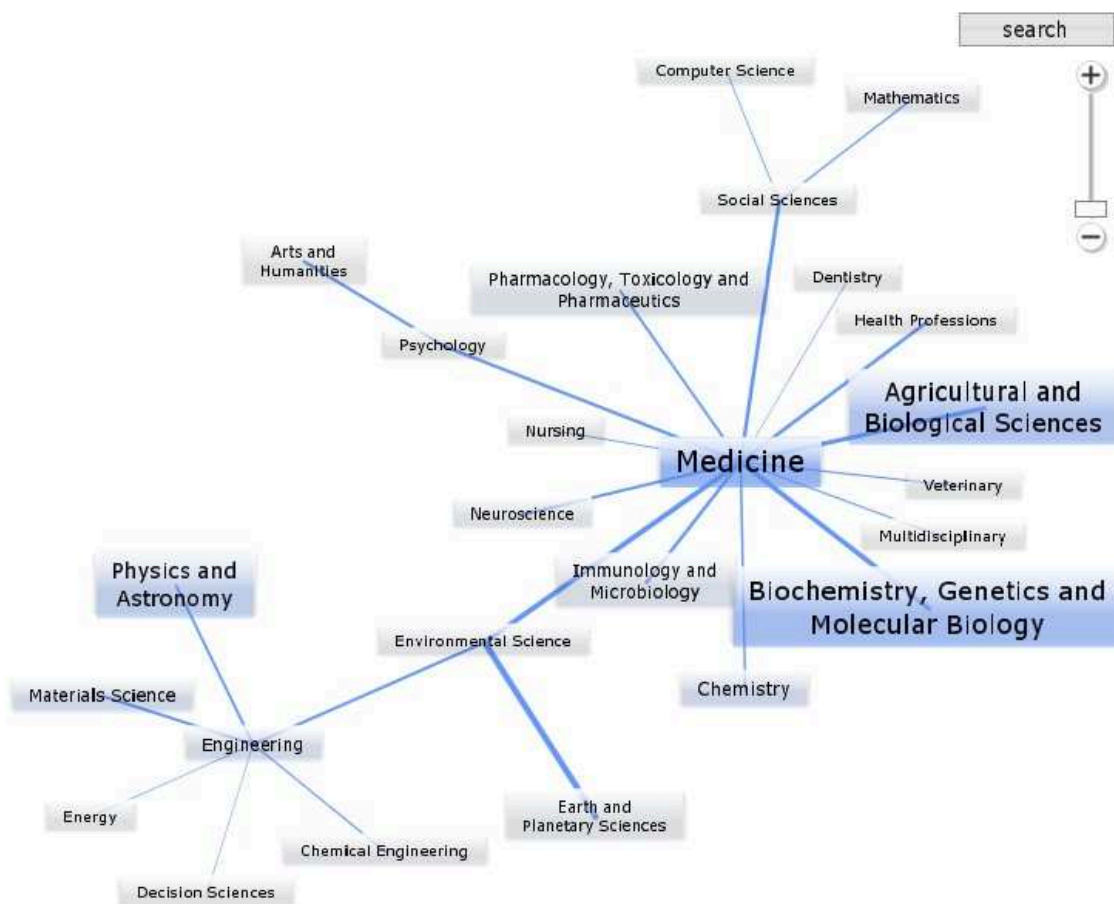
Mapa 1. Red de cocitación de áreas temáticas en la producción científica cubana 1996-1997.



La *Ciencia Ambiental* y las *Ciencias de la Tierra y el Espacio* presentaban una estrecha relación, y podía observarse un cluster independiente derivado de la *Psicología* hacia la *Ciencia de la Computación* y las *Artes y Humanidades*.

Sin embargo, durante el bienio 2000-2001 la macroestructura científica nacional va a mostrar cambios trascendentales, a partir del fortalecimiento de tres áreas temáticas: *Medicina*, *Agricultura y Ciencias Biológicas*, y *Bioquímica, Genética y Biología Molecular*, similares en cuanto a proporción (Mapa 2).

Mapa 2. Red de co-citación de áreas temáticas en la producción científica cubana 2000-2001.

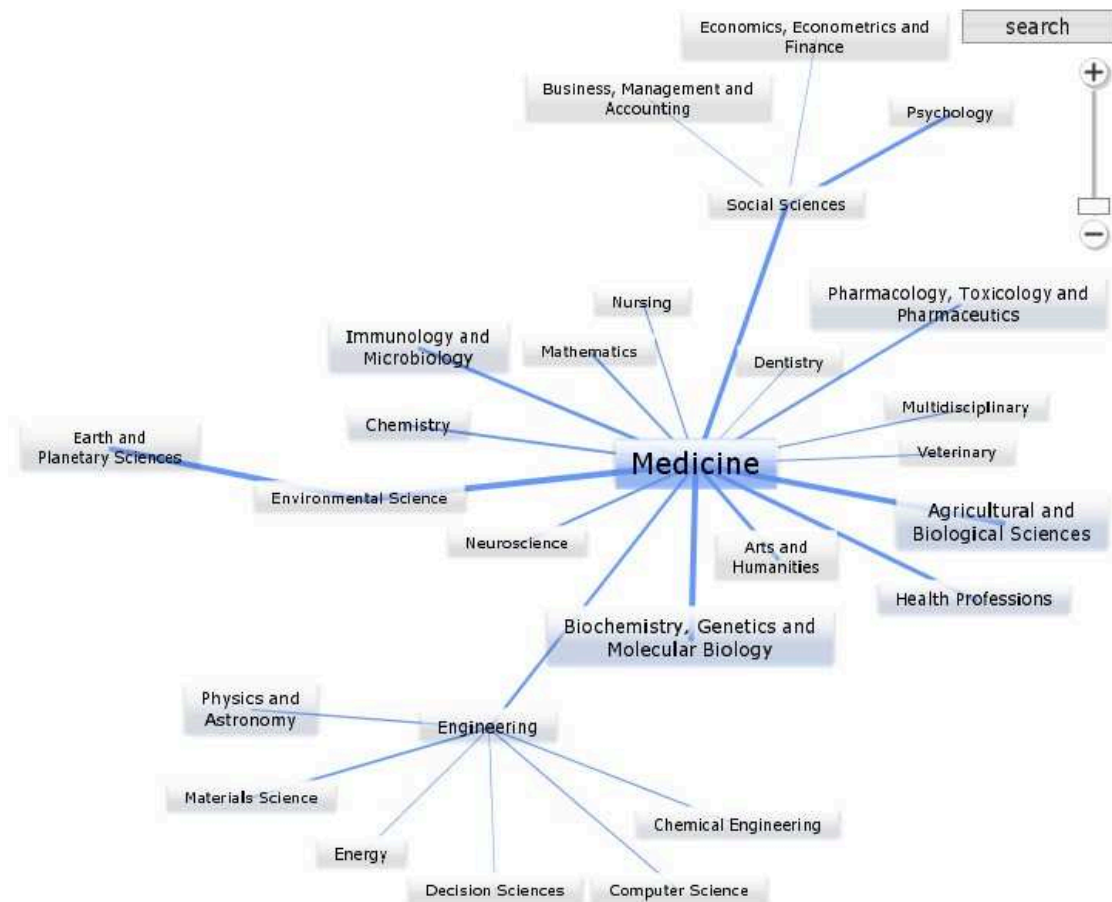


En ese sentido, durante el bienio se mantiene la relación entre la *Ciencia Ambiental* y las *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, mientras que comienza a desarrollarse una más compleja red interdisciplinaria alrededor de las *Ingenierías*, que engloba áreas como *Física y Astronomía* (la cuarta más intensa), *Ciencia de Materiales*, *Energía*, *Ingeniería Química* y *Ciencias de la Decisión*. De igual forma, la *Ciencia de la Computación* se va a escindir de la

Psicología, y junto con las *Matemáticas*, va a integrar un cluster desarrollado a partir de las *Ciencias Sociales*. El resto de las áreas, van a estar estrechamente relacionadas con el área biomédica.

Para el Bienio 2006-2007, la proporción de la actividad citacional relacionada con la *Medicina* es muy superior al resto de las áreas temáticas de Scopus, erigiéndose como base intelectual y frente de investigación fundamental de la actividad científica nacional (Mapa 3).

Mapa 3. Red de cocitación de áreas temáticas en la producción científica cubana 2006-2007.



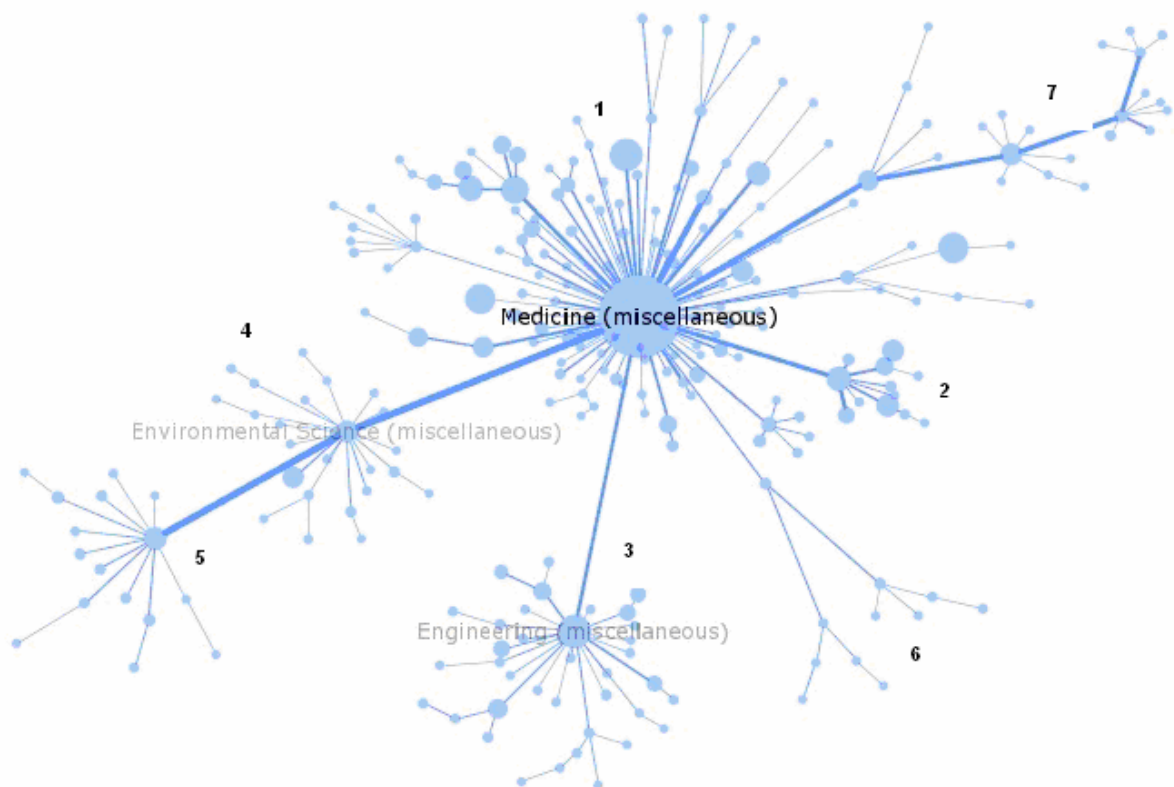
Se mantienen algunas de las relaciones anteriores, aunque se observan cambios significativos, como el fortalecimiento del cluster de las *Ciencias Sociales* y su relación con las áreas *Psicología*, *Economía*, *Econometría* y *Finanzas*, y *Gestión y Contabilidad Empresarial*, o la inserción de la *Ciencia de la Computación* en el cluster establecido alrededor de las ingenierías. Las matemáticas van a relacionarse en mayor proporción con la *Medicina*, y van a integrarse al grupo de áreas más representadas la *Inmunología* y *Microbiología*, y la *Farmacología*, *Toxicología* y *Farmacia*.

De esta forma, van a quedar manifestados una serie de cambios en la base intelectual de la producción científica nacional, los cuales pueden detallarse con mayor precisión si se extiende el estudio al análisis de cocitación de las categorías temáticas de Scopus.

4.2.4.2. Descripción de la macroestructura a partir de las categorías temáticas de Scopus

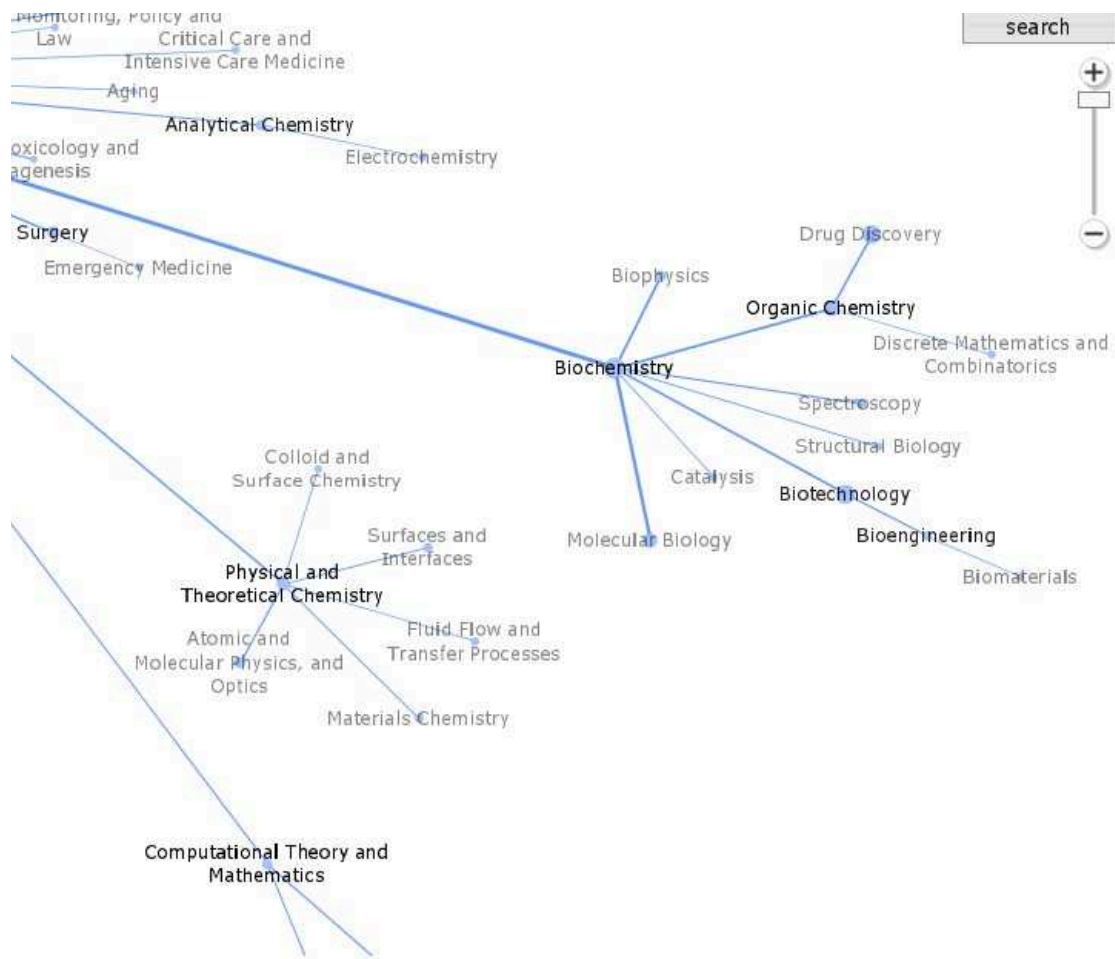
El peso de las Ciencias Médicas en la actividad científica cubana puede verse claramente a partir del mapa global de la red de co-citación de categorías temáticas de Scopus (Mapa 4).

Mapa 4. Mapa global de la red de co-citación de categorías temáticas en la producción científica cubana 2006-2007.



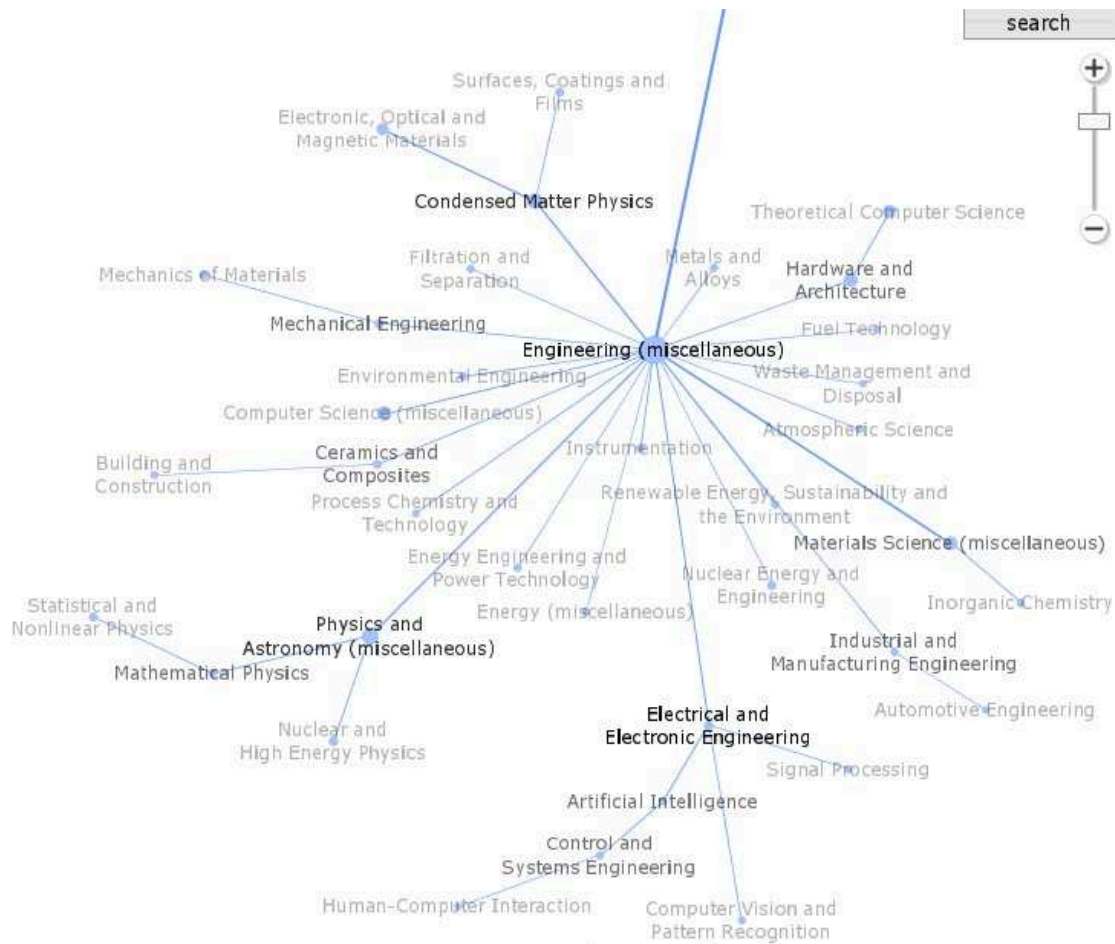
Descendiendo el nivel de granularidad, se pueden observar siete clusters principales que constituyen los frentes de investigación en los que se estructura la actividad científica nacional. El primero de ellos, corresponde al frente de investigación biomédica, que integra

Mapa 6. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con *Bioquímica* y la *Química Física* 2006-2007.



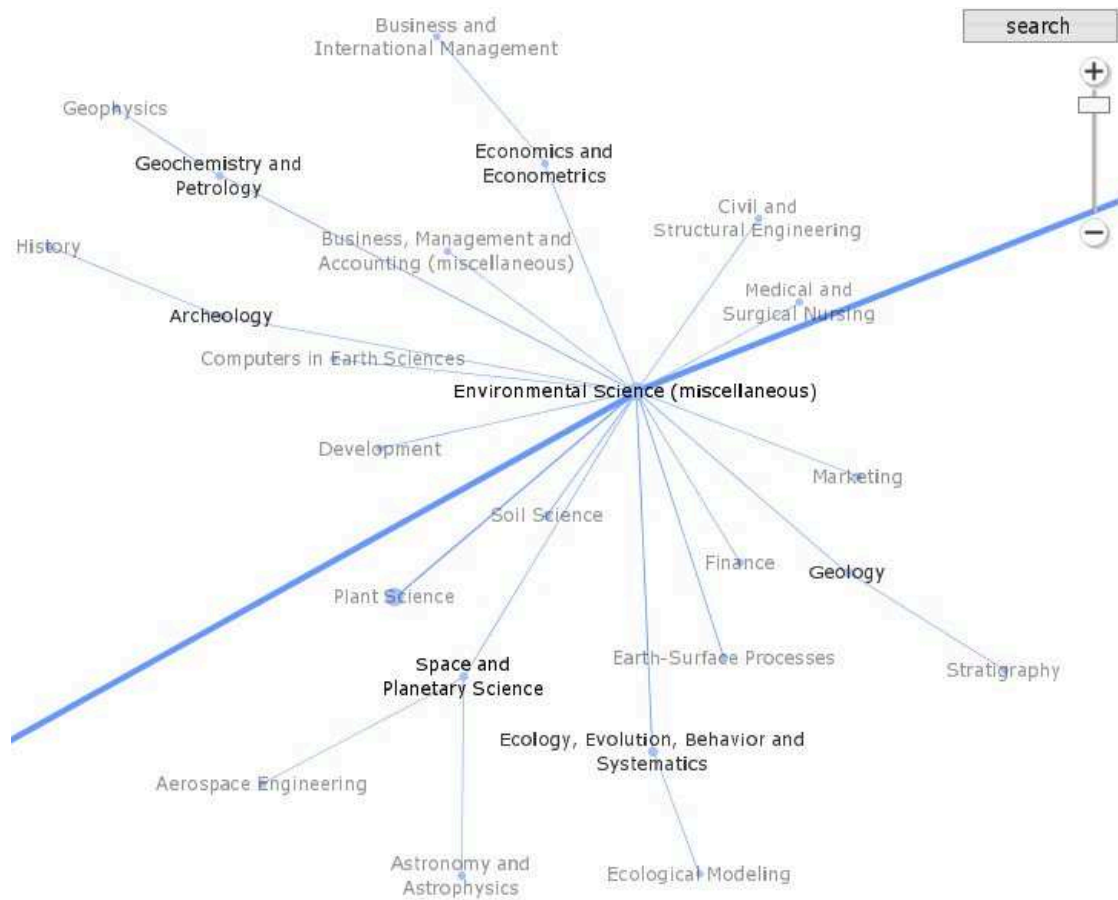
Por otra parte, un tercer frente de investigación abarca la producción científica relacionada con las *Ingenierías* y la *Ciencia de Materiales* (Mapa 7). De las ingenierías se desprenden tres clusters estrechamente relacionados a ella: la *Ingeniería Eléctrica y Electrónica*, *Física y Astronomía* y *Física de Materias Condensadas*. Otras categorías con menor intensidad de citación que componen este frente son la *Ingeniería Mecánica*, *Ciencia de Materiales*, *Cerámicas* y *Composites*; de igual forma, se integran a él categorías relacionadas con la *Ciencia de la Computación*, como *Teoría de la Computación* y *Arquitectura de Hardware*.

Mapa 7. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con las *Ingenierías y Ciencia de Materiales* 2006-2007.



El frente dedicado a la *Ciencia Ambiental* guarda estrecha relación con las *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, aunque engloba una serie de categorías temáticas que confirman su marcado carácter multidisciplinar (Mapa 8). Categorías tan disímiles como la *Economía y Econometría, Geoquímica y Petrología, Geología, Arqueología y Ecología* van a formar parte de la base intelectual que soporta la investigación nacional en este frente durante el período. Interesantes resultan también las relaciones establecidas con la gestión empresarial, el marketing y las finanzas, aspecto que revela una estructura organizacional establecida en el país que integra un grupo de centros de gestión de información, pertenecientes al CITMA, especializados en la generación de productos de inteligencia empresarial. Estos productos y servicios informativos van a respaldar los diferentes tipos de proyectos de investigación que se realizan para el estudio del medioambiente.

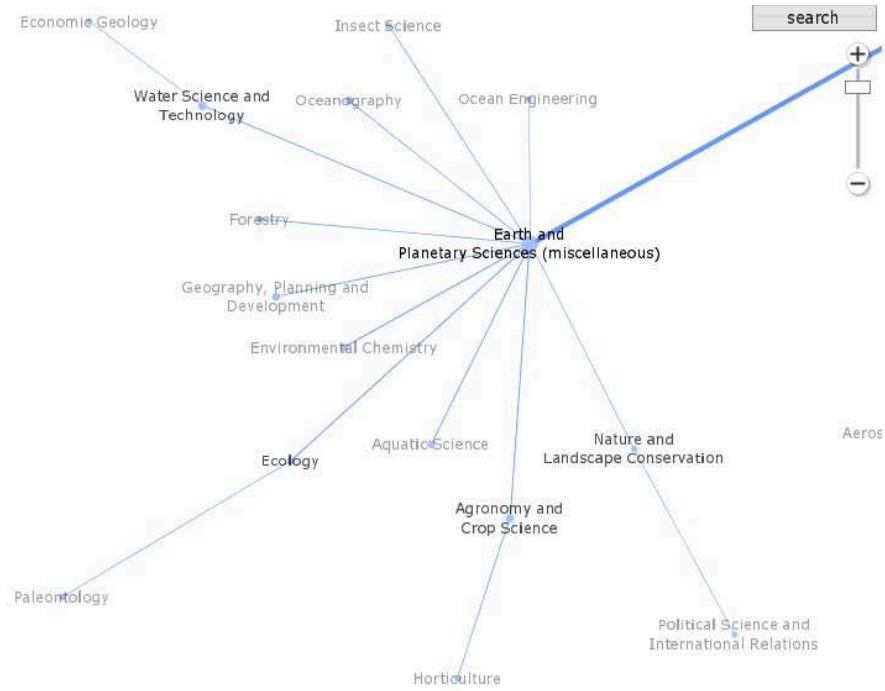
Mapa 8. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con el Medio Ambiente 2006-2007.



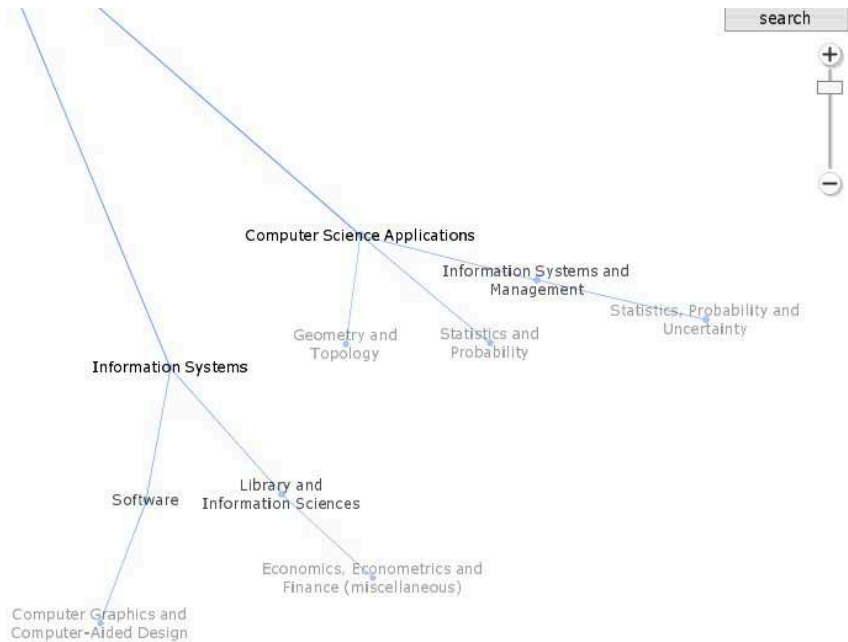
Un quinto frente de investigación ilustra claramente las diferentes disciplinas que se integran a las *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (Mapa 9). La *Ciencia y Tecnología del Agua*, *Agronomía y Ciencia de Cultivos*, *Ecología y Conservación de la Naturaleza*, son algunas de las categorías más representativas dentro del dominio.

Al mismo tiempo, a la categoría *Matemática y Teoría Computacional* se asocian un grupo de categorías que conforman el sexto frente de investigación, dedicado a la *Informática* y la *Ciencia de la Información* (Mapa 10). Por un lado, las categorías *Software* y *Bibliotecología y Ciencias de la Información* son parte de un cluster regido por la categoría *Sistemas de Información*. Por el otro, la categoría *Sistemas de Gestión e Información* se relaciona con las *Aplicaciones de la Ciencia de la Computación*.

Mapa 9. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con las *Ciencias de la Tierra y el Espacio* 2006-2007.



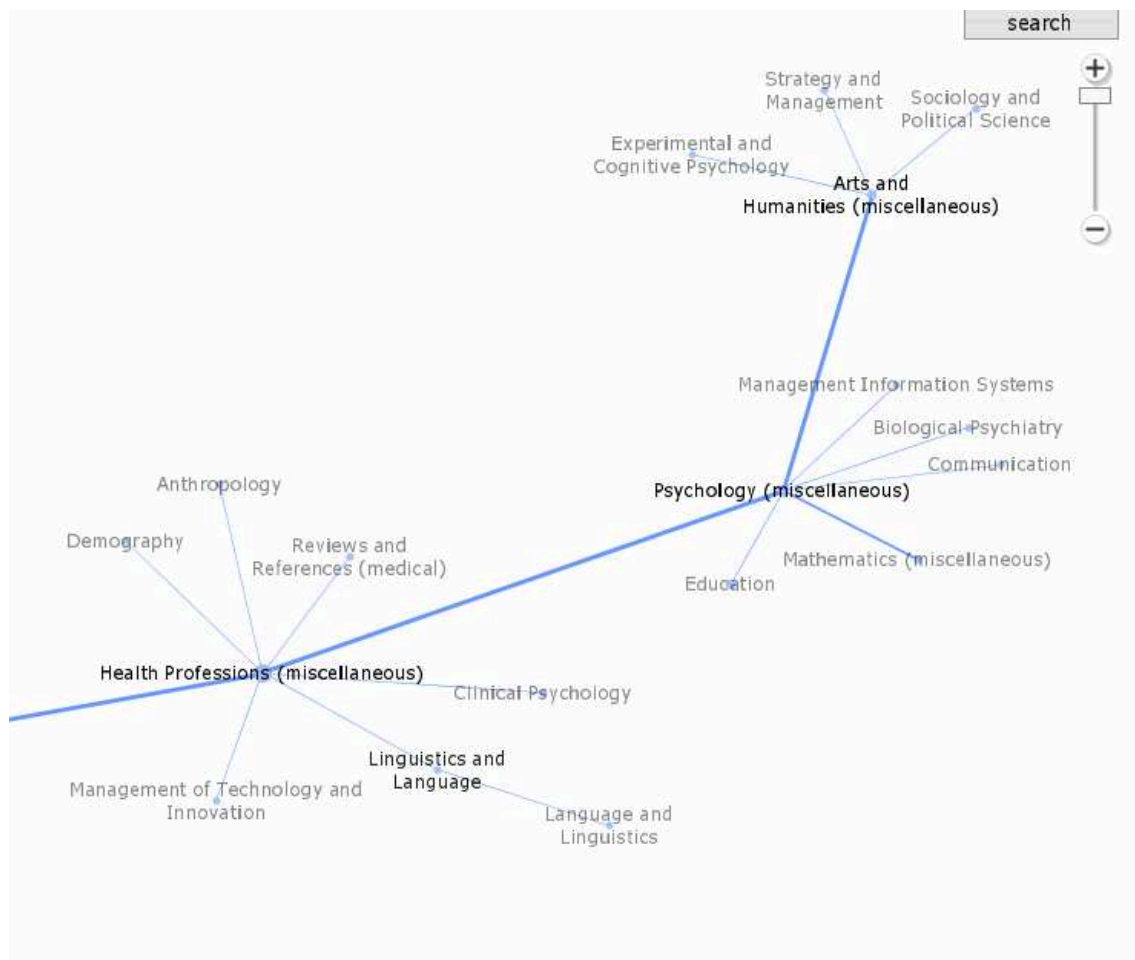
Mapa 10. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con la *Informática y la Ciencia de la Información* 2006-2007.



Esta vinculación entre *Informática y Ciencia de la Información* está dada por la influencia de los estudios sobre sistemas e interfaces de búsqueda, recuperación y análisis de información en la producción científica cubana perteneciente al dominio.

Finalmente, un sector del grafo va a incluir tres clusters independientes relacionados por medio de las categorías *Profesiones de Salud, Psicología y Arte y Humanidades* (Mapa 11).

Mapa 11. Área del mapa de cocitación de categorías temáticas relacionadas con las *Profesiones en Salud, la Psicología y las Artes y Humanidades* 2006-2007.



Sin lugar a dudas, esta perspectiva relacional, de marcado carácter sociológico y generada a partir de las asociaciones cognitivas puestas de manifiesto en el “ciclo de citación” (Wouters, 1997) de los investigadores, aporta al estudio de la ciencia nacional una nueva dimensión analítica que permite capturar la dinámica de la macroestructura científica del país, y complementa la imagen multidimensional obtenida a partir del estudio cuantitativo de los índices de actividad y visibilidad de la producción científica cubana en las correspondientes áreas temáticas de Scopus.

4.2.5. Distribución geográfica y sectorial de la producción científica nacional 2003-2007.

El análisis de la distribución geográfica y sectorial de la producción científica nacional constituye otro aspecto de vital importancia para la caracterización de la actividad científica llevada a cabo en el país. Sin embargo, cuando se trabaja con datos extraídos de bases de datos internacionales, e incluso al verificar directamente la información sobre la afiliación de los autores que se registran en la fuente original, saltan a luz innumerables problemas derivados de la ausencia de una normalización en la entrada de los nombres de los investigadores, sus instituciones y la región geográfica a la que pertenecen.

Por otra parte, no tener en cuenta el enfoque sistémico de la estructura organizativa del SNCIT a la hora de asignar la producción científica de una institución a un determinado sector, provoca la obtención de resultados ambiguos o interpretaciones no fiables que apenas pueden contribuir a la toma de decisiones estratégicas en materia de política científica.

En el presente acápite, ambos fenómenos han sido manejados a partir de la estrategia de normalización y procesamiento de los registros de la base de datos Scopus descrita en el Capítulo 3. Utilizando el sistema de información SAPC creado a tal efecto, se presentan una serie de resultados que permiten identificar las regiones del país con mayor desarrollo científico durante el período 2003-2007; así como caracterizar, a partir de indicadores de producción, impacto y colaboración científica, los sectores con mayor actividad y visibilidad durante el período, haciendo énfasis en el estudio el sector universitario.

4.2.5.1. Distribución geográfica.

El análisis de la distribución geográfica de la producción científica cubana con mayor visibilidad internacional, pone de manifiesto una clara concentración de la actividad científica y tecnológica alrededor de las instituciones que radican en la capital del país (Tabla 12). La Ciudad de La Habana, que concentra alrededor del 20 % de la población nacional, es responsable del 77,1 % de los artículos publicados en revistas indexadas por Scopus, los cuales han recibido el 76,1 % del total de citas recibidas por el país.

La producción científica capitalina está encabezada por dos instituciones universitarias, la UH y el ISCMH, que conjuntamente con el IPK en el sector sanitario, y el CIGB y el CNIC por el sector Ciencia y Técnica, conforman el grupo de instituciones líderes de la provincia. El promedio de citas recibidos por los artículos generados en la capital es ligeramente inferior al

promedio nacional, pero el impacto de acuerdo con el índice H y el índice R (relativo al núcleo de publicaciones más visibles), es el más alto del país.

Tabla 12. Actividad y visibilidad de la producción científica de las provincias cubanas durante el período 2003-2007.

Provincia	Producción científica total							
	A	%	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Ciudad Habana - CHA (occ)	4457	77,14	2042	45,8	11204	2,51	31	43,86
Villa Clara - VCL (cen)	398	6,89	220	55,3	2139	5,37	25	28,93
Habana - HAB (occ)	353	6,11	133	37,7	529	1,50	11	13,45
Santiago de Cuba - SCU (ori)	275	4,76	127	46,2	493	1,79	10	11,83
Matanzas - MTZ (occ)	187	3,24	102	54,5	639	3,42	13	16,79
Camaguey - CMG (cen)	168	2,91	48	28,6	317	1,89	9	14,93
Holguín - HOL (ori)	118	2,04	48	40,7	226	1,92	8	9,33
Cienfuegos - CFG (cen)	100	1,73	42	42,0	369	3,69	12	16,58
Pinar del Río - PRI (occ)	67	1,16	29	43,3	113	1,69	4	7,28
Ciego de Avila - CAV (cen)	59	1,02	33	55,9	82	1,39	4	5,29
Granma - GRA (ori)	48	0,83	15	31,3	65	1,35	4	6,40
Sancti Spiritus - SSP (cen)	24	0,42	10	41,7	85	3,54	6	8,72
Las Tunas - LTU (ori)	18	0,31	11	61,1	59	3,28	3	6,40
Guantánamo - GTM (ori)	10	0,17	3	30,0	7	0,70	2	2,24
Isla de la Juventud - IJU (occ)	1	0,02	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Cuba	5778	100	2582	44,7	14727	2,55	34	45,96

* occ: provincias occidentales; cen: provincias centrales; ori: provincias orientales.

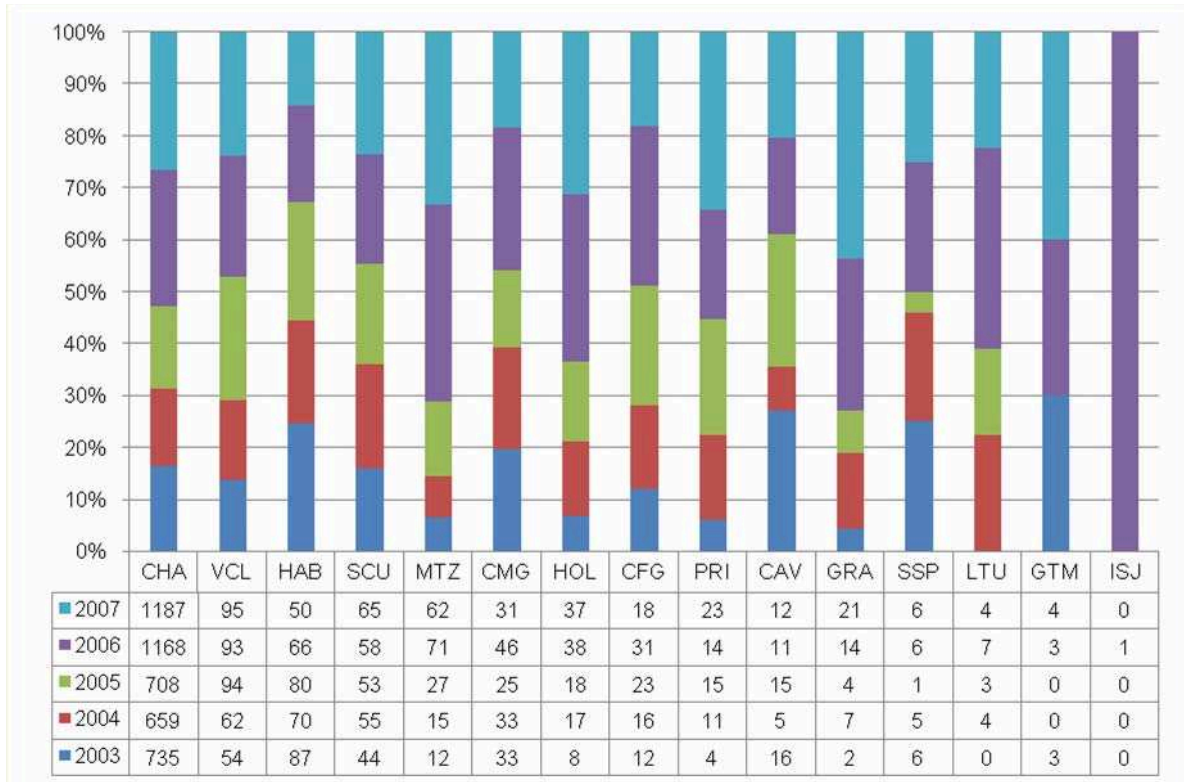
En celdas más oscuras los 5 primeros valores, en negritas los 3 primeros valores

Sin embargo, lo más llamativo del período resultan los avances alcanzados por las provincias de Villa Clara y Matanzas en materia de productividad e impacto. Villa Clara publicó el 6,9 % (398 artículos) del total de artículos nacionales, y recibió el 14,1 % del total de citas recibidas por el país. Más del 55 % de los artículos publicados por instituciones pertenecientes al Polo Científico villaclareño, ampliamente lideradas por la UCLV, fueron citados; y la provincia se mantuvo entre las tres primeras en todos los parámetros evaluados, con el segundo mayor índice H del país y el mejor promedio de citas por artículo (más de cinco citas por cada artículo publicado). Además, logró mantener una producción ascendente a más de 90 artículos durante los últimos tres años evaluados (más del 70 % del total), lo cual da una idea de que está en pleno proceso de desarrollo (Figura 76).

Por su parte, Matanzas publicó el 3,2 % de la producción nacional durante el período, y recibió un volumen de citas ascendente al 4,3 % del total nacional. La institución líder indiscutible de la provincia fue la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" (UMAT). En todos los parámetros Matanzas apareció entre las cinco primeras provincias, con un

promedio de citas por artículo superior a la media nacional y con el tercer mejor índice H, a pesar de que más del 70 % de los artículos fueron publicados durante los dos últimos años evaluados. Es, sin lugar a dudas, una de las provincias que emergen en el ámbito científico nacional, a partir del fortalecimiento de la actividad de I+D en el sector universitario.

Figura 76. Evolución porcentual de la producción científica anual por provincias.



Cienfuegos, La Habana y Santiago de Cuba cierran el grupo de provincias más destacadas. Cienfuegos fue líder en materia de visibilidad, al presentar el segundo mejor promedio de citas por artículo, y el cuarto mayor índice H del país. La Facultad de Ciencias Médicas de Cienfuegos, y su principal institución hospitalaria, el Hospital Clínico Quirúrgico “Gustavo Aldereguía Lima”, fueron líderes en la productividad de la provincia; sin embargo, su alta visibilidad se debió fundamentalmente a la estrecha colaboración existente entre la Facultad de Informática de la Universidad de Cienfuegos (UCF) y el Centro de Bioactivos Químicos de la UCLV.

La Habana, en cambio, se destacó por su productividad. Fue la tercera provincia más productiva del país durante el período, gracias a la actividad científica realizada en el Polo Científico Agropecuario ubicado en el Este de esa provincia. Particularmente, el Instituto de

Ciencia Animal (ICA) lideró el grupo de instituciones que fue responsable del 6,1 % de la producción científica nacional. Sin embargo, la proporción de artículos citados fue una de las más bajas del país, lo cual influyó decisivamente en el bajo promedio de citas por artículo. Este bajo porcentaje de artículos citados, se corresponde con los bajos índices de citación de la *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (Cuban Journal of Agricultural Science)*, hasta hace muy poco tiempo la única revista cubana indexada por las bases de datos de *Thomson Reuters*, y una de las 20 revistas cubanas recogidas por Scopus. La gran mayoría de la producción del ICA es publicada en dicha revista. No obstante, la provincia muestra el quinto mejor índice H del país, gracias a la producción realizada en colaboración internacional por el CENSA, la UNAH y el INCA.

Santiago de Cuba fue la cuarta provincia más productiva, la quinta más citada, y la sexta y última provincia con un índice H que duplica la cantidad de años evaluados. La UO y el Instituto Superior de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba (ISCMSC) fueron las instituciones líderes de la provincia. Estuvo por debajo del promedio de citas por artículo nacional, aunque la mayor visibilidad la alcanzaron no sólo los trabajos realizados por las facultades de Química y Física de la UO y el ISCMSC, sino también trabajos realizados por ECIT como el Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO), el Centro de Investigaciones de la Energía Solar (CIES) y el Laboratorio de Anticuerpos y Biomodelos Experimentales (LABEX).

En sentido general, las provincias orientales, a pesar de su mayor densidad poblacional, reflejaron menor actividad que el resto de las regiones del país, aunque es justo destacar que más de un 60 % de la producción científica de estas provincias fue publicada durante los últimos tres años analizados, lo cual pone de manifiesto un paso de avance. Camagüey mostró la más baja proporción de artículos citados, aunque la colaboración nacional e internacional, especialmente la estrecha colaboración entre el Departamento de Química y Farmacia de la Universidad de Camagüey (UCAM) y el CQF, generaron algunos trabajos con alta visibilidad. De igual forma, a pesar de la visibilidad de algunos de los trabajos desarrollados por la Facultad de Ciencias Médicas de Holguín (FCMH), la Clínica para la Investigación y Rehabilitación de Las Ataxias Hereditarias (CIRAH) y el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM), la provincia holguinera mostró índices de visibilidad por debajo de la media nacional; la productividad, sin embargo, se intensificó durante los últimos tres años evaluados.

El resto de las provincias quedaron relegadas y no mostraron una producción acorde con el potencial humano dedicado a la I+D del que disponen. Ciego de Ávila mostró una excelente

proporción de documentos citados, desarrollados casi en su totalidad por la Universidad de Ciego de Ávila, pero no alcanzó por ello la visibilidad esperada. Sancti Spíritus mostró la mejor proporción de artículos citados, y el tercer mejor promedio de citas por artículo, gracias a la visibilidad de la producción científica del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Sancti Spíritus (CIGB-SSP). Por su parte, algunos trabajos del Centro Provincial de Genética Médica CPGM-LT y la Facultad de Ciencias Médicas de Las Tunas (FCMLT), posibilitaron que esta provincia tuviera la mejor proporción de artículos citados y el quinto mejor promedio de citas por documento. En todos los casos, la productividad fue poco significativa.

Un aspecto que ha sido analizado a lo largo de toda la etapa de investigación correspondiente al presente trabajo doctoral, es la influencia de los patrones de colaboración, tanto nacional como internacional, sobre visibilidad de la producción científica cubana (Arencibia Jorge y Moya Anegón, 2008). En el caso de las provincias cubanas, un total de 11 de las 15 regiones (se incluye el municipio especial Isla de la Juventud) tuvieron una proporción de artículos en colaboración superior a la proporción nacional. Granma es la provincia con menor tasa de colaboración, seguido de Camagüey y Cienfuegos (Tabla 13).

Tabla 13. Tipología de la colaboración científica en la producción científica de las provincias cubanas durante el período 2003-2007.

Provincia	Total	A-Col	%	PCI	%	CN	%	SC	%
Ciudad Habana	4457	2780	62,4	1981	44,4	799	17,9	1677	37,6
Villa Clara	398	310	77,9	217	54,5	93	23,4	88	22,1
Habana	353	223	63,2	131	37,1	92	26,1	130	36,8
Santiago de Cuba	275	214	77,8	188	68,4	26	9,5	61	22,2
Matanzas	187	130	69,5	90	48,1	40	21,4	57	30,5
Camaguey	168	83	49,4	44	26,2	39	23,2	85	50,6
Holguín	118	83	70,3	58	49,2	25	21,2	35	29,7
Cienfuegos	100	61	61,0	32	32,0	29	29,0	39	39,0
Pinar del Río	67	47	70,1	31	46,3	16	23,9	20	29,9
Ciego de Avila	59	46	78,0	24	40,7	22	37,3	13	22,0
Granma	48	21	43,8	11	22,9	10	20,8	27	56,3
Sancti Spiritus	24	20	83,3	8	33,3	12	50,0	4	16,7
Las Tunas	18	15	83,3	10	55,6	5	27,8	3	16,7
Guantánamo	10	10	100,0	0	0,0	10	100,0	0	0,0
Isla de la Juventud	1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100,0
Cuba	5778	3540	61,3	2605	45,1	935	16,2	2238	38,7

Celdas más oscuras: 5 primeros valores o valores por encima de la media; en negritas: 3 primeros valores.

Las tres provincias menos productivas fueron las que mostraron una mayor tasa de colaboración. Granma, Camagüey, Cienfuegos, Sancti Spiritus y Guantánamo fueron las provincias donde la colaboración internacional no fue el tipo de colaboración predominante. Sin embargo, Sancti Spiritus y Guantánamo mostraron mayor dependencia de la colaboración nacional, mientras que Granma y Camagüey en mayor medida, y Cienfuegos en menor medida, mostraron una tendencia a la producción endógena.

Como es de esperar en un país pequeño como Cuba, la colaboración internacional es un factor determinante a la hora de obtener beneficios en materia de visibilidad, y todas las provincias experimentan un aumento en el promedio de citas por documento cuando colaboran con otros países. Sin embargo, hay algunas provincias donde esta colaboración internacional ha jugado un papel decisivo.

Villa Clara muestra indicadores de producción e impacto que se encuentran entre los tres primeros a nivel nacional, con valores superiores a la media en cuanto a proporción de artículos en colaboración internacional, porcentaje de artículos citados y promedio de citas por artículo (Tabla 14). En la provincia, el establecimiento de relaciones con diferentes países ha sido vital para la proyección internacional de sus actividades de I+D.

Tabla 14. Actividad y visibilidad de la colaboración internacional de las provincias cubanas durante el período 2003-2007.

Provincia	Colaboración Internacional							
	PCI	% PCI	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Ciudad Habana	1981	44,4	1288	65,0	7860	3,97	27	41,01
Villa Clara	217	54,5	157	72,4	1613	7,43	22	26,08
Habana	131	37,1	74	56,5	400	3,05	11	13,38
Santiago de Cuba	188	68,4	101	53,7	408	2,17	9	11,09
Matanzas	90	48,1	56	62,2	331	3,68	9	13,11
Camaguey	44	26,2	24	54,5	245	5,57	9	14,32
Holguín	58	49,2	39	67,2	179	3,09	8	8,72
Cienfuegos	32	32,0	24	75,0	298	9,31	11	15,68
Pinar del Río	31	46,3	22	71,0	85	2,74	4	6,86
Ciego de Avila	24	40,7	17	70,8	48	2,00	4	5,29
Granma	11	22,9	5	45,5	20	1,82	2	4,00
Sancti Spiritus	8	33,3	5	62,5	51	6,38	4	7,00
Las Tunas	10	55,6	7	70,0	48	4,80	3	6,40
Guantánamo	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Isla de la Juventud	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Cuba	2605	45,1	1672	64,2	10646	4,09	31	43,35

Celdas más oscuras: 5 primeros valores; en negritas: 3 primeros valores.

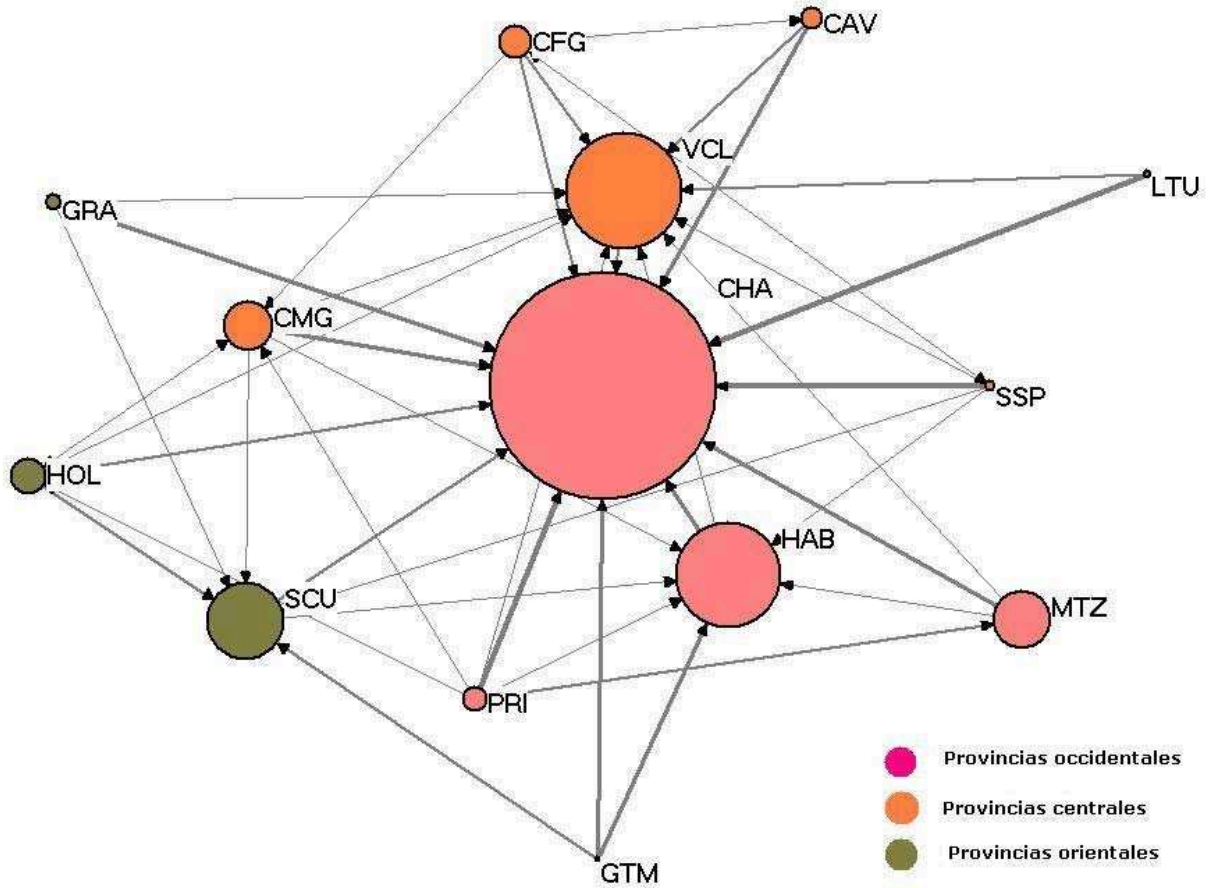
Sin embargo, el caso de Cienfuegos es significativo. Al igual que Camagüey y Granma, en esta provincia impera la producción endógena. Esta producción recibe muy pocas citas. Sin embargo, las relaciones internacionales que establece la región hacen que su producción científica muestre los mayores valores del país en cuanto a visibilidad. La proporción de artículos con presencia de instituciones foráneas es de un 32 %, pero el 75 % de los mismos son citados, y reciben como promedio alrededor de 9 citas. De esta forma, este conjunto de artículos es quien define la visibilidad general de toda la producción científica de la provincia. El caso de Camagüey es bastante similar. Sin embargo, para Granma la colaboración internacional, que sólo alcanza un 22,9 % del total, apenas incide en la visibilidad de los artículos. En ese sentido, Santiago de Cuba tiene otro comportamiento a destacar, pues es la provincia con mayor proporción de artículos con presencia de instituciones internacionales, ascendente al 68,4 % de los mismos. No obstante, la visibilidad de los mismos no aumenta significativamente, la proporción de artículos citados queda muy por debajo de la media nacional, y el promedio de citas por documento apenas crece cuatro décimas de punto.

Pinar del Río y Ciego de Ávila corren la misma suerte se Santiago de Cuba, aunque la proporción de artículos citados es muy superior en ambas. En Ciudad de La Habana la colaboración internacional es inferior a la proporción nacional, al igual que el promedio de citas que recibe. No obstante, su producción en colaboración nacional, y la realizada sin colaboración, alcanzan una visibilidad superior, aspecto que comparte con Villa Clara y Matanzas. Aunque poco significativa, la colaboración internacional de Las Tunas y de Sancti Spíritus define la visibilidad de las provincias. Y en el caso de esta última, la colaboración nacional también ejerce un importante rol.

Al igual que la colaboración internacional, el éxito de la colaboración nacional radica en elegir el mejor colaborador para llevar a cabo un proyecto de investigación. Ciudad de La Habana, Villa Clara y Matanzas, particularmente, han sabido sacar provecho de su colaboración mutua. Pero en este caso, el análisis de la dependencia de la colaboración nacional entre las diferentes regiones del país va a ofrecer una imagen que nuevamente aborda el tema de la concentración en la Ciudad de La Habana del grueso de las actividades de I+D (Mapa 12).

El mapa refleja la asimetría existente entre los enlaces que se establecen entre las distintas provincias, de manera que se tiene en cuenta la posibilidad de que una provincia pueda ser un ser socio muy importante para otra, sin que haya una reciprocidad en esa asociación. Así, se pone de manifiesto la atracción o la dependencia a la hora de colaborar.

Mapa 12. Colaboración asimétrica entre las provincias cubanas durante el período 2003-2007 (UCINET 6.123; NetDraw 2.38).



En el mapa, la posición central del grafo la ocupan las provincias más productivas, que a su vez, realizan su colaboración nacional con un alto número de provincias. El sentido unidireccional del vector implica dependencia de una provincia hacia otra, y el grosor del mismo denota la intensidad de la dependencia. Los nodos de la periferia son los que manifiestan mayor dependencia.

Ciudad de La Habana, Villa Clara y La Habana atraen hacia así a la mayor cantidad de provincias. La única dependencia de estas dos últimas provincias, es para con la Ciudad de La Habana. La intensidad de la atracción define la importancia de las instituciones capitalinas para el desarrollo de la investigación científica nacional. Matanzas depende de estas tres provincias para alcanzar su visibilidad, aunque es capaz de atraer la producción e instituciones pinareñas. Camagüey y Santiago de Cuba son las otras provincias capaces de atraer la colaboración con sus homólogas. Instituciones de regiones tan distantes como

Holguín, Pinar del Río y Cienfuegos, manifiestan dependencia de la colaboración con Camagüey. Santiago de Cuba, por su parte, atrae a cuatro provincias Orientales y Camagüey. Una vez más, se observa un rol secundario de las provincias Orientales, ubicadas en la periferia del grafo, con respecto a las provincias centrales y occidentales. Finalmente, un análisis de la producción científica por sectores identificada en el total de la producción de las provincias permite claramente identificar el protagonismo de las instituciones de educación superior en la actividad científica nacional (Tabla 14). En 12 de las 15 regiones una proporción de más del 80 % es cubierta por la actividad de instituciones subordinadas metodológicamente al sub-sistema de Educación Superior de la República de Cuba. De ellas, Camagüey, Holguín, Granma y especialmente Las Tunas, tienen una amplia proporción en el sector sanitario, derivada de la estrecha colaboración entre las facultades universitarias especializadas en Ciencias Médicas y las instituciones hospitalarias.

Tabla 15. Distribución sectorial de la producción científica de las provincias cubanas durante el período 2003-2007.

Provincia	ES	%	SS	%	CT	%	AD	%	EM	%	Total
Ciudad Habana	2186	49,0	1914	42,9	1579	35,4	141	3,2	62	1,4	4457
Villa Clara	375	94,2	79	19,8	49	12,3	48	12,1	6	1,5	398
Habana	88	24,9	44	12,5	292	82,7	17	4,8	8	2,3	353
Santiago de Cuba	241	87,6	61	22,2	39	14,2	5	1,8	2	0,7	275
Matanzas	177	94,7	30	16,0	16	8,6	5	2,7	1	0,5	187
Camaguey	148	88,1	115	68,5	30	17,9	3	1,8	2	1,2	168
Holguín	98	83,1	54	45,8	22	18,6	5	4,2	3	2,5	118
Cienfuegos	93	93,0	57	57,0	11	11,0	1	1,0	1	1,0	100
Pinar del Río	54	80,6	25	37,3	14	20,9	2	3,0	1	1,5	67
Ciego de Avila	53	89,8	18	30,5	12	20,3	2	3,4	0	0,0	59
Granma	43	89,6	22	45,8	9	18,8	1	2,1	2	4,2	48
Sancti Spiritus	14	58,3	12	50,0	10	41,7	0	0,0	1	4,2	24
Las Tunas	16	88,9	13	72,2	1	5,6	2	11,1	0	0,0	18
Guantánamo	9	90,0	4	40,0	5	50,0	0	0,0	0	0,0	10
Isla de la Juventud	1	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1

Celdas más oscuras: 5 primeros valores o valores por encima de la media; en negritas: 3 primeros valores.

En el caso de Ciudad de La Habana, aún cuando es mayor la proporción de la educación superior, su distribución sectorial es mucho más balanceada. La Habana es la única provincia cuyo rol protagónico está dado por la actividad de instituciones del sector Ciencia y Técnica. Por su parte, la mayor proporción del sector Administración la mostró Villa Clara; y en el sector empresarial, a pesar de la mayor actividad capitalina, las proporciones muestran a La Habana y Holguín entre las más destacadas.

El análisis sectorial es abordado con mayor granularidad en el siguiente acápite.

4.2.5.2. Distribución sectorial

La producción científica cubana indexada en Scopus se distribuye mayormente en tres de los seis sectores analizados. La *Educación Superior*, que agrupa al conjunto de instituciones universitarias existentes en el país independientemente del organismo al que pertenecen, constituye el sector más productivo, al ser responsable del 55,4 % de los artículos comprendidos en la base de datos (Tabla 16).

Tabla 16. Actividad y visibilidad de la producción científica de los sectores nacionales dedicados a la I+D durante el período 2003-2007.

Sector	A	%	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Educación superior	3199	55,4	1384	43,3	7680	2,40	29	33,97
Sector Salud	2270	39,3	708	31,2	4237	1,87	24	36,00
Ciencia y Técnica	1864	32,3	1012	54,3	5521	2,96	25	32,74
Administración	190	3,3	105	55,3	777	4,09	17	19,85
Empresas	71	1,2	19	26,8	62	0,87	4	5,48
Otras	51	0,9	6	11,8	16	0,31	2	3,32
Cuba	5778	100	2582	44,7	14727	2,55	34	45,96

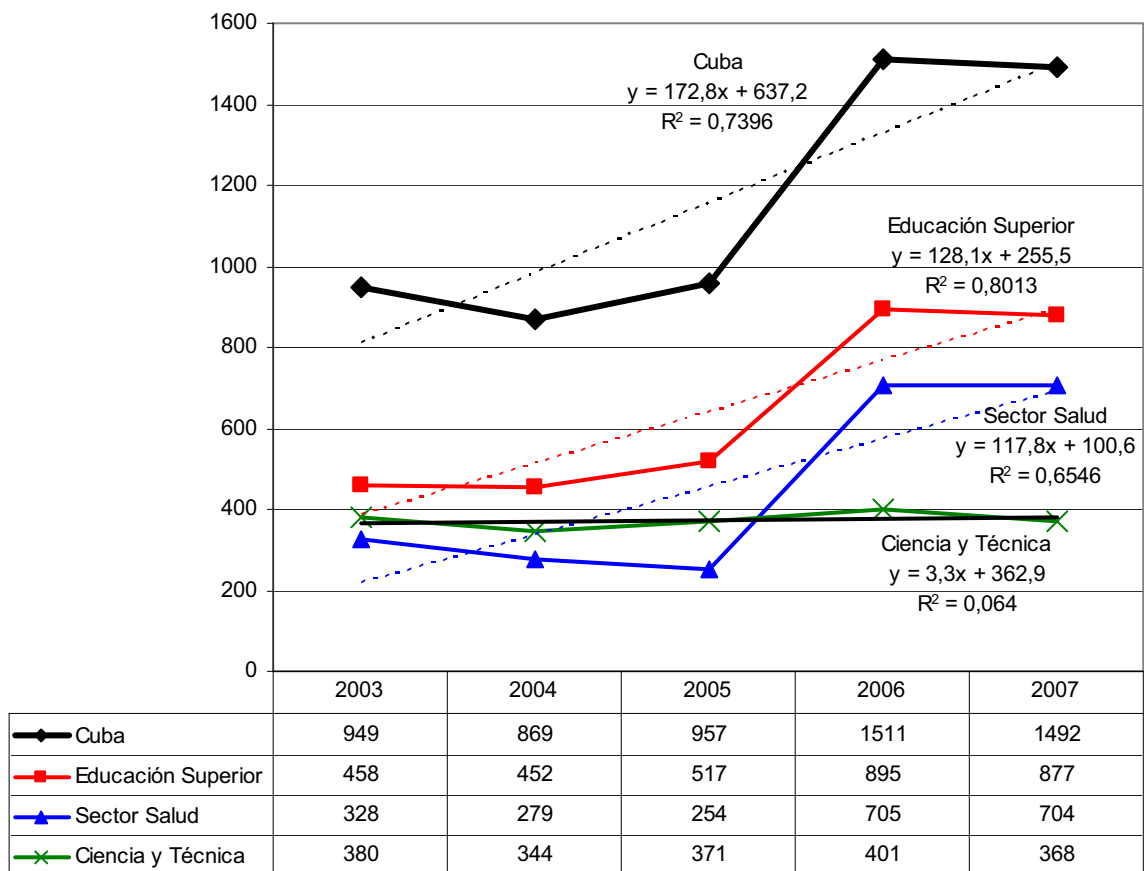
En negritas: 2 primeros valores.

Este rol protagónico que sostenidamente ha tenido la universidad a lo largo del desarrollo científico del país (Sancho *et al.*, 1993; Araujo Ruiz *et al.*, 2005), crece durante los últimos años estudiados (Figura 77), llegando a concentrar en el año 2007 poco más del 58 % de la producción científica nacional (Figura 78). Las universidades de La Habana, Villa Clara, Oriente y Matanzas, conjuntamente con el ISCMH, tienen un importante peso en este gran volumen de producción. De igual forma, en cuanto a visibilidad, es el sector con mayor índice H, aunque su proporción de artículos citados y su promedio de citas por documento están por debajo de la media nacional.

En ese sentido, mucho influye la producción de los institutos superiores de Ciencias Médicas en revistas nacionales poco citadas internacionalmente, aspecto que también se pone de manifiesto en el volumen total de documentos generados por el sector sanitario. Sólo el 43 % de la producción universitaria (liderada por las universidades antes mencionadas), y el 31 % de la producción sanitaria (lideradas por el IPK y el Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Hermanos Ameijeiras"), fue citado en al menos una ocasión durante el período, en contraste con la actividad citacional de la producción científica de los sectores Ciencia y Técnica (54 % de artículos citados) y Administración (53 %), los cuales lideraron este aspecto de forma general.

El sector Administración abarcó sólo el 3,3 % de la producción nacional, aunque mostró el mayor promedio de citas por artículo, fundamentalmente por el aporte de la Estación Territorial Experimental de la Caña de Azúcar "Villa Clara-Cienfuegos" (ETICA), con una estrecha colaboración con la UCLV y la UMAT. Mientras, el sector empresarial sólo publicó 71 artículos durante el período, sin protagonismo para ninguna institución en particular y con poca visibilidad.

Figura 77. Producción científica cubana y comportamiento de los tres sectores más importantes durante el período 2003-2007 in Scopus.

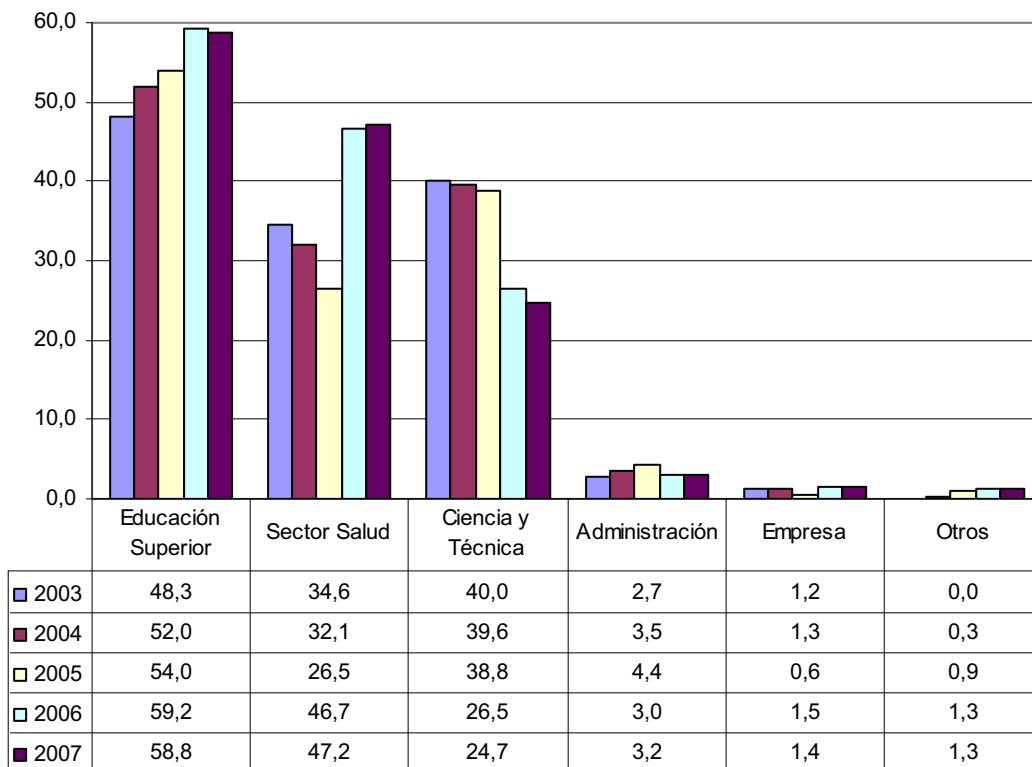


Las instituciones del Polo Científico del Oeste de la Ciudad de La Habana fueron fundamentalmente las que propiciaron el desarrollo del sector Ciencia y Técnica durante todo el período, lideradas particularmente por dos instituciones emblemáticas: el CIGB y el CNIC. Este grupo de instituciones es responsable no sólo de una gran cantidad de publicaciones en revistas de corriente principal e indexadas por otras bases de datos de prestigio internacional, sino también de una proporción importante del número total de patentes

solicitadas y concedidas al país, así como de un creciente volumen de ingresos monetarios que ha convertido a la industria biotecnológica cubana en un renglón de suma importancia para la economía del país

El crecimiento de los sectores Educación Superior y Salud determina prácticamente el crecimiento de la nación en términos globales. La evolución porcentual de la Educación Superior ha sido sostenida durante el período. Sin embargo, el mayor crecimiento se encuentra en el sector sanitario, que evolucionó de un 34,6 % de la producción nacional en el 2003, a un 47,2 % en el 2007.

Figura 78. Evolución porcentual de la producción científica nacional por sectores.

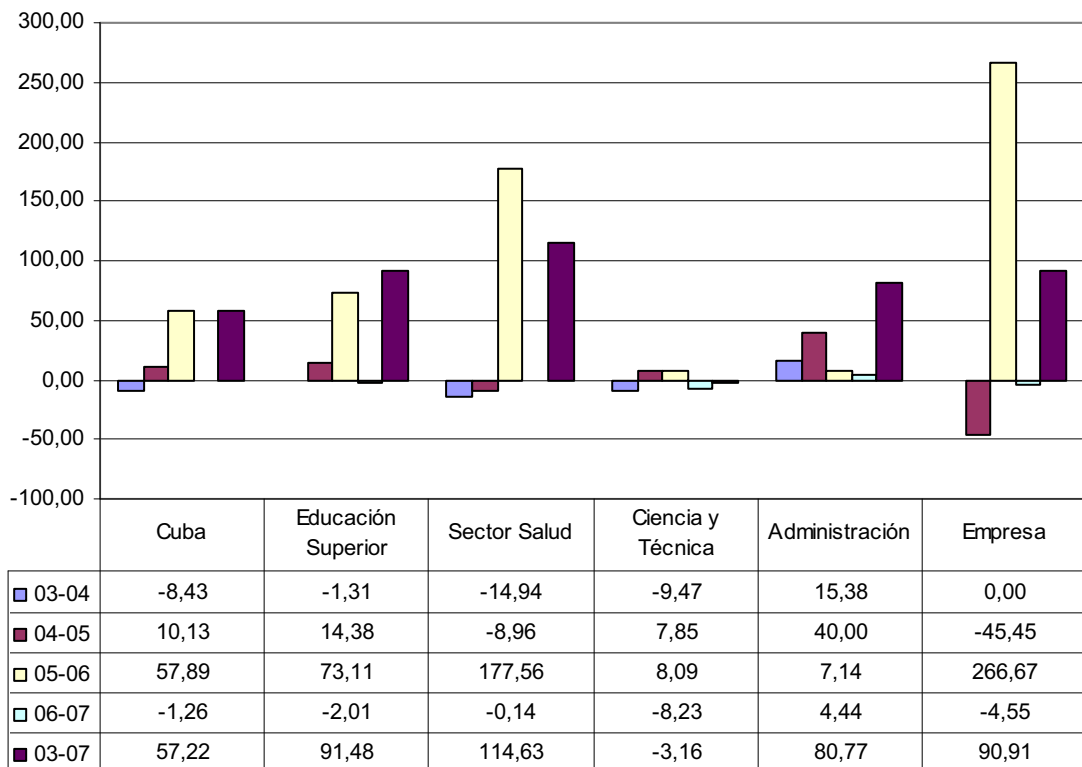


La producción de las instituciones sanitarias llegó a experimentar un descenso durante la etapa evaluada, pero un grupo de acciones llevadas a cabo por el Ministerio de Salud Pública y el Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas, encaminadas al fomento de la publicación científica y el fortalecimiento de la visibilidad de las revistas cubanas de Ciencias Médicas en SciELO, entre otros factores, propiciaron una elevada producción durante los años 2006 y 2007, justo cuando las mismas fueron finalmente cubiertas por la

base de datos Scopus. El sector Ciencia y Técnica se mantuvo estable entre los 340 y los 400 artículos anuales, lo cual, sumado al aumento significativo de los sectores antes mencionados, le hizo decrecer en proporción.

El sector sanitario también va a mostrar una marcada evolución en la tasa de crecimiento anual (Figura 79) y en el número de instituciones por año (Figura 80).

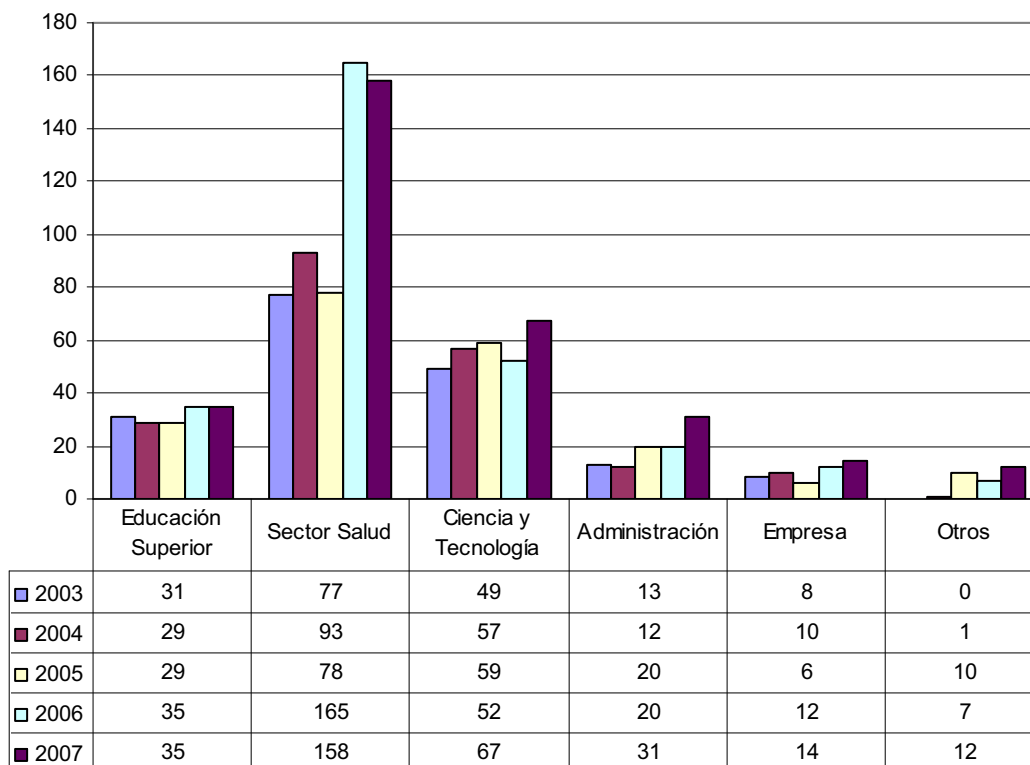
Figura 79. Tasa de crecimiento anual de la producción científica cubana por sectores.



Como puede apreciarse, excepto para el sector Ciencia y Técnica, que muestra un ligero descenso, en todos los sectores se experimentó un crecimiento significativo en los cinco años analizados. El sector sanitario duplicó en el 2007 la cifra de documentos publicados en el 2003, aspecto que casi logran alcanzar también el sector universitario, el administrativo y el empresarial, lo cual permitió que Cuba aumentara en más de un 50 % su producción durante el período.

El momento clave del período fue el año 2006, cuando las universidades y las instituciones de Salud iniciaron un importante ascenso. Estas últimas estuvieron a punto de triplicar su producción del año anterior. En el caso del sector Empresas, aunque pequeño en volumen, aumentó en más de un 250 % su producción del año 2005.

Figura 80. Evolución del número de instituciones por sector.



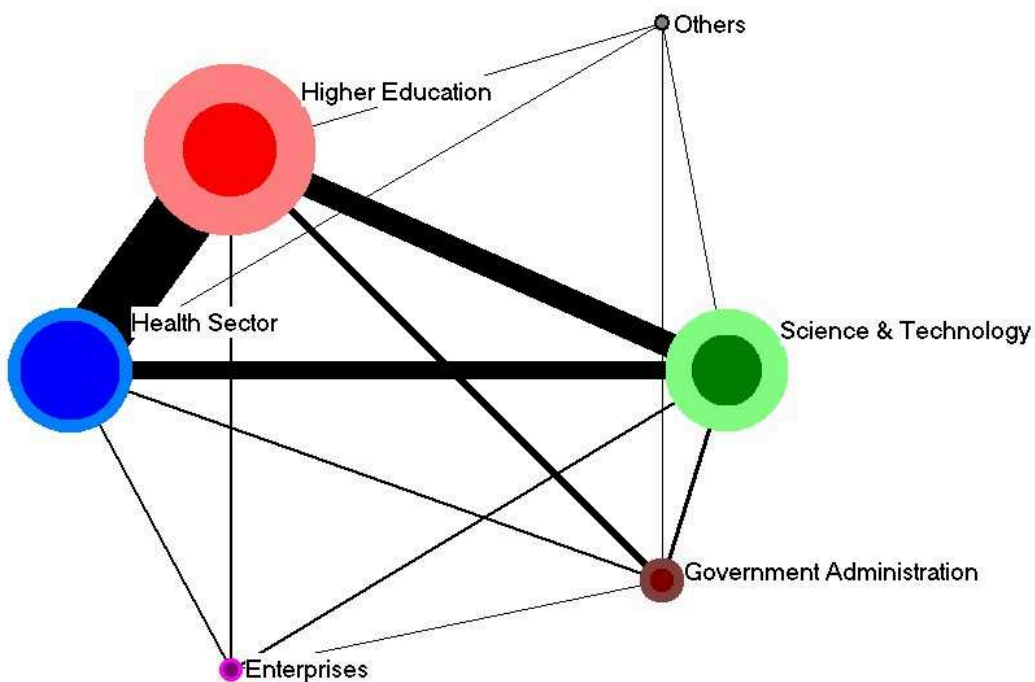
Por otra parte, el número de instituciones que contribuyeron con artículos al crecimiento de la producción científica nacional en revistas indexadas por Scopus progresó de forma sustancial. De un total de 178 instituciones cubanas que aportaron al menos un artículo al volumen de documentos con mayor visibilidad internacional, la cifra se incrementó hasta 317 instituciones en el 2007.

Fue precisamente el sector sanitario el que mostró el mayor aporte, al duplicar en el año 2007 la cifra de instituciones del 2003. No obstante, en todos los sectores se experimentó un crecimiento. Este aspecto constituye un importante avance, puesto que se multiplican las instituciones nacionales que dedican sus esfuerzos a publicar sus resultados de investigación en canales de comunicación relevantes para la comunidad científica mundial. Tales esfuerzos hacen visible para científicos y académicos de todo el mundo los principales aportes de Cuba a la Ciencia, que en algunos casos, y por múltiples factores, habían sido condenados a la invisibilidad al aparecer publicados en órganos de alcance local, o simplemente registrados en informes no publicados (o peor, en canales de comunicación no validados por expertos).

De esta forma, la posibilidad de acceder con mayor facilidad a las investigaciones nacionales aumenta la probabilidad de que éstas puedan influir sobre la comunidad científica, convertirse en base intelectual para futuras investigaciones que se desarrollen en cualquier parte del mundo (fenómeno expresado a través de una cita), e influir así directamente sobre el desarrollo de la actividad científica y académica internacional.

En cuanto al fenómeno de la colaboración científica expresado en los diferentes sectores analizados, este puede abordarse desde múltiples perspectivas. La relación intersectorial e interinstitucional, por un lado, y el establecimiento de sólidas redes de colaboración internacional, van a ser factores clave para revelar el desarrollo de la actividad científica nacional, los cuales pueden ser objetivamente medidos a partir de indicadores bibliométricos y claramente visualizados a partir de técnicas de análisis de redes sociales (Figura 81).

Mapa 13. Colaboración intersectorial (UCINET 6.123; NetDraw 2.38).



En la figura que se presenta, el color de los nodos identifica el sector, el tamaño recoge el volumen de la producción, el anillo que bordea el nodo representa la proporción de la colaboración internacional, las líneas que los enlazan implican la existencia de colaboración intersectorial y el grosor de los enlaces expresa la intensidad de esas relaciones. De esta forma, se representa objetivamente la dimensión estructural de la producción científica nacional a partir de la caracterización de sus sectores estratégicos.

Si se utiliza una aproximación subjetiva para intentar describir una estructura inter-sectorial idónea para la macroestructura científica nacional (que tenga en cuenta el rol protagónico del estado en el financiamiento y desarrollo de la I+D, la ausencia de un sector empresarial privado con peso en la toma de decisiones estratégicas de la PNICT, y las estrategias de dicha política encaminadas hacia la internacionalización y la aplicación y generalización de los resultados de investigación), y se es consecuente con las diferentes corrientes teóricas sobre ciencia, tecnología e innovación que han influido fundamentalmente durante los últimos años (Echeverría, 2003; Funtowicz y Ravetz, 2000; Gibbons et al, 1994; Leydesdorff y Etzkowitz, 1996; Lundvall, 1992; Nelson, 2002; Ziman, 1996), se podría deducir que una estructura ideónea mostraría los tres sectores estratégicos (Educación Superior, Ciencia y Tecnología, Salud) con intensos enlaces de similares proporciones. De igual forma, la proporción de la colaboración internacional debería ser homogénea, tal vez más intensa en aquellos sectores con mayores necesidades de fuentes de financiamiento externo para su desarrollo; y el sector empresarial debería tener un papel más importante en el componente principal, con intensos enlaces hacia los sectores universitario y científico-técnico.

Lo que puede inferirse del mapa que se presenta, reflejo de la producción científica con mayor visibilidad para la comunidad científica mundial, es que aún no es lo suficientemente fuerte la vinculación existente entre las universidades y las entidades de ciencia e innovación tecnológicas, así como entre éstas últimas y las instituciones sanitarias del país; que no es representativa la colaboración científica internacional en el sector Salud, teniendo en cuenta las múltiples experiencias sanitarias cubanas a lo largo de todo el planeta; y que existe un divorcio entre las unidades de I+D del sector empresarial y los sectores universitario y científico-técnico, dado por la aún insuficiente actividad investigativa generada por este sector.

Si bien es imposible poder hacer conclusiones definitivas sobre este punto a partir exclusivamente de la producción científica indexada en la base de datos Scopus, lo cierto es que, más allá de los múltiples resultados y avances científicos alcanzados por el país, tales conclusiones se han visto reflejadas de una u otra manera en los diferentes balances y

controles que durante los últimos años ha realizado la máxima dirección de la nación, así como los principales organismos implicados en las actividades de I+D.

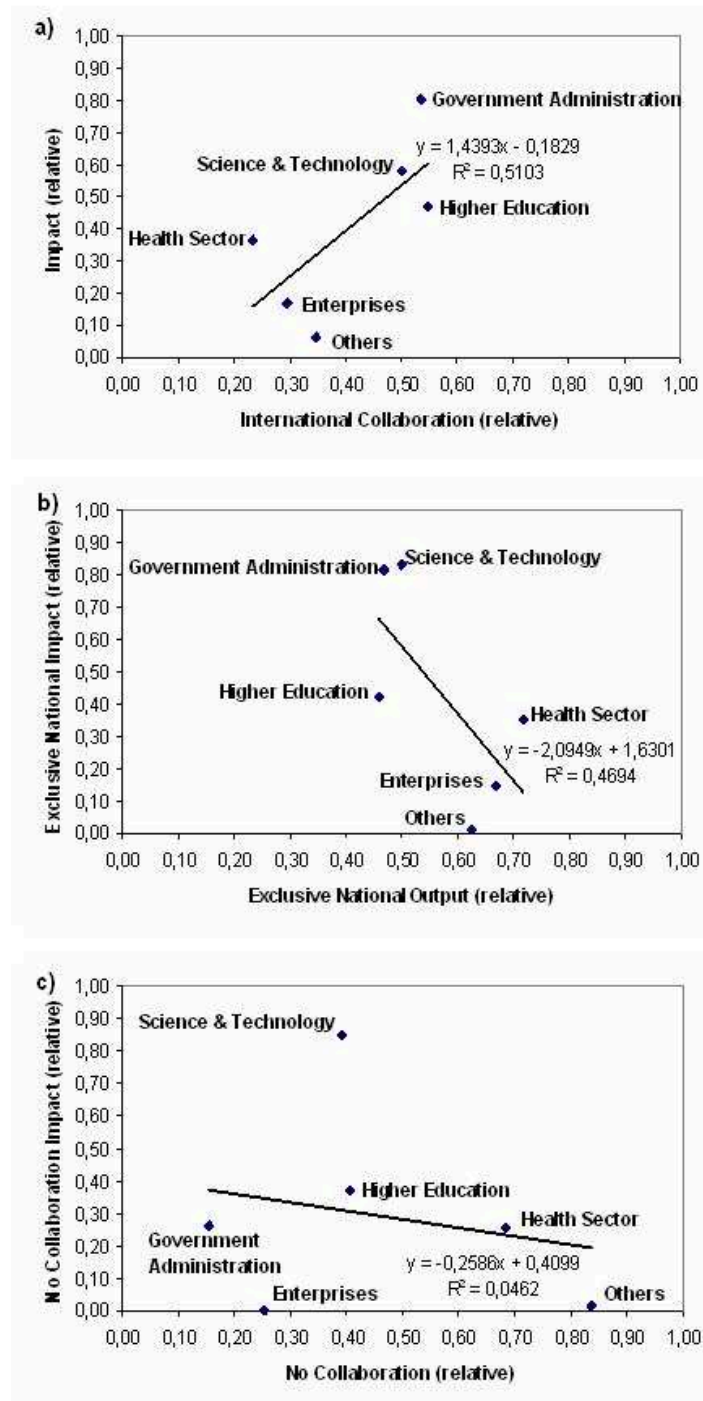
El análisis por sectores de los indicadores de impacto según el tipo de colaboración, esclarece algunos puntos que permiten caracterizar la efectividad de la PNCIT en los diferentes sectores (Tabla 17).

Tabla 17. Visibilidad de la producción científica de los sectores nacionales dedicados a la I+D según el tipo de colaboración durante el período 2003-2007.

a) colaboración internacional								
Sector	A	% CI	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Educación superior	1580	49,4	985	62,3	5934	3,76	27	32,11
Sector Salud	483	21,3	326	67,5	2617	5,42	20	32,89
Ciencia y Técnica	843	45,2	542	64,3	3342	3,96	21	29,39
Administración	92	48,4	70	76,1	571	6,21	14	17,80
Empresas	19	26,8	11	57,9	42	2,21	4	5,20
Otras	16	31,4	5	31,3	15	0,94	2	3,32
Cuba	2605	45,1	1672	64,2	10646	4,09	31	43,35
b) producción nacional exclusiva								
Sector	A	% PNE	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Educación superior	1619	50,6	399	24,6	1746	1,08	18	22,69
Sector Salud	1787	78,7	382	21,4	1620	0,91	16	21,45
Ciencia y Técnica	1021	54,8	470	46,0	2179	2,13	18	22,74
Administración	98	51,6	35	35,7	206	2,10	8	12,00
Empresas	52	73,2	8	15,4	20	0,38	2	3,32
Otras	35	68,6	1	2,9	1	0,03	1	1,00
Cuba	3173	54,9	910	28,7	4081	1,29	23	28,51
c) colaboración nacional exclusiva								
Sector	A	% CN	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Educación superior	611	19,1	217	35,5	933	1,53	14	17,78
Sector Salud	585	25,8	203	34,7	958	1,64	15	18,68
Ciencia y Técnica	456	24,5	241	52,9	1146	2,51	15	18,84
Administración	75	39,5	28	37,3	193	2,57	8	12,00
Empresas	38	53,5	8	21,1	20	0,53	2	3,32
Otras	2	3,9	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Cuba	935	16,2	370	39,6	1669	1,79	18	21,14
d) sin colaboración								
Sector	A	% SC	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Educación superior	1008	31,5	182	18,1	813	0,81	14	18,97
Sector Salud	1202	53,0	179	14,9	662	0,55	11	15,65
Ciencia y Técnica	565	30,3	229	40,5	1033	1,83	13	17,89
Administración	23	12,1	7	30,4	13	0,57	2	2,83
Empresas	14	19,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Otras	33	64,7	1	3,0	1	0,03	1	1,00
Cuba	2238	38,7	540	24,1	2412	1,08	19	25,55

Desde el punto de vista estadístico, se puede inferir que el impacto crece en la medida que mayor sea el porcentaje de artículos en colaboración internacional, y decrece relativamente en la medida que es mayor la producción nacional exclusiva (Figura 81).

Figura 81. Relación estadística entre indicadores de colaboración e impacto según tipo de colaboración: a) colaboración internacional; b) producción nacional exclusiva; c) sin colaboración.



Sin embargo, no existe una correlación positiva entre el impacto y la proporción de artículos sin colaboración, dadas algunas características que se manifiestan en algunos sectores.

En el sector Educación Superior, el promedio de citas por documento y el porcentaje de artículos citados está por debajo de la media nacional tanto en la producción total como en cada uno de los tipos de colaboración. La colaboración internacional abarca casi el 50 % de la producción científica del sector. Sin embargo, es evidente que esta colaboración aún no reporta los beneficios esperados, por lo que se hace necesario estudiar la dinámica de citación de las temáticas donde se está colaborando, así como los países y las instituciones con las cuales se están desarrollando estos vínculos de colaboración, puesto que no influyen en el comportamiento general de los indicadores de impacto. Sólo el núcleo de trabajos más citados muestra una influencia positiva de la colaboración internacional, ya que 22 de los 29 artículos (75 %) que componen el núcleo H de artículos más visibles, son resultados de proyectos de colaboración entre Cuba y otros países.

El sector sanitario, por su parte, presenta el 78,7 % de su producción sin presencia de instituciones foráneas. De este gran volumen, sólo el 21,4 % fue citado, y recibió como promedio menos de una cita por trabajo. La producción realizada por investigadores de una misma institución tuvo todavía menos impacto. Esta baja visibilidad de la producción científica exclusivamente nacional del sector, influye decisivamente en la poca visibilidad de su producción global, y está estrechamente relacionada con la ya mencionada producción científica en revistas poco citadas y de idiomas diferentes al inglés. Sin embargo, la colaboración internacional del sector sanitario es altamente visible. El 67,5 % fue citada, y los artículos recibieron como promedio más de cinco citas. Es evidente entonces la necesidad que tiene el sector de fomentar el intercambio con instituciones internacionales para ayudar a aumentar esos índices de visibilidad.

El comportamiento del sector Ciencia y Técnica tiene un matiz diferente. El porcentaje de artículos citados y el promedio de citas por documento están por encima de la media de manera general. La colaboración internacional abarca el 45,2 % del total, y muestra valores muy similares a la media de la colaboración internacional del país. Sin embargo, su producción nacional exclusiva muestra el mejor porcentaje de artículos citados (especialmente la colaboración nacional), y el mejor promedio de citas por artículo. Así mismo, la colaboración internacional cubre sólo el 64 % del volumen de artículos comprendidos en el núcleo H de artículos con mayor visibilidad. De esta forma, se observa un sector que ha logrado un cierto grado de visibilidad sin depender de su colaboración

internacional, con instituciones que poseen un índice H superior incluso en su producción nacional exclusiva, como son los casos del CNIC y el CIM.

En el sector administrativo, la colaboración internacional fue determinante para alcanzar una alta visibilidad, pero también la colaboración nacional tuvo también un papel positivo; no así la producción endógena de las instituciones del sector. Por su parte, el sector empresarial no mostró indicadores relevantes, aunque los artículos que publicó con colaboración internacional fueron los más visibles.

Otro aspecto fundamental que ha distinguido la colaboración internacional cubana, y que la ha hecho diferenciarse de su homóloga latinoamericana, ha sido su distribución por países (Moya Anegón y Herrero Solana, 1999; Sancho *et al.*, 1993).

Cuba publicó durante el período 2003-2007 un total de 2 605 artículos con participación de al menos una institución foránea, que constituyeron el 45,1 % de la producción total. Un total de 1 784 instituciones de 114 países fueron protagonistas de esa colaboración (Ver anexos). Un total de 34 países estuvieron presentes en 10 o más artículos, entre los que se destacaron fundamentalmente España, México y Brasil (Tabla 18). Un total de 16 instituciones científicas de estos tres países se situaron entre las primeras veinte instituciones colaboradoras.

España ha sido a lo largo de los últimos 20 años el principal socio científico de Cuba. Durante el período 2003-2007, la colaboración entre cubanos y españoles se expresó en 777 documentos que constituyen el 13,4 % de la producción nacional, y el 29,8 % de la colaboración internacional. Todos los sectores (excepto *Otros*), tuvieron en España al principal socio colaborador.

El CSIC fue la entidad española más colaboradora, al estar presente en 160 artículos publicados durante el período, fundamentalmente en colaboración con la UH, la UCLV y la UO por el sector universitario, y el INCA, el Centro de Investigaciones Metalúrgicas (CIME) y el CNIC por el sector científico-técnico. La Universidad de Valencia fue la segunda institución española con mayor presencia en la producción científica nacional, con vínculos estrechamente ligados al sector universitario, y en especial, a las universidades de Villa Clara, la Habana y Oriente. Le siguieron la Universidad de Santiago de Compostela, la cual desarrolló una colaboración intensa y muy citada internacionalmente con la UCLV; y la Universidad Complutense de Madrid, la institución española que más colabora con la UH.

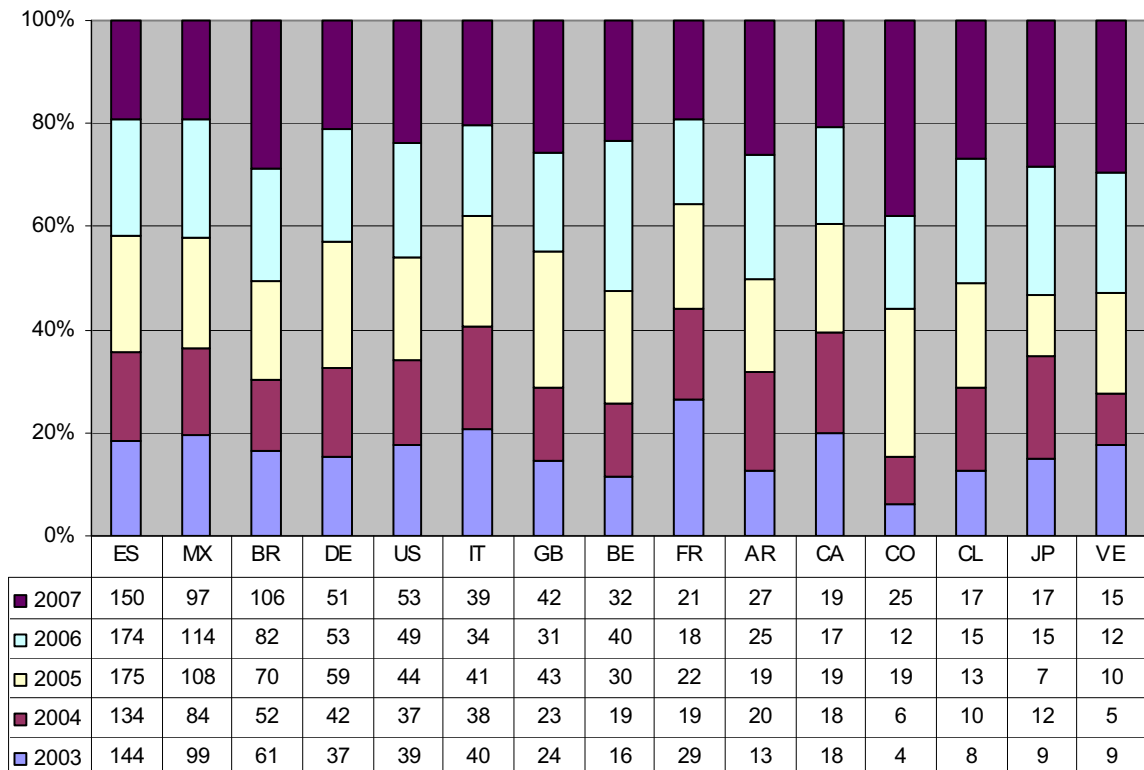
México, por su parte, fue el segundo país más colaborador, al estar presente en 502 trabajos que representan el 19,3 % de la colaboración internacional y el 8,7 % de la producción total. Fue el segundo socio científico para los sectores universitario, sanitario, científico-técnico y

ICIMAF y el CEADEN por el sector científico-técnico, y el CQF por el sector sanitario. La UNAM tuvo en la UH, el ICIMAF y el CNIC a sus tres principales colaboradores.

El tercer país más colaborador con Cuba fue Brasil, especialmente con los sectores universitario y científico-técnico. La Universidad de Sao Paulo sobresalió entre las instituciones brasileñas, al desarrollar estrechos vínculos con la UH, la UO y el INSTEC por el sector universitario, el CEADEN por el sector científico-técnico, y el CQF por el sector sanitario. La Universidad Estadual de Campiñas, la Universidad Federal de Sao Carlos, y la Universidad Federal de Río de Janeiro.

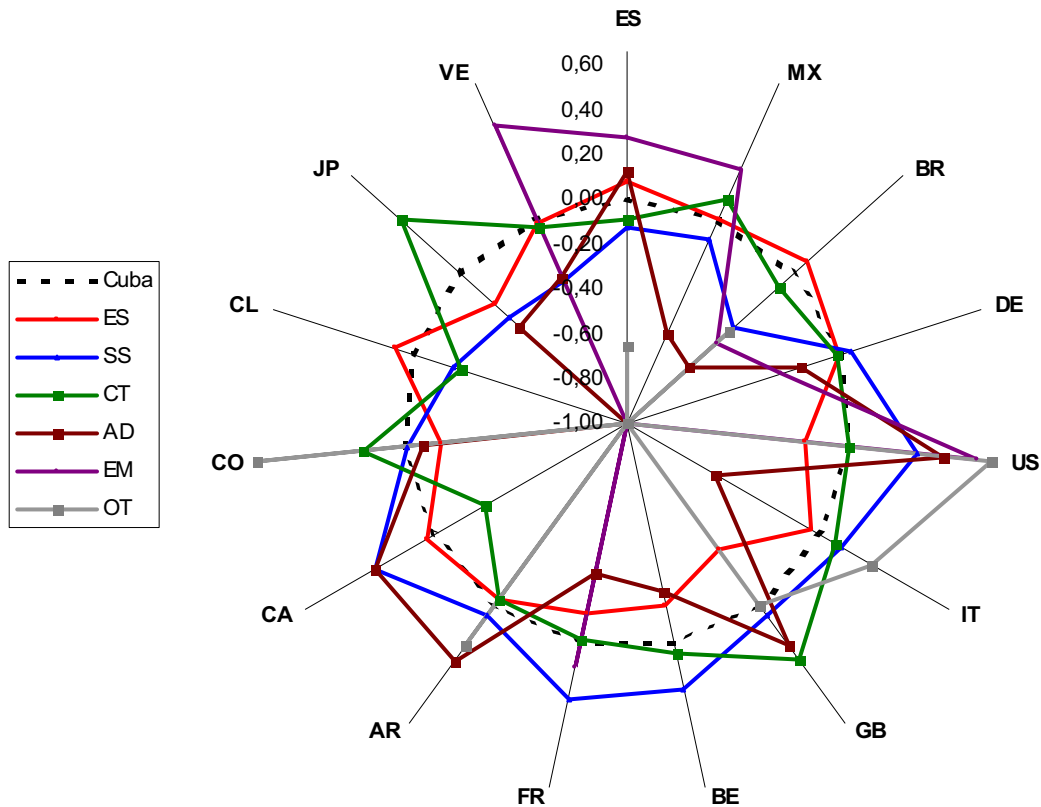
De los 34 países más productivos, un total de 15 colaboraron en 50 o más trabajos durante el período 2003-2007. El análisis de la evolución de la colaboración durante el período, permite identificar a un grupo de países que mantuvieron un ritmo de colaboración estable, como España, México, Alemania, Italia y Canadá; otros como Brasil, Estados Unidos, Reino Unido, Bélgica, Argentina, Colombia, Chile, Japón y Venezuela, incrementaron las relaciones durante los últimos años; y solamente Francia ha experimentado cierta caída (Figura 82).

Figura 82. Distribución porcentual de la producción científica de los 15 países más productivos.



Por otra parte, el análisis de la dependencia de la colaboración internacional en cada uno de los sectores de la producción científica cubana, permite identificar, entre los países más productivos, cuales son aquellos con los que cada sector tiene mayor afinidad (Figura 83).

Figura 83. Dependencia de la colaboración científica con los 15 países más colaboradores.



De esta forma, en el sector Educación Superior se puso de manifiesto una dependencia a la colaboración con España, México, Brasil, Canadá y Chile. A las ya descritas relaciones entre las universidades cubanas, mexicanas y españolas, pueden añadirse las existentes entre la Universidad de McGill con la UH y la UMAT, así como entre la Universidad de Santiago de Chile y la UH. De igual forma, el artículo más citado generado por el sector universitario en el período, fue la obtención de una vacuna sintética contra la Influenza de tipo B, proyecto desarrollado por el Centro de Antígenos Sintéticos de la UH con participación de instituciones del polo Científico del Oeste de la Ciudad de La Habana y especialistas canadienses del Departamento de Química de la Universidad de Québec.

En el sector Salud, la afinidad existe hacia la colaboración con Alemania, Estados Unidos, Italia, Reino Unido, Bélgica, Francia, Argentina y Canadá, y fue especialmente intensa con los países norteamericanos, Francia y Bélgica. Con Estados Unidos la colaboración estuvo muy dispersa, aunque puede observarse una relación estable entre la Escuela de Medicina de la Universidad de Loyola, Illinois, y el Hospital Universitario Clínico Quirúrgico "Gustavo Aldereguía Lima", de Cienfuegos. Con Francia, se destaca la colaboración entre el CQF y el Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNRS). El IPK y el Instituto de Medicina Tropical de Amberes desarrollaron una intensa colaboración en temas relacionados con el estudio del Dengue y la Tuberculosis. De igual forma, merecen destacarse los trabajos desarrollados por la Universidad de Dusseldorf con el IPK sobre la epidemiología molecular del Herpes virus del Sarcoma de Kaposi.

Los países afines en el sector Ciencia y Técnica fueron México, Italia, Reino Unido, Bélgica, Colombia y Japón. Con británicos y japoneses las relaciones fueron especialmente intensas. Resaltó la colaboración entre el Departamento de Biología de la Universidad Tokyo Gakugei y el INIFAT, inmersa en estudios multinacionales sobre hongos tropicales; así como la del Centro de Neurociencias de Cuba y el Instituto de Matemática Estadística de Tokio, desarrollada alrededor de la investigación sobre neurociencias cognitivas, y que aborda novedosas técnicas para la obtención de neuroimágenes.

El sector Administración fue particularmente afín a la relación con España, Estados Unidos, Reino Unido, Argentina y Canadá. A pesar de cierta dispersión de la colaboración en el sector, la desarrollada entre el Museo Nacional de Historia Natural y su homólogo norteamericano en temas paleontológicos es significativa; así como la desarrollada entre la Estación Territorial Experimental de la Caña de Azúcar "Villa Clara-Cienfuegos" y la Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

El sector Empresa, tuvo en España, México y Estados Unidos sus principales aliados científicos (la tasa de dependencia con Francia y Venezuela no es significativa). Las principales relaciones se establecieron entre el Instituto de la Grasa del CSIC y la División de Consultores Ambientales (CONAM) del grupo empresarial Inversiones Gamma, S.A.; así como entre el Instituto de Cerámica y Vidrio del CSIC y el laboratorio central del Grupo Empresarial Cemento-Vidrio (CEMVID).

En el sector Otros, sólo se identificaron algunas direcciones personales, probablemente de investigadores independientes, en artículos desarrollados en colaboración entre la Universidad de Maryland y el Museo Nacional de Historia Natural.

En cuanto al impacto de las relaciones con los países más colaboradores, se estudió la visibilidad de las investigaciones realizadas con aquellos que igualaron o rebasaron el 1 % del total de artículos con colaboración internacional (Tabla 19).

Tabla 19. Visibilidad de la producción científica desarrollada con los principales países colaboradores.

Nombre	A	%	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
España	777	29,8	521	67,1	3475	4,47	24	29,92
México	502	19,3	293	58,4	1402	2,79	16	20,71
Brasil	371	14,2	213	57,4	1099	2,96	15	18,33
Alemania	242	9,3	182	75,2	1460	6,03	19	25,65
Estados Unidos	222	8,5	167	75,2	1923	8,66	19	34,00
Italia	192	7,4	142	74,0	1522	7,93	16	29,83
Reino Unido	163	6,3	122	74,8	1038	6,37	16	24,62
Bélgica	137	5,3	91	66,4	473	3,45	12	15,07
Francia	109	4,2	86	78,9	767	7,04	12	21,00
Argentina	104	4,0	77	74,0	713	6,86	17	21,31
Canadá	91	3,5	64	70,3	690	7,58	11	21,75
Colombia	66	2,5	28	42,4	115	1,74	6	7,81
Chile	63	2,4	41	65,1	244	3,87	8	12,17
Japón	60	2,3	42	70,0	374	6,23	11	16,12
Venezuela	51	2,0	25	49,0	117	2,29	6	8,0
Portugal	47	1,8	32	68,1	131	2,79	5	8,66
Suiza	43	1,7	31	72,1	358	8,33	10	16,58
China	40	1,5	22	55,0	193	4,83	8	11,79
Holanda	33	1,3	24	72,7	293	8,88	8	15,75
Austria	27	1,0	17	63,0	69	2,56	5	6,08
Perú	26	1,0	19	73,1	196	7,54	8	12,92
Suecia	25	1,0	18	72,0	209	8,36	6	12,73
Colab. Internacional	2605	45,1	1672	64,2	10646	4,09	31	43,35

La visibilidad de la colaboración con España es sumamente alta a nivel macro. Durante el período, se fortalecieron los grupos de investigación, así como los programas de formación entre universidades y centros de investigación cubanos y españoles. Vinculados por tradiciones que van mucho más allá de la mera asociación para la investigación, la colaboración entre instituciones de ambos países ha logrado encontrar los canales de comunicación adecuados para influir positivamente sobre la comunidad científica mundial.

El 67,1 % de los documentos publicados por autores españoles y cubanos fue citado, y exhibió un promedio de citas por documento superior a la media de la colaboración internacional del país. Los valores de índice H e índice R revelan que existe un núcleo de

artículos con muy alta visibilidad, encabezados por un estudio multicéntrico sobre Papiloma virus humano y cáncer oral, en el que coincidieron el Instituto Catalán de Oncología y el INOR. Las instituciones españolas con las cuales se ha obtenido mayor visibilidad, son precisamente la Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad de Valencia, ambas con una amplia colaboración con el Centro de Bioactivos Químicos de la UCLV y la Facultad de Informática de la UCF, en estudios relacionados con el diseño molecular computarizado de fármacos.

De esta forma, constituye un aspecto muy positivo que el principal socio científico del país sea un actor que, dentro de las redes de colaboración establecidas, garantice la visibilidad de las investigaciones conjuntas. No ocurre esto, en cambio, en la colaboración con México y Brasil.

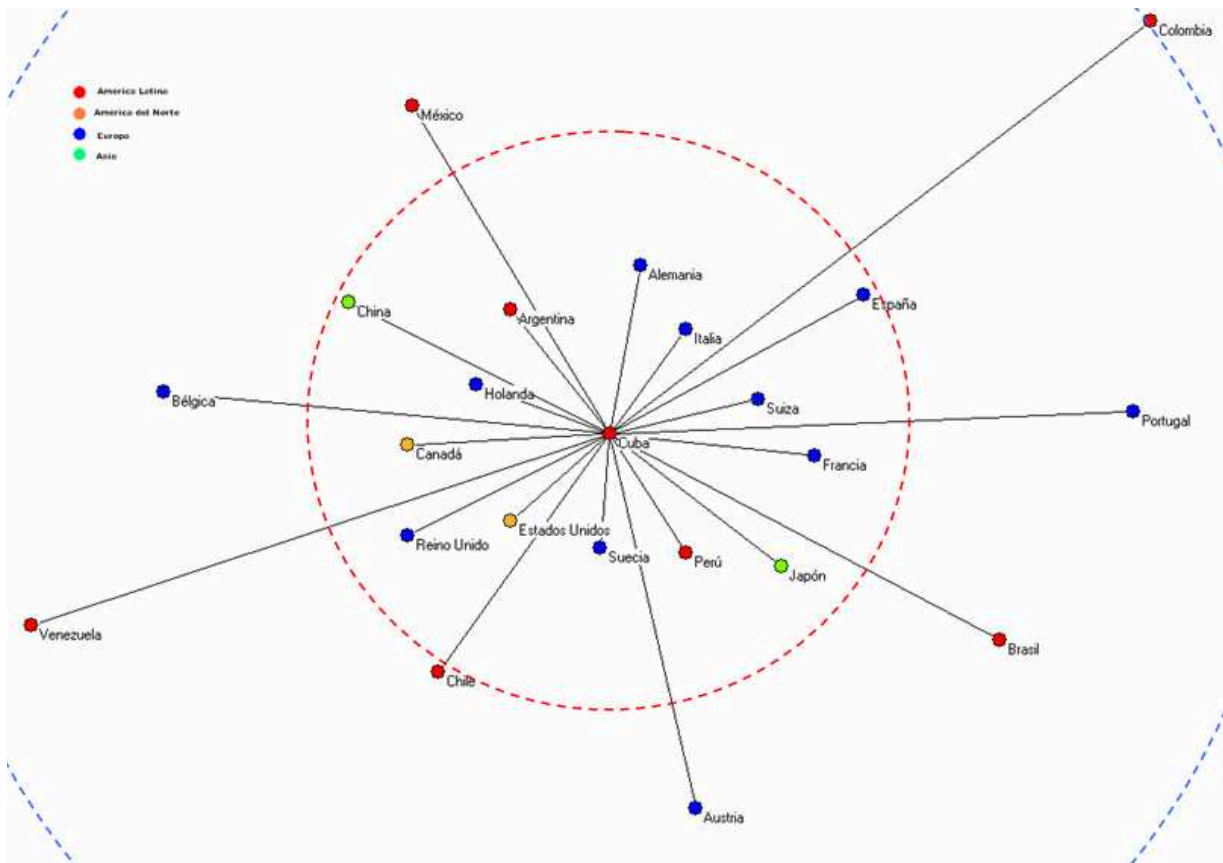
En ambos casos, la proporción de documentos citados y el promedio de citas por documento están por debajo de la media nacional. Aunque se hace necesario ahondar en las temáticas investigadas, el análisis de los artículos más citados no permite precisar instituciones que aporten visibilidad en líneas de investigación sostenidas. En el caso de México, la visibilidad se limita a artículos aislados, encabezados por un estudio multicéntrico de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre salud perinatal y materna. Sólo la UNAM está presente como institución en varias ocasiones en los documentos más visibles; sin embargo, los artículos abordan disímiles líneas de investigación, y agrupan a departamentos diferentes. Más de un 20 % de los artículos en colaboración con México fueron publicados en publicaciones seriadas de baja visibilidad (actas de congresos, revistas mexicanas poco citadas, revistas publicadas en idiomas diferentes al inglés), lo cual puede incidir directamente en el valor de los indicadores de impacto.

Con Brasil se muestra una tendencia menos endógena a la hora de publicar. De los 158 artículos no citados, sólo un tercio se registró en publicaciones seriadas de baja visibilidad. Entre los artículos más citados, abundan de igual forma estudios multicéntricos sobre temas de salud, entre ellos dos estudios coordinados por la OMS para reducir el número de cesáreas innecesarias en América Latina. La mayor parte de los artículos no citados fueron publicados en revistas dedicadas a las Ciencias Físicas, Químicas y Biológicas.

En total, 16 de los 22 países más productivos tuvieron porcentajes de artículos citados por encima de la media, y 14 exhibieron un promedio de citas por documento superior al umbral de la colaboración internacional, aspecto que se puede apreciar con mayor claridad a partir del mapeo de la red heliocéntrica de países colaboradores (Mapa 14).

En el mapa, los 14 países con los que se obtiene la mayor visibilidad sobrepasan el umbral de la colaboración internacional (marcado con la línea discontinua de color rojo). Con excepción de Argentina y Perú, únicos países latinoamericanos incluidos en la zona más visible del grafo, el resto de los países de la región con los que más se colabora no alcanzaron la visibilidad esperada, e incluso con Colombia, país que exhibió la menor proporción de artículos citados, se obtuvo un promedio de citas por documento inferior al umbral de la colaboración nacional (marcado con la línea discontinua de color azul).

Mapa 14. Principales países colaboradores con Cuba 2003-2007.

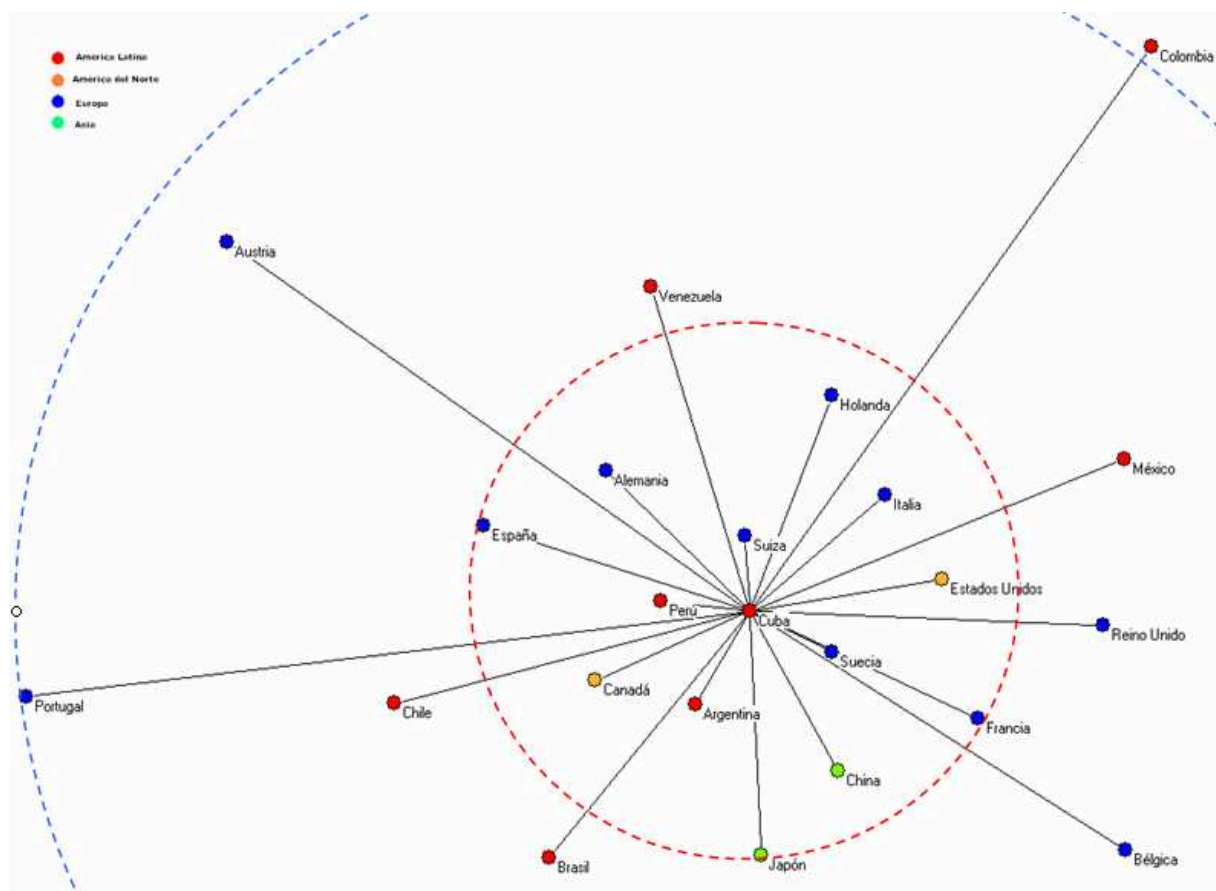


Por Argentina y Perú, la colaboración de la Universidad Nacional de La Plata y la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana con la UCLV en la modelación molecular computarizada de fármacos mostró los mejores resultados.

A pesar de que la colaboración con Bélgica y Portugal tuvo una proporción de artículos citados superior a la media, el promedio de citas por documento quedó por debajo. Lo más visible de la colaboración con ambos países fue la presencia de la Universidad de Ghent y el Centro de Genética Humana del Instituto Nacional de Salud de Portugal junto al Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR) en un estudio multi-nacional sobre puentes nucleoplásmicos y micronucleicos en linfocitos humanos; así como varios trabajos realizados conjuntamente por el Instituto de Medicina Tropical de Amberes y el IPK sobre tuberculosis, y por el Instituto Gulbenkian de Ciencias de Portugal y el CIM sobre biología celular. La colaboración con Austria, fundamentalmente entre la Universidad Tecnológica de Viena y el Instituto de Materiales y Reactivos de la UH, no mostró valores significativos.

El análisis sectorial de la visibilidad de la colaboración internacional, brinda la posibilidad de definir en cada uno de los tres principales sectores de la actividad científica cubana cuáles son los países que mayores beneficios aportan (Mapas 15, 16 y 17).

Mapa 15. Visibilidad de los principales países colaboradores en el sector Educación Superior.



El sector universitario, al cubrir el 60,6 % de toda la colaboración internacional presente en la producción científica cubana, muestra una imagen bastante similar a la que se obtiene del dominio nacional. Solo algunos pequeños movimientos resultan significativos (Mapa 15).

Un total de 13 países de mantuvieron en la zona de más impacto. Suiza aportó mayor visibilidad, gracias especialmente a los ya mencionados estudios multicéntricos desarrollados por la OMS para disminuir la práctica de cesáreas innecesarias en Latinoamérica, con participación de profesores del ISCMH que realizaron el estudio nacional en el Hospital Gineco-obstétrico “América Arias”. China mejoró su ubicación, a partir de la colaboración entre la Facultad de Ingeniería de Biosistemas y Ciencias Alimenticias de la Universidad de Zhejiang y la Facultad de Mecanización Agrícola de la UNAH. Francia y Japón perdieron visibilidad dentro del círculo más relevante; y Portugal retrocedió hasta casi rozar el umbral de la colaboración nacional. Colombia siguió siendo el único país de los más productivos que no sobrepasó este umbral.

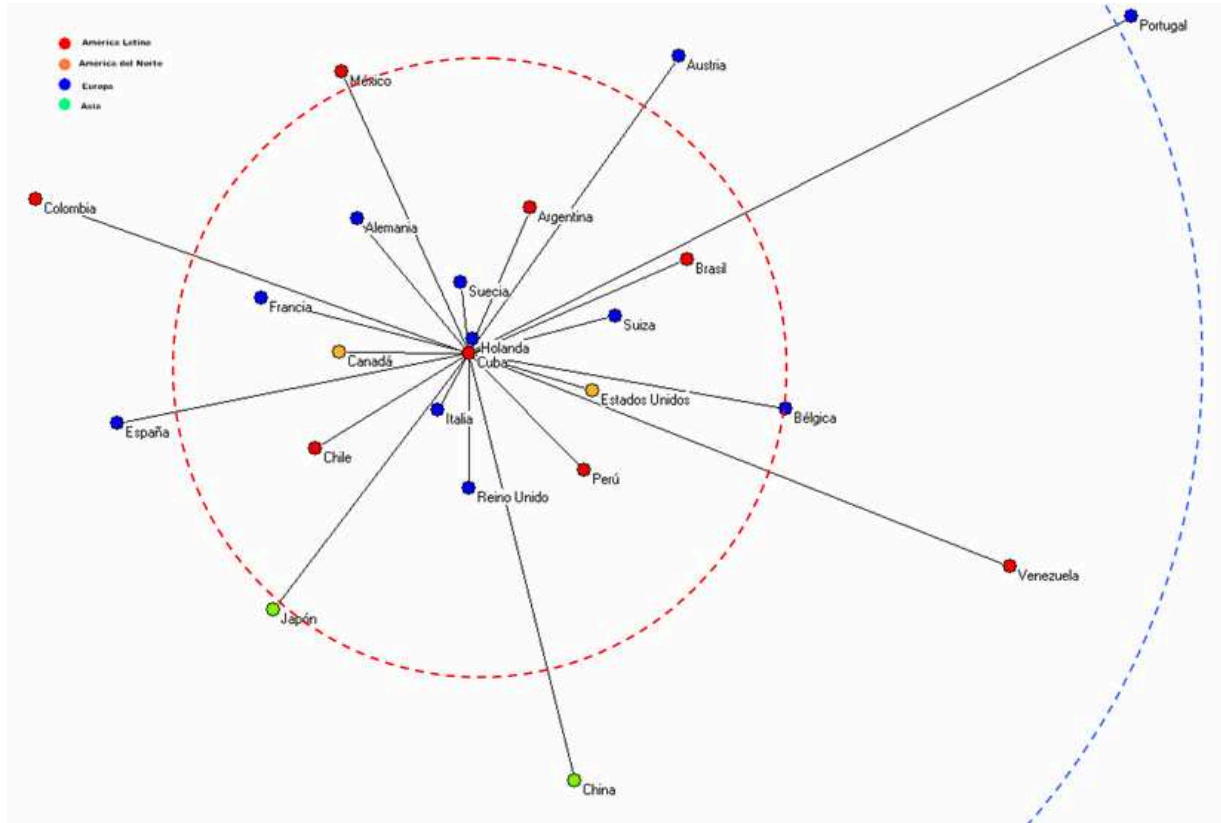
El sector sanitario, por su parte, presentó un conjunto de cambios de marcado interés para la caracterización del sector (Mapa 16). Vuelven a ser 14 los más privilegiados. Colombia traspasó el umbral de la colaboración nacional, cediendo su puesto a Portugal, que por continuó perdiendo visibilidad. Por Latinoamérica, Brasil y Chile ingresaron al sitio de mayor impacto en el grafo, desplazando del mismo a China y Japón. La colaboración de la Universidad de Sao Paulo y la Universidad de Santiago de Chile con el CQF para el estudio de las propiedades del extracto de *Mangifera Indica L.* (Vlmang) contribuyó al ascenso de ambos países.

El Reino Unido ganó protagonismo gracias a varios trabajos del Centro de Ecología e Hidrología de la Universidad de Oxford con el IPK relacionados con el estudio del Dengue. Italia también alcanzó una mejor posición, gracias a un importante estudio internacional sobre el uso de Verapamil-Trandolapril para el tratamiento de la hipertensión arterial, con participación del Departamento de Medicina de la Universidad de Monza y el Instituto Cubano de Cardiología y Cardiocirugía, el cual es, a su vez, el artículo más citado de la producción científica nacional durante el período 2003-2007 (más de 300 citas).

Bélgica también se introduce en el área principal, a partir de estudios sobre la Tuberculosis desarrollados por los institutos de Medicina Tropical de ambos países. Sin embargo, España lo abandona.

El país que más visibilidad aporta en el sector es Holanda, fundamentalmente por el trabajo sobre el virus del papiloma humano y cáncer oral, realizado con participación del INOR y el Centro Médico Universitario de Ámsterdam, el cual recibió más de 170 citas.

Mapa 16. Visibilidad de los principales países colaboradores en el sector Salud.

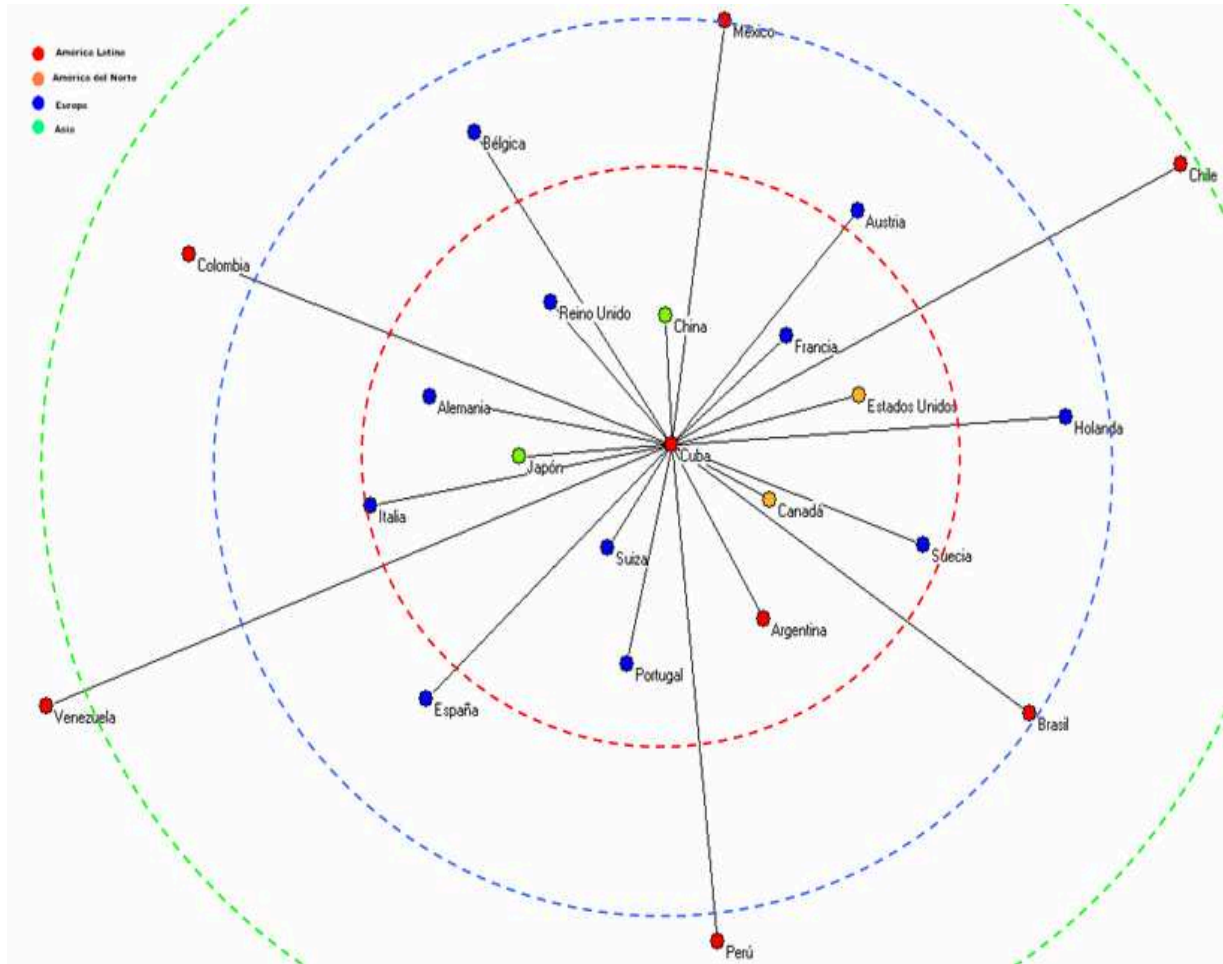


En el sector Ciencia y Tecnología, el promedio de citas por documento para la colaboración internacional, nacional, e incluso para la producción sin colaboración, sube considerablemente, por lo que puede claramente apreciarse la presencia de los tres umbrales en el grafo. Doce países se mantienen en la zona más visible (Mapa 17).

Holanda, Brasil y Bélgica pierden protagonismo, al igual que Colombia; también lo pierden Chile, que se acerca al umbral del impacto de la producción sin colaboración; y Venezuela, que finalmente traspasa este umbral para ubicarse en el área más desventajosa.

China y Japón emergen entre los visibles del sector. Un citado estudio multinacional sobre el costo operativo de la teleterapia para el tratamiento del cáncer, unió a investigadores del INOR y el Hospital General de Jiangsu, por un lado; mientras que por el otro, el estudio de la carcinogénesis, constituye una de las líneas primarias de la investigación más visible desarrollada con instituciones japonesas, bastante dispersas en el volumen de documentos.

Mapa 17. Visibilidad de los principales países colaboradores en el sector Ciencia y Técnica.



En el resto de los sectores, el volumen mínimo de la colaboración internacional no permite un análisis más objetivo. Los sectores universitario, sanitario y científico-técnico, constituyen el núcleo gestor de la investigación científica nacional, y la actividad y visibilidad de sus instituciones definen la dimensión cuantitativa y cualitativa de la producción nacional.

4.2.6. La educación superior cubana como caso de estudio

Con el advenimiento del Siglo XXI, ha comenzado a manifestarse en el sector universitario internacional una fuerte tendencia hacia el establecimiento de programas de evaluación continua de todas sus actividades, tanto de los planes de estudio y profesores, como de los proyectos de investigación y de la actividad científica.

Los sistemas de Educación Superior en el mundo, gradualmente y con diferentes formas y niveles de ejecución, han comenzado a implementar mecanismos para la evaluación cualitativa de sus instituciones, y a percibir que la misma resulta indispensable para garantizar la fortaleza de los sistemas. En ese sentido, la evaluación de la producción científica de las universidades ha comenzado a valorarse como una importante herramienta para impulsar y desarrollar las actividades de Ciencia y Técnica, y para el mejoramiento de la visibilidad internacional de las instituciones, y de la calidad de los claustros de profesores e investigadores.

La Educación Superior cubana no constituye la excepción. Sin embargo, ante las dificultades existentes para impulsar la producción científica con la misma dinámica para todas las instituciones universitarias, se hizo necesaria la revisión crítica de algunos de los indicadores que actualmente se examinan, y valorar la aplicación de nuevos métodos que complementen la actividad evaluativa, y ofrezcan información que permita el examen multidimensional de los procesos de Investigación + Desarrollo + Innovación (I+D+I) que se llevan a cabo en las universidades, y una acertada toma de decisiones en los procesos de planificación estratégica.

Como parte de las acciones llevadas a cabo por la Dirección de Ciencia y Técnica del MES, en Julio de 2006 fue aprobado por el Ministerio un proyecto denominado *Red de Estudios Cienciométricos sobre la Educación Superior Cubana* (Proyecto REDEC), que tuvo entre sus principales objetivos la realización de estudios que permitieran analizar cuantitativa y cualitativamente el comportamiento de la producción científica, así como de los diferentes indicadores de Ciencia y Técnica de las instituciones pertenecientes al MES. Constituyeron líneas de investigación fundamentales para este grupo el estudio y la aplicación de indicadores bibliométricos y cienciométricos, así como la utilización de nuevas técnicas para el procesamiento y visualización de la información, con vistas al análisis del comportamiento de las universidades cubanas.

La colaboración de varios de los miembros del proyecto con el grupo de investigación español SCImago, ha permitido valorar el uso de indicadores y técnicas bibliométricas desarrolladas por el grupo para el estudio de la actividad científica española (Moya Anegón,

2004; 2005; 2006; 2008), las cuales, como se ha visto en la presente tesis doctoral, pueden ser aplicadas para el análisis del dominio nacional. La batería de indicadores empleada en la presente tesis doctoral para el análisis a nivel macro, puede adaptarse en la medida en que se desciende el nivel de agregación a niveles meso y micro. La Educación Superior, al constituir un sector clave dentro de la actividad científica nacional, constituye un caso de estudio que, como se verá a continuación, permite la identificación de patrones de comportamiento que explicitan algunos de los fenómenos observados a nivel macro que no fueron claramente definidos desde una perspectiva más general.

4.2.6.1. La universidad como sistema gestor de conocimiento estratégico

En Cuba, la Educación Superior es uno de los siete subsistemas que conforman el Sistema Nacional de Educación, y su estructura actual fue definida a partir de la Ley 1307 del año 1976, cuando se crea el Ministerio de Educación Superior.

Las instituciones de educación superior (IES) están adscritas a varios Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), y el MES es el encargado de realizar la política del Gobierno relativa a este nivel educacional. Al MES se adscriben directamente un total de 17 IES, a la vez que se adscriben a otros ministerios u organismos las instituciones que forman profesionales en perfiles propios a su área de actividad.

Un total de 14 Institutos Superiores de Ciencias Médicas están adscritos al Ministerio de Salud Pública (MINSAP); 16 Institutos Superiores Pedagógicos, al Ministerio de Educación (MINED); y otras 18 se adscriben a diferentes OACE como el Ministerio de las Fuerzas Armadas (MINFAR), el Instituto Nacional de Deportes, Educación Física y Recreación (INDER), el Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREX), el Ministerio de Cultura (MINCULT), y el Ministerio de informática y Comunicaciones (MIC). Además, se incluyen 169 Sedes Universitarias Municipales (SUM) que extienden los estudios universitarios a todos y cada uno de los municipios del territorio nacional.

Las tipología de las IES contempla las siguientes organizaciones (Martín Sabina, 2003):

- *Universidades*: encargadas de la formación de profesionales en diferentes áreas del saber, especialmente las Ciencias naturales y exactas, sociales y humanísticas, económicas y contables, técnicas y agropecuarias.
- *Instituto Superior Politécnico*: se encarga de la formación de profesionales en el campo de las ciencias técnicas y arquitectura, para varias ramas de la economía nacional.

- *Instituto Superior*: encargado de la formación de profesionales con mayor peso en algunas de las áreas del saber. Ej: ciencias médicas, ciencias pedagógicas, y cultura física y deportes. Las especializadas en ciencias militares son también denominadas *Escuela o Academia*.
- *Centro Universitario*: consiste en una etapa organizativa transitoria hasta alcanzar las condiciones objetivas y subjetivas que permitan pasar a uno de los tipos de instituciones antes referidas.
- *Sede Universitaria*: orientada al desarrollo de actividades propias de la educación superior en áreas o territorios, en atención a sus objetivos puede llegar a transformarse en otra entidad de mayor complejidad como las anteriormente descritas. Tiene un carácter dependiente a una IES determinada.
- *Filial Universitaria*: tiene un carácter dependiente a otra IES y por los niveles de servicios que debe prestar no necesariamente debe evolucionar hacia otro tipo de institución.
- *Escuela Latinoamericana o Escuela Internacional*: existen dos instituciones de este tipo, una para el área de medicina y la otra para la educación física y el deporte. Su misión se orienta a la formación de estudiantes extranjeros en la condición de becarios, por lo que los gastos de preparación los asume el Estado cubano desde una perspectiva de colaboración solidaria con otros países en vías de desarrollo. En estas IES se encuentran también estudiantes cubanos en menores magnitudes. En el orden administrativo tienen un carácter independiente y en los aspectos académicos se subordinan a un instituto superior de esa Rama.
- *Facultad Independiente de Ciencias Médicas*: son entidades que integran la red de su Rama, con similares responsabilidades y atribuciones a los institutos superiores, tomando en consideración las necesidades territoriales para la formación e igualmente relacionadas con los servicios de salud pública de sus áreas de influencia. En el orden administrativo tienen un carácter independiente y en los aspectos académicos se subordinan a un instituto superior de esa Rama.

Todas estas instituciones tienen ante sí el reto de dotar al país de un capital humano cualitativamente superior, aspecto que logran a partir del desarrollo de la formación de los principales actores que intervienen en el proceso: los estudiantes universitarios, y el personal docente y de investigación o personal académico. Ambos actores, tendrán en las actividades de investigación (integradas a los planes de formación de pre- y post-grado) el medio ideal

para alcanzar ese reto, contribuyendo de esta forma a la elevación cuantitativa y cualitativa del rendimiento científico y académico de las instituciones universitarias, e incidiendo directamente en el desarrollo socio-económico del país en la medida que los resultados de la investigación se convierten en soluciones científicas a problemas nacionales, regionales y mundiales.

Precisamente este carácter formador de la universidad la convierte en un sector clave para el desarrollo del potencial científico de una nación. En la medida en que es más intenso el aporte científico de la universidad, y más estrecha su vinculación con el resto de los sectores y organismos nacionales encargados de impulsar la PCIT, más intenso ha de ser a su vez el desarrollo socio-económico y social del país.

4.2.6.2. Visibilidad internacional de las universidades cubanas

Como en la gran mayoría de los países, el sector Educación Superior es en Cuba el que mayor producción científica es capaz de generar. El 55,4 % de la producción nacional durante el período 2003-2007 tuvo factura universitaria, y en ella participaron un total de 43 de las 65 IES existentes en el país (66,2 %), y una de las 169 SUM (Tabla 20).

A grandes rasgos, puede observarse que existe un grupo de universidades con más de 100 artículos publicados durante el período 2003-2007, entre las que se destacan, por su alta visibilidad, las universidades de La Habana, Villa Clara y Matanzas. Durante la segunda mitad de la presente década, como ha sido corroborado en varios informes del proyecto REDEC para la Dirección de Ciencia y Técnica del MES, la UCLV ha sido la universidad que mayor impacto científico ha alcanzado desde la perspectiva cuantitativa.

Durante los cinco años analizados en el presente estudio, más del 60 % de los documentos publicados por la UCLV en revistas indexadas por Scopus fue citado, y el volumen total de documentos, en el que la colaboración internacional jugó un papel importante (60,9 %), recibió como promedio más de seis citas (solamente superado por el de la Universidad de Cienfuegos). Su rendimiento científico fue el mejor del país, al poseer el mayor número de publicaciones con alta visibilidad (25 documentos con 25 o más citas, índice H). Este núcleo de publicaciones más visible fue también el que concentró un mayor volumen de citas entre todas las instituciones científicas del país (de acuerdo con el índice R). De igual forma, el claustro de académicos de esta universidad fue el que mayor aportó a la visibilidad de la institución, según el enfoque de los índices H sucesivos, al poseer un total de nueve investigadores con muy alto rendimiento científico. Sin lugar a dudas, fue la institución más integral del período en el sector, y entre las tres más integrales del país.

Tabla 20. Visibilidad de las instituciones pertenecientes al sector Educación Superior en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	A	%	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R	s-H	% CI
ES-UH-CHA	1111	19,23	632	56,9	3177	2,86	20	25,77	7	70,6
ES-ISCMH-CHA	699	12,10	165	23,6	840	1,20	14	18,76	4	15,6
ES-UCLV-VCL	307	5,31	195	63,5	2052	6,68	25	28,93	9	60,9
ES-UO-SCU	193	3,34	101	52,3	345	1,79	8	9,27	3	81,3
ES-UMAT-MTZ	146	2,53	93	63,7	624	4,27	13	16,79	6	58,9
ES-ISPJAE-CHA	122	2,11	51	41,8	156	1,28	6	7,55	2	67,2
ES-ISCMC-CMG	113	1,96	19	16,8	55	0,49	3	5,83	2	14,2
ES-INSTEC-CHA	96	1,66	60	62,5	240	2,50	7	9,33	3	81,3
ES-ISMLDSOTO-CHA	82	1,42	8	9,8	40	0,49	3	5,74	2	0,0
ES-ISCMVC-VCL	61	1,06	14	23,0	38	0,62	4	4,58	2	13,1
ES-FCMCF-CFG	60	1,04	22	36,7	99	1,65	5	7,81	3	18,3
ES-ISCMSC-SCU	51	0,88	10	19,6	55	1,08	4	6,63	1	21,6
ES-UNAH-HAB	43	0,74	20	46,5	101	2,35	5	8,31	3	72,1
ES-UCAM-CMG	37	0,64	15	40,5	121	3,27	7	10,1	3	56,8
ES-UNICA-CAV	37	0,64	25	67,6	70	1,89	4	5,29	2	56,8
ES-FCMH-HOL	36	0,62	5	13,9	25	0,69	3	4,80	3	11,1
ES-UCF-CFG	31	0,54	17	54,8	265	8,55	9	15,17	4	51,6
ES-UPR-PRI	31	0,54	19	61,3	87	2,81	4	7,21	3	61,3
ES-UHOLM-HOL	29	0,50	17	58,6	62	2,14	6	6,48	3	72,4
ES-FCMM-MTZ	26	0,45	2	7,7	2	0,08	1	1	1	7,7
ES-FCMGR-GRA	24	0,42	3	12,5	7	0,29	2	2,45	1	4,2
ES-UCI-CHA	24	0,42	11	45,8	23	0,96	3	3,32	2	37,5
ES-FCMAV-CAV	18	0,31	7	38,9	8	0,44	1	1,41	1	11,1
ES-ELAM-CHA	17	0,31	6	35,3	20	1,18	3	4,12	1	17,6
ES-UDG-GRA	17	0,29	10	58,8	52	3,06	4	6,40	2	47,1
ES-ISMMM-HOL	16	0,28	10	62,5	55	3,44	5	6,71	3	87,5
ES-FCMPR-PRI	15	0,26	1	6,7	2	0,13	1	1,41	1	0,0
ES-FCMLT-LTU	10	0,17	4	40,0	20	2,00	3	4,12	3	30,0
ES-FCMSS-SSP	7	2	2	28,6	4	0,57	2	2,00	1	28,6
ES-ISPEJV-CHA	6	4	4	66,7	36	6,00	4	6,00	1	100,0
ES-CUG-GTM	5	2	2	40,0	4	0,80	2	2,00	1	0,0
ES-ISPPR-PRI	4	1	1	25,0	1	0,25	1	1,00	1	25,0
ES-ISA-CHA	3	0	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0	66,7
ES-CUSS-SSP	2	0	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0	50,0
ES-CULT-LTU	1	1	1	100,0	2	2,00	1	1,41	1	0,0
ES-FCMGTMO-GTM	1	0	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0	0,0
ES-FPIJ-IJU	1	0	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0	0,0
ES-ISCFMF-HOL	1	0	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0	0,0
ES-ISPC-CMG	1	0	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0	0,0
ES-ISPGTM-GTM	1	0	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0	0,0
ES-ISPSC-SCU	1	0	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0	0,0
ES-ISPVC-VCL	1	1	1	100,0	2	2,00	1	1,41	1	0,0
ES-ISRI-CHA	1	0	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0	0,0
ES-SUMYAGUAJAY-SSP	1	0	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0	0,0
Educación Superior	3199	55,4	1384	43,3	7680	2,40	29	33,97	9	49,4
Cuba	5778	100	2582	44,7	14727	2,55	34	45,96	15	45,1

La UH se mantuvo en la vanguardia, al ser responsable del 34,7 % de los artículos generados por el sector, y del 19,2 % de la producción científica del país. El 70,6 % de los artículos fueron citados al menos una vez en Scopus, 20 de ellos de manera significativa; y siete integrantes de su claustro de profesores e investigadores contribuyeron de manera decisiva a la visibilidad de la más antigua de las universidades cubanas. El avance mostrado por la UMAT durante el período, ya descrito con anterioridad, fue otro de los aspectos relevantes del sector, en el que se destacó además la visibilidad de la UCF, casi totalmente en colaboración con la UCLV.

Un total de 16 universidades (36,6 %) mostraron una proporción de artículos citados superior a la media nacional, y sólo 9 (25,4 %) recibieron como promedio más citas que la producción científica cubana. La proporción de la colaboración internacional superior a la media nacional del período la tuvieron 17 universidades, donde resalta la establecida por la UO, con más de un 80 % de su producción realizada con instituciones foráneas. Sin embargo, la elevada publicación de artículos en actas de congresos parece haber dado al traste con una mayor visibilidad de su producción científica.

No obstante, lo que sí resulta significativo en el análisis de la productividad y la visibilidad de las universidades nacionales, es el bajo rendimiento de las universidades médicas, lo cual influye de manera decisiva en el hecho de que el sector universitario, a pesar de poseer una proporción de artículos en colaboración internacional superior a la nación, se quede por debajo de esta en todos los acápites relativos al impacto de las investigaciones.

La estrategia de normalización utilizada en el presente trabajo, que tuvo entre sus objetivos el rescate de la producción científica de las universidades médicas, a partir de la minimización de los errores incurridos por los autores y editores a la hora de registrar la información relativa a la afiliación institucional, tuvo como consecuencias un sobredimensionamiento de la productividad de las universidades médicas cubanas con respecto a la observada en otras plataformas cientiométricas, como el reciente Ranking Iberoamericano de Universidades desarrollado por el grupo SCImago (basado en los datos extraídos del SIR). Sin embargo, los bajos índices de citación se mantienen en cualquier caso.

De esta forma, el ISCMH concentra toda la producción científica de las diferentes facultades de ciencias médicas de la Ciudad de La Habana, y se erige la segunda institución más productiva del sector y de la nación (699 documentos, 12,1 % del total nacional). Sin embargo, a pesar de poseer el tercer mejor índice H del sector, y el séptimo mayor del país,

su producción científica apenas sobrepasa el promedio de una cita por documento, con sólo el 23,6 % de artículos citados y el 15,6 % realizado en colaboración internacional.

Esta abrupta diferencia entre las universidades adscritas al MINSAP y el resto de las universidades del país, se hace mucho más evidente cuando se analiza la distribución de los organismos a los que éstas pertenecen (Tabla 21).

Tabla 21. Distribución por organismos de la producción científica del sector Educación Superior.

Organismo	Inst.	A	% ES	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R	s-H
MES	16	1979	61,9	1106	55,9	6413	3,24	29	33,38	9
MINSAP	15	1181	36,9	255	21,6	1166	0,99	16	19,72	4
CITMA	1	96	1,66	60	62,5	240	2,50	7	9,33	3
MIC	1	24	0,42	11	45,8	23	0,96	3	3,32	2
MINED	7	15	0,47	6	40,0	39	2,60	4	6,00	1
MINCULT	1	3	0,00	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0
MINREX	1	1	0,00	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0
INDER	1	1	0,00	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0
Educación Superior	44	3199	55,4	1384	43,3	7680	2,40	29	33,97	9
Cuba	523	5778	100	2582	44,7	14727	2,55	34	45,96	15

La producción de las instituciones adscritas al MES abarca el 61,9 % de la producción del sector, mientras que las universidades especializadas en Ciencias Médicas comprenden un 36,9 %. El INSTEC y la UCI, representando al CITMA y al MIC respectivamente, producen aún con muy baja intensidad; y las universidades adscritas al MINED apenas produjeron 15 artículos visibles internacionalmente en 5 años de trabajo.

Las universidades del MES y el MINSAP son las que llevan el peso de las investigaciones del sector. Sin embargo, la visibilidad de las instituciones adscritas al MES es ostensiblemente superior, con un 55,9 % de documentos citados contra un 21,6 % las universidades médicas; un promedio de más de 3 citas las del MES, por menos de una cita por documento las del MINSAP, y un claustro de profesores e investigadores con un rendimiento científico mucho mayor.

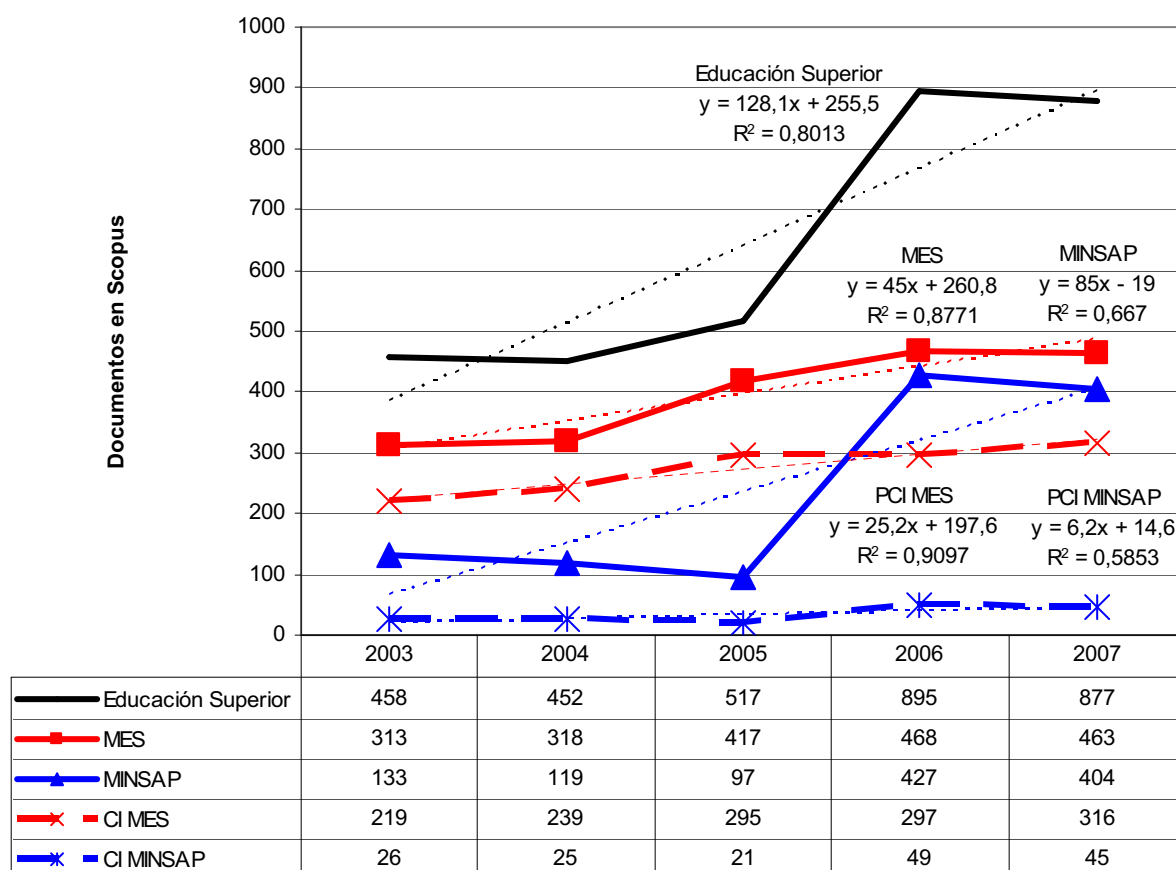
El perfil temático de las universidades adscritas al MINSAP es puramente biomédico, y la medicina se encuentra entre las 15 áreas temáticas más citadas de Scopus tanto a nivel mundial como a nivel regional de acuerdo con el SJCR. Por tanto, los patrones de colaboración internacional, la visibilidad de las revistas donde se dan a conocer los resultados, y hasta la política editorial de las revistas médicas cubanas recientemente

tomadas en cuenta por la cobertura de la base de datos Scopus, constituyen aspectos que desempeñan un rol determinante en la visibilidad de las investigaciones. Será necesario trazar un grupo de estrategias para incidir de manera positiva en cada uno de estos aspectos, a partir del análisis de los resultados que se presentan a continuación.

4.2.6.3. Influencia de los patrones de colaboración internacional

Como ya se ha visto en otros acápite del presente estudio, el despegue del sector universitario durante los años 2006 y 2007 definió el modo de crecimiento del mismo (Figura 84). A este importante despegue contribuyó la creciente incorporación de 18 revistas médicas cubanas, principales órganos de difusión utilizados por las universidades médicas cubanas, a la base de datos Scopus.

Figura 84. Evolución de los patrones de colaboración internacional del MES y el MINSAP.



Mientras que las universidades adscritas al MES, tradicionalmente productivas, se enfrascaron en un objetivo estratégico dirigido hacia la internacionalización de sus actividades científico-técnicas; las universidades médicas, y en general todo el sector sanitario regido por el Ministerio de Salud Pública, desarrollaron durante el período 2003-2007 una fuerte política de fomento de la publicación de los resultados de investigación.

De esta forma, las universidades del MES crecieron de manera lineal tanto en su producción total como en el volumen de la colaboración internacional. Las universidades médicas, por su parte, crecieron drásticamente durante los años 2006 y 2007; sin embargo, este crecimiento no fue proporcional al crecimiento de su colaboración internacional, el cual fue muy discreto durante todo el período (Figura 84).

El estudio a profundidad de las características de esta colaboración internacional en las universidades pertenecientes a ambos ministerios, permitió esclarecer por qué en ambas se observaban patrones de visibilidad diametralmente opuestos.

Un total de 38 instituciones foráneas, fundamentalmente españolas, mexicanas y brasileñas, participaron en el menos 10 trabajos realizados en colaboración con instituciones del MES (Tabla 22). El Instituto Politécnico Nacional y la UNAM, por México, el CSIC por España, y la Universidad de Sao Paulo por Brasil, fueron las cuatro instituciones más colaboradoras. Sin embargo, las universidades de Santiago de Compostela y Valencia, en España; la Universidad Nacional de La Plata, en Argentina; la Universidad de Rostock, en Alemania; y la Universidad de Milán en Italia. Las cuatro primeras constituyeron, a su vez, los cuatro principales socios científicos de la UCLV.

Sólo con cuatro de estas 38 instituciones universitarias se alcanzó una proporción de artículos citados por debajo de la media nacional, lo cual denota los aportes que la colaboración internacional brindó a la producción científica del MES, y por ende, el éxito de la política de internacionalización trazada por el Ministerio para la identificación de nuevas fuentes de financiamiento para proyectos, el establecimiento de programas de postgrado conjunto, la creación de grupos de investigación multinacionales, y la búsqueda de los canales de comunicación más visibles para la publicación de los resultados de investigación.

Un nuevo mapa heliocéntrico ilustra este aspecto con mayor detalle (Mapa 18). Como puede apreciarse, con un total de 13 instituciones se obtuvieron promedios de citación por encima de la media de la colaboración internacional, y con el resto (con tres excepciones), se lograron valores por encima de la media de la colaboración nacional. Sólo con tres universidades se obtuvieron valores por debajo de la media de la colaboración nacional.

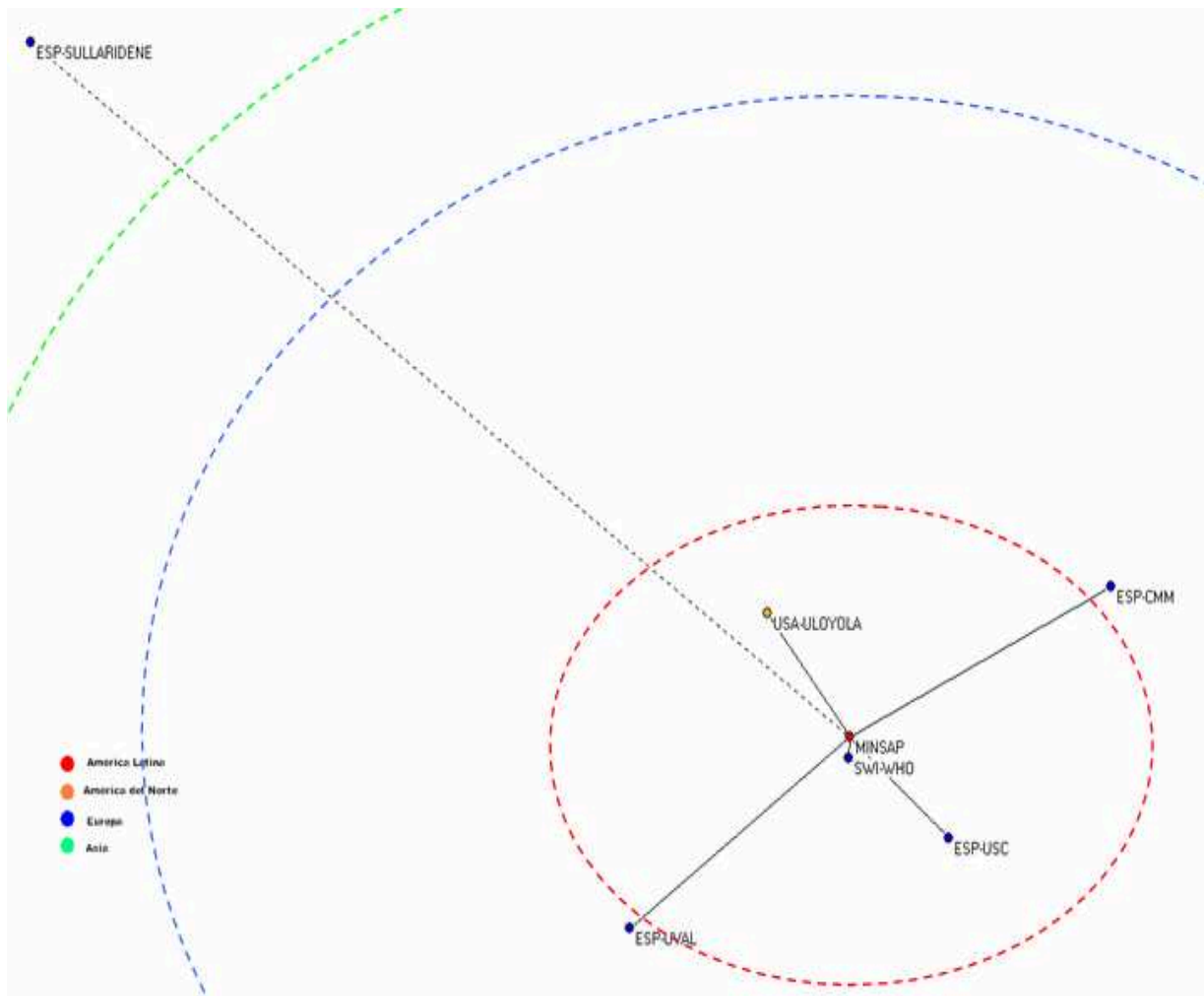
Tabla 22. Instituciones internacionales que más colaboran con las universidades adscritas al Ministerio de Educación Superior.

Institución	A	%	% ES	AC	% AC	C	C/A	i-H
MEX-IPN	107	1,85	3,34	70	65,4	231	2,16	6
MEX-UNAM	92	1,59	2,88	51	55,4	269	2,92	10
ESP-CSIC	88	1,52	2,75	57	64,8	271	3,08	9
BRA-USP	66	1,14	2,06	39	59,1	203	3,08	8
ESP-USC	54	0,93	1,69	50	92,6	762	14,11	18
BRA-UNICAMP	46	0,80	1,44	26	56,5	162	3,52	8
ESP-UVAL	45	0,78	1,41	44	97,8	427	9,49	13
BRA-UFSC	42	0,73	1,31	25	59,5	104	2,48	6
ESP-UCM	39	0,67	1,22	28	71,8	137	3,51	6
ESP-UJAUME1	32	0,55	1,00	11	34,4	23	0,72	2
ESP-UOVIEDO	32	0,55	1,00	17	53,1	96	3,00	6
ESP-UAM	28	0,48	0,88	19	67,9	72	2,57	4
ALE-UROSTOCK	27	0,47	0,84	20	74,1	263	9,74	11
BEL-UGHENT	24	0,42	0,75	15	62,5	61	2,54	4
BRA-UFRJ	24	0,42	0,75	12	50,0	50	2,08	4
CHL-USCHILE	22	0,38	0,69	15	68,2	97	4,41	6
ESP-UAB	20	0,35	0,63	17	85,0	106	5,30	7
ESP-UBA	20	0,35	0,63	20	100,0	85	4,25	6
ESP-UCLM	20	0,35	0,63	15	75,0	71	3,55	6
ESP-UVIGO	19	0,33	0,59	18	94,7	162	8,53	8
ARG-UNLP	18	0,31	0,56	15	83,3	221	12,28	9
CHN-UZHEJIANG	17	0,29	0,53	8	47,1	59	3,47	4
ESP-UPCAT	17	0,29	0,53	12	70,6	26	1,53	3
ESP-UVALLADOL	16	0,28	0,50	6	37,5	12	0,75	2
BRA-PUCRJ	15	0,26	0,47	11	73,3	35	2,33	4
ESP-UPVAS	15	0,26	0,47	14	93,3	108	7,20	7
MEX-UAM	14	0,24	0,44	8	57,1	35	2,50	3
ESP-UCADIZ	13	0,22	0,41	10	76,9	35	2,69	3
ITA-UMILAN	13	0,22	0,41	13	100,0	125	9,62	5
BEL-KULEUVEN	12	0,21	0,38	8	66,7	27	2,25	3
CAN-UMCGILL	12	0,21	0,38	8	66,7	74	6,17	4
ESP-UGR	13	0,22	0,41	9	69,2	50	3,85	5
MEX-UABC	12	0,21	0,38	5	41,7	22	1,83	3
AUT-UTVIENNA	11	0,19	0,34	6	54,5	22	2,00	2
POR-UPORTO	11	0,19	0,34	9	81,8	25	2,27	3
ALE-UMAGDEBURG	10	0,17	0,31	7	70,0	48	4,80	5
ESP-UALICANTE	10	0,17	0,31	1	10,0	1	0,10	1
MEX-IMP	10	0,17	0,31	6	60,0	24	2,40	2
MES	1979	34,2	61,9	1106	55,9	6413	3,24	29
Educación Superior	3199	55,4	100	1384	43,3	7680	2,40	29
Cuba	5778	100	-	2582	44,7	14727	2,55	34

Tabla 23. Instituciones internacionales que más colaboran con las universidades adscritas al Ministerio de Salud Pública.

Institución	A	%	% ES	AC	% AC	C	C/A	i-H
USA-ULOYOLA	9	0,16	0,28	8	88,9	66	7,33	5
SWI-WHO	7	0,12	0,22	5	71,4	124	17,71	5
ESP-UVAL	6	0,10	0,19	4	66,7	21	3,50	3
ESP-SULLARIDENE	6	0,10	0,19	0	0,0	0	0,00	0
ESP-USC	6	0,10	0,19	5	83,3	44	7,33	3
ESP-CMM	5	0,09	0,16	4	80,0	18	3,60	2
MINSAP	1181	20,4	36,9	255	21,6	1166	0,99	16
Educación Superior	3199	55,4	100	1384	43,3	7680	2,40	29
Cuba	5778	100	-	2582	44,7	14727	2,55	34

Mapa 19. Visibilidad de las principales instituciones internacionales que colaboran con las universidades del Ministerio de Salud Pública.



La OMS, la Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad de Loyola (Illinois, US) fueron las que estuvieron por encima del umbral de la colaboración internacional. Esta última, fue la principal colaboradora de la Facultad de Ciencias Médicas de Cienfuegos, institución que alcanzó gracias a ello el segundo mejor promedio de citas por artículo entre las universidades médicas.

Tales patrones de colaboración internacional son de compleja interpretación, y para algunos pueden ser probablemente no esperados, teniendo en cuenta la gran cantidad de misiones médicas cubanas extendidas por un gran número de países en vías de desarrollo. De igual forma, esta ausencia de colaboración es fiel reflejo del contenido de las publicaciones seriadas cubanas especializadas en biomedicina y recientemente incorporadas en gran volumen a Scopus, en las cuales la endogamia resulta un factor a resaltar, y la escasez de editores y autores internacionales en el proceso de publicación se hace notar.

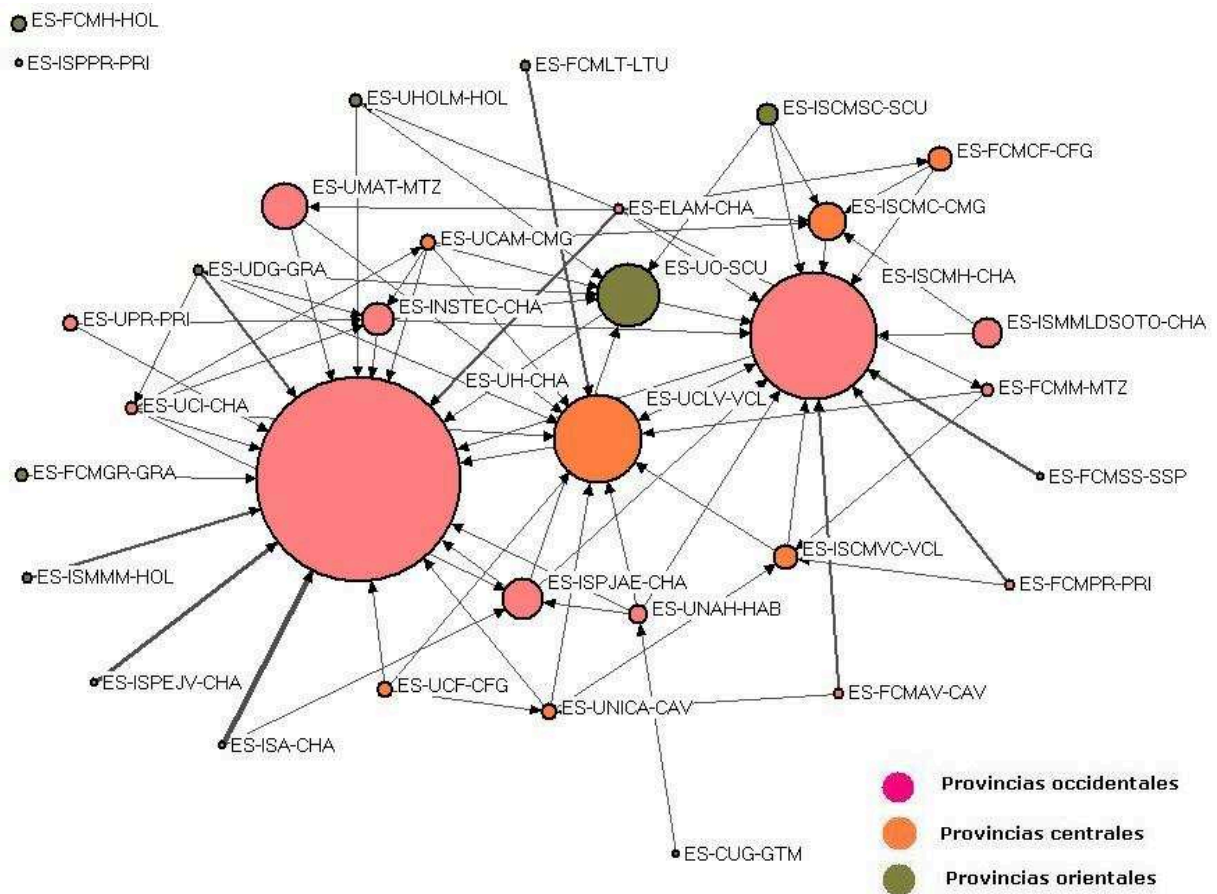
Por tanto, se demuestra la necesidad de ejecutar acciones para fomentar la publicación de resultados de investigación resultantes de las múltiples misiones sanitarias que se llevan a cabo internacionalmente, además de implementar una política de internacionalización que incluya no sólo la búsqueda de instituciones colaboradoras en el exterior, sino también el fortalecimiento de los consejos editoriales de las revistas del Sistema Nacional de Salud, aspecto clave para perfeccionar los procesos de revisión de pares que deben elevar el nivel cualitativo de las publicaciones, y a su vez, aumentar su grado de visibilidad, expresado en citas.

Sin embargo, la colaboración nacional también pone de manifiesto patrones que contribuyen a la baja citación de las universidades médicas.

4.2.6.4. Patrones de colaboración nacional

Durante el período 2003-2007, la red de colaboración existente entre las instituciones cubanas dedicadas a la I+D mostró a la UH y el ISCMH, principales exponentes de la producción científica universitaria en ambos ministerios, como los nodos con mayor centralidad en la red (Mapa 20). Tanto a partir del grado nodal (expresado en el tamaño de la fuente), como del grado de intermediación (expresado en el grosor del anillo que rodea los nodos), el mapa permite captar el importante rol de ambas universidades a la hora de desarrollar trabajos en colaboración o servir de enlaces entre instituciones que no tenían establecido ningún vínculo previo.

Mapa 21. Colaboración asimétrica entre las instituciones pertenecientes al sector Educación Superior.



De estas 14 instituciones, un total de 12 mostraron una proporción de artículos citados en su colaboración con el MES superior a la media nacional. Con cinco de ellas la colaboración fue específicamente intensa: la Estación Territorial de Investigaciones sobre la Caña de Azúcar (ETICA), CNIC, IPK, CQF y CIGB.

Es interesante destacar, en ese sentido, que una alta proporción de artículos escritos en colaboración con la ETICA y el CQF contó además con la participación de terceros países; mientras que, por el contrario, en la colaboración con el CNIC, el IPK y el CIGB, esta influencia fue mucho menor. La ETICA está sumamente vinculada a la UCLV en el desarrollo de investigaciones conjuntas desde sus inicios y precisamente por ser parte del conjunto de centros que componen el Polo Científico de esa provincia, por lo que su enlace estratégico constituye el resultado de una acción lógica en el marco territorial. El CQF, sin embargo, constituye un aliado capaz de atraer instituciones internacionales hacia los proyectos de colaboración, lo cual resulta muy útil pues los trabajos con amplia presencia multinacional suelen ser más citados.

Centros como el CNIC, el IPK y el CIGB, con una producción nacional exclusiva de alta visibilidad, constituyen aliados de importancia estratégica para cualquier institución, por cuanto logran desarrollar investigaciones de alto vuelo científico, que además logran darse a conocer en las principales publicaciones seriadas de sus respectivos dominios temáticos. Este último aspecto es concebido y evaluado en este tipo de instituciones con bastante rigor.

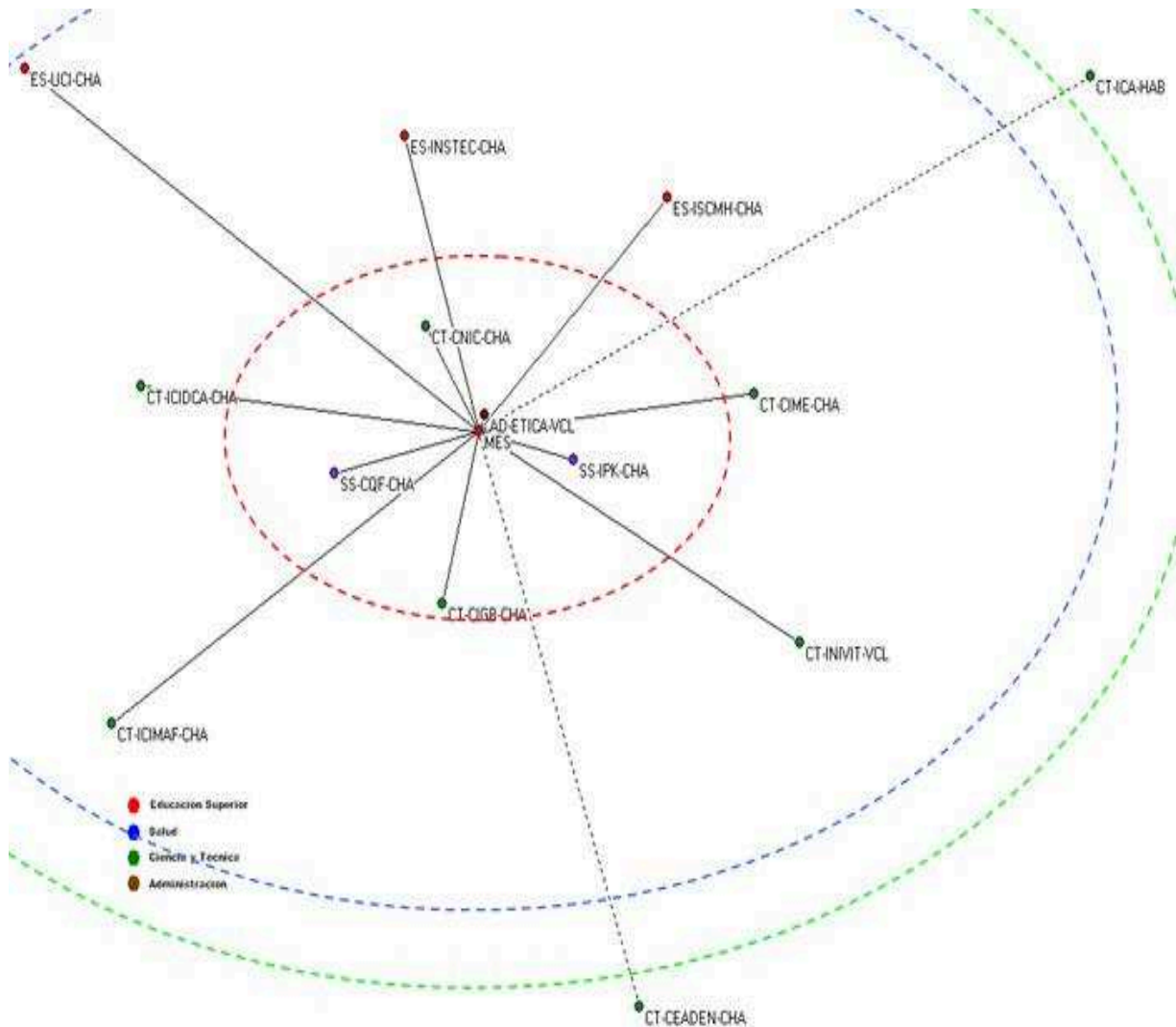
Tabla 24. Instituciones nacionales que más colaboran con las universidades adscritas al Ministerio de Educación Superior.

Institución	A	%	% ES	AC	% AC	C	C/A	i-H	PCI	% PCI
CT-CIGB-CHA	41	1,85	3,34	25	61,0	161	3,93	6	16	39,0
CT-ICIMAF-CHA	41	1,59	2,88	19	46,3	65	1,59	5	26	63,4
AD-ETICA-VCL	40	1,52	2,75	35	87,5	487	12,18	15	30	75,0
CT-CNIC-CHA	35	1,14	2,06	25	71,4	235	6,71	10	15	42,9
ES-ISCMH-CHA	30	0,93	1,69	16	53,3	76	2,53	5	11	36,7
ES-INSTEC-CHA	26	0,80	1,44	18	69,2	61	2,35	4	18	69,2
SS-CQF-CHA	26	0,78	1,41	22	84,6	143	5,50	8	20	76,9
SS-IPK-CHA	24	0,73	1,31	18	75,0	159	6,63	6	8	33,3
CT-INIVIT-VCL	16	0,67	1,22	10	62,5	31	1,94	3	2	12,5
CT-ICA-HAB	15	0,55	1,00	4	26,7	7	0,47	2	0	0,0
ES-UCI-CHA	14	0,55	1,00	9	64,3	19	1,36	3	5	35,7
CT-ICIDCA-CHA	12	0,48	0,88	10	83,3	29	2,42	3	10	83,3
CT-CIME-CHA	11	0,47	0,84	7	63,6	33	3,00	4	10	90,9
CT-CEADEN-CHA	10	0,42	0,75	3	30,0	4	0,40	1	8	80,0
MES	1979	34,2	61,9	1106	55,9	6413	3,24	29	1366	69,0
Educación Superior	3199	55,4	100	1384	43,3	7680	2,40	29	1580	49,4
Cuba	5778	100	-	2582	44,7	14727	2,55	34	2605	45,1

Estas cinco instituciones se encuentran dentro del círculo de máxima visibilidad representado en la red heliocéntrica. No obstante, el resto de las instituciones nacionales con las que más colaboran las universidades adscritas al MES también se encuentran por encima del umbral de la colaboración nacional, con la excepción del ICA y el CEADEN (Mapa 22).

Con el ICA, el 100 % de los artículos fue realizado sin presencia de instituciones internacionales y publicado en revistas nacionales de poca visibilidad. Con el CEADEN, sin embargo, el 80 % fue realizado en colaboración con instituciones de Brasil, México, Italia, Holanda y España, y publicado en revistas de primer, segundo y tercer cuartil. Dos patrones de comportamiento diferentes para un mismo resultado. No hay regla sin excepción.

Mapa 22. Visibilidad de las principales instituciones nacionales que colaboran con las universidades del Ministerio de Educación Superior.



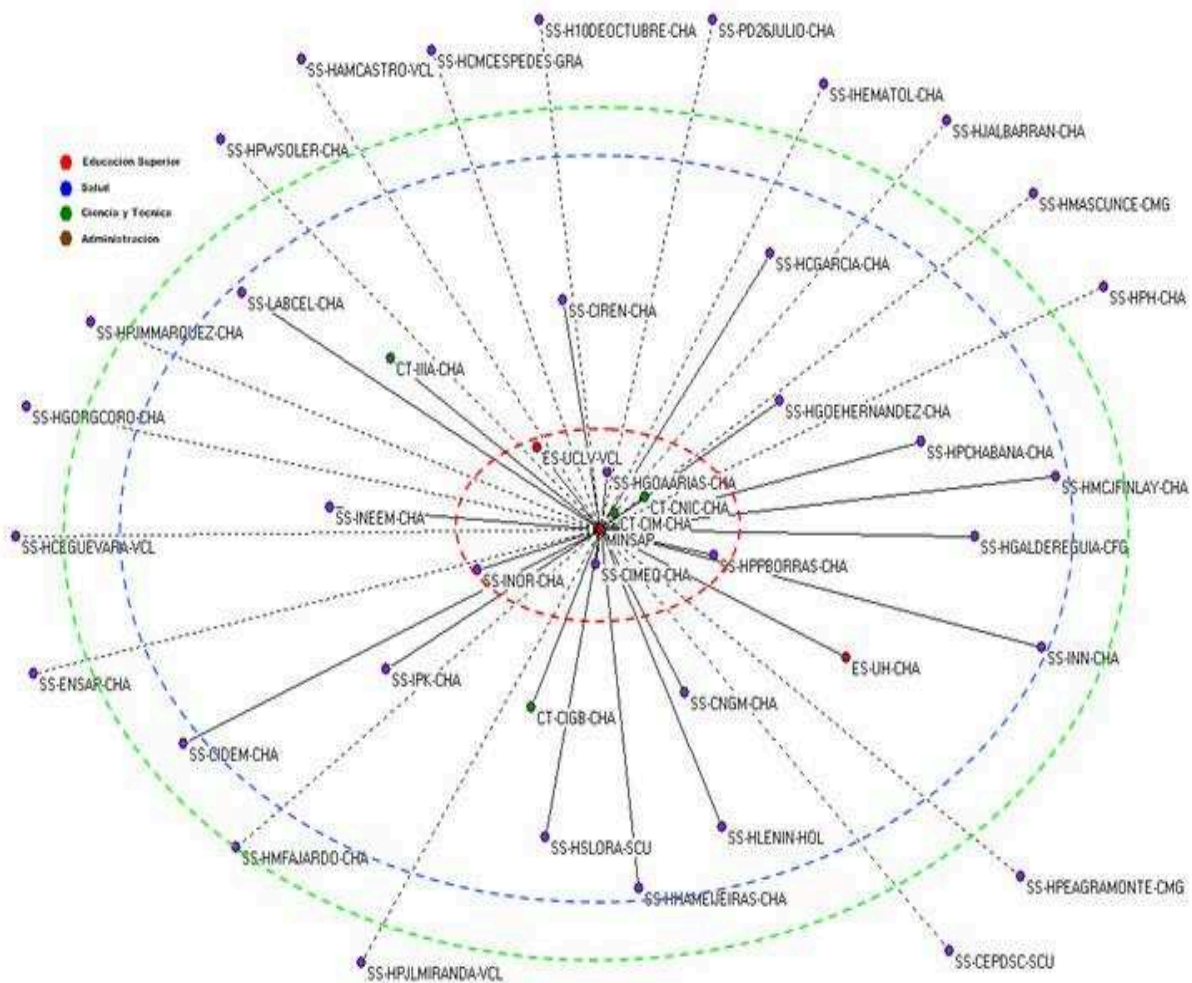
La colaboración nacional de las universidades médicas es mucho más intensa, al abarcar 42 instituciones, fundamentalmente centros hospitalarios que al mismo tiempo, constituyen dependencias de las propias universidades (Tabla 25). Sin embargo, de estas 42 instituciones que produjeron 10 o más artículos, un total de 13 (30,9 %) tienen una proporción de artículos citados superior a la media nacional, y sólo 8 (19,0 %) exhiben un promedio de citas por artículo significativo. El CIM, el CIMEQ, el CNIC y el CNGM entre las instituciones radicadas en el Oeste de la Ciudad de La Habana, y el Hospital Gineco-Obstétrico “América Arias”, el Hospital Pediátrico “Pedro Borrás” y el INOR, entre los centros hospitalarios del Vedado capitalino, constituyen los siete colaboradores de mayor visibilidad, situados en el núcleo central del mapa heliocéntrico (Mapa 23).

Tabla 25. Instituciones nacionales que más colaboran con las universidades adscritas al Ministerio de Salud Pública.

Institución	A	%	% ES	AC	% AC	C	C/A	i-H	PCI	% PCI
SS-HHAMEIJEIRAS-CHA	161	2,79	5,03	35	21,7	188	1,17	7	15	9,3
SS-HMASCUNCE-CMG	70	1,21	2,19	15	21,4	23	0,33	2	9	12,9
SS-HGALDEREGUIA-CFG	53	0,92	1,66	18	34,0	86	1,62	5	11	20,8
SS-HMCJFINLAY-CHA	47	0,81	1,47	11	23,4	53	1,13	3	4	8,5
SS-HPWSOLER-CHA	42	0,73	1,31	8	19,0	17	0,40	3	5	11,9
SS-HMFAJARDO-CHA	40	0,69	1,25	8	20,0	32	0,80	3	3	7,5
SS-HCGARCIA-CHA	33	0,57	1,03	9	27,3	53	1,61	4	7	21,2
SS-CNGM-CHA	32	0,55	1,00	15	46,9	85	2,66	6	16	50,0
SS-IPK-CHA	32	0,55	1,00	15	46,9	67	2,09	5	7	21,9
SS-HPJMMARQUEZ-CHA	29	0,50	0,91	6	20,7	20	0,69	3	3	10,3
CT-CIGB-CHA	27	0,47	0,84	16	59,3	67	2,48	4	2	7,4
SS-LABCEL-CHA	26	0,45	0,81	10	38,5	32	1,23	4	4	15,4
ES-UH-CHA	25	0,43	0,78	12	48,0	48	1,92	4	8	32,0
SS-HJALBARRAN-CHA	21	0,36	0,66	4	19,0	7	0,33	2	0	0,0
SS-HGOAARIAS-CHA	21	0,36	0,66	11	52,4	131	6,24	5	6	28,6
SS-HSLORA-SCU	21	0,36	0,66	7	33,3	33	1,57	3	7	33,3
SS-PD26JULIO-CHA	19	0,33	0,59	1	5,3	2	0,11	1	0	0,0
SS-HGORGCORO-CHA	19	0,33	0,59	2	10,5	2	0,11	1	5	26,3
SS-CIMEQ-CHA	17	0,29	0,53	12	70,6	117	6,88	5	0	0,0
SS-IHEMATOL-CHA	16	0,28	0,50	5	31,3	10	0,63	2	1	6,3
CT-CNIC-CHA	16	0,28	0,50	13	81,3	105	6,56	6	0	0,0
SS-INOR-CHA	15	0,26	0,47	6	40,0	57	3,80	3	5	33,3
SS-HLENIN-HOL	15	0,26	0,47	4	26,7	24	1,60	3	4	26,7
SS-HCMCESPEDES-GRA	14	0,24	0,44	3	21,4	7	0,50	2	1	7,1
SS-INN-CHA	13	0,22	0,41	5	38,5	14	1,08	2	3	23,1
SS-HAMCASTRO-VCL	13	0,22	0,41	0	0,0	0	0,00	0	0	0,0
SS-HGOEHERNANDEZ-CHA	13	0,22	0,41	7	53,8	32	2,46	4	10	76,9
SS-HPH-CHA	13	0,22	0,41	3	23,1	3	0,23	1	2	15,4
SS-INEEM-CHA	12	0,21	0,38	6	50,0	25	2,08	4	2	16,7
SS-HCEGUEVARA-VCL	12	0,21	0,38	3	25,0	4	0,33	1	2	16,7
CT-IIIA-CHA	12	0,21	0,38	5	41,7	24	2,00	2	7	58,3
SS-HPCHABANA-CHA	12	0,21	0,38	3	25,0	21	1,75	2	3	25,0
SS-HPPBORRAS-CHA	12	0,21	0,38	10	83,3	55	4,58	4	5	41,7
ES-UCLV-VCL	11	0,19	0,34	7	63,6	48	4,36	3	6	54,5
SS-ENSAP-CHA	11	0,19	0,34	1	9,1	2	0,18	1	0	0,0
SS-HPJLMIRANDA-VCL	11	0,19	0,34	4	36,4	5	0,45	1	1	9,1
SS-HPEAGRAMONTE-CMG	11	0,19	0,34	1	9,1	4	0,36	1	2	18,2
SS-CEPDSC-SCU	11	0,19	0,34	0	0,0	0	0,00	0	0	0,0
SS-CIDEM-CHA	10	0,17	0,31	2	20,0	10	1,00	2	1	10,0
SS-H10DEOCTUBRE-CHA	10	0,17	0,31	2	20,0	3	0,30	1	2	20,0
SS-CIREN-CHA	10	0,17	0,31	6	60,0	21	2,10	3	2	20,0
CT-CIM-CHA	10	0,17	0,31	8	80,0	118	11,80	6	2	20,0
MINSAP	1181	20,44	36,92	255	21,6	1166	0,99	16	166	14,1
Educación Superior	3199	55,4	100	1384	43,3	7680	2,40	29	1580	49,4
Cuba	5778	100	-	2582	44,7	14727	2,55	34	2605	45,1

Otras 17 instituciones (40,5 %) superan el umbral de la colaboración nacional. Y un total de 18 (42,9 %) están por debajo del umbral de la colaboración nacional, 16 de ellas incluso por detrás del umbral de la producción sin colaboración del país. La colaboración con estas últimas instituciones se encuentra publicada mayormente en revistas nacionales e iberoamericanas, y en idioma español.

Mapa 23. Visibilidad de las principales instituciones nacionales que colaboran con las universidades del Ministerio de Salud Pública.



De esta forma, mientras la tipología documental (y especialmente la publicación en actas de congresos), es lo que más afecta la visibilidad de algunas universidades adscritas al MES, la tipología idiomática y el país de publicación de las revistas es el punto crítico de la producción científica de los institutos superiores de Ciencias Médicas.

4.2.6.5. Potencial humano y producción científica en las universidades cubanas

Otro de los aspectos fundamentales a tener en cuenta a la hora de valorar las causas de altos o bajos niveles de actividad y visibilidad de la producción científica, especialmente en el entorno universitario, radica en la composición del claustro de profesores e investigadores (personal académico). Las competencias de estos claustros para el trabajo docente e investigativo, la intensidad de la carga docente, entre otros múltiples factores objetivos y subjetivos relacionados en mayor o menor medida con el desarrollo de la actividad científica en las universidades, constituyen también aspectos relevantes a la hora de valorar la implementación de una política de I+D, que incluyen hasta el más subjetivo (pero no menos vital) de todos los problemas que pueden afectar el desarrollo de dicha política: la motivación hacia la investigación por parte de alumnos y profesores, y los incentivos creados para fomentar esa motivación.

Para tratar de ilustrar algunos de estos fenómenos, se compilaron una serie de datos relacionados con la composición del personal ACT en el sector Educación Superior durante el curso 2006-2007 (última etapa del período estudiado) (Tabla 26), los cuales se combinaron con indicadores básicos de producción, impacto y colaboración científica para obtener una representación multidimensional de la relación entre los claustros de profesores e investigadores con el comportamiento de la producción científica de las IES.

De esta forma, los datos crudos se relativizaron para obtener la ratio de personal académico por cada personal no académico de las IES, así como la ratio de estudiantes matriculados y doctores por cada miembro del personal académico de las mismas. También, se obtuvo la ratio de documentos publicado por cada académico, y la ratio de documentos publicados por cada doctor (Tabla 27).

Las universidades médicas fueron las que mayormente mostraron tasas de más de un profesor o investigador por cada personal no académico, encabezadas por las facultades de Ciencias Médicas de Guantánamo, Ciego de Ávila, Matanza y el ISCMH. Un total de 11 instituciones adscritas al MINSAP, 5 del MES, 3 del MINED y una del INDER tuvieron ese comportamiento. Tres universidades del MES situadas en el oriente del país (los Centros Universitarios de Guantánamo y Las Tunas, CUG y CULT, y la Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya", UHOLM), y dos de las provincias centrales (UCF y UCAM), se incluyeron en este grupo.

Por su parte, un total de 19 universidades mostraron una ratio de doctores por cada académico superior a la media del sector (0,073), de las cuales 13 están adscritas al MES (68 %).

Tabla 26. Indicadores input y output de las universidades cubanas durante el curso 2006-2007.

Institución	Publicaciones de Alta Visibilidad (Scopus)			Indicadores Input de las universidades Potencial Humano, Matricula y Egresos Curso 2006-2007					
	A	A	%	Personal			PhD	Matricula	Egresos
	03-07	06-07		Ac TC	No Ac	Total			
UH-CHA	1111	511	46,0	1140	1828	2968	431	7118	1404
ISCMH-CHA	699	505	72,2	4690	1839	6529	210	28246	2199
UCLV-VCL	307	133	43,3	1030	1200	2230	339	4752	895
UMAT-MTZ	146	97	66,4	480	782	1262	103	2056	344
UO-SCU	193	77	39,9	1060	1183	2243	212	5802	1047
ISMMLDSOTO-CHA	82	74	90,2	*	*	*	*	*	*
ISCMC-CMG	113	56	49,6	1755	833	2588	13	10348	598
ISPJAE-CHA	122	48	39,3	735	1087	1822	274	6123	920
ISCMVC-VCL	61	41	67,2	2158	1258	3416	15	11420	698
FCMCF-CFG	60	39	65,0	134	465	599	43	7594	315
INTEC-CHA	96	38	39,6	108	126	234	34	303	20
ISCMSC-SCU	51	34	66,7	2239	0	2239	11	18192	920
FCMH-HOL	36	25	69,4	1906	1335	3241	0	13798	658
FCMM-MTZ	26	24	92,3	714	243	957	13	7174	310
UNAH-HAB	43	21	48,8	469	680	1149	102	1252	263
FCMGR-GRA	24	19	79,2	1827	791	2618	7	16637	726
UCAM-CMG	37	17	45,9	520	511	1031	81	2606	599
UCI-CHA	24	17	70,8	517	3811	4328	23	10015	0
UNICA-CAV	37	17	45,9	251	400	651	63	824	857
UPR-PRI	31	17	54,8	365	494	859	117	1842	497
UHOLM-HOL	29	16	55,2	568	449	1017	79	2158	525
FCMPR-PRI	15	14	93,3	1543	739	2282	10	9863	632
ISMMM-HOL	16	12	75,0	226	441	667	54	995	187
UDG-GRA	17	10	58,8	437	720	1157	51	1585	418
ELAM-CHA	17	9	52,9	391	1450	1841	15	2792	*
FCMAV-CAV	18	6	33,3	995	263	1258	5	6245	349
FCMLT-LTU	10	5	50,0	852	526	1378	2	9182	350
UCF-CFG	31	5	16,1	316	296	612	66	1236	262
FCMSS-SSP	7	3	42,9	1070	467	1537	3	6966	340
CUG-GTM	5	2	40,0	271	143	414	19	465	144
CUSS-SSP	2	2	100,0	278	311	589	15	471	169
ISA-CHA	3	2	66,7	154	227	381	22	1487	102
FCMGTMO-GTM	1	1	100,0	1104	210	1314	1	11069	445
FPIJ-IJU	1	1	100,0	91	171	262	4	391	81
ISCFMF-HOL	1	1	100,0	2029	1980	4009	99	9817	1644
ISPEJV-CHA	6	1	16,7	1014	1632	2646	134	6122	1362
ISPGTM-GTM	1	1	100,0	373	374	747	7	4191	468
ISPSC-SCU	1	1	100,0	607	702	1309	67	8756	936
ISRI-CHA	1	1	100,0	*	*	*	*	*	*
CULT-LTU	1	0	0,0	479	291	770	19	733	141
ISPC-CMG	1	0	0,0	546	520	1066	37	3492	1620
ISPPR-PRI	4	0	0,0	549	287	836	29	4439	746
ISPVC-VCL	1	0	0,0	543	380	923	48	3439	1102
Educación Superior	3199	1772	55,4	41425	34226	75651	3058	148421	32354

* Datos no disponibles en las estadísticas del MES.

Tabla 27. Indicadores relativos de input y output durante el curso 2006-07, e internacionalización y calidad de la investigación de las universidades cubanas según el SIR.

Institución	input			output		Internacionalización y calidad Según SIR 2003-2008		
	Ratio Ac-No Ac	Ratio Phd-Ac	Ratio Mat-Ac	Ratio A-Ac	Ratio A-PhD	PCI	IR (CCP)	PAQ1
UH-CHA	0,624	0,378	6,244	0,448	1,186	66,9	0,60	41,8
ISCMH-CHA	2,550	0,045	6,023	0,108	2,405	16,9	0,22	10,2
UCLV-VCL	0,858	0,329	4,614	0,129	0,392	62,6	1,30	41,4
UMAT-MTZ	0,614	0,215	4,283	0,202	0,942	60,4	1,33	49,3
UO-SCU	0,896	0,200	5,474	0,073	0,363	76,4	0,63	29,1
ISMMLDSOTO-CHA	*	*	*	*	*	*	*	*
ISCMC-CMG	2,107	0,007	5,896	0,032	4,308	*	*	*
ISPJAE-CHA	0,676	0,373	8,331	0,065	0,175	70,4	0,83	35,6
ISCMVC-VCL	1,715	0,007	5,292	0,019	2,733	5,0	0,08	0
FCMCF-CFG	0,288	0,321	56,672	0,291	0,907	*	*	*
INTEC-CHA	0,857	0,315	2,806	0,352	1,118	88,2	0,64	50,0
ISCMSC-SCU	*	0,005	8,125	0,015	3,091	17,6	0,24	17,6
FCMH-HOL	1,428	0,000	7,239	0,013	*	*	*	*
FCMM-MTZ	2,938	0,018	10,048	0,034	1,846	10,0	0,00	0
UNAH-HAB	0,690	0,217	2,670	0,045	0,206	75,4	1,01	29,8
FCMGR-GRA	2,310	0,004	9,106	0,010	2,714	10,5	0,01	0
UCAM-CMG	1,018	0,156	5,012	0,033	0,210	43,9	0,23	7,32
UCI-CHA	0,136	0,044	19,371	0,033	0,739	40,6	0,45	34,4
UNICA-CAV	0,628	0,251	3,283	0,068	0,270	51,3	0,34	25,6
UPR-PRI	0,739	0,321	5,047	0,047	0,145	45,9	0,77	35,1
UHOLM-HOL	1,265	0,139	3,799	0,028	0,203	63,3	1,06	13,3
FCMPR-PRI	2,088	0,006	6,392	0,009	1,400	*	*	*
ISMMM-HOL	0,512	0,239	4,403	0,053	0,222	81,8	1,39	50,0
UDG-GRA	0,607	0,117	3,627	0,023	0,196	38,9	0,46	50,0
ELAM-CHA	0,270	0,038	7,141	0,023	0,600	*	*	*
FCMAV-CAV	3,783	0,005	6,276	0,006	1,200	*	*	*
FCMLT-LTU	1,620	0,002	10,777	0,006	2,500	*	*	*
UCF-CFG	1,068	0,209	3,911	0,016	0,076	51,6	2,62	35,5
FCMSS-SSP	2,291	0,003	6,510	0,003	1,000	50,0	0,11	50,0
CUG-GTM	1,895	0,070	1,716	0,007	0,105	*	*	*
CUSS-SSP	0,894	0,054	1,694	0,007	0,133	*	*	*
ISA-CHA	0,678	0,143	9,656	0,013	0,091	*	*	*
FCMGTMO-GTM	5,257	0,001	10,026	0,001	1,000	*	*	*
FPIJ-IJU	0,532	0,044	4,297	0,011	0,250	*	*	*
ISCFMF-HOL	1,025	0,049	4,838	0,000	0,010	*	*	*
ISPEJV-CHA	0,621	0,132	6,037	0,001	0,007	*	*	*
ISPGTM-GTM	0,997	0,019	11,236	0,003	0,143	*	*	*
ISPSC-SCU	0,865	0,110	14,425	0,002	0,015	*	*	*
ISRI-CHA	*	*	*	*	*	*	*	*
CULT-LTU	1,646	0,040	1,530	0,000	0,000	*	*	*
ISPC-CMG	1,050	0,068	6,396	0,000	0,000	*	*	*
ISPPR-PRI	1,913	0,053	8,086	0,000	0,000	*	*	*
ISPVC-VCL	1,429	0,088	6,333	0,000	0,000	*	*	*

* Datos no disponibles en las estadísticas del MES ni en el Ranking de Universidades Iberoamericanas del SIR.

La UH, el ISPJAE, la UCLV y la UPR encabezaron el quinteto de instituciones líderes en este parámetro, que completó la Facultad de Ciencias Médicas de Cienfuegos, única adscrita al MINSAP con un comportamiento superior a la media del sector. Tres institutos superiores pedagógicos, el INSTEC y el Instituto Superior de Arte (ISA), también se incluyeron en el grupo de vanguardia. Este indicador, es clave para la valoración cualitativa de los claustros de profesores e investigadores de las instituciones.

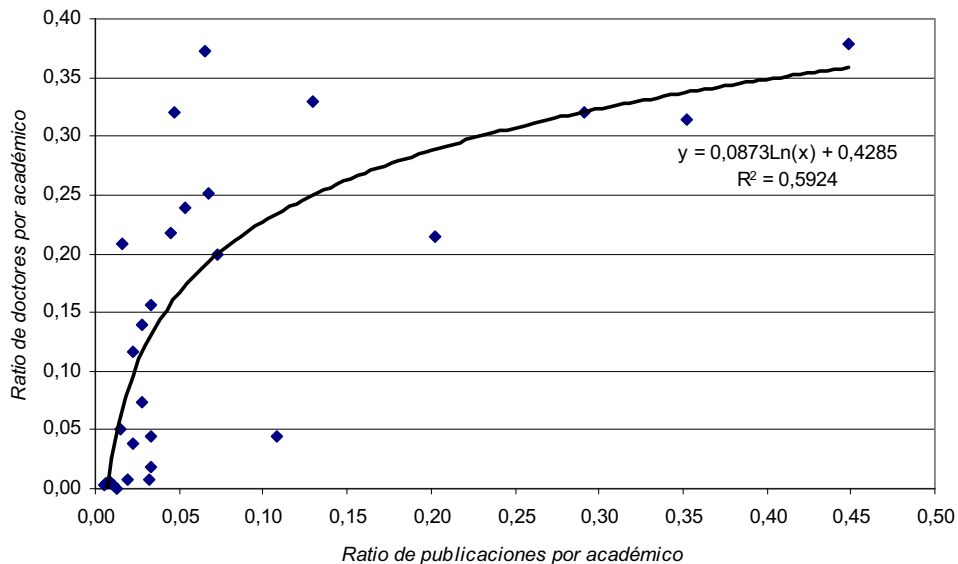
En cuanto a la matrícula de estudiantes por cada académico en el curso 2006-2007, indicativo del peso de la carga docente sobre las actividades del claustro de académicos e investigadores, la FCMCF es, por mucho, la universidad donde este indicador fue más elevado. Más de 50 estudiantes por académico fue la cifra registrada para el curso por esta institución. La UCI, los institutos superiores pedagógicos de Santiago de Cuba y Guantánamo, y las facultades de Ciencias Médicas de Las Tunas, Matanzas y Guantánamo, encabezaron el listado. Un total de 12 universidades adscritas al MINSAP y 6 instituciones pedagógicas estuvieron entre las 22 instituciones con matrícula de seis o más estudiantes por académico. La UH y el ISPJAE fueron las únicas universidades del MES incluidas en este grupo.

La ratio de publicaciones por académico durante el curso (para este ejercicio se compiló el total de artículos del período 2006-2007) mostró que sólo 12 instituciones tuvieron un rendimiento superior a la media del sector (0,043). La UH, el INSTEC y la FCMCF encabezaron la lista, integrada además por otras 8 instituciones adscritas al MES y el ISCMH. Por su parte, un total de 13 instituciones mostraron un comportamiento muy positivo en la ratio de publicaciones por cada doctor. Las mismas tuvieron una o más publicaciones por cada doctor, y el grupo de vanguardia estuvo integrado por 11 instituciones universitarias adscritas al MINSAP, que completaron la UH y el INSTEC.

De esta forma, del simple análisis empírico de los indicadores relativizados se pudo inferir un mayor peso de la docencia en las actividades de los claustros de las universidades médicas y pedagógicas (que en el caso de las universidades médicas se hace más complejo, dada la carga asistencial que habitualmente se suma a sus actividades en los hospitales universitarios), mientras que la investigación es mayor en las universidades del MES y el CITMA. Así mismo, el nivel cualitativo de los claustros (dado por la cantidad de personal con grado de doctor en ciencias) es mayor en las universidades adscritas al MES; no obstante, la actividad investigativa que recae sobre el personal con grado científico parece ser más intensa en las universidades médicas.

El análisis estadístico de todos estos indicadores, permitió identificar la correlación relativamente fuerte entre la ratio de doctores por académico y la ratio de publicaciones por académico ($r = 0,678$). Este aspecto, representado a partir de la regresión logarítmica observada para ambos indicadores (Figura 85), resulta de vital importancia, por cuanto magnifica el rol de la actividad de postgrado dentro de las instituciones universitarias. La deducción es clara, y obvia: en la medida que mayor cantidad de doctores en ciencia tiene una institución, más intensa será su actividad investigativa, y mayor será el número de artículos que publicarán en revistas visibles internacionalmente.

Figura 85. Regresión logarítmica de la ratio de doctores por académico y la ratio de publicaciones por académico en las instituciones universitarias 2006-2007.



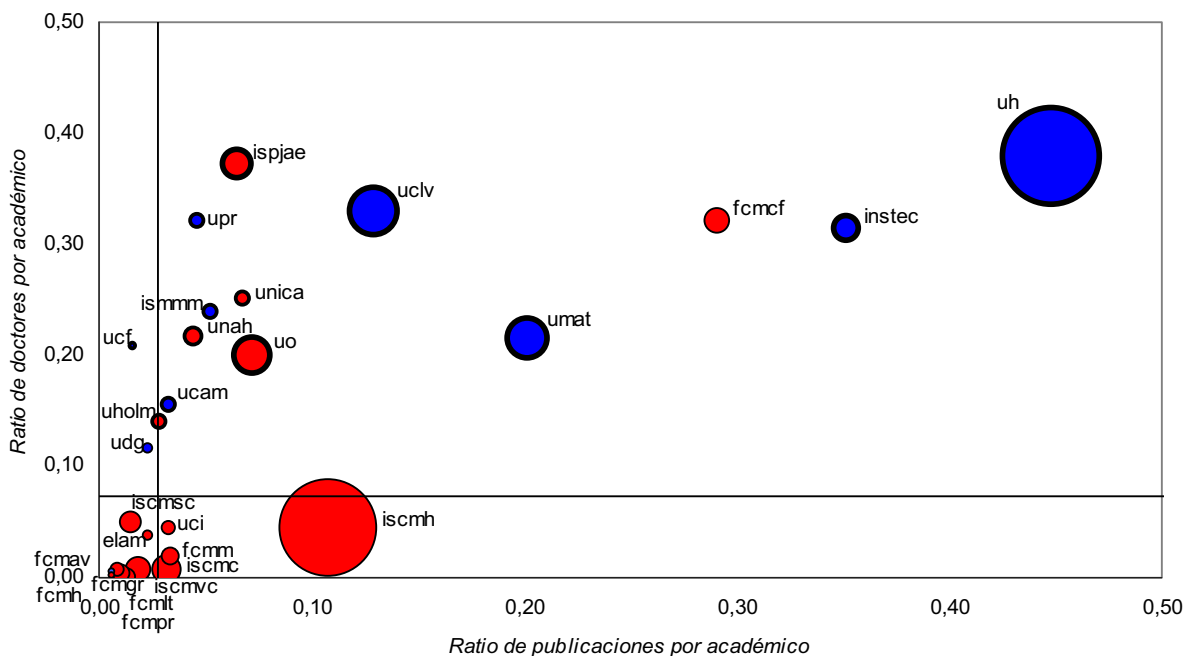
El trabajo que ha de desarrollarse para elevar cualitativamente el nivel de los claustros de profesores e investigadores, debe tener en cuenta la intensificación de la participación de los mismos en programas de maestrías y doctorados, los cuales van a incidir positivamente en su actividad de publicación. Por un lado, los incentivos económicos que se han implementado para el pago de las maestrías y doctorados a partir de las legislaciones establecidas en el país durante la década, parecen estar ejerciendo un papel importante. Aunque el desarrollo de sistemas de estimulación económica derivados de una estrategia de evaluación sistemática de la actividad científica en el plano individual, como los que se han implementado en mayor o menor medida en las instituciones pertenecientes al Polo

Científico del Oeste de la Ciudad de La Habana (altamente productivas y visibles), pudieran contribuir al aumento del rendimiento científico de los claustros en las instituciones pertenecientes al sector Educación Superior.

La representación multidimensional del ratio de doctores y publicaciones por académico, a la que se sumó la productividad (tamaño de las burbujas), el impacto relativo con respecto a la producción nacional (color de las burbujas), y la proporción de artículos en colaboración internacional (ancho del borde de las burbujas), permitió identificar el grupo de instituciones líderes del sistema universitario nacional (Figura 86).

El cuadrante principal del grafo, definido por la media nacional, permitió identificar un total de 13 instituciones líderes, de las cuales 11 (84,6 %) presentaron altos índices de colaboración internacional, y 7 (53,8 %) tuvieron una visibilidad por encima de la media nacional. En sentido general, la UH, la UCLV, la UMAT y el INSTEC, tuvieron el comportamiento más integral en todos los indicadores. El ISPJAE y la UO necesitan elevar su visibilidad a partir de la búsqueda de canales de comunicación cualitativamente superiores, aspecto que se analizará en el último acápite del presente capítulo.

Figura 86. Productividad, Ratio de publicaciones por académico, Ratio de doctores por académico, Índice de internacionalización e Impacto relativo de las universidades cubanas.



4.2.6.6. Visibilidad esperada versus visibilidad real

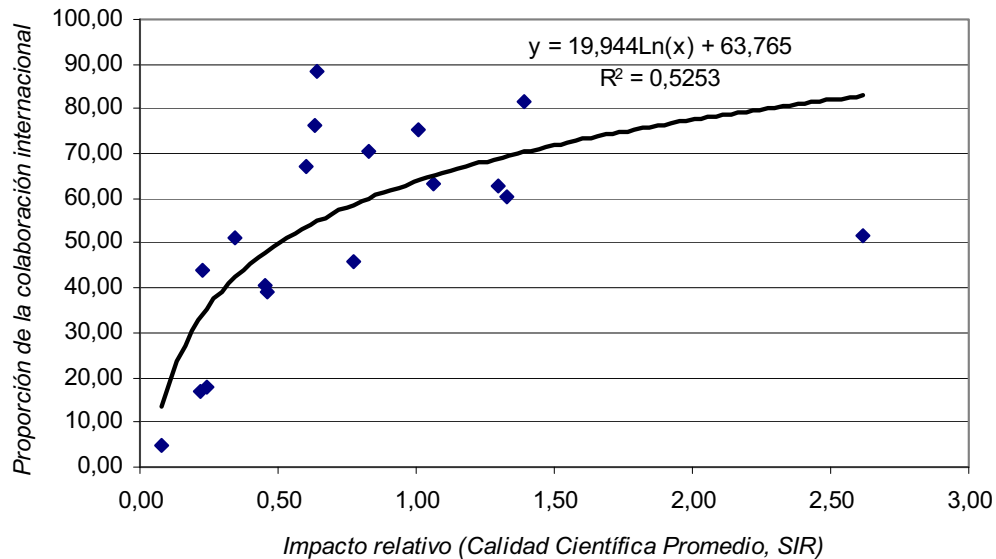
La complementación de los datos obtenidos del SAPC creado para el procesamiento y análisis de los resultados durante la presente investigación, con los datos ofrecidos por el reciente proyecto del grupo SCImago, denominado Ranking Iberoamericano de Universidades y basado en la información obtenida del SIR (véase Tabla 27), permitió la valoración de una nueva dimensión: la que se deriva de la correspondencia entre el análisis de la visibilidad real, a partir de las citas obtenidas por los artículos en un período de tiempo dado, y la visibilidad esperada, a partir de los esfuerzos de publicación concentrados en las revistas de mayor prestigio para la comunidad científica internacional.

En el Ranking Iberoamericano de Universidades, a diferencia del SAPC, la producción científica de las principales facultades de medicina metodológicamente subordinadas al ISCMH se calculó de forma independiente, razón por la cual decrece la producción total del ISCMH aún cuando el período que se analiza comprende un año más (2003-2008). Estas diferencias en la estrategia de normalización (cuya eliminación será parte de las líneas de investigación futura derivadas de la presente tesis doctoral), hacen que hayan universidades médicas ausentes del ranking confeccionado por el grupo de investigación español.

Sin embargo, a esta deuda se contrapone una ventaja sustancial: la medición del impacto relativo a la media mundial, pero eliminando la influencia del tamaño, el perfil temático de la institución, la tipología documental y el período en que se reciben las citas. De igual forma, se suma al análisis la exposición de la relación que existe entre la capacidad que tiene una universidad para colocar trabajos científicos en revistas de calidad (comprendidas en el 25 % de revistas más visibles de una categoría temática de Scopus de acuerdo con el SJR) y el impacto científico de su investigación sobre la comunidad internacional, sin dejar de reconocer la importancia de la colaboración internacional para alcanzar esta visibilidad.

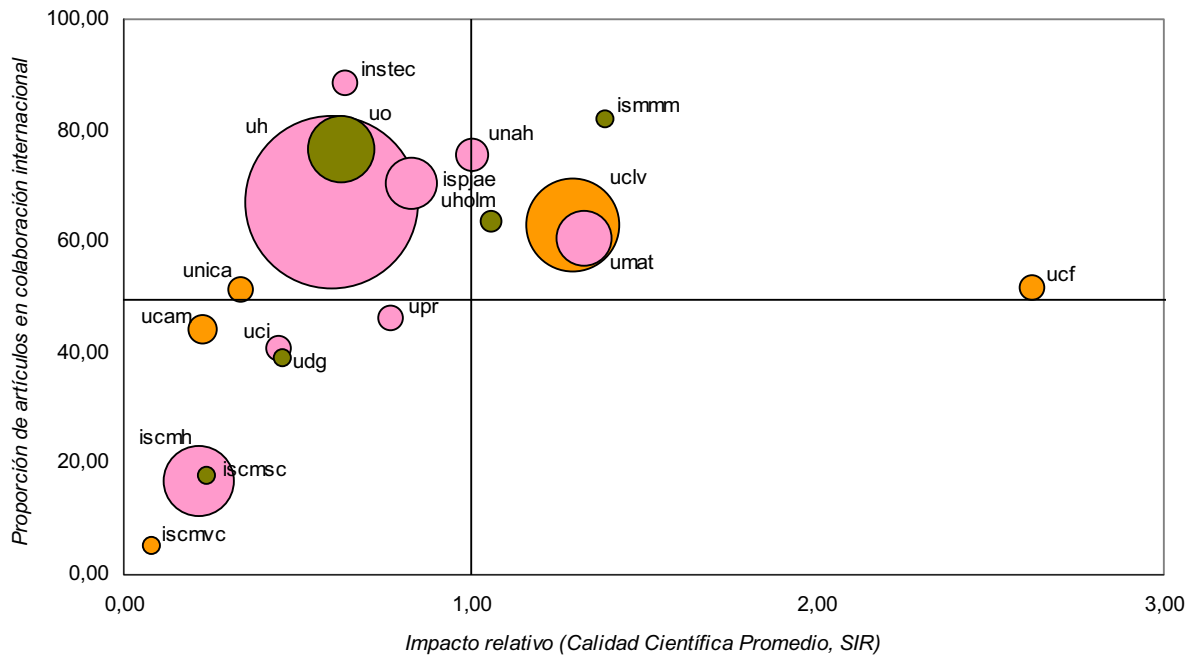
En la regresión logarítmica observada para la proporción de la colaboración internacional y el impacto relativo de las 18 universidades más productivas del país, los datos se ajustaron a una curva exponencial, y evidenciaron una correlación positiva ligeramente fuerte ($r = 0,453$). De esta forma, a pesar de cierta dispersión provocada por el elevado impacto de la UCF, las universidades que más relaciones de colaboración internacional desarrollaron durante el período fueron, como ha quedado de manifiesto en acápites anteriores, las que mayor visibilidad alcanzaron, independientemente de la temática o el volumen de su producción científica (Figura 87).

Figura 87. Regresión logarítmica de la proporción de la colaboración internacional y el impacto relativo de las universidades cubanas más productivas (SIR, 2006-2008).



La visualización obtenida a partir de la vinculación de la productividad, la visibilidad y la colaboración internacional, enmarcada por el impacto medio mundial (eje x) y la proporción de documentos con presencia de investigadores foráneos a nivel nacional (eje y), permite posicionar las instituciones en tres cuadrantes fundamentales (Figura 87): uno ubicado en la parte inferior izquierda, que agrupa un conjunto de instituciones que aún no han logrado colaborar lo suficiente, ni han tenido mucha influencia sobre la comunidad científica internacional, entre los que resaltan, por su baja visibilidad, los institutos superiores de Ciencias Médicas de La Habana, Villa Clara y Santiago de Cuba; otro, ubicado en la parte superior izquierda, donde se ubican las instituciones que aún no han logrado sacar provecho suficiente (en materia de visibilidad) a su elevada colaboración internacional, y donde la UH, la UO y el ISPJAE comparten posiciones protagónicas; y finalmente, el cuadrante superior derecho, que resulta el de mayor importancia por cuanto va a agrupar a aquellas instituciones que han logrado obtener de sus patrones de colaboración internacional la máxima visibilidad. En este cuadrante, la UCLV y la UMAT, por su volumen de producción, ejercen el liderazgo, secundadas por la UCF y el ISMMM, y en menor medida por la UNAH y la UHOLM.

Figura 88. Productividad, Proporción de artículos en colaboración internacional e Impacto relativo de las universidades cubanas más productivas (SIR, 2003-2008).

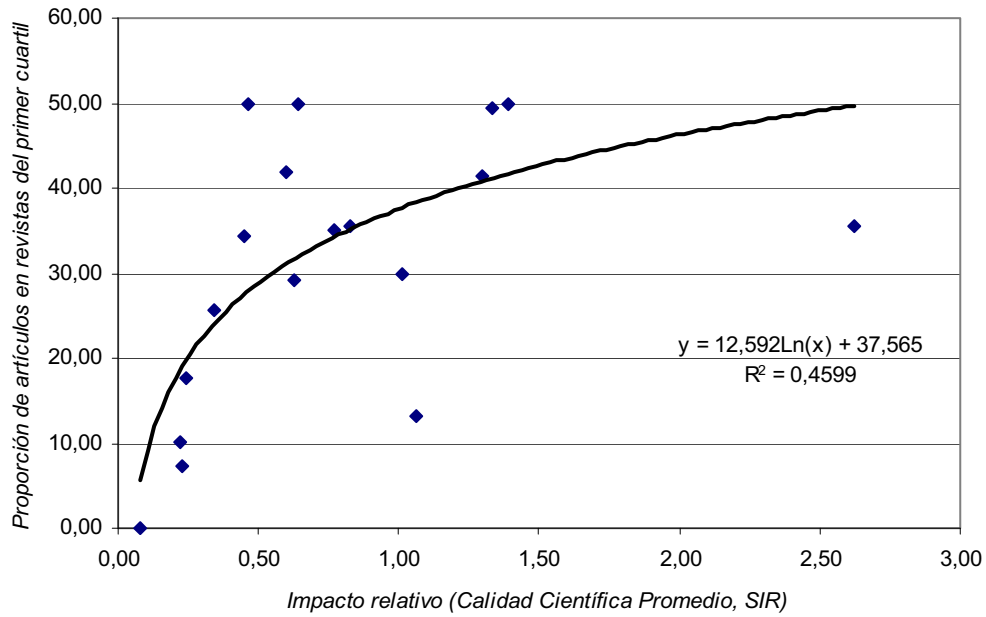


La misma curva exponencial va a ajustar los datos relacionados con la proporción de artículos en revistas del primer cuartil y el impacto relativo de las 18 universidades cubanas más productivas, a partir del análisis de su regresión logarítmica ($r = 0,458$). Existe una correlación positiva entre la visibilidad esperada determinada por la publicación de artículos en revistas de máximo prestigio internacional, y la visibilidad real expresada en las citas concedidas a dichos trabajos por parte de la comunidad científica internacional (Figura 89).

De acuerdo con observaciones derivadas del Ranking Iberoamericano de universidades, el modelo de crecimiento exponencial observado en el análisis de ambos parámetros a nivel latinoamericano e iberoamericano, garantiza el éxito en la mejora de la visibilidad de las instituciones si se trabaja en función de publicar los resultados de investigación en las revistas con mayor calidad.

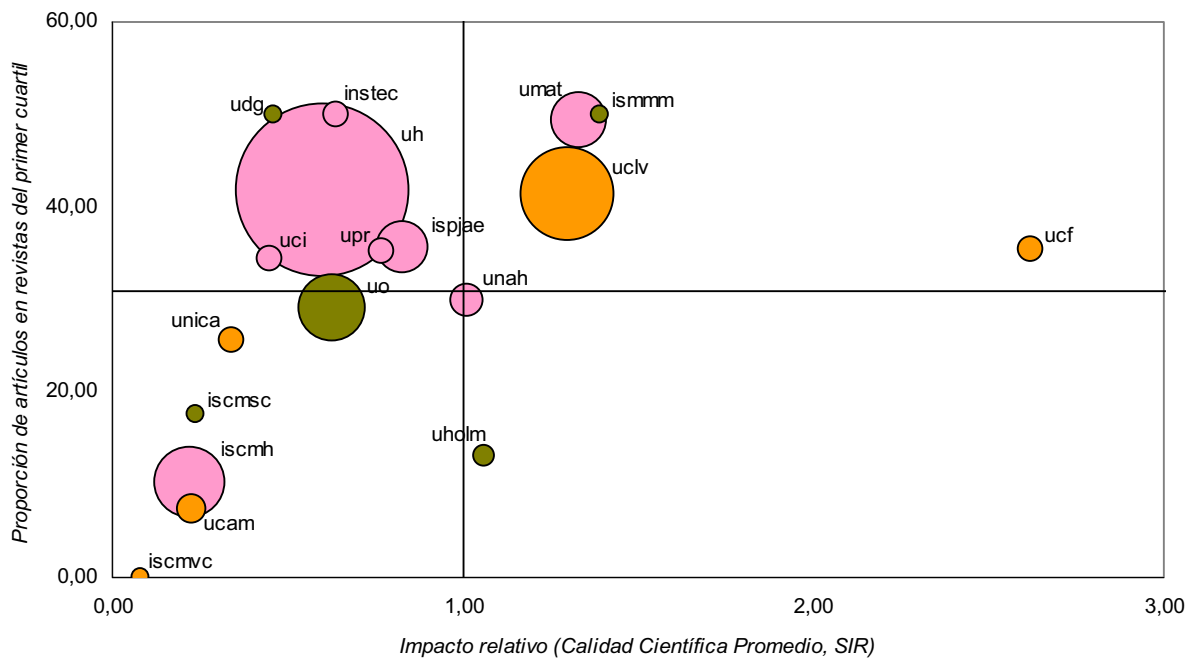
La observación de este fenómeno en el entorno nacional confirma tales observaciones, por lo que debe seguir siendo un aspecto a evaluar sistemáticamente, como lo ha sido hasta la fecha por la Dirección de Ciencia y Técnica del MES, en aras de fortalecer la visibilidad internacional de los resultados de investigación generados por las universidades.

Figura 89. Regresión logarítmica de la proporción de artículos en revistas del primer cuartil y el impacto relativo de las universidades cubanas más productivas (SIR, 2003-2008).



La visualización generada, permite ubicar a las universidades en los cuatro cuadrantes del grafo, que van a definir su posición en materia de visibilidad durante el período 2003-2008 (Figura 90).

Figura 90. Productividad, Proporción de artículos en revistas del primer cuartil e Impacto relativo de las universidades cubanas más productivas (SIR, 2003-2008).



Los cuadrantes están definidos por el impacto medio mundial (eje x) y la proporción nacional de documentos publicados en revistas del primer cuartil (PAQ1).

En el cuadrante inferior izquierdo, se sitúan aquellas instituciones que no han hecho ingentes esfuerzos por la búsqueda de revistas de mayor calidad para la publicación de los resultados de investigación, y como resultado no han logrado ejercer la influencia deseada sobre la comunidad científica. A las universidades médicas, se van a unir en este cuadrante la UCAM y la UO. Por su parte, en el cuadrante superior izquierdo se concentran las universidades que han logrado posicionarse en canales de comunicación cualitativamente superiores, aunque no han obtenido aún la visibilidad deseada.

El cuadrante inferior derecho recoge las instituciones que han logrado impactar sobre la comunidad científica sin haber acudido a revistas de máxima calidad. En este cuadrante se encuentran la UHOLM y la UNAH, esta última, casi a las puertas del cuadrante principal del grafo. La presencia de universidades en este cuadrante permite hablar de una “visibilidad potencial” que debe tenerse en cuenta a la hora de trazar estrategias de publicación futuras.

En el cuadrante principal, donde la visibilidad esperada se ha traducido en visibilidad real gracias a su impacto sobre la comunidad científica, se encuentran cuatro universidades adscritas al MES. La UCLV y la UMAT, por su volumen de producción, lideran el cuarteto de instituciones más visibles, que integran además la UCF y el ISMMM.

El Centro de Bioactivos Químicos y el Centro de Estudios de Química Aplicada fueron los centros de estudio que más aportaron a la visibilidad de la UCLV, conjuntamente con la Facultad de Química y Farmacia y la Facultad de Matemática, Física y Computación. Por su parte, la investigación más visible de la UMAT fue generada por los diferentes grupos de investigación del Centro de Estudios Biotecnológicos y la Facultad de Agronomía. La Facultad de Informática y el Centro de Estudios Ambientales fueron las entidades que más contribuyeron a la visibilidad de la investigación en la Universidad de Cienfuegos; mientras que el Departamento de Geología lideró de manera casi absoluta la producción científica del ISMMM.

De tal manera, se han identificado desde múltiples perspectivas las instituciones universitarias nacionales más visibles, así como los factores que inciden en mayor o menor medida sobre esta visibilidad. El estudio y perfeccionamiento sistemático de los indicadores empleados para el análisis de la actividad y el impacto de la producción científica nacional, constituye un elemento de vital importancia de cara a la futura creación de un sistema para evaluación cuantitativa de las estrategias y acciones llevadas a cabo por la PNCIT.

4.3. Consideraciones finales

Como pudo apreciarse, el conjunto de estrategias empleadas para el análisis de la producción científica cubana con mayor visibilidad internacional, desde la perspectiva cuantitativa, permitió la caracterización de sus diversos niveles de agregación teniendo en cuenta los contextos en los que se desarrollaron las actividades de I+D. Los diferentes indicadores y técnicas de análisis y representación de la información que se emplearon, brindaron la posibilidad de concebir un conjunto de observaciones que pueden resultar de gran ayuda para los actuales procesos de evaluación de la investigación que se llevan a cabo en los diversos organismos y sectores estratégicos de la actividad científica nacional, de cara a los procesos de toma de decisiones estratégicas relacionadas con la Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica.

La caracterización de la producción científica con mayor visibilidad internacional, a partir del estudio de las investigaciones difundidas en publicaciones seriadas indexadas por Scopus, demostró la utilidad de la base de datos para la obtención de una imagen más objetiva de la actividad científica cubana; identificó el grado de especialización de la producción científica nacional en los diversos dominios del conocimiento científico, y en relación con su contexto regional; analizó la producción científica nacional en su contexto socio-económico, e identificó su distribución geográfica y sectorial; estudió los sectores estratégicos de la actividad científica nacional, el impacto de sus instituciones y sus patrones de colaboración; y analizó de manera especial el sector universitario, principal generador de la actividad científica nacional, con el de demostrar la utilidad práctica del conjunto de indicadores bibliométricos propuestos y sus posibilidades de adaptación según fuera el nivel de agregación a analizar.

De manera conclusiva, se identificó el frente biomédico como el área temática con mayor peso en la actividad científica nacional; se observó durante el período 1996-2008 un incremento de la producción científica cubana, que estuvo en correspondencia con los esfuerzos del país en actividades de I+D; se confirmó a la Educación Superior como el sector con mayor rol protagónico dentro de la actividad científica nacional, a partir de la presencia de sus instituciones en más del 50 % de la producción científica cubana durante el período 2003-2007; y se identificaron tres factores clave para aumentar la visibilidad internacional de la ciencia cubana: el fomento de la colaboración internacional con instituciones de reconocido prestigio en los diversos dominios del conocimiento; la intensificación de la formación de postgrado y la obtención de grados científicos; y la búsqueda de fuentes de información de máxima calidad para dar a conocer los resultados de investigación.

5

Conclusiones

*Right now we're going through
a Cambrian explosion of metrics*

Johan Bollen

A profusion of measures, Nature 2010;465:864.

5.1. Consideraciones generales

La presente tesis doctoral es el colofón de un período de cinco años de intenso trabajo, en el que se ha tratado de captar la dinámica de la actividad científica nacional desde la perspectiva cuantitativa, con el fin de contribuir a los esfuerzos nacionales emprendidos por los ESCT en el entorno académico. Las primeras acciones del grupo de estudios bibliométricos del CNIC, materializadas en trabajos que constituyeron un primer acercamiento a la realidad científica nacional (Araujo Ruiz *et al.*, 2005), fueron fortaleciéndose a partir del apoyo de la Dirección de Ciencia y Técnica del MES para la creación del proyecto REDEC en el año 2006, y la fructífera participación en un programa doctoral que ha enriquecido desde todo punto de vista los enfoques analíticos y métodos de trabajo del grupo.

Al mismo tiempo, los resultados expuestos no son más que un punto de partida. Desarrollar un instrumento cuantitativo para el análisis y evaluación de los diferentes aspectos que caracterizan la ciencia nacional, en franca relación con su entorno regional y desde dimensiones cuantitativas, cualitativas, socio-económicas y estructurales, ha sido el reto principal. Implementar este instrumento de manera sistemática, convertirlo en herramienta analítica para el perfeccionamiento continuo de la PNCIT, y utilizarlo como guía complementaria de los estudios teóricos y epistemológicos que se vienen realizando en torno al surgimiento, desarrollo y perspectivas de la actividad científica en el país, constituyen los desafíos emergentes.

De manera general, utilizando una perspectiva de análisis a nivel macro, aunque descendiendo también a niveles meso y micro para lograr una interpretación más objetiva de los resultados, la investigación describió el comportamiento de la producción científica nacional en un período caracterizado por el surgimiento y desarrollo del SNCIT. Su concepción se planteó la necesidad de elevar el rigor científico a niveles nunca antes alcanzados por los estudios cuantitativos de la producción científica nacional, analizando sus principales características, su grado de especialización en los diversos ámbitos temáticos, la dimensión estructural de los fenómenos disciplinarios e interdisciplinarios relacionados con la investigación, la recepción de las investigaciones por parte de la comunidad científica nacional e internacional, y la percepción (a partir de una robusta batería de indicadores) de esta visibilidad como elemento para juzgar la calidad de las investigaciones, con vistas a rebasar la mera aproximación cuantitativa e incidir decisivamente en los procesos de toma de decisiones estratégicas encaminados a impulsar, consolidar o perfeccionar la evaluación de la actividad científica realizada en el país.

La búsqueda del mayor rigor científico en la investigación, se concibió teniendo en cuenta además una estrategia de publicación (en revistas de prestigio internacional) de los principales elementos relacionados con el corpus de la tesis doctoral: su marco teórico metodológico, el análisis empírico del comportamiento de los principales indicadores empleados, y los resultados más relevantes (véase Anexos 2 y 8). Esta estrategia, que incluyó la presentación de los resultados en la duodécima Conferencia Internacional sobre Cienciometría e Informetría celebrada en Río de Janeiro, del 14 al 17 de julio de 2009, tuvo como objetivo principal (como va siendo habitual en la mayoría de los programas de doctorado acreditados internacionalmente) la constante validación por parte de la comunidad científica internacional de los métodos y argumentos expuestos en la investigación; pero al mismo tiempo, ha servido para retomar de manera muy práctica algunos de los elementos clave analizados durante la discusión de los resultados.

Una agradable sorpresa para el autor, familiarizado con estudios que han identificado bajos promedios de citación y alta proporción de artículos no citados en las Ciencias Sociales (Glanzel, 1996a), fue encontrar que seis de los quince trabajos publicados relacionados con la tesis doctoral fueron citados al menos una vez en Scopus, recibiendo un total de 32 citas de autores internacionales, lo cual representó un promedio de más de dos citas por trabajo publicado y un índice H igual a 4.

Esta visibilidad en un período relativamente corto (apenas dos años), puede ser interpretada de diferentes maneras; por un lado, puede ser reveladora del interés que despierta el estudio de la producción científica cubana para la comunidad internacional de bibliómetras, y augura un futuro promisorio a las próximas investigaciones que se generen en la temática; por otro lado, teniendo en cuenta que el análisis estadístico de los nuevos indicadores cienciométricos fue el tema más citado, puede entenderse como un elemento más que confirma la actual ruta hacia lo que Johan Bollen ha denominado sutilmente como una “explosión cámbrica de los estudios métricos” (Van Noorden, 2010); también, puede valorarse como una confirmación de los principales argumentos manejados a lo largo de toda la investigación, puesto que abundó la colaboración internacional y el idioma inglés entre los artículos más citados, y éstos fueron publicados en las revistas de primer cuartil en su categoría; desde una posición todavía más optimista, podría ser una razón de peso para financiar un futuro proyecto de continuidad del estudio, por cuanto ofrece garantías de impacto mensurables; y en el peor de los casos, un análisis del contexto de citación pudiera arrojar resultados negativos, al ponerse en evidencia que los trabajos han sido puestos como ejemplos de todo lo que no puede hacerse en materia de cienciometría.

Sea cual fuere la interpretación más objetiva, es inevitable recurrir a la perspectiva de Eugene Garfield (véase p. 28 y 29): los trabajos generados por la investigación han tenido un “impacto” sobre la audiencia científica a la que fueron dirigidos, y este fenómeno, más que revelador de la calidad *per se*, constituye un elemento más que tendrán en sus manos los miembros del comité de expertos encargado de adoptar una posición valorativa sobre la misma. Es esa, y no otra, la esencia de la perspectiva cuantitativa en los procesos de evaluación de las actividades de I+D.

El autor, en este caso, ha preferido asociar el impacto alcanzado como elemento confirmatorio del insuficiente tratamiento cuantitativo del entorno nacional en canales de comunicación visibles internacionalmente. Y en ese sentido, teniendo en cuenta las numerosas líneas de investigación abiertas en esta área a partir del programa doctoral desarrollado de manera conjunta entre las universidades de La Habana y Granada (así como la consolidación del grupo nacional de especialistas formados por la UH), los métodos, indicadores y resultados derivados del presente trabajo doctoral aportan un conocimiento fundamental sobre la producción científica cubana, y crean las condiciones propicias con vistas al desarrollo de un sistema para la evaluación bibliométrica de la actividad científica nacional.

5.2. Conclusiones

De manera general la investigación cumplió con los objetivos trazados, al presentar una metodología para la evaluación bibliométrica de la producción científica cubana con mayor visibilidad internacional en sus diversos niveles de agregación. Para tal fin, las estrategias contemplaron la utilización de un conjunto de indicadores bibliométricos, técnicas analíticas y formas de representación de la información para caracterizar la producción científica nacional en su contexto regional y socioeconómico, y demostraron su utilidad como herramientas a tener en cuenta en los procesos de toma de decisiones estratégicas relacionadas con la PNCIT.

Durante la investigación, se caracterizó con fines evaluativos la producción científica cubana más visible internacionalmente, a partir del estudio del volumen de documentos firmados por autores pertenecientes a instituciones nacionales y registrados en la base de datos Scopus. Dicha caracterización, que incluyó la construcción de un sistema de información para el análisis de los diversos niveles de agregación observados en el estudio, utilizó principalmente herramientas cuantitativas disponibles libremente en la web, como los portales SJCR y SIR desarrollados por el grupo de investigación español SCImago para el

análisis de la cobertura de Scopus, así como un importante volumen de información recogida en los más recientes informes estadísticos nacionales y regionales sobre Ciencia y Tecnología, Educación y Salud. De igual forma, constituyó el primer ejercicio evaluativo realizado en el país sobre todo el volumen total de la producción nacional compilada en esta base de datos, la cuál se valoró como la más importante fuente de información alternativa a los índices de citas del ISI para estudios cuantitativos y ejercicios de evaluación de la investigación.

La utilidad de Scopus para la obtención de una imagen más objetiva de la actividad científica cubana quedó ampliamente demostrada. Scopus, con una interfaz sumamente funcional, es dos veces mayor en cobertura que las bases de datos del ISI, al recoger retrospectivamente todo el contenido de las revistas pertenecientes a importantes dominios temáticos, como las comprendidas en PubMed, o geográficas, como las comprendidas en SciELO; abarcó un volumen de producción más representativo de la actividad de I+D desarrollada en el país, al reflejar la orientación marcadamente biomédica que la caracteriza, incluir 20 de las más importantes publicaciones seriadas nacionales (especializadas fundamentalmente en disciplinas biomédicas), y casi 5 000 artículos más (más de la mitad del volumen total de artículos cubanos indexados en el WoS durante el período 1996-2008); su política de cobertura retrospectiva le imprime un carácter dinámico a los análisis que se derivan de su estudio; y aunque la entrada masiva de publicaciones seriadas poco citadas y publicadas en idiomas diferentes al inglés, ha evidenciado en primera instancia un efecto negativo sobre los indicadores de impacto nacionales, el carácter aún reciente de esta incorporación (específicamente para el caso de las revistas cubanas) hace que aún no puedan establecerse conclusiones definitivas al respecto. A partir de los ejercicios de validación desarrollados tanto por el proyecto REDEC como por grupos de investigación internacionales, la Dirección de Ciencia y Técnica del MES, con claros objetivos evaluativos y atendiendo a la existencia de herramientas cuantitativas novedosas y libremente accesibles para el estudio de la producción científica nacional, decidió recientemente la inclusión de las revistas comprendidas en la base de datos Scopus dentro del más importante núcleo de fuentes de información en el que deben divulgar sus resultados los científicos y académicos del país.

La batería de indicadores construida para la descripción, caracterización y evaluación de la producción científica altamente visible a nivel internacional, respondió a las expectativas previstas. Cada indicador jugó su papel de acuerdo con los diversos aspectos y niveles de agregación para los cuales fueron utilizados. Los indicadores cuantitativos evidenciaron el

nivel de actividad de los diferentes actores analizados en cada nivel de agregación y para cada estrategia de análisis empleada, mientras que los cualitativos reflejaron la visibilidad a partir de dos dimensiones: la determinada por la calidad de la fuente donde se publican los resultados (impacto esperado), y la que se deriva de las citas recibidas por los trabajos publicados (impacto real). Un conjunto de indicadores socio-económicos, de innovación, y de colaboración, se utilizó para contextualizar el impacto de las actividades de I+D. Novedosos indicadores como el SJR, el índice H y sus disímiles variantes, fueron aplicados a diferentes muestras de la producción científica nacional con vistas a validarlos para su inclusión en la batería de indicadores propuesta, la cual se utilizó finalmente para definir la posición de Cuba con respecto a los doce países más productivos de la región latinoamericana en las 27 áreas temáticas que componen Scopus, así como para determinar la visibilidad de las regiones geográficas, los sectores dedicados a la I+D, y las instituciones pertenecientes a cada uno de los sectores, con énfasis en las universidades. Las representaciones multivariadas y mapas de conocimiento basados en técnicas de análisis de redes sociales, brindaron una perspectiva mucho más eficiente para la comprensión del comportamiento de los indicadores de visibilidad utilizados, y expusieron claramente la dimensión estructural de la ciencia nacional y su evolución durante el período.

Se identificó el grado de especialización y la visibilidad de la producción científica nacional con respecto al mundo y en el contexto de la región latinoamericana. La *Medicina* constituyó el área más productiva de la ciencia nacional, al cubrir el 41,9 % de su producción científica. *Agricultura y Ciencias Biológicas* (13,2 %), *Bioquímica*, *Genética y Biología Molecular* (11,8 %), *Inmunología y Microbiología* (8,1 %), y *Química* (7,2 %), completaron el grupo de cinco áreas temáticas más productivas; mientras que el área multidisciplinaria (29,6 citas por artículo), *Neurociencia* (13,2), *Química* (9,8), *Psicología* (9,6) y *Bioquímica y Biología Molecular* (9,3) fueron las que exhibieron los mayores promedios de citas por documento. Solamente cuatro áreas tuvieron un promedio de citas por documento superior a la media mundial: *Psicología*, *Ingeniería Química*, las *Ingenierías* y las *Artes y Humanidades*, aunque esta última con muy poca producción durante el período analizado. Aunque la *Medicina* fue la más productiva, las cinco áreas que alcanzaron la excelencia científica, de acuerdo con los valores positivos de los índices de actividad y visibilidad con respecto al mundo, fueron la *Farmacología*, *Toxicología y Farmacia*; *Inmunología y Microbiología*; *Agricultura y Ciencias Biológicas*; *Química*; y *Bioquímica*, *Genética y Biología Molecular*. El análisis comparativo con los doce países más productivos de la región, permitió identificar también áreas con comportamientos negativos debido a su baja productividad. Las *Ciencias Sociales* en menor

medida, y fundamentalmente la *Gestión y Contabilidad Empresarial*, la *Psicología* y las *Artes y Humanidades*, con mayor representación a nivel mundial en Scopus, no tuvieron el mismo nivel de actividad a nivel regional y nacional.

El análisis del contexto socio-económico permitió la observación de un crecimiento de la producción científica cubana que está en correspondencia con los esfuerzos dedicados por el país a las actividades de I+D. La PNCIT, estrechamente vinculada con las políticas educacionales y de salud de la nación, y en función de un sistema de prioridades sociales perfectamente definido, incidió en una serie de importantes indicadores de desarrollo social que colocan a Cuba en la posición 51 a nivel mundial, de acuerdo con el Índice de Desarrollo Humano (IDH); sin embargo, tuvo un impacto desigual en el desarrollo de una cultura de publicación de los principales resultados de investigación en revistas de corriente principal, y ha enfrentado problemas que van desde el desconocimiento de los principales canales de comunicación científica o la no existencia de incentivos para la publicación, hasta la alta carga de actividades paralelas a la investigación (docencia, asistencia médica, producción y comercialización) en los planes de trabajo de los investigadores y profesionales vinculados a la actividad científica y tecnológica.

El crecimiento del gasto total en ACT e I+D fue sostenido durante el período, expresión de la voluntad política nacional por desarrollar la actividad científica y tecnológica, en correspondencia con la estrategia trazada por la PNCIT. El crecimiento porcentual con respecto al PIB no mostró un desarrollo significativo, aunque el crecimiento experimentado por la inversión en I+D de un 0,35 % en 1996 a un 0,67 % en el 2008 fue superior al observado en los países más productivos de la región. De acuerdo con la evolución porcentual del gasto corriente en ACT según el origen de los fondos, el gobierno fue el principal inversor en ciencia y tecnología, aunque en el último año analizado hubo un incremento de la aportación empresarial y de aportaciones derivadas de otras fuentes de financiamiento, incluida la inversión extranjera.

El efecto del incremento de tres décimas porcentuales del gasto en I+D con respecto al PIB, se materializó en un crecimiento lineal de la producción científica en revistas visibles internacionalmente. La cifra de investigadores no mostró variaciones significativas entre los años 1996 y 2007; en cambio, la cifra acumulativa de grados científicos otorgados durante el período, ascendió de 6 287 doctores en el año 2000 a 10 369 en el 2009. Por su parte, el personal dedicado a actividades científicas y tecnológicas permaneció apenas invariable entre 1996 y 2000, y comenzó a crecer gradualmente durante el nuevo milenio. El porcentaje de personal ACT con nivel superior superó el 60 % de la cifra total durante los tres últimos

años analizados, lo cual estuvo acorde con el crecimiento de graduados universitarios experimentado en estos años, y evidenció el aporte creciente del sector universitario a las entidades de ciencia e innovación tecnológicas. Durante el período, se redujo el personal administrativo, así como el personal obrero y de servicios, y se desarrolló la fuerza técnica integrada por investigadores, especialistas y tecnólogos dedicados a la investigación científica. Las actividades relacionadas con la obtención de la propiedad intelectual de las invenciones e innovaciones tecnológicas tuvieron un crecimiento acelerado hasta el año 2002; sin embargo, la cifra de patentes solicitadas en el país experimentó una caída durante los años posteriores, lo cual hizo decrecer la tasa de autosuficiencia y el coeficiente de invención del país, al mismo tiempo que creció la tasa de dependencia. La disminución de la proporción de solicitudes de instituciones nacionales fue un aspecto negativo para la evaluación de la innovación tecnológica en el país, por cuanto aparentemente no se puso de manifiesto una influencia del aumento de la inversión en I+D sobre las actividades relacionadas con la obtención de patentes.

La tradicional orientación hacia las ciencias agropecuarias y las ciencias biológicas en las bases de datos del ISI en volumen total de la producción científica cubana cambió sustancialmente en el entorno de Scopus. De acuerdo con los patrones de citación de los autores de las investigaciones, la macro estructura científica nacional evolucionó de un esquema centrado en la *Agricultura y Ciencias Biológicas* durante el bienio 1996-1997, hacia un esquema de tres áreas dominantes (*Medicina, Agricultura y Ciencias Biológicas, y Bioquímica, Genética y Biología Molecular*) en el bienio 2000-2001. Para el bienio 2006-2007, la proporción de la actividad citacional relacionada con la *Medicina* fue muy superior al resto de las áreas temáticas de Scopus, erigiéndose como base intelectual y frente de investigación dominante de la actividad científica nacional.

El análisis de la distribución geográfica durante el período 2003-2007 puso de manifiesto una clara concentración de la actividad científica y tecnológica alrededor de las instituciones que radican en la capital del país. La Ciudad de La Habana concentró el 20 % de la población nacional, y fue responsable del 77,1 % de los artículos publicados en revistas indexadas por Scopus, los cuales recibieron el 76,1 % del total de citas recibidas por el país. El promedio de citas recibidos por los artículos generados en la capital fue ligeramente inferior al promedio nacional, pero el impacto de acuerdo con el núcleo de publicaciones más visibles, es el más alto del país. Villa Clara y Matanzas mostraron los avances más significativos en materia de productividad e impacto. Villa Clara publicó el 6,9 % del total de artículos nacionales, y recibió el 14,1 % del total de citas recibidas por el país. Más del 55 % de los

artículos publicados por instituciones pertenecientes a Villa Clara fueron citados, y la provincia se mantuvo entre las tres primeras en todos los parámetros evaluados, con el segundo mayor índice H del país y el mejor promedio de citas por artículo. Además, logró mantener una producción ascendente a más de 90 artículos durante los últimos tres años evaluados (más del 70 % del total). Por su parte, Matanzas publicó el 3,2 % de la producción nacional durante el período, y recibió un volumen de citas ascendente al 4,3 % del total nacional. En todos los parámetros, Matanzas apareció entre las cinco primeras provincias, con un promedio de citas por artículo superior a la media nacional y con el tercer mejor índice H, a pesar de que más del 70 % de los artículos fueron publicados durante los dos últimos años evaluados. Cienfuegos fue líder en materia de visibilidad, al presentar el segundo mejor promedio de citas por artículo, y el cuarto mayor índice H del país. La Habana, en cambio, se destacó por su productividad, aunque la proporción de artículos citados fue una de las más bajas del país, lo cual influyó decisivamente en su bajo promedio de citas por artículo. Santiago de Cuba fue la cuarta provincia más productiva, la quinta más citada, y la sexta y última provincia con un índice H que duplica la cantidad de años evaluados. El resto de las provincias quedaron relegadas y no mostraron una producción científica visible internacionalmente, acorde con el potencial humano dedicado a la I+D del que disponen. En sentido general, las provincias orientales, a pesar de su mayor densidad poblacional, reflejaron menor actividad que el resto de las regiones del país. Todas las provincias experimentaron un aumento en el promedio de citas por documento cuando colaboraron con otros países; por otra parte, el análisis de la dependencia de la colaboración nacional entre las diferentes regiones del país permitió observar que Ciudad de La Habana, Villa Clara y La Habana atrajeron hacia sí a la mayor cantidad de provincias. En este aspecto, una vez más, se observó un rol secundario de las provincias orientales, con respecto a las provincias centrales y occidentales.

El análisis de la producción científica por sectores permitió claramente identificar el protagonismo de las instituciones de educación superior en la actividad científica nacional. En 12 de las 15 regiones del país, más del 80 % de la producción científica fue generada por instituciones subordinadas metodológicamente al sub-sistema de Educación Superior de la República de Cuba. La producción científica se distribuyó mayormente en tres de los seis sectores analizados. La Educación Superior constituyó el sector más productivo, al ser responsable del 55,4 % de los artículos comprendidos en la base de datos. Su rol protagónico creció durante el período, y concentró en el 2007 el 58 % de la producción científica nacional; en cuanto a su visibilidad, fue el sector con mayor índice H, aunque su

proporción de artículos citados y su promedio de citas por documento quedaron por debajo de la media nacional.

Las instituciones del Polo Científico del Oeste de la Ciudad de La Habana fueron fundamentalmente las que propiciaron el desarrollo del sector Ciencia y Técnica durante todo el período. Este grupo de instituciones fue responsable no sólo de una gran cantidad de publicaciones en revistas de corriente principal e indexadas por otras bases de datos de prestigio internacional, sino también de una proporción importante del número total de patentes solicitadas y concedidas al país, así como de un creciente volumen de ingresos monetarios que ha convertido a la industria biotecnológica cubana en un renglón de suma importancia para la economía del país.

El crecimiento de los sectores Educación Superior y Salud determinó prácticamente el crecimiento de la nación en términos globales. La evolución porcentual de la Educación Superior fue sostenida durante el período. Sin embargo, el mayor crecimiento se encontró en el sector sanitario, que evolucionó de un 34,6 % de la producción nacional en el 2003, a un 47,2 % en el 2007. El sector sanitario mostró una marcada evolución en la tasa de crecimiento anual y en el número de instituciones por año. El número de instituciones que contribuyeron con artículos al crecimiento de la producción científica nacional en revistas indexadas por Scopus progresó de forma sustancial. De un total de 178 instituciones cubanas que aportaron al menos un artículo al volumen de documentos con mayor visibilidad internacional, la cifra se incrementó hasta 317 instituciones en el 2007. En todos los sectores se experimentó un crecimiento.

La colaboración científica expresada en los diferentes sectores analizados se abordó desde múltiples perspectivas. La relación intersectorial e interinstitucional, por un lado, y el establecimiento de sólidas redes de colaboración internacional, fueron factores clave para revelar el desarrollo de la actividad científica nacional. No se observó una vinculación suficientemente fuerte entre las universidades y las entidades de ciencia e innovación tecnológicas, así como entre éstas últimas y las instituciones sanitarias del país; no fue representativa la colaboración científica internacional en el sector Salud, teniendo en cuenta las múltiples experiencias sanitarias cubanas a lo largo de todo el planeta, que pudieran generar investigaciones de importancia capital para los países en los cuales se desarrollan sus misiones asistenciales; y existió un divorcio entre las unidades de I+D del sector empresarial y los sectores universitario y científico-técnico, dado por la aún insuficiente actividad investigativa generada por este sector.

En sentido general, la visibilidad creció en la medida que mayor fue el porcentaje de artículos en colaboración internacional, y decreció relativamente en la medida que fue mayor la producción nacional exclusiva. En el sector Educación Superior, el promedio de citas por documento y el porcentaje de artículos citados estuvo por debajo de la media nacional tanto en la producción total como en cada uno de los tipos de colaboración. La colaboración internacional abarcó casi el 50 % de la producción científica del sector. Sin embargo, dicha colaboración no reportó los beneficios esperados. El sector sanitario, por su parte, presentó el 78,7 % de su producción sin presencia de instituciones foráneas. De este gran volumen, sólo el 21,4 % fue citado, y recibió como promedio menos de una cita por trabajo. La producción realizada por investigadores de una misma institución tuvo todavía menos impacto. Esta baja visibilidad de la producción científica exclusivamente nacional del sector, influyó decisivamente en la poca visibilidad de su producción global, y estuvo estrechamente relacionada con la producción científica en revistas poco citadas y de idiomas diferentes al inglés. Sin embargo, la escasa colaboración internacional del sector sanitario fue altamente visible. El comportamiento del sector Ciencia y Técnica tuvo un matiz diferente. El porcentaje de artículos citados y el promedio de citas por documento estuvieron por encima de la media de manera general. La colaboración internacional abarcó el 45,2 % del total, y mostró valores muy similares a la media de la colaboración internacional del país. Sin embargo, su producción nacional exclusiva mostró el mejor porcentaje de artículos citados (especialmente la colaboración nacional), y el mejor promedio de citas por artículo. De esta forma, se observó que el sector logró avances en su visibilidad sin depender de su colaboración internacional, con instituciones que exhibieron un índice H superior incluso en su producción nacional exclusiva. En el sector administrativo, la colaboración internacional fue determinante para alcanzar una alta visibilidad; mientras que el sector empresarial no mostró indicadores relevantes, aunque los artículos que publicó con colaboración internacional fueron los más visibles.

La colaboración internacional establecida por el país durante el período 2003-2007 compiló un total de 2 605 artículos que constituyeron el 45,1 % de la producción total. Un total de 1784 instituciones de 114 países fueron protagonistas de esa colaboración, y 34 países estuvieron presentes en 10 o más artículos. España, como a lo largo de los últimos 20 años, fue el principal socio científico de Cuba. Durante el período 2003-2007 la colaboración entre cubanos y españoles se expresó en 777 documentos que constituyeron el 13,4 % de la producción nacional, y el 29,8 % de la colaboración internacional. Todos los sectores tuvieron en España al principal socio colaborador. México, por su parte, fue el segundo país

más colaborador, al estar presente en 502 trabajos que representaron el 19,3 % de la colaboración internacional y el 8,7 % de la producción total. Fue el segundo socio científico para los sectores universitario, sanitario, científico-técnico y empresarial, aunque el 60 % de los artículos fue producido en conjunto con universidades cubanas. El tercer país más colaborador con Cuba fue Brasil, especialmente con los sectores universitario y científico-técnico.

De los 34 países más colaboradores, un total de 15 lo hicieron en 50 o más trabajos durante el período 2003-2007. El análisis de la evolución de la colaboración durante el período, permitió identificar a un grupo de países que mantuvieron un ritmo de colaboración estable, como España, México, Alemania, Italia y Canadá; otros como Brasil, Estados Unidos, Reino Unido, Bélgica, Argentina, Colombia, Chile, Japón y Venezuela, incrementaron las relaciones durante los últimos años; y solamente Francia experimentó cierta caída. En el sector Educación Superior se puso de manifiesto una dependencia a la colaboración con España, México, Brasil, Canadá y Chile. En el sector Salud, la afinidad se concentró en la colaboración con Alemania, Estados Unidos, Italia, Reino Unido, Bélgica, Francia, Argentina y Canadá. Los países afines en el sector Ciencia y Técnica fueron México, Italia, Reino Unido, Bélgica, Colombia y Japón. El sector Administración fue particularmente afín a la relación con España, Estados Unidos, Reino Unido, Argentina y Canadá; y el sector Empresa, tuvo en España, México y Estados Unidos sus principales aliados científicos. La visibilidad de la colaboración con España es sumamente alta a nivel macro. Durante el período, se fortalecieron los grupos de investigación, así como los programas de formación entre universidades y centros de investigación cubanos y españoles. El 67,1 % de los documentos publicados por autores españoles y cubanos fue citado, exhibió un promedio de citas por documento superior a la media de la colaboración internacional del país, y generó un núcleo de artículos con muy alta visibilidad. Constituyó un aspecto muy positivo que el principal socio científico del país haya garantizado la visibilidad de las investigaciones conjuntas. No ocurrió esto, en cambio, en la colaboración con México y Brasil, cuya proporción de documentos citados y cuyo promedio de citas por documento estuvieron por debajo de la media nacional. En total, 16 de los 22 países más productivos tuvieron porcentajes de artículos citados por encima de la media, y 14 exhibieron un promedio de citas por documento superior al umbral de la colaboración internacional.

El análisis sectorial de la visibilidad de la colaboración internacional, brindó la posibilidad de definir en cada uno de los tres principales sectores de la actividad científica cubana cuáles fueron los países que mayores beneficios aportaron. El sector universitario, al cubrir el 60,6

% de toda la colaboración internacional presente en la producción científica cubana, mostró una imagen bastante similar a la que se obtuvo del dominio nacional. Un total de 13 países se mantuvieron en la zona de más impacto. Suiza aportó mayor visibilidad. China mejoró su ubicación, Francia y Japón perdieron visibilidad dentro del círculo más relevante; y Portugal retrocedió hasta casi rozar el umbral de la colaboración nacional. Colombia siguió siendo el único país de los más productivos que no sobrepasó este umbral. El sector sanitario, por su parte, presentó un conjunto de cambios de marcado interés para la caracterización del sector. 14 países fueron los más privilegiados. Colombia traspasó el umbral de la colaboración nacional, cediendo su puesto a Portugal, que continuó perdiendo visibilidad. Por Latinoamérica, Brasil y Chile ingresaron al sitio de mayor impacto en el grafo, desplazando del mismo a China y Japón. El Reino Unido ganó en protagonismo, Italia también alcanzó una mejor posición, y Bélgica se introdujo en el grupo de vanguardia, aunque España lo abandonó. El país que más visibilidad aportó al sector fue Holanda. En el sector Ciencia y Técnica, doce países se colocaron en la zona más visible. Holanda, Brasil y Bélgica perdieron protagonismo, al igual que Colombia; también lo perdieron Chile, que se acercó al umbral del impacto de la producción sin colaboración, y Venezuela, que finalmente traspasó este umbral para ubicarse en el área más desventajosa. China y Japón emergieron entre los visibles del sector. Los sectores universitario, sanitario y científico-técnico, constituyeron el núcleo gestor de la investigación científica nacional, y la actividad y visibilidad de sus instituciones definió la dimensión cuantitativa y cualitativa de la producción nacional.

La Educación Superior se utilizó como caso de estudio para la identificación de patrones de comportamiento que no quedaron completamente definidos a nivel macro. Las universidades cubanas fueron el sector que mayor producción científica fue capaz de generar, participando en ella un total de 43 de las 65 IES existentes en el país, y una de las 169 SUM. A grandes rasgos, pudo observarse un grupo de universidades con más de 100 artículos publicados durante el período 2003-2007, entre las que se destacaron, por su alta visibilidad, las universidades de La Habana, Villa Clara y Matanzas. Durante los cinco años analizados, la UCLV fue la institución más integral, con más del 60 % de los documentos citados, un promedio de más de seis citas por trabajo, y los mejores índices H y R del sector. De igual forma, el claustro de académicos de esta universidad fue el que mayor aportó a la visibilidad de la institución, según el enfoque de los índices H sucesivos. La UH se mantuvo en la vanguardia, al ser responsable del 34,7 % de los artículos generados por el sector, y del 19,2 % de la producción científica del país. El 70,6 % de los artículos fueron citados al menos una

vez en Scopus, 20 de ellos de manera significativa; y siete integrantes de su claustro de profesores e investigadores contribuyeron de manera decisiva a su visibilidad. El avance mostrado por la UMAT fue otro de los aspectos relevantes del sector, en el que se destacó además la visibilidad de la UCF, casi totalmente en colaboración con la UCLV.

El 36,6 % de las universidades mostró una proporción de artículos citados superior a la media nacional, y sólo el 25,4 % recibió como promedio más citas que la producción científica cubana. El 39,5 % de las instituciones del sector mostró una proporción de la colaboración internacional superior a la media nacional. Resultó significativo el bajo rendimiento de las universidades médicas, lo cual influyó de manera decisiva en el hecho de que el sector universitario se quedara por debajo de la media nacional en todos los acápites relativos al impacto de las investigaciones.

La producción de las instituciones adscritas al MES abarcó el 61,9 % de la producción del sector, mientras que las universidades especializadas en Ciencias Médicas comprendieron un 36,9 %. Ambos organismos llevaron el peso de las investigaciones del sector. Sin embargo, la visibilidad de las instituciones adscritas al MES fue ostensiblemente superior, con un 55,9 % de documentos citados contra un 21,6 % las universidades médicas; un promedio de más de 3 citas las del MES, por menos de una cita por documento las del MINSAP, y un claustro de profesores e investigadores con un rendimiento científico mucho mayor. Mientras que las universidades adscritas al MES se enfrascaron en un objetivo estratégico dirigido hacia la internacionalización de sus actividades científico-técnicas, las universidades médicas, y en general todo el sector sanitario regido por el MINSAP, desarrollaron una fuerte política de fomento de la publicación de los resultados de investigación, sin que esta fuera proporcional al crecimiento de su colaboración internacional. Un total de 38 instituciones foráneas, fundamentalmente españolas, mexicanas y brasileñas, participaron en al menos 10 trabajos realizados en colaboración con instituciones del MES; sólo con cuatro de estas 38 instituciones universitarias se alcanzó una proporción de artículos citados por debajo de la media nacional, lo cual evidenció el aporte que la colaboración internacional brindó a la visibilidad de la producción científica del MES, y por ende, el éxito de la política de internacionalización trazada por el Ministerio para la identificación de nuevas fuentes de financiamiento para proyectos, el establecimiento de programas de postgrado conjunto, la creación de grupos de investigación multinacionales, y la búsqueda de los canales de comunicación más visibles para la publicación de los resultados de investigación. La otra cara de la moneda fue la colaboración internacional de las universidades adscritas al MINSAP. La ínfima existencia de colaboración internacional en

las universidades médicas fue fiel reflejo del contenido de las publicaciones seriadas cubanas especializadas en biomedicina y recientemente incorporadas en gran volumen a Scopus, en las cuales la endogamia resultó un factor a resaltar, y la escasez de editores y autores internacionales en el proceso de publicación se hizo notar. Se demostró la necesidad de ejecutar acciones para fomentar la publicación de resultados de investigación resultantes de las múltiples misiones sanitarias que se llevan a cabo internacionalmente, así como de implementar una política de internacionalización que incluya no sólo la búsqueda de instituciones colaboradoras en el exterior, sino también el fortalecimiento de los consejos editoriales de las revistas del Sistema Nacional de Salud, aspecto clave para perfeccionar los procesos de revisión de pares que deben elevar el nivel cualitativo de las publicaciones, y a su vez, aumentar su grado de visibilidad, expresado en citas.

La colaboración nacional también puso de manifiesto patrones que contribuyeron a la baja citación de las universidades médicas. El 85,7 % de las 14 instituciones nacionales con las que colaboró el MES en 10 o más trabajos, mostró una proporción de artículos citados superior a la media nacional. La colaboración nacional de las universidades médicas fue mucho más intensa, sin embargo, sólo el 30,9 % de esta colaboración mostró una proporción de artículos citados superior a la media nacional. La tipología documental (y especialmente la publicación en actas de congresos), fue el elemento que más afectó la visibilidad de algunas universidades adscritas al MES; mientras que la tipología idiomática y el país de publicación de las revistas fue el punto crítico de la producción científica de los institutos superiores de Ciencias Médicas.

Se analizó la composición del claustro de profesores e investigadores (personal académico) a la hora de valorar las causas de altos o bajos niveles de actividad y visibilidad de la producción científica en el entorno universitario. Las universidades médicas fueron las que mayormente mostraron tasas de más de un profesor o investigador por cada personal no académico. Por su parte, las universidades del MES mostraron una ratio de doctores por cada académico superior a la media del sector. Se observó un mayor peso de la docencia en las actividades de los claustros de las universidades médicas y pedagógicas (que en el caso de las universidades médicas se hace más complejo, dada la carga asistencial que habitualmente se suma a sus actividades en los hospitales universitarios), mientras que la investigación fue mayor en las universidades del MES y el CITMA. Así mismo, el nivel cualitativo de los claustros (dado por la cantidad de personal con grado de doctor en ciencias) fue mayor en las universidades adscritas al MES; aunque la actividad investigativa que recayó sobre el personal con grado científico del MINSAP aparentemente fue más

intensa. Se observó una correlación relativamente fuerte entre la ratio de doctores por académico y la ratio de publicaciones por académico, por lo que en la medida que mayor cantidad de doctores en ciencia tuvo una institución, más intensa fue su actividad investigativa, y mayor fue el número de artículos que publicaron en revistas visibles internacionalmente. Este hallazgo, evidenció la necesidad de trabajar por la elevación del nivel cualitativo de los claustros de profesores e investigadores en las IES, a partir de la intensificación de la participación de los mismos en programas de maestrías y doctorados, los cuales van a incidir positivamente en su actividad de publicación. La UCLV, la UMAT, la UCF y el ISMMM fueron las instituciones universitarias que aparecieron en el cuadrante de la excelencia científica durante el período analizado, al combinarse los indicadores de visibilidad propuestos en la tesis doctoral.

De forma general, al igual que la colaboración científica, la mayor proporción de artículos publicados en el núcleo de revistas más visibles de una determinada temática, garantizó la visibilidad real expresada en las citas concedidas a dichos trabajos por parte de la comunidad científica internacional. Por tanto, el chequeo sistemático de este aspecto debe ser un tema a priorizar por la Dirección de Ciencia y Técnica del MES, en aras de fortalecer la visibilidad internacional de los resultados de investigación generados por las universidades. El conjunto de resultados obtenidos evidenció la utilidad práctica de la batería de indicadores bibliométricos empleados para el análisis de la actividad científica nacional, así como su capacidad de adaptación para ser efectivos en cualquier nivel de agregación.

5.3. Recomendaciones y líneas de investigación futuras

Son múltiples las líneas de acción que, dentro o fuera del marco de los estudios sociales y cuantitativos de la Ciencia y la Tecnología, pueden ser elaboradas a raíz del presente trabajo doctoral. Sin orden pre-establecido, se enumeran aquellas recomendaciones que, a juicio del autor, deben ser estudiadas e implementadas a corto o mediano plazo.

1. Desarrollar un sistema para la evaluación de la actividad científica nacional que, conjuntamente con los tradicionales juicios de expertos, incorpore la perspectiva cuantitativa para el análisis del rendimiento de la investigación del SNCIT.
2. Sistematizar el desarrollo de estudios cuantitativos para la obtención de informes anuales o bianuales sobre el comportamiento de la producción científica cubana, que tributen a los procesos de planificación estratégica y toma de decisiones relacionados con la PNCIT.

3. Trabajar en el perfeccionamiento de los procesos de arbitraje y las políticas de publicación de las revistas científicas nacionales, con vistas a revertir los efectos provocados por los bajos niveles de citación de éstas en la visibilidad de la producción científica nacional. En esta misma línea, internacionalizar los comités editoriales de las revistas con especialistas de reconocido prestigio, priorizar la publicación de trabajos en colaboración y contribuciones internacionales, evitar la endogamia en los contenidos y publicar en lengua inglesa con mayor frecuencia.
4. Implementar talleres nacionales para la formación de los investigadores en el conocimiento de los indicadores bibliométricos existentes para determinar el rendimiento científico; familiarizarlos con la evaluación bibliométrica de sus actividades como un proceso más en busca del perfeccionamiento del sistema académico, y no como una herramienta para determinar mejores o peores investigadores.
5. Crear incentivos para la publicación; movilizar a las sociedades científicas para premiar los mejores trabajos que se publican en el año; divulgar la investigación nacional en portales especializados; fomentar la implementación de repositorios de información institucionales.
6. Elevar el rigor de los programas de postgrado, específicamente maestrías y doctorados, exigiendo la publicación de resultados en revistas visibles internacionalmente para vencer etapas de formación.
7. Desarrollar sistemas de información institucionales con plataformas interoperables, que permitan no sólo la recuperación de la producción científica anual de las instituciones dedicadas a la I+D, sino también información curricular fiable y actualizada sobre los investigadores que laboran en ellas, con vistas a facilitar los procesos de normalización, de cara a la realización de evaluaciones bibliométricas a nivel micro. Para ello, han ser definidos los roles de cada actor que deberá interactuar con dichos sistemas.

8. Desarrollar una estrategia de normalización de la afiliación institucional en los artículos que se publican; establecer un código numérico o alfanumérico para cada institución; y promover en los autores la necesidad de establecer una firma única para sus nombres en los artículos que se someten a publicación.
9. Introducir nuevas variables para el análisis cuantitativo, como los datos relativos a movilidad académica y los proyectos nacionales e internacionales (De Filippo, 2008), que casi siempre están detrás de una colaboración científica, y que pueden servir para definir el peso que en la visibilidad pueden tener las agencias de financiamiento de proyectos, los montos invertidos, entre otros factores.
10. Estimular en los profesionales el análisis de los indicadores bibliométricos antes de su aplicación; promover en ellos el uso de los indicadores como parte de una batería que ha de captar diversas aristas de su rendimiento científico; someter estos indicadores incluso al escrutinio de los propios investigadores evaluados, para obtener un consenso acerca de su aplicación.

En cuanto a las líneas de investigación futuras, actualmente se trabaja en la concepción de los siguientes proyectos a nivel nacional e internacional:

1. Desarrollo de un Proyecto Nacional de Ciencia y Tecnología, actualmente en curso, denominado *Sistema Nacional de Indicadores Cuantitativos*, liderado por el Grupo de Estudios Métricos del Instituto de Documentación e Información Científica (IDICT) y orientado hacia la utilización de un sistema de indicadores para el estudio de: nichos productivos territoriales e institucionales; comportamiento del liderazgo científico nacional; nivel de especialización temática en la difusión del conocimiento; expertos según líneas de investigación para la formación de claustros académicos; alianzas de colaboración científica nacional e internacional; hábitos de cooperación entre disciplinas científicas; investigaciones científicas aisladas a las prioridades económicas del país; determinación de viabilidad o inviabilidad de proyectos por ejecutar o en ejecución; concepción de políticas científicas.

2. Creación de un Grupo de Trabajo denominado SCImago-Cuba, con vistas al desarrollo y normalización de la información en la plataforma del SIR para el caso cubano, así como para la generación de investigaciones utilizando los indicadores generados por el Grupo de Investigación SCImago. En coordinación con el propio grupo español.
3. Análisis de la visibilidad internacional de naciones pertenecientes al programa PERii. Casos de estudio: Nicaragua, Honduras, Bolivia, Ecuador. Coordinado por la *Internacional Network for the Availability of Scientific Publications*, Reino Unido.
4. Utilización de técnicas y herramientas de visualización para el estudio de dominios Biomédicos y disciplinas emergentes. Proyectos en colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Finlay, el Instituto Alfa de Investigaciones Biomédicas de Grecia, el Centro de Neurociencias de Cuba, la Dirección de Diagnóstico Microbiológico del CNIC, y el Grupo SCImago.
5. Utilización de indicadores híbridos para la evaluación de la investigación a nivel micro, unificando la dimensión cuantitativa, cualitativa y estructural para la determinación del rendimiento científico. En colaboración con el Grupo SCImago.
6. Estudios comparativos de la cobertura del WoS y Scopus. Análisis de la evolución en los últimos años. Políticas de cobertura y de expansión. Factores relacionados con la competencia. Efecto Mateo. En colaboración con el Grupo SCImago.
7. Desarrollo de estudios analíticos sobre el índice H y sus derivados. Desarrollado en conjunto con especialistas de Bélgica, la India, y estudiantes de pre-grado de la Universidad de La Habana.
8. Desarrollo de plataforma en línea para un Sistema de Información Geográfica que brinde información bibliométrica sobre los diversos dominios geográficos del país. Proyecto en curso del Grupo de Desarrollo de Software del CNIC.

Finalmente, el análisis del sector universitario continuará siendo una línea priorizada de investigación del proyecto REDEC, en colaboración con la Dirección de Ciencia y Técnica del MES.

Bibliografía

AHMED, S. M. Z., MCKNIGHT, C., & OPPENHEIM, C. (2004a). A study of users' performance and satisfaction with the Web of Science IR interface. *Journal of Information Science*, 30, 459-468.

AHMED, T., JOHNSON, B., OPPENHEIM, C., & PECK, C. (2004b). Highly cited old papers and the reasons why they continue to be cited. Part II. The 1953 Watson and Crick article on the structure of DNA. *Scientometrics*, 61, 147-156.

AKSNES, D. W., & TAXT, R. E. (2004). Peer reviews and bibliometric indicators: a comparative study at a Norwegian university. *Research Evaluation*, 13, 33-41.

ALFARAZ, P.H., & CALVIÑO, A.M. (2004). Bibliometric study on food science and technology: Scientific production in Iberian-American countries (1991-2000). *Scientometrics*, 61, 89-102.

ALONSO PORRO, I. (2010). *Ciencia cubana: invisible para comunidad internacional*. Página web, [consultada 13/05/2010]. Accesible en: <http://www.scidev.net/es/latin-america-and-caribbean/opinions/ciencia-cubana-invisible-para-comunidad-internaci.html>.

ALTVATER-MACKENSEN, N., BALICKI, G., BESTAKOWA, L., BOCATIUS, B., BRAUN, J., BREHMER, L., BRUNE, V., EIGEMEIER, K., ERDEM, F., FRITSCHER, R., JACOBS, A., KLINGSPORN, B., KOSINSKI, M., KUNTZE, J., LEE, J. R., OSTERHAGE, A., PROBST, M., RISCH, T., SCHMITT, T., STOCK, W. G., STURM, A., WELLER, K., & WERNER, K. (2005). Science and technology in the region: The output of regional science and technology, its strengths and its leading institutions. *Scientometrics*, 63, 463-529.

ARAUJO RUIZ, J. A., & ARENCIBIA JORGE, R. (2002). Bibliometría, Cienciometría e Informetría: aspectos teórico-prácticos. *ACIMED*, 10(4). Revista en línea, [consultada 12/06/2009]. Accesible en: <http://bvs.sld.cu/revistas/aci>.

ARAUJO RUIZ, J. A., ARENCIBIA JORGE, R., & GUTIÉRREZ CALZADO, C. (2002). Ensayos clínicos cubanos publicados en revistas de impacto internacional: estudio bibliométrico del período 1991-2001. *Revista Española de Documentación Científica*, 25, 254-266.

ARAUJO RUIZ, J. A., TORRICELLA MORALES, R. G., VAN HOOYDONK, G., & ARENCIBIA JORGE, R. (2005). Cuban scientific articles in ISI citation indexes and CubaCiencias databases (1988-2003). *Scientometrics*, 65, 161-171.

ARCHAMBAULT, E., CAMPBELL, D., GINGRAS, Y., & LARIVIERE, V. (2009). Comparing of Science Bibliometric Statistics Obtained From the Web and Scopus. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60, 1320-1326.

ARENCIBIA JORGE R. (2008). Nuevos indicadores de rendimiento científico institucional basados en análisis de citas: los índices H sucesivos. *Revista Española de Documentación Científica*, 32, 101-106.

ARENCIBIA JORGE, R., & CARVAJAL ESPINO R. (2008). Los índices H, G y R: su uso para identificar autores líderes en el área de la Comunicación durante el periodo 2001-2006. *ACIMED*, 17(4). Revista en línea, [consultada 15/06/2009]. Accesible en: <http://bvs.sld.cu/revistas/aci>.

ARENCIBIA JORGE, R., BARRIOS ALMAGUER, I., FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, S., & CARVAJAL ESPINO, R. (2008). Successive H indices and its applying in the institutional evaluation: a case study. *Journal of the American Society for Information Science & Technology*, 59, 155-157.

ARENCIBIA JORGE, R., LEYDESDORFF, L., CHINCHILLA, Z., ROUSSEAU, R., & PARIS, S. (2009). Retrieval of very large numbers of items in the Web of Science: an exercise to develop accurate search strategies. *El Profesional de la Información*, 18, 529-533.

ARENCIBIA JORGE, R., & MOYA ANEGÓN F. (2008a). La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la Cienciometría. *ACIMED*, 17(4). Revista en línea, [consultada 18/06/2009]. Accesible en: <http://bvs.sld.cu/revistas/aci>.

ARENCIBIA JORGE, R., & MOYA ANEGÓN, F. (2008b). *Visibilidad internacional de la Educación Superior cubana en el periodo 2004/06: Análisis relacional de indicadores de producción, impacto y colaboración científica en revistas de corriente principal*. La Habana: Editorial Universitaria.

ARENCIBIA JORGE, R., & MOYA ANEGÓN F. (2009). Cuban scientific production in Scopus 1996-2007: a scientometric approach using the SCImago Journal & Country Rank. En: B. LARSEN & J. LETA (Eds). *Proceedings of the 12th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*, Vol. 2. Río de Janeiro: BIREME/PAHO/WHO, 687-691.

ARENCIBIA JORGE, R., & MOYA ANEGÓN, F. (2010). Challenges in the study of Cuban scientific output. *Scientometrics*, 83, 723-737.

- ARENCIBIA JORGE R., & ROUSSEAU, R. (2009). Influence of individual researchers' visibility on institutional impact: an example of Prathap's approach to successive h-indices. *Scientometrics*, 79, 507-516.
- ARUNACHALAM, S. (2008). The science race continues in Asia. *Current Science*, 94, 848-849.
- ÅSTRÖM, F. (2002). Visualizing Library and Information Science concept spaces through keyword and citation based maps and clusters. En: F. BRUCE, P. INGWERSEN & P. VAKKARI (Eds.) *Emerging frameworks and methods: Proceedings of the fourth international conference on conceptions of Library and Information Science (CoLIS4)*. Greenwood Village: Libraries unlimited.
- ATALLAH, G., & RODRIGUEZ, G. (2006). Indirect patent citations. *Scientometrics*, 67, 437-465.
- BAILON MORENO, R., JURADO ALAMEDA, E., RUIZ BANOS, R., & COURTIAL, J. P. (2005). Analysis of the field of physical chemistry of surfactants with the Unified Scientometric Model. Fit of relational and activity indicators. *Scientometrics*, 63, 259-276.
- BAKKALBASI, N., BAUER, K., GLOVER, J., & WANG, L. (2006). Three options for citation tracking: Google Scholar, Scopus and Web of Science. *Biomedical Digital Libraries*, 7. Revista en línea, [consultada 18/06/2009]. Accesible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1533854>
- BALDI, S., & HARGENS, L. L. (1995). Reassessing the N-Rays Reference Network - the Role of Self Citations and Negative Citations. *Scientometrics*, 34, 239-253.
- BALDINI, N. (2006). The Act on inventions at public research institutions: Danish universities' patenting activity. *Scientometrics*, 69, 387-407.
- BALL, P. (2005). Index aims for fair ranking of scientists. *Nature*, 436, 900.
- BALLARD, S., & HENRY, M. (2006). Citation searching: new players, new tools. *The Searcher: the Magazine for Database Professionals*, 14(9), 24-33.
- BAR-ILAN, J. (2008a). Informetrics at the beginning of the 21st century - A review. *Journal of Informetrics*, 2, 1-52.
- BAR-ILAN, J. (2008b). Which h-index? - A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar. *Scientometrics*, 74, 257-271.

- BAR-ILAN, J., LEVENE, M., & LIN, A. (2007). Some measures for comparing citation databases. *Journal of Informetrics*, 1, 26-34.
- BARABASI, A. L., ALBERT, R., & JEONG, H. (1999). Mean-field theory for scale-free random networks. *Physica A*, 272, 173-187.
- BATISTA, P. D., CAMPITEL, M. G., & KINOCHI, O. (2006). Is it possible to compare researchers with different scientific interests? *Scientometrics*, 68, 179-89.
- BAUER, K., & BAKKALBASI, N. (2005). An examination of citation counts in a new scholarly communication environment. *D-Lib Magazine*, 11(9). Revista en línea, [consultada 24/06/2009]. Accesible en: <http://www.dlib.org/dlib/september05/bauer/09bauer.html>.
- BERGSTROM, C. (2007). Eigenfactor: Measuring the value and prestige of scholarly journals. *College & Research Libraries News*, 68, 314-316.
- BELL LARA, J. (1999). *Cambios mundiales y perspectivas de la revolución Cubana*. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- BENCE, V., & OPPENHEIM, C. (2004). The influence of peer review on the research assessment exercise. *Journal of Information Science*, 30, 347-368.
- BENSMAN, S. J. (2007). Garfield and the impact factor. *Annual Review of Information Science and Technology*, 41, 93-155.
- BERNAL, J. (1939). *The social function of science*. Londres: Routledge and Kegan.
- BJORNEBORN, L., & INGWERSEN, P. (2004). Toward a basic framework for webometrics. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 55, 1216-1227.
- BOLLEN, J., RODRIGUEZ, M. A., & VAN DE SOMPEL, H. (2006). Journal status. *Scientometrics*, 69, 669-687.
- BORGATTI, S. P., & EVERETT, M. G. (1997). Network analysis of 2-mode data. *Social Networks*, 19, 243-269.
- BORGMAN, C. L., & FURNER, J. (2002). Scholarly communication and bibliometrics. *Annual Review of Information Science and Technology*, 36, 3-72.
- BORNER, K., CHEN, C. M., & BOYACK, K. W. (2003). Visualizing knowledge domains. *Annual Review of Information Science and Technology*, 37, 179-255.
- BORNMANN, L., & DANIEL, H. D. (2005) Does the h-index for ranking of scientists really work? *Scientometrics*, 65, 391-392.

- BOYACK, K. W., & BORNER, K. (2003). Indicator-assisted evaluation and funding of research: Visualizing the influence of grants on the number and citation counts of research papers. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54, 447-461.
- BOYACK, K. W., KLAUVANS, R., & BORNER, K. (2005). Mapping the backbone of science. *Scientometrics*, 64, 351-374.
- BRAUN, T., & GLANZEL, W. (2000). Chemistry research in Eastern Central Europe (1992-1997) - Facts and figures on publication output and citation impact. *Scientometrics*, 49, 187-213.
- BRAUN, T., GLANZEL, W., & SCHUBERT, A. (2005). A Hirsch-type index for journals. *Scientist*, 19(22), 8.
- BRAUN, T., & SCHUBERT, A. (1997). Dimensions of scientometric indicator datafiles - World science in 1990-1994. *Scientometrics*, 38, 175-204.
- BRIN, S., & PAGE, L. (1998). The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine. *Computer Networks*, 30(1-7), 107-117.
- CANO, V. (1995). Characteristics of the Publishing Infrastructure of Peripheral Countries - a Comparison of Periodical Publications from Latin-America with Periodicals from the US and the UK. *Scientometrics*, 34, 121-138.
- CAÑEDO ANDALIA, R. (1999). Los análisis de citas en la evaluación de los trabajos científicos y las publicaciones seriadas. *ACIMED*, 7, 30-39.
- CARPENTER, M. P., GIBB, F., HARRIS, M., IRVINE, J., MARTIN, B. R., & NARIN, F. (1988). Bibliometric Profiles for British Academic-Institutions - an Experiment to Develop Research Output Indicators. *Scientometrics*, 14, 213-233.
- CASE, D. O., & HIGGINS, G. M. (2000). How can we investigate citation behavior? A study of reasons for citing literature in communication. *Journal of the American Society for Information Science*, 51, 635-645.
- CHEN, C. M. (2003). Visualizing scientific paradigms: An introduction. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54, 392-393.
- CHEN, C. M. (2006). CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57, 359-377.

CHEN, C. M., MCCAIN, K., BOYACK, K. W., LIN, X., & MORRIS, S. A. (2002a). Mapping the knowledge. *Asist 2002: Proceedings of the 65th Asist Annual Meeting*, Vol 39. Medford: INFORMATION TODAY INC.

CHEN, C. M., MCCAIN, K., WHITE, H., & LIN, X. (2002b). Mapping Scientometrics (1981-2001). *Asist 2002: Proceedings of the 65th Asist Annual Meeting*, Vol 39. Medford: INFORMATION TODAY INC.

CHINCHILLA RODRÍGUEZ, Z. (2004). *Análisis del dominio científico español: 1995-2002 (ISI, Web of Science)*. [Tesis doctoral] Universidad de Granada. Granada: Departamento de Biblioteconomía y Documentación.

CHINCHILLA RODRÍGUEZ, Z., & MOYA ANEGÓN, F. (2007). *La investigación científica española (1995-2002): Una aproximación métrica*. Granada: Universidad de Granada.

CHINCHILLA RODRÍGUEZ, Z., MOYA ANEGÓN, F., VARGAS QUESADA, B., CORERA ÁLVAREZ, E., & HASSAN MONTERO, Y. *Inter-institutional scientific collaboration: an approach from social network análisis*. PRIME Europe-Latin American Conference on Science and Innovation Policy 2008. Accesible en: http://www.ugr.es/~zchinchil/interinstitutional_network_collaboration.pdf.

CHINCHILLA RODRÍGUEZ, Z., VARGAS QUESADA, B., HASSAN MONTERO, Y., GONZÁLEZ MOLINA, A., & MOYA ANEGÓN, F. (2009). New approach to the visualization of internacional scientific collaboration. *Information visualization*. In press: DOI: 10.1057/ivs.2009.31

CINDOC. (2005). *Proyecto de obtención de indicadores de producción científica de la Comunidad de Madrid (PIPCYT)*. Madrid: Centro de Información y Documentación Científica.

COLLINS, R. (1975). *Conflict sociology*. New Cork: Academia Press.

CONACYT. (2010). *Atlas de la ciencia mexicana 2009*. Mexico D. F.: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

COSIJN, E., & INGWERSEN, P. (2000). Dimensions of relevance. *Information Processing & Management*, 36, 533-550.

COSTAS, R., & BORDONS, M. (2007). The h-index: Advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro-level. *Journal of Informetrics*, 1, 193-203.

COURTIAL, J. P., & GOURDON, L. (1997). A scientometric approach to autism based on translation sociology. *Scientometrics*, 40, 333-355.

CRANE, D. (1972). *Invisible college: diffusion of knowledge in scientific communities*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

DALPÉ, R. (2002). Bibliometrics analysis of Biotechnology. *Scientometrics*, 55, 189–213.

DE FILIPPO, D. (2008). Movilidad y producción científica en la UC3M. Estudio de la actividad científica del profesorado a partir de bases de datos institucionales (*Universitas XXI*) y bibliográficas (*WoS, ISOC, ICYT*) (1997-2005). [Tesis doctoral] Universidad Carlos III. Getafe: Departamento de Biblioteconomía y Documentación.

DEBACKERE, K., & GLANZEL, W. (2004). Using a bibliometric approach to support research policy making: The case of the Flemish BOF-key. *Scientometrics*, 59, 253-276.

DÍAZ PÉREZ, M., & MOYA ANEGÓN, F. (2008). El análisis de patentes como estrategia para la toma de decisiones innovadoras. *El Profesional de la Información*, 17, 293-302.

DÍAZ PÉREZ, M., RIVERO AMADOR, S., & MOYA ANEGÓN, F. (2010). Producción tecnológica latinoamericana con mayor visibilidad internacional: 1996-2007. Un estudio de caso: Brasil. *Revista Española de Documentación Científica*, 33, 34-62.

DORTA CONTRERAS, J. A. (2006). En defensa de nuestra producción científica. *ACIMED*, 14(3). Revista en línea, [consultada 14/05/2009]. Accesible en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14_3_06/aci15306.htm.

DORTA CONTRERAS, J. A., ARENCIBIA JORGE, R., MARTÍ LAHERA, Y., & ARAUJO RUÍZ, J. A. (2008a). Indicadores basados en análisis de citas para la caracterización de las Neurociencias Cubanas. *ACIMED*, 18(6). Revista en línea, [consultada 18/06/2009]. Accesible en: <http://bvs.sld.cu/revistas/aci>

DORTA CONTRERAS, J. A., ARENCIBIA JORGE, R., MARTÍ LAHERA, Y., & ARAUJO RUÍZ, J. A. (2008b). Productividad y visibilidad de los neurocientíficos cubanos: estudio bibliométrico del período 2001-2005. *Revista de Neurología*, 47, 355-360.

DRAIN, P. K., & BARRY, M. (2010). Fifty Years of U.S. Embargo: Cuba's Health Outcomes and Lessons. *Science*, 328, 572-573.

ECHEVERRÍA, J. (2003). La revolución tecnocientífica. Madrid: FCE.

ECHEVERRÍA, J., & GONZÁLEZ, M. I. (2009). La teoría del actor-red y la tesis de la tecnociencia. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXV, 705-720.

- EGGHE, L. (2000). New informetric aspects of the Internet: some reflections - many problems. *Journal of Information Science*, 26, 329-335.
- EGGHE, L. (2006a). An improvement of the H-index: the G-index. *ISSI Newsletter*, 2(1), 8-9.
- EGGHE, L. (2006b). Theory and practise of the g-index. *Scientometrics*, 69, 131-52.
- EGGHE, L. (2009). The Hirsch-index and related impact measures. *Annual Review of Information Science and Technology*, en prensa.
- ENGELS, A., RUSCHENBURG, T., & WEINGART, P. (2005). Recent internationalization of global environmental change research in Germany and the US. *Scientometrics*, 62, 67-85.
- EUROPEAN COMMISSION. (2007). *Key Figures 2007: Towards a European Research Area Science, Technology and Innovation*. Brussels: European Communities.
- FABA PEREZ, C., GUERRERO BOTE, V. P., & MOYA ANEGÓN, F. (2003). "Situation" distributions and Bradford's law in a closed Web space. *Journal of Documentation*, 59, 558-580.
- FALAGAS, M. E, KOURANOS, V., ARENCIBIA JORGE, R., & KARAGEORGOPOULOS, D. (2008a). Comparison of SCImago Journal Rank indicator with journal impact factor. *FASEB Journal*, 22, 2623-2628.
- FALAGAS, M. E., PITSOUNI, E. I., MALIETZIS, G. A., & PAPPAS, G. (2008b). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. *FASEB Journal*, 22, 338-342.
- FERNÁNDEZ ESQUINAS, M. (2009). Perspectivas teóricas sobre ciencia, tecnología e innovación. Introducción. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXV, 657-661.
- FERNÁNDEZ ESQUINAS, M. & TORRES ALBERO, C. (2009). La ciencia como institución social: clásicos y modernos institucionalismos en la sociología de la ciencia. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXV, 663-687.
- FERNÁNDEZ ZUBIETA, A. (2009). El constructivismo social en la ciencia y la tecnología: las consecuencias no previstas de la ambivalencia epistemológica. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXV, 689-703.
- FINGERMAN, S. (2005). SCOPUS: Profusion and confusion. *Online*, 29(2), 36-38.
- FRAME, J. D. (1977). Mainstream research in Latin America and the Caribbean. *Interciencia*, 2, 143-148.

- FRAME, J. D., & CARPENTER, M. P. (1979). International research collaboration. *Social Studies of Science*, 9, 481-497.
- FRUCHTERMAN, T., & REINGOLD, E. (1991). Graph drawing by force-directed placement. *Software Practice and Experience*, 21, 1129-1164.
- FRY, J. (2006). Scholarly research and information practices: a domain analytic approach. *Information Processing & Management*, 42, 299-316.
- FUNTOWICZ, S.O., & RAVETZ, J.R. (2000). La ciencia posnormal: ciencia con la gente, Barcelona: Icaria.
- GALVEZ, C., & MOYA ANEGON, F. (2006). The unification of institutional addresses applying parametrized finite-state graphs (P-FSG). *Scientometrics*, 69, 323-345.
- GARCIA CAPOTE, E. (1996). Surgimiento y evolución de la política de Ciencia y Tecnología en Cuba (1959-1995). En: GARCÍA CAPOTE & FALOH (Eds.). *Seminario Taller Iberoamericano de Actualización en Gestión Tecnológica*. La Habana: GECYT.
- GARCIA ZORITA, C., MARTIN MORENO, C., LASCURAIN SANCHEZ, M. L., & SANZ CASADO, E. (2006). Institutional addresses in the Web of Science: the effects on scientific evaluation. *Journal of Information Science*, 32, 378-383.
- GARFIELD, E. (1979). *Citation indexing: Its theory and applications in science, technology and humanities*. New York: Wiley.
- GARFIELD, E. (1983). How to use citation analysis for faculty evaluations and when is it relevant. Part 1. *Current Contents*, 44, 5-13.
- GARFIELD, E. (2007). The history and meaning of the Journal Impact Factor. *Journal of the American Medical Association*, 295, 90-93.
- GARG, K.C. (2003). An overview of cross-national, national, and institutional assessment as reflected in the international journal *Scientometrics*. *Scientometrics*, 56, 169-199.
- GAVEL, Y., & ISELID, L. (2008). Web of Science and Scopus: a journal title overlap study. *Online Information Review*, 32, 8-21.
- GEISLER, E. (2005). The measurement of scientific activity: Research directions in linking philosophy of science and metrics of science and technology outputs. *Scientometrics*, 62, 269-284.

- GIBBONS, M., LIMOGES, C., NOWOTNY, H., SCHWARTZMAN, S., SCOTT, P., & TROW, M. (1994). *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage.
- GLÄNZEL, W. (1996a). A Bibliometric Approach to Social Sciences. National Research Performances in Six Selected Social Science Areas, 1990-1992. *Scientometrics*, 35, 291-307.
- GLÄNZEL, W. (1996b). The need for standards in bibliometric research and technology. *Scientometrics*, 35, 167-176.
- GLÄNZEL, W. (2000). Science in scandinavia: a bibliometric approach. *Scientometrics*, 48, 121-150.
- GLÄNZEL, W. (2006a). On the h-index – A mathematical approach to a new measure of publication activity and citation impact. *Scientometrics*, 67, 315-321.
- GLÄNZEL, W., LETA, J., & THIJS, B. (2006). Science in Brazil. Part 1: A macro-level comparative study. *Scientometrics*, 67, 67-86.
- GLÄNZEL, W., & PERSSON, O. (2005). H-index for Prize medalist. *ISSI Newsletter*, 1(4),15-8.
- GLÄNZEL, W., & SCHOEPFLIN, U. (1994). "Little Scientometrics, Big Scientometrics ... and Beyond". *Scientometrics*, 30, 375-384.
- GLÄNZEL, W., & SCHUBERT, A. (2003). A new classification scheme of science fields and subfields designed for scientometric evaluation purposes. *Scientometrics*, 56, 357-367.
- GODIN, B. On the origin of scientometrics. En: *Project on the history and sociology of S & T statistics, Working paper No. 33*. Montreal: Canadian Science and Innovation Indicators Consortium.
- GOMEZ, I., FERNANDEZ, M.T., & SEBASTIAN, J. (1999). Analysis of the structure of international scientific cooperation networks through bibliometric indicators. *Scientometrics*, 44, 441-445.
- GOMEZ, I., SANCHO, R., MORENO, L., & FERNANDEZ, M. T. (1999). Influence of Latin American journals coverage by international databases. *Scientometrics*, 46, 443-456.

GÓMEZ CARIDAD, I., FERNÁNDEZ MUÑOZ, M. T., BORDONS GANGAS, M., & MORILLO ARIZA, F. (2004). La producción científica española en medicina en los años 1994-1999. *Rev. Clin. Esp.*, (204), 75-88.

GOMEZ, M., & MARTIN, F.M. (2006, Jun 18-21). Evaluating ADS, ISI web of knowledge and scopus in the context of two astronomy libraries in Spain. En: S. RICKETTS, C. BIRDIE & E. ISAKSSON (Eds). *Papers presented at the 5th Library and Information Services in Astronomy Conference*. Cambridge, MA: Astronomical Soc Pacific, 175-183.

GONZÁLEZ PEREIRA, B., GUERRERO BOTE, V., & MOYA ANEGÓN, F. (2010). A new approach to the metric of journals' scientific prestige: The SJR indicator. *Journal of Informetrics*, 4, 379-391.

GORRAIZ, J., & SCHLOEGL, C. (2008). A bibliometric analysis of pharmacology and pharmacy journals: Scopus versus Web of Science. *Journal of Information Science*, 34, 715-725.

GUZMÁN SÁNCHEZ, M. V., SANZ CASADO, E., & SOTOLONGO AGUILAR, G. (1998). Bibliometric study on vaccines (1990-1995) part I: Scientific production in Iberian-American countries. *Scientometrics*, 43, 189-205.

GUZMÁN SÁNCHEZ, M. V., & SOTOLONGO AGUILAR, G. (2002). Mapas tecnológicos para la estrategia empresarial. Situación tecnológica de la neisseria meningitidis. *ACIMED*, 10. Revista en línea, [consultada 25/10/2009]. Accesible en: <http://bvs.sld.cu/revistas/aci>.

GUZMÁN SÁNCHEZ, M. V., SAAVEDRA FERNÁNDEZ, O., & SOTOLONGO AGUILAR, G. (2002). Medición de la producción científica en América Latina y el Caribe en el campo agrícola: un estudio bibliométrico. *Revista Española de Documentación Científica*, 25, 151-161.

HAGSTROM, W. O. (1965). *The scientific community*. New York: Basic Books.

HARA, N., SOLOMON, P., KIM, S. L., & SONNENWALD, D. H. (2003). An emerging view of scientific collaboration: Scientists' perspectives on collaboration and factors that impact collaboration. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54, 952-965.

HARTER, S. P. (1992). Psychological relevance and information science. *Journal of the American Society for Information Science*, 43, 602-615.

- HEMLIN, S., & GUSTAFSSON, M. (1996). Research production in the arts and humanities - A questionnaire study of factors influencing research performance. *Scientometrics*, 37, 417-432.
- HERNON, P., & SCHWARTZ, C. (2006). Peer review revisited. *Library & Information Science Research*, 28, 1-3.
- HERNON, P. P., & SCHWARTZ, C. C. (2001). Peer review. *Library & Information Science Research*, 23, 1-3.
- HICKS, D. (1999). The difficulty of achieving full coverage of international social science literature and the bibliometric consequences. *Scientometrics*, 44, 193-215.
- HIRSCH, J. E. (2005a). An index to quantify an individual's scientific output. Preprint en línea [consultado 18/06/2009]. Accesible en: arXiv:physics/0508025v3
- HIRSCH, J. E. (2005b). An index to quantify an individual's scientific output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 16569-16572.
- HJORLAND, B. (2002). Domain analysis in information science - Eleven approaches - traditional as well as innovative. *Journal of Documentation*, 58, 422-462.
- HJORLAND, B., & ALBRECHTSEN, H. (1995). Toward a New Horizon in Information-Science - Domain-Analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 46, 400-425.
- IMPERIAL, J., & RODRIGUEZ NAVARRO A. (2007). Usefulness of Hirsch's h-index to evaluate scientific research in Spain. *Scientometrics*, 71, 271-82.
- JACSÓ, P. (2004). ISI Web of Science, Scopus, and SPRTDiscus. *Online*, 28(6), 51-54.
- JACSO, P. (2005). As we may search - Comparison of major features of the Web of Science, Scopus, and Google Scholar citation-based and citation-enhanced databases. *Current Science*, 89, 1537-1547.
- JACSÓ, P. (2007). Software issues related to cited references. *Online Information Review*, 31, 892-905.
- JACSÓ, P. (2008a). Testing the calculation of a realistic h-index in Google Scholar, Scopus, and Web of Science for F. W. Lancaster. *Library Trends*, 56, 784-815.
- JACSÓ, P. (2008b). The pros and cons of computing the h-index using Scopus. *Online Information Review*, 32, 524-525.

- JACSÓ, P. (2008c). The plausibility of computing the h-index of scholarly productivity and impact using reference-enhanced databases. *Online Information Review*, 32, 266-283.
- JACSÓ, P. (2009). Errors of omission and their implications for computing scientometric measures in evaluating the publishing productivity and impact of countries. *Online Information Review*, 33, 376-385.
- JAIN, N.C. (2005). Scopus^(TM) has wider scope than Science Citation Index. *Current Science*, 88, 331-331.
- JANSSENS, F., LETA, J., GLANZEL, W., & DE MOOR, B. (2006). Towards mapping library and information science. *Information Processing & Management*, 42, 1614-1642.
- JIMÉNEZ CONTRERAS, E., DELGADO LÓPEZ-CÓZAR, E., & MOYA ANEGÓN, F. (2003). The evolution of research activity in Spain: the impact of the Nacional Comisión for the Evaluation of Research Activity (CNEAI). *Research Policy*, 32, 123-142.
- JIN, B. H. (2006). H-index: an evaluation indicator proposed by scientist. *Science Focus*, 1(1), 8-9.
- JIN, B. H., LIANG, L. M., ROUSSEAU, R., & EGGHE, L. (2007) The R- and AR-indices: Complementing the h-index. *Chin Sci Bull*, 52, 855-863.
- JONES, A. (2008). Scopus' journal analyzer helps librarians and researchers determine who's best. *Ecotent*, 31, 14-15.
- KAMADA, T., & KAWAI, S. (1989). An Algorithm for Drawing General Undirected Graphs. *Information Processing Letters*, 31, 7-15.
- KAPLAN, N. (1965). The norms of citation behavior: Prolegomena to the footnote. *American Documentation*, 16, 179-184.
- KATZ, J. S. (1994). Geographical proximity and scientific collaboration. *Scientometrics*, 31, 34-43.
- KATZ, J. S., & MARTIN, B. R. (1997). What is research collaboration. *Research Policy*, 26, 1-18.
- KAVUNENKO, L., KHOREVIN, V., & LUZAN, K. (2005). Comparative analysis of journals on social sciences and humanities in Ukraine and the world. *Scientometrics*, 66, 123-132.
- KIM, K. (2004). The motivation for citing specific references by social scientists in Korea: The phenomenon of co-existing references. *Scientometrics*, 59, 79-93.

- KING, D. A. (2004). The scientific impact of nations. What different countries get for their research spending. *Nature*, 430, 311-316.
- KLAVANS, R., & BOYACK, K. W. (2006). Identifying a better measure of relatedness for mapping science. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57, 251-263.
- KLAVANS, R., & BOYACK, K.W. (2007, Jun 25-27). Is there a convergent structure of science? A comparison of maps using the ISI and scopus databases. En: D. TORRES SALINAS & H.F. MOED (Eds.). *Proceedings of the 11th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. Madrid: International Society for Scientometrics and Informetrics, 437-448.
- KODAMA, F. (1992). Technology fusion and the new R+D. *Harvard Business Review*, 70, 70-78.
- KOLJATIC, M., & SILVA, M. (2001). The international publication productivity of Latin American countries in the economics and business administration fields. *Scientometrics*, 51, 381-394.
- KOSTOFF, R. N. (1995). Federal, Research Impact Assessment - Axioms, Approaches, Applications. *Scientometrics*, 34, 163-206.
- KOSTOFF, R. N. (2001). The metrics of science and technology. *Scientometrics*, 50, 353-361.
- KRAUSKOPF, M., VERA, M. I., KRAUSKOPF, V., & WELLJAMSDORF, A. (1995). A Citationist Perspective on Science in Latin-America and the Caribbean, 1981 - 1993. *Scientometrics*, 34, 3-25.
- KUHN, T. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago & Londres: University of Chicago Press.
- LANCASTER, F. W., PORTA, M. A., PLAGENZ, K., SZYMBORSKI, K., & KREBS, M. (1986). Factors influencing sources cited by scientists: a case study for Cuba. *Scientometrics*, 10, 243-257.
- LANE, J. (2010) Let's make science metrics more scientific. *Nature*, 464, 488-489.
- LARIVIERE, V., ARCHAMBAULT, E., GINGRAS, Y., & VIGNOLA-GAGNE, E. (2006a). The place of serials in referencing practices: Comparing natural sciences and engineering with

social sciences and humanities. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57, 997-1004.

LARIVIERE, V., GINGRAS, Y., & ARCHAMBAULT, E. (2006b). Canadian collaboration networks: A comparative analysis of the natural sciences, social sciences and the humanities. *Scientometrics*, 68, 519-533.

LATOUR, B., & WOOLGAR, S. (1986). *Laboratory life: The construction of scientific facts*, Princeton, NJ: Princeton University Press.

LAW, J., & HASSARD, J. (1999). *Actor-Network theory and after*. Oxford: Blackwell/Sociological Review.

LEYDESDORFF, L. (2004). Clusters and maps of science journals based on bi-connected graphs in Journal Citation Reports. *Journal of Documentation*, 60, 371-427.

LEYDESDORFF, L. (2009). How are New Citation-Based Journal Indicators Adding to the Bibliometric Toolbox? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60, 1327-1336.

LEYDESDORFF, L., & ETZKOWITZ, H. (1996). Emergence of a triple helix of University-Industry-Government relations. *Science and Public Policy*, 23, 279-286.

LEYDESDORFF, L., & HELLSTEN, I. (2006). Measuring the meaning of words in contexts: An automated analysis of controversies about 'Monarch butterflies,' 'Frankenfoods,' and 'stem cells'. *Scientometrics*, 67, 231-258.

LEYDESDORFF, L., & WAGNER, C. (2009). Is the United States losing ground in science? A global perspective on the world science system. *Scientometrics*, 78, 23-36

LIBMANN, F. (2007). Web of Science, Scopus, and classical online: Philosophies of searching. *Online*, 31(3), 36-40.

LICEA DE ARENAS, J., VALLES, J., & WILLIAMS, D. (1994). Investigación cubana en agricultura: un enfoque bibliométrico. *Ciencias de la Información*, 25, 136-141.

LINARES COLUMBIÉ, R. (2001). Las investigaciones cuantitativas y cualitativas en ciencia de la información: algunas consideraciones. *Forinf@: Revista iberoamericana sobre usuarios de la información*, 11-14.

- LINDHOLMROMANTSCHUK, Y., & WARNER, J. (1996). The role of monographs in scholarly communication: An empirical study of philosophy, sociology and economics. *Journal of Documentation*, 52, 389-404.
- LODAHL, J. B., & GORDON, G. (1972). The structure of scientific fields and the functioning of university graduate departments. *American Sociological Review*, 37, 57-72.
- LÓPEZ ILLESCAS, C., MOYA ANEGÓN, F., & MOED, H. F. (2008). Coverage and citation impact of oncological journals in the Web of Science and Scopus. *Journal of Informetrics*, 2, 304-316.
- LÓPEZ ILLESCAS, C., MOYA ANEGÓN, F., & MOED, H. F. (2009). Comparing bibliometric country-by-country rankings derived from the Web of Science and Scopus: the effect of poorly cited journals in oncology. *Journal of Information Science*, 35, 244-256.
- LUNDBERG, J., TOMSON, G., LUNDKVIST, I., SKAR, J., & BROMMELS, M. (2006). Collaboration uncovered: Exploring the adequacy of measuring university-industry collaboration through co-authorship and funding. *Scientometrics*, 69, 575-589.
- LUNDVALL, B. (1992). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter.
- LUUKKONEN, T., PERSSON, O., & SIVERTSEN, G. (1992). Understanding patterns of international scientific collaboration. *Science, Technology and Human Values*, 17, 101-126.
- MA, N., GUAN, J., & ZHAO, Y. (2008). Bringing PageRank to the citation analysis. *Information Processing and Management*, 44, 800-810.
- MACÍAS CHAPULA, C. A. (2001). Papel de de informetría y de la cienciometría y su perspectiva nacional e internacional. *ACIMED*, 9(No. Especial), 35-41.
- MACROBERTS, M. H., & MACROBERTS, B. R. (1989). Problems of citation analysis: A critical review. *Journal of the American Society for Information Science*, 40, 342-349.
- MANAFY, M. (2004). Scopus: Elsevier expands the scope of research. *Econtent*, 27(11), 9.
- MARSHAKOVA-SHAIKEVICH, I. (2006). Scientific collaboration of new 10 EU countries in the field of social sciences. *Information Processing & Management*, 42, 1592-1598.
- MARTIN, B. R. (1996). The use of multiple indicators in the assessment of basic research. *Scientometrics*, 36, 343-362.

MARTIN SABINA, E. (2003). *Informe nacional sobre la educación superior en Cuba*. UNESCO: Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe.

MARTÍNEZ, E., & ALBORNOZ, M. (1998). *Indicadores de Ciencia y Tecnología: estado del arte y perspectivas*. Caracas, Nueva Sociedad-UNESCO.

MEADOWS, A. J., & O'CONNOR, J. G. (1971). Bibliographic statistics as a guide to growth point in science. *Science Studies*, 1, 95-99.

MEHO, L.I., & ROGERS, Y. (2008). Citation counting, citation ranking, and h-index of human-computer interaction researchers: A comparison of Scopus and Web of Science. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59, 1711-1726.

MEHO, L.I., & YANG, K. (2007). Impact of data sources on citation counts and rankings of LIS faculty: Web of science versus scopus and google scholar. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58, 2105-2125.

MENEGHINI, R., MUGNAINI, R., & PACKER, A. L. (2006). International versus national oriented Brazilian scientific journals. A scientometric analysis based on SciELO and JCR-ISI databases. *Scientometrics*, 69, 529-538.

MERTON, R. K. (1979). Foreword. En: E. GARFIELD, (Ed.). *Citation indexing: its theory and application in science, technology, and humanities*. New York: Wiley & Sons, vii-xi.

MESKE, W., & FERNÁNDEZ DE ALAIZA, M. C. (1990). Structure and development of the scientific and technological potential in the republic of Cuba. *Scientometrics*, 18, 137-155.

MEYER, M. (2006). Measuring science-technology interaction in the knowledge-driven economy: The case of a small economy. *Scientometrics*, 66, 425-439.

MIGUEL, S., MOYA-ANEGÓN, F., & HERRERO SOLANAS, V. (2006). Aproximación metodológica para la identificación del perfil y patrones de colaboración de dominios científicos universitarios. *Revista Española de Documentación Científica*, 29, 36-55.

MILGRAM, S. (1967). The small world problem. *Psychology Today*, 1, 61-67.

MINSAP. (2009). *Anuario estadístico de Salud 2009*. La Habana: Ministerio de Salud Pública, Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas de Salud.

MOED, H. F. (1996). Differences in the construction of SCI based bibliometric indicators among various producers: A first overview. *Scientometrics*, 35, 177-191.

MOED, H. F. (2005). *Citation analysis in research evaluation*. Berlin: Springer.

MOED, H. F. (2006). *Bibliometric Rankings of World Universities*. Leiden: Centre for Science and Technology Studies, University of Leiden.

MOED, H. F. (2008). UK Research Assessment Exercises: informed judgments on research quality or quantity? *Scientometrics*, 74, 153-161.

MOED, H. F., LINMANS J., NEDERHOF, A., ZUCCALA, A., LOPEZ ILLESCAS, C., & MOYA ANEGÓN, F. (2009). *Options for a Comprehensive Database of Research Outputs in Social Sciences and the Humanities*. A Report to the Project Board of the Scoping Study Towards a *Bibliometric Database for the Social Sciences and the Humanities*. European Science Foundation: Standing Committees for the Social Sciences and the Humanities.

MORAL, L. P. (1989). Elements for a diagnosis of applied research and development in Cuba using patent information: 1968–1983. *Scientometrics*, 17, 83–96.

MORAVCSIK, M., & MORUGESAN, P. (1975). Some results on the function and quality of citation. *Social Studies of Science*, 5, 86-92.

MOYA ANEGÓN, F. (2004). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española: ISI Web of Science 1998-2002*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

MOYA ANEGÓN, F. (2005). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española 2004*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

MOYA ANEGÓN, F. (2006). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española (1990-2004)*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

MOYA ANEGÓN, F. (2007). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española 2006*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

MOYA ANEGÓN, F. (2008). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española 2007*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

MOYA ANEGÓN, F. (2009). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española 2008*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

MOYA ANEGÓN, F., & FERNÁNDEZ MOLINA, J. C. (2002). Perspectivas epistemológicas "humanas" en la documentación. *Revista Española de Documentación Científica*, 25, 241-253.

MOYA ANEGÓN, F., & HERRERO SOLANA, V. (1999). Science in America Latina: a comparison of bibliometric and scientific-technical indicators. *Scientometrics*, 46, 299-320.

MOYA ANEGON, F., HERRERO SOLANA, V., & JIMENEZ CONTRERAS, E. (2006). A connectionist and multivariate approach to science maps: the SOM, clustering and MDS applied to library science research and information. *Journal of Information Science*, 32, 63-77.

MOYA ANEGÓN, F., CHINCHILLA RODRÍGUEZ, Z., VARGAS QUESADA, B., CORERA ALVAREZ, E., GONZÁLEZ MOLINA, A., & MUNOZ FERNANDEZ, F. J. (2007). Coverage análisis of Scopus: a journal metric approach. *Scientometrics*, 73, 53-78.

MOYA ANEGÓN, F., CHINCHILLA RODRÍGUEZ, Z., VARGAS QUESADA, B., & GONZÁLEZ MOLINA, A. (2006). Visualización de redes de colaboración internacional En: *Conferencia Internacional sobre Ciencias y Tecnologías Multidisciplinares de la Información. Mérida* (España), 25-29 de octubre de 2006. Página web, [consultada 06/07/2009]. Accesible en: <http://www.scimago.es/benjamin/265.pdf>.

MOYA ANEGON, F., VARGAS QUESADA, B., HERRERO SOLANA, V., CHINCHILLA RODRIGUEZ, Z., CORERA ALVAREZ, E., & MUNOZ FERNANDEZ, F. J. (2004). A new technique for building maps of large scientific domains based on the cocitation of classes and categories. *Scientometrics*, 61, 129-145.

MOYA ANEGON, F., VARGAS QUESADA, B., CHINCHILLA RODRIGUEZ, Z., CORERA ALVAREZ, E., HERRERO SOLANA, V., & MUNOZ FERNANDEZ, F. J. (2005). Domain analysis and information retrieval through the construction of heliocentric maps based on ISI-JCR category cocitation. *Information Processing & Management*, 41, 1520-1533.

MOYA ANEGÓN, F., VARGAS QUESADA, B., CHINCHILLA RODRIGUEZ, Z., CORERA ALVAREZ, E., GONZALEZ MOLINA, A., MUNOZ FERNANDEZ, F. J., & HERRERO SOLANA, V. (2006). Visualizing and analyzing the Spanish science structure: ISI Web of science 1990-2005. *El Profesional de la Información*, 15, 258-269.

MUTSCHKE, P., & HAASE, A. Q. (2001). Collaboration and cognitive structures in social science research fields. Towards socio-cognitive analysis in information systems. *Scientometrics*, 52, 487-502.

NACIONES UNIDAS. (2010). *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

NAGPAUL, P. S. (1995). Contribution of Indian Universities to the Mainstream Scientific Literature - a Bibliometric Assessment. *Scientometrics*, 32, 11-36.

- NAGPAUL, P. S., & ROY, S. (2003). Constructing a multi-objective measure of research performance. *Scientometrics*, 56, 383-402.
- NALIMOV, V. V., & MULCHENKO, Z. M. (1969). *Naukometrija: izuchenie razvitija nauki kak nformatsionnogo processa*. Moskva: Nauka.
- NARIN, F., & MOLL, J. K. (1977). Bibliometrics. *Annual Review of Information Science and Technology*, 12, 35-58.
- NARIN, F., STEVENS, K., & WHITLOW, E. S. (1991). Scientific Cooperation in Europe and the Citation of Multinationally Authored Papers. *Scientometrics*, 21, 313-323.
- NARVAEZ-BERTHELEMOT, N., & RUSSELL, J. M. (2001). World distribution of social science journals: A view from the periphery. *Scientometrics*, 51, 223-239.
- NEDERHOF, A. J. (2005). Bibliometric monitoring of research performance in the social sciences and the humanities: A review. *Scientometrics*, 66, 81-100.
- NELSON, M. J. (2006). Visualization of citation patterns of some Canadian journals. *Scientometrics*, 67, 279-289.
- NELSON, R. R. (2002). Technology, institutions and innovation systems. *Research Policy*, 31, 265-272.
- NEWMAN, M. E. J. (2001a). Scientific collaboration networks. I. Network construction and fundamental results. *Physical Review E*, 64, 016131.
- NEWMAN, M. E. J. (2001b). Scientific collaboration networks. II. Shortest paths, weighted networks, and centrality. *Physical Review E*, 64, 016132.
- NICOLAISEN, J. (2004). *Social behavior and scientific practice: Missing pieces of the citation puzzle*. [Tesis doctoral] Copenhagen: Royal School of Library and Information Science.
- NICOLAISEN, J. (2007). Citation analysis. *Annual Review of Information Science and Technology*, 41, 609-641.
- NORRIS, M., & OPPENHEIM, C. (2007). Comparing alternatives to the Web of Science for coverage of the social sciences' literature. *Journal of Informetrics*, 1, 161-169.
- NÚÑEZ JOVER, J. *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. Página web, [consultada 06/02/2009] Accesible en: <http://www.oei.es/salactsi/nunez00.htm>.

- NÚÑEZ JOVER, J., & LÓPEZ CEREZO, J. A. (2008). Technological Innovation as Social Innovation: Science, Technology, and the Rise of STS Studies in Cuba. *Science Technology and Human Values*, 33, 707-729.
- OCDE. (1993). *Manual de Frascati: propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- OCDE. (1995). *The measurement of scientific and technological activities: manual on the measurement of human resources devoted to S&T, "Canberra Manual"*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- OKUBO, Y. (1997). *Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- ONE. (2009a). *Cuba en Cifras: objetivos de desarrollo del milenio 1990-2008*. La Habana, Oficina Nacional de Estadísticas.
- ONE. (2009b). *La Educación en la Revolución 1958-2008*. La Habana: Oficina Nacional de Estadísticas.
- ONE. (2010a). *Ciencia y Tecnología en cifras: Cuba 2009*. La Habana: Oficina Nacional de Estadísticas.
- ONE. (2010b). *Educación en cifras: Cuba 2009*. La Habana: Oficina Nacional de Estadísticas.
- ONE. (2010c). *Organización institucional en cifras: Cuba 2009*. La Habana: Oficina Nacional de Estadísticas.
- ONE. (2010d). *Panorama Económico y Social: Cuba 2009*. La Habana: Oficina Nacional de Estadísticas.
- ONE. (2010e). *Población en cifras: Cuba 2009*. La Habana: Oficina Nacional de Estadísticas.
- ONE. (2010f). *Salud pública y asistencia social en cifras: Cuba 2009*. La Habana: Oficina Nacional de Estadísticas.
- OPS. (2009). *Situación de Salud en las Américas: indicadores básicos 2009*. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud.

- ORTIZ RIVERA, L. A., SANZ CASADO, E., & SUAREZ BALSEIRO, C. A. (2000). Scientific production in Puerto Rico in science and technology during the period 1990 to 1998. *Scientometrics*, 49, 403-418.
- PAGE, L., BRIN, S., MOTWANI, R., & WINOGRAD, T. (1998). *The PageRank citation ranking: Bringing order to the Web*. [Technical report]. Stanford CA: Stanford University.
- PALACIOS-HUERTA, I., & VOLIJ, O. (2004). The measurement of intellectual influence. *Econometrica*, 72, 963-977.
- PERIANES, A. (2008). *Análisis y visualización de redes de colaboración científica. Grupos de investigación en la Universidad Carlos III (ISI, Web of Science, 1990-2004)*. [Tesis doctoral] Universidad Carlos III. Getafe: Departamento de Biblioteconomía y Documentación.
- PERIANES RODRÍGUEZ, A., OLMEDA GÓMEZ, C., & MOYA ANEGÓN, F. (2010). *Redes de colaboración científica: análisis y visualización de patrones de coautoría*. Valencia: Tirant lo Blanch.
- PERSSON, O., GLANZEL, W., & DANELL, R. (2004). Inflationary bibliometric values: The role of scientific collaboration and the need for relative indicators in evaluative studies. *Scientometrics*, 60, 421-432.
- PETTIGREW, K. E., FIDEL, R., & BRUCE, H. (2001). Conceptual frameworks in information Behavior. *Annual Review of Information Science and Technology*, 35, 43-78.
- PIERCE, S. J. (1999). Silencing Scientists and Scholars in other fields: Power, paradigm controls, peer review and scholarly communication. *Library & Information Science Research*, 21, 415-417.
- PINSKI, G., & NARIN, F. (1976). Citation influence for journal aggregates of scientific publications: Theory, with application to the literature of physics. *Information Processing and Management*, 12, 297-312.
- PISLYAKOV, V. (2009). Comparing two "thermometers": Impact factors of 20 leading economic journals according to Journal Citation Reports and Scopus. *Scientometrics*, 79, 541-550.
- PNUD. (2007). *Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido*. New Cork: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

- PNUD. (2009). *Informe sobre Desarrollo Humano 2009. Superando Barreras: movilidad y desarrollo humanos*. Madrid: Grupo Mundi-Prensa.
- POLANCO, X., IVANA, R., & DOMINIQUE, B. (2005). User science indicators in the Web context and co-usage analysis. *Scientometrics*, 66, 171-182.
- PRATHAP, G. (2005). Who's afraid of research assessment? *Current Science*, 88, 14-17.
- PRATHAP, G. (2006). Hirsch-type indices for ranking institutions' scientific research output. *Current Science*, 91, 1439.
- PRATHAP, G. (2009). Visibility score for countries using SCOPUS Affiliation Identifier and the h-threshold approach. *Current Science*, 96, 1184-1185.
- PRAVDIC, N., & OLUIC-VUKOVIC, V. (1986). Dual approach to multiple authorship in the study of collaborator/scientific output relationship. *Scientometrics*, 10, 259-280.
- PRICE, D. J. D. (1963). *Little science, big science*. New York: Columbia University Press.
- PRICE, D. J. D., & BEAVER, D. B. (1966). Collaboration in an invisible college. *American Psychologist*, 21, 1011-1018.
- PRIME, C., BASSECOULARD, E., & ZITT, M. (2002). Co-citations and co-sitations: A cautionary view on an analogy. *Scientometrics*, 54, 291-308.
- RESTIVO, S. (1983). The myth of the kuhnian revolution. En: R. COLLINS [Ed.]. *Sociology theory*. San Francisco: Jossey-Bass.
- REYES BARRAGÁN, M. J., GUERRERO BOTE, V. P., & MOYA ANEGÓN, F. D. (2006). Proyección internacional de la investigación de Extremadura (1990-2002). *Revista Española de Documentación Científica*, 29, 525-550.
- RICYT. (2006). *El Estado de la Ciencia 2006*. Página web, [consultada 13/03/2009] Accesible en: <http://www.rieyt.edu.ar/interior/interior.asp?Nivel1=6&Nivel2=5&IdDifusion=20>.
- RINIA, E. J., VAN LEEUWEN, T. N., VAN VUREN, H. G., & VAN RAAN, A. F. J. (1998). Comparative analysis of a set of bibliometric indicators and central peer review criteria - Evaluation of condensed matter physics in the Netherlands. *Research Policy*, 27, 95-107.
- RIP, A. (1997). Qualitative conditions of scientometrics: The new challenges. *Scientometrics*, 38, 7-26.
- ROUSSEAU, R. (2001). Indicadores bibliométricos y econométricos en la evaluación de instituciones científicas. *ACIMED*, 9(No. Especial), 50-60.

ROUSSEAU R. (2006). New developments related to the Hirsch index. *Science Focus*, 1(4), 23-5.

RUIZ, J. M. G. (2008). International citations of the Spanish geography journals. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (46), 207.

RUÍZ MÁS, D. (2010). Desarrollo de una aplicación web para la gestión y visualización del comportamiento de indicadores bibliométricos de la producción científica cubana contenida en Scopus. [Tesis de grado] Ciudad de la Habana: Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echevarría".

RUSSELL, J. (2004). Obtención de indicadores bibliométricos a partir de la utilización de las herramientas tradicionales de información. En: *VIII Congreso internacional de la Información INFO´2004, 12 al 16 de abril*. [CD ROM] Ciudad de La Habana: Instituto de Documentación e Información Científica.

SAENZ, T. W., & GARCÍA CAPOTE, E. (1993). Desarrollo de la ciencia y la tecnología en cuba: algunas cuestiones actuales. *Interciencia*, 18, 289-294.

SANCHO, R. (1990). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica*, 13, 842-865.

SANCHO, R., BERNAL, G., & GALVEZ, L. (1993). Approach to the Cuban Scientific Activity by Using Publication Based Quantitative Indicators (1985-1989). *Scientometrics*, 28, 297-312.

SAMPSON, M., MCGOWAN, J., COGO, E., & HORSLEY, T. (2006). Managing database overlap in systematic reviews using Batch Citation Matcher: case studies using Scopus. *Journal of the Medical Library Association*, 94, 461-463.

SANZ CASADO, E., SUAREZ BALSEIRO, C., IRIBARREN MAESTRO, I., PAU, M. R. D., & DE PEDRO CUESTA, J. (2007) Bibliometric mapping of scientific research on prion diseases, 1973-2002. *Information Processing & Management*, 43, 273-284.

SANZ MENÉNDEZ, L. (2004). *Evaluación de la investigación y sistema de ciencia*. Página web, [consultada 14/02/2009] Accesible en: <http://www.iesam.csic.es/doctrab2/dt-0407.pdf>

SCHNEIDER, J. W. (2004). *Verification of bibliometric methods' applicability for thesaurus construction*. [Tesis doctoral] Royal School of Library and Information Science. Aalborg: Department of Information Studies.

SCHUBERT, A. (2007). Successive h-indices. *Scientometrics*, 70, 201-205.

- SCIMAGO RESEARCH GROUP. (2006). Analysis of the coverage of the Scopus database. *El Profesional de La Información*, 15, 144-145.
- SCIMAGO RESEARCH GROUP. (2006). El índice H de Hirsch: aportaciones a un debate. *El Profesional de la Información*, 15, 304-6.
- SCIMAGO RESEARCH GROUP. (2007). Análisis de la producción científica mundial por regiones. *El Profesional de la Información*, 16, 158-159.
- SCIMAGO RESEARCH GROUP. (2008). Asia vista con el SCImago Journal &Country Rank. *El profesional de la Información*, 17, 677-678.
- SCIMAGO RESEARCH GROUP. (2009a). *SCImago Journal and Country Rank*. Página web, [consultada 19/05/2010] Accesible en: <http://www.scimagojr.com>.
- SCIMAGO RESEARCH GROUP. (2009b). *SCImago Institutions Ranking*. Página web, [consultada 19/05/2010] Accesible en: <http://www.scimagoir.com>.
- SEN, S. K., & SHARMA, H. P. (2006). A note on growth of superconductivity patents with two new indicators. *Information Processing & Management*, 42, 1643-1651.
- SMALL, H. (1978). Cited documents as concept symbols. *Social Studies of Science*, 8, 327-340.
- SMALL, H. (1999). Visualizing science by citation mapping. *Journal of the American Society for Information Science*, 50, 799-813.
- SMALL, H. (2003). Paradigms, citations, and maps of science: A personal history. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54, 394-399.
- SMITH, M. (1958). The trend toward multiple authorship in psychology. *American Psychologist*, 13, 596-599.
- SNIZEK, W. E. (1995). Some Observations on the Use of Bibliometric Indicators in the Assignment of University Chairs. *Scientometrics*, 32, 117-120.
- SO, C. Y. K. (1998). Citation ranking versus expert judgment in evaluating communication scholars: Effects of research specialty size and individual prominence. *Scientometrics*, 41, 325-333.
- SPINAK, E. (1996). *Diccionario enciclopédico de bibliometría, scientimetría e informetría*. Caracas: UNESCO.
- SPINAK, E. (2001). Indicadores cientiométricos. *ACIMED*, 9(No. Especial), 42-49.

- STIRLING, D. A. (2001). Editorial peer review: Its strengths and weaknesses. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 52, 984-985.
- STORER, N. W. (1970). The internationality of science and the nationality of scientists. *International Science Journal*, 22, 87-104.
- SZABÓ, A. T. (1985). Alphonse de Candolle's early scientometrics (1883, 1885) with referentes to recent trends in the field (1978-1983). *Scientometrics*, 8, 13-33.
- TALJA, S., TUOMINEN, K., & SAVOLAINEN, R. (2005). "Isms" in information science: constructivism, collectivism and constructionism. *Journal of Documentation*, 61, 79-101.
- THELWALL, M., VAUGHAN, L., & BJORNEBORN, L. (2005). Webometrics. *Annual Review of Information Science and Technology*, 39, 81-135.
- TIJSSEN, R. J. W., & VAN LEEUWEN, T. N. (2005). Measuring impacts of academic science on industrial research: A citation-based approach. *Scientometrics*, 66, 55-69.
- TOMIZAWA, H. (2008). Custom data fuels OECD's innovation strategy. *Research Trends*, 8, 3.
- TORRICELLA MORALES, R. G., VAN HOOYDONK, G., & ARAUJO RUIZ, J. A. (2000). Citation analysis of cuban research. Part 1. A case study: the Cuban Journal of Agricultural Science. *Scientometrics*, 47, 413-426.
- UNDP. (2003). *Human development report 2003. Millennium Development Goals: A compact among nations to end human poverty*. New York: Oxford University Press.
- URRA GONZÁLEZ, P. (2005). Programa para el fortalecimiento del Sistema de Información Científico-Técnica de la Salud en Cuba: una respuesta a los nuevos escenarios. *ACIMED*, 13(3). Revista en línea, [consultada 23/04/2009] Accesible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php>
- VAN LEEUWEN, T. N., VISSER, M. S., MOED, H. F., NEDERHOF, T. J., & VAN RAAN, A. F. J. (2003). Holy Grail of science policy: Exploring and combining bibliometric tools in search of scientific excellence. *Scientometrics*, 57, 257-280.
- VAN NOORDEN, R. (2010). A profusion of measures. *Nature*, 465, 864-866.
- VAN RAAN, A. F. J. (2005). Fatal attraction: Conceptual and methodological problems in the ranking of universities by bibliometric methods. *Scientometrics*, 62, 133-143.

- VAN RAAN, A. F. J. (2006). Comparison of the Hirsch-index with standard bibliometric indicators and with peer judgment for 147 chemistry research groups. *Scientometrics*, 67, 491-502.
- VARGAS QUESADA, B., & MOYA ANEGÓN, F. (2007). Visualizing the structure of science. Berlín: Springer.
- VEGA ALMEIDA, R. L. (2007). Influencia del paradigma tecnológico en la organización de la información. *ACIMED*, 15(2). Revista en línea, [consultada 17/03/2009] Accesible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php>
- VEGA ALMEIDA, R. L., DEL RISCO NOLLA, L., & ARENCIBIA JORGE, R. (2007). Mujer y desarrollo en ciencias de la salud: un estudio cuantitativo del Reporte Técnico de Vigilancia desde la perspectiva de género. *ACIMED*, 16(1). Revista en línea, [consultada 23/09/2009] Accesible en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16_1_07/aci06707.htm
- VEGA ALMEIDA, R. L., FERNÁNDEZ MOLINA, J. C., & LINARES, R. (2009). Coordinadas paradigmáticas, históricas y epistemológicas de la Ciencia de la Información: una sistematización. *Information Research*, 14(1). Revista en línea, [consultada 12/02/2010] Accesible en: <http://InformationR.net/ir/14-1/paperXXX.html>.
- VERBEEK, A., & DEBACKERE, K. (2006). Patent evolution in relation to public/private R&D investment and corporate profitability: Evidence from the United States. *Scientometrics*, 66, 279-294.
- VESSURI, H. (1995). Recent Strategies for Adding Value to Scientific Journals in Latin-America. *Scientometrics*, 34, 139-161.
- VINKLER, P. (1987). A quasi-quantitative citation model. *Scientometrics*, 12, 47-72.
- VINKLER, P. (2003). Relations of relative scientometric indicators. *Scientometrics*, 58, 687-694.
- VINKLER, P. (2006). Composite scientometric indicators for evaluating publications of research institutes. *Scientometrics*, 68, 629-642.
- VINKLER, P. (2008). Correlation between the structure of scientific research, scientometric indicators and GDP in EU and non-EU countries. *Scientometrics*, 74, 237-254.
- WAGNER, C. S. (2005). Six case studies of international collaboration in science. *Scientometrics*, 62, 3-26.

- WARNER, J. (2000). A critical review of the application of citation studies to the Research Assessment Exercises. *Journal of Information Science*, 26, 453-459.
- WASSERMAN, S., & FAUST, K. (1998). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- WEINGART, P. (2005). Impact of bibliometrics upon the science system: Inadvertent consequences? *Scientometrics*, 62, 117-131.
- WHITE, H. D. (2003). Pathfinder networks and author cocitation analysis: A remapping of paradigmatic information scientists. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54, 423-434.
- WHITE, H. D. (2004). Reward, persuasion, and the Sokal Hoax: A study in citation identities. *Scientometrics*, 60, 93-120.
- WHITE, H. D. & MCCAIN, K. W. (1989). Bibliometrics. *Annual Review of Information Science and Technology*, 24, 119-186.
- WHITE, H. D., & MCCAIN, K. W. (1998). Visualizing a discipline: An author co-citation analysis of information science, 1972-1995. *Journal of the American Society for Information Science*, 49, 327-355.
- WHITE, M. D. (2001). Editorial peer review, its strengths and weaknesses. *Library & Information Science Research*, 23, 371-372.
- WIKGREN, M. (2005). Critical realism as a philosophy and theory in information science? *Journal of Documentation*, 61, 11-22.
- WILSON, C. S. (2001). Informetrics. *Annual Review of Information Science and Technology*, 34, 107-247.
- WOUTERS, P. (1997). Citation cycles and peer review cycles. *Scientometrics*, 38, 39-55.
- YOSHIKANE, F., & KAGEURA, K. (2004). Comparative analysis of coauthorship networks of different domains: The growth and change of networks. *Scientometrics*, 60, 433-444.
- ZHOU, P., & LEYDESDORFF, L. (2008). China ranks second in scientific publications since 2006. *ISSI Newsletter*, 13, 7-9.
- ZIMAN, J. (1996) Ciencia y sociedad civil. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 1, 177-188.

ZITT, M., & BASSECOULARD, E. (2008). Challenges for scientometric indicators: data demining, knowledge-flow measurements and diversity issues. *Ethics in Science and Environmental Politics*, 8, 49-60.

ZITT, M., BASSECOULARD, E., & OKUBO, Y. (2000). Shadows of the past in international-cooperation collaboration profiles of the top 5 producers of science. *Scientometrics*, 47, 627-657.

ZITT, M., RAMANANA-RAHARI, S., & BASSECOULARD, E. (2003). Correcting glasses help fair comparisons in international science landscape: country indicators as a function of ISI database delineation. *Scientometrics*, 56, 259-282.

ZUMELZU, E. (1997). Mainstream engineering publishing in Latin America: The Chilean experience. *Scientometrics*, 40, 3-12.

ANEXOS

Anexo 1
Criterios de Normalización
Sección 3.3.2

Tabla A1. Listado de instituciones cubanas identificadas, sector asignado en proceso de normalización y entrada normalizada asignada en el SAPC.

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
1	Agencia de Información Nacional	Administración	AD-AIN-CHA
2	Biblioteca Nacional "José Martí"	Administración	AD-BNJM-CHA
3	Biblioteca Pública "Rubén Martínez Villena"	Administración	AD-BPRMVILLENA-CHA
4	Centro de Control Pecuario del Ministerio de la Agricultura	Administración	AD-CCPMINAGRI-CHA
5	Centro de Entrenamiento "Cerro Pelado"	Administración	AD-CECPelado-CHA
6	Centro de Información para la Prensa	Administración	AD-CIP-CHA
7	Centro de Investigaciones Científicas de la Defensa Civil	Administración	AD-CICDCIVIL-HAB
8	Centro de Referencia para la Educación de Avanzada	Administración	AD-CREA-CHA
9	Centro de Reproducción de la Ictiofauna Indígena	Administración	AD-CRII-MTZ
10	Centro Técnico de Desarrollo de Materiales de Construcción	Administración	AD-CTDMC-CHA
11	Complejo Agroeconómico Industrial "Manuel Martínez Prieto"	Administración	AD-CAIMMPRIETO-CHA
12	Complejo Azucarero Industrial "Osvaldo Sánchez" de Guines	Administración	AD-CAIOSANCHEZ-HAB
13	Consultoría DELFOS	Administración	AD-DELFOS-CHA
14	Defensa Civil Nacional	Administración	AD-DCN-CHA
15	Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos de Cienfuegos	Administración	AD-DPRH-CFG
16	Delegación Provincial del Banco Popular de Ahorro en Ciego de Avila	Administración	AD-BPAAV-CAV
17	Delegación Provincial del MICONS en Ciego de Avila	Administración	AD-DPMICONS-CAV
18	Departamento Nacional de Predicciones Meteorológicas	Administración	AD-DNPREVENCION-CHA
19	Dirección Municipal de Centro Habana	Administración	AD-MCPIOCHABANA-CHA
20	Dirección Provincial de Transporte en Holguín	Administración	AD-DRTRANSPORTE-HOL
21	Dirección Provincial del INDER en Santiago de Cuba	Administración	AD-DPINDERS-SCU
22	Escuela de Hotelería y Turismo de Playas del Este	Administración	AD-EHTPE-CHA
23	Escuela Especial "Paquito Rosales"	Administración	AD-EEPROSALES-CHA
24	Estación Experimental Apícola en El Cano	Administración	AD-EEAPICOLA-CHA
25	Estación Experimental Forestal de Camaguey	Administración	AD-EEFORESTAL-CMG
26	Instituto de Ganadería Tropical	Administración	AD-IGT-HAB
27	Instituto Politécnico de la Construcción "Olo Pantoja"	Administración	AD-IPCOPANTOJA-CHA
28	Instituto Politécnico de Química	Administración	AD-IPQ-CHA
29	Jardín Botánico de Las Tunas	Administración	AD-JBLT-LTU
30	Laboratorio Central de Criminalística	Administración	AD-LCC-CHA
31	Laboratorio Farmacéutico "Mario Muñoz"	Administración	AD-LMMUNOZ-CHA
32	Laboratorio Farmacéutico "R. Escudero"	Administración	AD-LFRESCUDERO-CHA
33	Laboratorio Farmacéutico "Reinaldo Gutiérrez"	Administración	AD-LRGUTIERREZ-CHA
34	Laboratorio Farmacéutico "Saúl Delgado"	Administración	AD-LFSDELGADO-CHA
35	Laboratorio Farmacéutico de Líquidos Orales	Administración	AD-LFLO-GRA
36	Laboratorio Provincial de Criminalística de Santiago de Cuba	Administración	AD-LPC-SCU
37	Laboratorios BETERA	Administración	AD-LABBETERA-CHA
38	Laboratorios Biológico Farmacéuticos LABIOFAM	Administración	AD-LABIOFAM-CHA
39	Laboratorios Farmacéuticos AICA	Administración	AD-LFAICA-CHA
40	Laboratorios Farmacéuticos MEDSOL	Administración	AD-MEDSOL-CHA
41	Laboratorios LIORAD	Administración	AD-LIORAD-HAB
42	Laboratorios NOVATEC	Administración	AD-NOVATEC-CHA
43	Ministerio de Educación Superior	Administración	AD-MES-CHA

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
44	Ministerio de la Agricultura	Administración	AD-MINAGRI-CHA
45	Ministerio de la Construcción	Administración	AD-MICONS-CHA
46	Ministerio de la Industria Básica	Administración	AD-MINBAS-CHA
47	Ministerio de la Industria Pesquera	Administración	AD-MIP-CHA
48	Ministerio de la Informática y las Comunicaciones	Administración	AD-MIC-CHA
49	Ministerio de Transporte	Administración	AD-MITRANS-CHA
50	Museo de Historia Natural "Carlos de la Torre Huerta"	Administración	AD-MHNCTHUERTA-HOL
51	Museo Natural de Historia Natural	Administración	AD-MNHN-CHA
52	Oficina Cubana de la Propiedad Industrial	Administración	AD-OCPI-CHA
53	Oficina de Historia del Consejo de Estado	Administración	AD-OHCE-CHA
54	Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana	Administración	AD-OHCH-CHA
55	Oficina Nacional de Estadísticas	Administración	AD-ONE-CHA
56	Planta de Hemoderivados	Administración	AD-PLANTAHEMOD-CHA
57	Planta de Producción-Investigación Cuba 9	Administración	AD-PPICUBA9-HAB
58	QUIMEFA	Administración	AD-QUIMEFA-CHA
59	Servicio de Seguridad Integral Unidad Provincial de Inversiones de la Vivienda en Ciego de Avila	Administración	AD-SEISA-CHA
60	Avila	Administración	AD-UIVIV-CAV
61	Academia de Ciencias de Cuba	Cienc. y Téc.	CT-ACC-CHA
62	Acuario Nacional de Cuba	Cienc. y Téc.	CT-ANC-CHA
63	CENHICA	Cienc. y Téc.	CT-CENHICA-CHA
64	Centro de Antibióticos Inyectables	Cienc. y Téc.	CT-CAINYECTABLES-CHA
65	Centro de Antropología	Cienc. y Téc.	CT-CANTROPOL-CHA
66	Centro de Aplicaciones Tecnológicas de Avanzada Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sustentable	Cienc. y Téc.	CT-CENATAV-CHA
67	Sustentable	Cienc. y Téc.	CT-CATDS-GTM
68	Centro de Bioactivos Marinos	Cienc. y Téc.	CT-CEBIMAR-CHA
69	Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos	Cienc. y Téc.	CT-CEA-CFG
70	Centro de Estudios Aplicados y Desarrollo Nuclear	Cienc. y Téc.	CT-CEADEN-CHA
71	Centro de Gerencia de Programas y Proyectos Priorizados Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía	Cienc. y Téc.	CT-GEPROP-CHA
72	Energía	Cienc. y Téc.	CT-CUBAENERGIA-CHA
73	Centro de Histoterapia Placentaria	Cienc. y Téc.	CT-CHP-CHA
74	Centro de Investigaciones de Café y Cacao	Cienc. y Téc.	CT-CICC-SCU
75	Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín	Cienc. y Téc.	CT-CIGETHOL-HOL
76	Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología	Cienc. y Téc.	CT-CIGB-CHA
77	Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Camaguey Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Sancti Spiritus	Cienc. y Téc.	CT-CIGBCMG-CMG
78	Spiritus	Cienc. y Téc.	CT-CIGBSS-SSP
79	Centro de Ingeniería Ambiental	Cienc. y Téc.	CT-CIAM-CMG
80	Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas	Cienc. y Téc.	CT-CIIQ-CHA
81	Centro de Ingeniería y Desarrollo para la Automatización	Cienc. y Téc.	CT-CEDAI-CHA
82	Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas	Cienc. y Téc.	CT-CIMAB-CHA
83	Centro de Inmunoensayos	Cienc. y Téc.	CT-CIE-CHA
84	Centro de Inmunología Molecular	Cienc. y Téc.	CT-CIM-CHA
85	Centro de Inmunología y Productos Biológicos	Cienc. y Téc.	CT-CIPB-CMG
86	Centro de Investigación e Informática del Deporte Centro de Investigación y Proyectos de la Industria Minero- Metalúrgica	Cienc. y Téc.	CT-CINID-CHA
87	Metalúrgica	Cienc. y Téc.	CT-CIPIMM-CHA
88	Centro de Investigaciones Agropecuarias	Cienc. y Téc.	CT-CIAP-VCL
89	Centro de Investigaciones de Construcción de Maquinarias	Cienc. y Téc.	CT-CICMA-CHA
90	Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros	Cienc. y Téc.	CT-CIEC-CAV

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
91	Centro de Investigaciones de la Energía Solar	Cienc. y Téc.	CT-CIES-SCU
92	Centro de Investigaciones del Medio Ambiente	Cienc. y Téc.	CT-CIMAC-CMG
93	Centro de Investigaciones del Petróleo	Cienc. y Téc.	CT-CEINPET-CHA
94	Centro de Investigaciones Memoria Popular Latinoamericana	Cienc. y Téc.	CT-MEPLA-CHA
95	Centro de Investigaciones Metalúrgicas	Cienc. y Téc.	CT-CIME-CHA
96	Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical	Cienc. y Téc.	CT-CIMAGT-LHA
97	Centro de Investigaciones para la Mejora Animal	Cienc. y Téc.	CT-CENIMA-CHA
98	Centro de Investigaciones Pesqueras	Cienc. y Téc.	CT-CIP-CHA
99	Centro de Investigaciones Siderúrgicas	Cienc. y Téc.	CT-CISIDER-HOL
100	Centro de Investigaciones sobre el Nickel	Cienc. y Téc.	CT-CINH-HOL
101	Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales Ecovida	Cienc. y Téc.	CT-CISAE-PRI
102	Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales y Tecnológicos	Cienc. y Téc.	CT-CISAT-HOL
103	Centro de Isótopos	Cienc. y Téc.	CT-CENTIS-HAB
104	Centro de Neurociencias de Cuba	Cienc. y Téc.	CT-CNC-CHA
105	Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones	Cienc. y Téc.	CT-CPHR-CHA
106	Centro Meteorológico de Camaguey	Cienc. y Téc.	CT-CMETC-CMG
107	Centro Meteorológico de Ciego de Avila	Cienc. y Téc.	CT-CMETAV-CAV
108	Centro Meteorológico de Cienfuegos	Cienc. y Téc.	CT-CMETCF-CFG
109	Centro Meteorológico de Pinar del Río	Cienc. y Téc.	CT-CMETPR-PRI
110	Centro Nacional de Bioinformática	Cienc. y Téc.	CT-BIOINFO-CHA
111	Centro Nacional de Biopreparados	Cienc. y Téc.	CT-BIOCEN-HAB
112	Centro Nacional de Epizootiología	Cienc. y Téc.	CT-CNEPZOOTIOL-CHA
113	Centro Nacional de Investigaciones Científicas	Cienc. y Téc.	CT-CNIC-CHA
114	Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas	Cienc. y Téc.	CT-CENAI-SCU
115	Centro Nacional de Parasitología Veterinaria	Cienc. y Téc.	CT-CNPV-HAB
116	Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria	Cienc. y Téc.	CT-CENSA-HAB
117	Centro Nacional de Toxicología	Cienc. y Téc.	CT-CENATOX-CHA
118	Centro Nacional para Producción de Animales de Laboratorio	Cienc. y Téc.	CT-CENPALAB-HAB
119	Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad	Cienc. y Téc.	CT-BIOECO-SCU
120	Centro para la Investigación y el Desarrollo del Transporte	Cienc. y Téc.	CT-CETRA-CHA
121	Delegación Provincial del CITMA en Camaguey	Cienc. y Téc.	CT-DPCITMAC-CMG
122	Delegación Provincial del CITMA en Cienfuegos	Cienc. y Téc.	CT-DPCITMACF-CFG
123	Delegación Provincial del CITMA en Ciudad de La Habana	Cienc. y Téc.	CT-DPCITMACH-CHA
124	Delegación Provincial del CITMA en Pinar del Río	Cienc. y Téc.	CT-DPCITMAPR-PRI
125	Empresa de Gestión del Conocimiento y la Tecnología	Cienc. y Téc.	CT-GECYT-CHA
126	Estación Experimental de Arroz de Pinar del Río	Cienc. y Téc.	CT-EEARROZ-PRI
127	Estación Territorial Experimental de la Caña de Azúcar "Villa Clara-Cienfuegos"	Cienc. y Téc.	CT-ETICA-VCL
128	Instituto de Cibernética, Matemática y Física	Cienc. y Téc.	CT-ICIMAF-CHA
129	Instituto Central de Investigaciones Digitales	Cienc. y Téc.	CT-ICID-CHA
130	Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras	Cienc. y Téc.	CT-ICINAZ-CHA
131	Instituto Cubano de Investigaciones sobre Derivados de la Caña de Azúcar	Cienc. y Téc.	CT-ICIDCA-CHA
132	Instituto de Ciencia Animal	Cienc. y Téc.	CT-ICA-HAB
133	Instituto de Documentación e Información Científica	Cienc. y Téc.	CT-IDICT-CHA
134	Instituto de Ecología y Sistemática	Cienc. y Téc.	CT-IES-CHA
135	Instituto de Geofísica y Astronomía	Cienc. y Téc.	CT-IGA-CHA
136	Instituto de Geografía Tropical	Cienc. y Téc.	CT-IGT-CHA

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
137	Instituto de Geología y Paleontología	Cienc. y Téc.	CT-IGP-CHA
138	Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov"	Cienc. y Téc.	CT-IIAJD-GRA
139	Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal	Cienc. y Téc.	CT-INISAV-CHA
140	Instituto de Investigaciones del Arroz	Cienc. y Téc.	CT-IIARROZ-CHA
141	Instituto de Investigaciones del Tabaco	Cienc. y Téc.	CT-IIT-HAB
142	Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical	Cienc. y Téc.	CT-IIFT-CHA
143	Instituto de Investigaciones en Normalización	Cienc. y Téc.	CT-IINORM-CHA
144	Instituto de Investigaciones en Riego y Drenaje	Cienc. y Téc.	CT-IIRD-CHA
145	Instituto de Investigaciones Forestales	Cienc. y Téc.	CT-IIFOR-CHA
146	Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova"	Cienc. y Téc.	CT-IIHLDIMITROVA-HAB
147	Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia	Cienc. y Téc.	CT-IIIA-CHA
148	Instituto de Investigaciones Porcinas	Cienc. y Téc.	CT-IIP-CHA
149	Instituto de Meteorología	Cienc. y Téc.	CT-INSMET-CHA
150	Instituto de Oceanología	Cienc. y Téc.	CT-IOCEANOL-CHA
151	Instituto Finlay	Cienc. y Téc.	CT-IFINLAY-CHA
152	Instituto Nacional de Ciencias Agropecuarias	Cienc. y Téc.	CT-INCA-HAB
153	Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar	Cienc. y Téc.	CT-INICA-CHA
154	Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales sobre la Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt"	Cienc. y Téc.	CT-INIVIT-VCL
155	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos	Cienc. y Téc.	CT-INIFAT-CHA
156	Jardín Botánico de Pinar del Río	Cienc. y Téc.	CT-INRH-CHA
157	Laboratorio Central de Bromatología Laboratorio para la Vigilancia Radiológica del Medio Ambiente de Camaguey	Cienc. y Téc.	CT-JBPRIO-PRI
158	Laboratorio para la Vigilancia Radiológica del Medio Ambiente de Holguín	Cienc. y Téc.	CT-LCBROMAT-CHA
159	Laboratorio para la Vigilancia Radiológica del Medio Ambiente de Holguín	Cienc. y Téc.	CT-LVRAC-CMG
160	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente	Cienc. y Téc.	CT-LVRAH-HOL
161	Centro Universitario de Guantánamo	Cienc. y Téc.	CT-CITMA-CHA
162	Centro Universitario de Las Tunas "Vladimir Illich Lenin"	Ed. Superior	ES-CUG-GTM
163	Centro Universitario de Sancti Spiritus "José Martí"	Ed. Superior	ES-CULT-CULT
164	Escuela Latinoamericana de Medicina	Ed. Superior	ES-CUSS-SSP
165	Facultad de Ciencias Médicas de Ciego de Avila	Ed. Superior	ES-ELAM-CHA
166	Facultad de Ciencias Médicas de Cienfuegos	Ed. Superior	ES-FCMAV-CAV
167	Facultad de Ciencias Médicas de Granma	Ed. Superior	ES-FCMCF-CFG
168	Facultad de Ciencias Médicas de Guantánamo	Ed. Superior	ES-FCMGR-GRA
169	Facultad de Ciencias Médicas de Holguín "Mariana Grajales"	Ed. Superior	ES-FCMGTMO-GTM
170	Facultad de Ciencias Médicas de las Tunas	Ed. Superior	ES-FCMH-HOL
171	Facultad de Ciencias Médicas de Matanzas	Ed. Superior	ES-FCMLT-LTU
172	Facultad de Ciencias Médicas de Sancti Spiritus	Ed. Superior	ES-FCMM-MTZ
173	Filial Pedagógica "Carlos Manuel de Céspedes" de la Isla de la Juventud	Ed. Superior	ES-FCMSS-SSP
174	Instituto Superior de Arte	Ed. Superior	ES-FPIJ-IJU
175	Instituto Superior de Ciencias Médicas de Camaguey	Ed. Superior	ES-ISA-CHA
176	Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana	Ed. Superior	ES-ISCMC-CMG
177	Instituto Superior de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba	Ed. Superior	ES-ISCMH-CHA
178	Instituto Superior de Ciencias Médicas de Villa Clara	Ed. Superior	ES-ISCMSC-SCU
179	Instituto Superior de Cultura Física "Manuel Fajardo"	Ed. Superior	ES-ISCMVC-VCL
180	Instituto Superior de Medicina Militar "Luis Díaz Soto"	Ed. Superior	ES-ISCFMF-HOL
181	Instituto Superior de Relaciones Internacionales "Raúl Roa García"	Ed. Superior	ES-ISMMLDSOTO-CHA
182		Ed. Superior	ES-ISRI-CHA

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
183	Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas	Ed. Superior	ES-INSTEC-CHA
184	Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa	Ed. Superior	ES-ISMMM-HOL
185	Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona" de La Habana	Ed. Superior	ES-ISPEJV-CHA
186	Instituto Superior Pedagógico "Félix Varela" de Villa Clara	Ed. Superior	ES-ISPVC-VCL
187	Instituto Superior Pedagógico "Frank País García" de Santiago de Cuba	Ed. Superior	ES-ISPSC-SCU
188	Instituto Superior Pedagógico "José Martí" de Camaguey	Ed. Superior	ES-ISPC-CMG
189	Instituto Superior Pedagógico "Rafael María de Mendive" de Pinar del Río	Ed. Superior	ES-ISPPR-PRI
190	Instituto Superior Pedagógico "Raúl Gómez García" de Guantánamo	Ed. Superior	ES-ISPGTM-GTM
191	Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría"	Ed. Superior	ES-ISPJAE-CHA
192	Sede Universitaria Municipal de Yaguajay	Ed. Superior	ES-SUMYAGUAJAY-SSP
193	Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez"	Ed. Superior	ES-UNAH-HAB
194	Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas	Ed. Superior	ES-UCLV-VCL
195	Universidad de Camaguey	Ed. Superior	ES-UCAM-CMG
196	Universidad de Ciego de Avila	Ed. Superior	ES-UNICA-CAV
197	Universidad de Ciencias Informáticas	Ed. Superior	ES-UCI-CHA
198	Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"	Ed. Superior	ES-UCF-CFG
199	Universidad de Granma	Ed. Superior	ES-UDG-GRA
200	Universidad de La Habana	Ed. Superior	ES-UH-CHA
201	Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"	Ed. Superior	ES-UMAT-MTZ
202	Universidad de Oriente	Ed. Superior	ES-UO-SCU
203	Universidad de Pinar del Río "Hermanos Sainz Montes de Oca"	Ed. Superior	ES-UPR-PRI
204	Agencia de Negocios para la Promoción de Exportaciones de Software, Productos y Servicios	Empresas	EM-AVANTE-CHA
205	Ampelos Latinoamérica S.A.	Empresas	EM-AMPELOS-CHA
206	CARIBGOLD Mines Inc.	Empresas	EM-CARIBGOLDMINES-CHA
207	CESIGMA, S.A.	Empresas	EM-CESIGMA-CHA
208	Cooperativa de Producción Agropecuaria "Héroes de Yaguajay"	Empresas	EM-CPAHYAGUAJAY-HAB
209	COPEXTEL	Empresas	EM-COPEXTEL-CHA
210	División de Consultores Ambientales, Inversiones Gamma del CITMA	Empresas	EM-CONAM-CHA
211	Empresa Avícola Santa Clara	Empresas	EM-EAVICOLASC-VCL
212	Empresa de Automatización Integral	Empresas	EM-CEDAI-VCL
213	Empresa de Componentes Electrónicos "Ernesto Che Guevara"	Empresas	EM-CCEEGUEVARA-PRI
214	Empresa de Helados Coppelia	Empresas	EM-COPPELIA-CHA
215	Empresa de Simuladores Profesionales	Empresas	EM-SIMPRO-CHA
216	Empresa de Tecnologías de la Información y Servicios Telemáticos Avanzados	Empresas	EM-CITMATEL-CHA
217	Empresa Geominera de Camaguey	Empresas	EM-EGMCAM-CMG
218	Empresa Geominera de Oriente	Empresas	EM-EGMO-SCU
219	Empresa Laboratorio Farmaceutico "Julio Trigo"	Empresas	EM-ELFJTRIGO-CHA
220	Empresa Mielera "Heriberto Duquesne"	Empresas	EM-EMIELERA-VCL
221	Empresa Nacional de Ganado Menor	Empresas	EM-ENGM-CHA
222	Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna	Empresas	EM-ENPFF-CHA
223	Empresa para la Conservación de la Flora y la Fauna	Empresas	EM-ECFFVC-VCL
224	Empresa para la Reproducción de la Flora y la Fauna	Empresas	EM-ERFF-GRA
225	Empresa Pecuaria Genética "Los Naranjos"	Empresas	EM-EPGLN-HAB
226	Empresa Pecuaria Genética "Niña Bonita"	Empresas	EM-EGNB-HAB

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
227	Empresa Pecuaria Genética de Matanzas	Empresas	EM-EPGM-MTZ
228	Empresa Pesquera Industrial PESCASILDA	Empresas	EM-PESCASILDA-SSP
229	ETECSA, S.A.	Empresas	EM-ETECSA-CHA
230	Fábrica de Espejos LUNASUR	Empresas	EM-LUNASUR-CFG
231	Fábrica de Plantas Mecánicas "Aguilar Noriega"	Empresas	EM-FPMANORIEGA-VCL
232	GEOCUBA	Empresas	EM-GEOCUBA-CHA
233	Grupo EROS, Empresa de Servicios de Computación	Empresas	EM-GEROS-HOL
234	NENEKA, S.A.	Empresas	EM-NENEKA-CHA
235	Planta de Nickel de Punta Gorda	Empresas	EM-PNPGORDA-HOL
236	Servicios de Seguridad Industrial	Empresas	EM-SEISA-CHA
237	Shrimp Hatchery	Empresas	EM-SHATCHERY-GRA
238	UNECAMOTO	Empresas	EM-UNECAMOTO-CHA
239	Unión Cuba Petróleo	Empresas	EM-CUPET-CHA
240	Vidrieras del Caribe	Empresas	EM-CEMVID-CHA
241	Agencia Suiza para la Coperación y el Desarrollo	Otros	OT-COSUDE-CHA
242	Asociacion Latinoamericana de Medicina Social	Otros	OT-ALAMES-CHA
243	Comité Espeleológico de Pinar del Río	Otros	OT-CESPELEOLPR-PRI
244	Dirección Personal en Ciego de Avila	Otros	OT-DP-CAV
245	Dirección Personal en Ciudad de La Habana	Otros	OT-DP-CHA
246	Dirección Personal en Granma	Otros	OT-DP-GRA
247	Dirección Personal en La Habana	Otros	OT-DP-HAB
248	Dirección Personal en Matanzas	Otros	OT-DP-MTZ
249	Dirección Personal en Pinar del Río	Otros	OT-DP-PRI
250	Dirección Personal en Sancti Spiritus	Otros	OT-DP-SSP
251	Dirección Personal en Santiago de Cuba	Otros	OT-DP-SCU
252	Dirección Personal en Villa Clara	Otros	OT-DP-VCL
253	Sociedad Cubana de Bioingeniería	Otros	OT-SCBI-CHA
254	Sociedad Cubana de Bioingeniería	Otros	OT-SCBIOINGENIERIA-CHA
255	Sociedad Cubana de la Cruz Roja	Otros	OT-SCCR-CHA
256	Sociedad Cubana de Matemática y Computación	Otros	OT-SCMC-CHA
257	Sociedad Cubana de Medicina Farmacéutica	Otros	OT-SOCUMefa-CHA
258	Sociedad Cubana de Nefrología	Otros	OT-SOCUNEFROL-CHA
259	Sociedad Cubana de Química	Otros	OT-SCQ-CHA
260	Sociedad Cubana para el Reconocimiento de Patrones	Otros	OT-SCRp-CHA
261	Sociedad Espeleológica de Cuba	Otros	OT-SEC-CHA
262	Sociedad Iberoamericana de Informacion Científica	Otros	OT-SIIC-CMG
263	Area de Salud, Municipio Playa	Salud	SS-AREASALUDPLAYA-CHA
264	Banco de Sangre Municipal de Guanabacoa	Salud	SS-BSMGUANABACOA-CHA
265	Banco de Sangre Provincial "Manuel Duarte" de Matanzas	Salud	SS-BSMDUARTE-MTZ
266	Banco de Sangre Provincial de la Habana	Salud	SS-BSPHABANA-HAB
267	Banco de Sangre Provincial de Pinar del Río	Salud	SS-BSPR-PRI
268	Casa de Veteranos del Municipio Plaza	Salud	SS-CVPLAZA-CHA
269	Centro Comunitario de Salud Mental de Plaza	Salud	SS-CCSM-CHA
270	Centro de Asistencia Médica de "Las Terrazas"	Salud	SS-CAMLASTERRAZAS-PRI
271	Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina	Salud	SS-CECAM-CHA
272	Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos	Salud	SS-CIDEM-CHA
273	Centro de Investigaciones Biomédicas	Salud	SS-CIBIOMED-CHA
274	Centro de Investigaciones Medico-Quirúrgicas	Salud	SS-CIMEQ-CHA
275	Centro de Química Farmacéutica	Salud	SS-CQF-CHA

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
276	Centro de Salud Mental	Salud	SS-CENSAM-CHA
277	Centro de Salud Mental de Guanabacoa	Salud	SS-CSMGUANABACOA-CHA
278	Centro de Toxicología y Biomedicina	Salud	SS-CTB-SCU
279	Centro Internacional de Restauración Neurológica	Salud	SS-CIREN-CHA
280	Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria "Camilo Cienfuegos"	Salud	SS-CIREPIG-CHA
281	Centro Internacional de Salud "Las Praderas"	Salud	SS-CISLAPRADERA-CHA
282	Centro Latinoamericano de Medicina de Desastres	Salud	SS-CLAMED-CHA
283	Centro Municipal de Higiene y Epidemiología de Artemisa	Salud	SS-CMHEARTEMISA-HAB
284	Centro Municipal de Higiene y Epidemiología de Guanabacoa	Salud	SS-CMHEGUANABACOA-CHA
285	Centro Municipal de Higiene y Epidemiología de Guanajay	Salud	SS-CMHEGUANAJAY-HAB
286	Centro Municipal de Higiene y Epidemiología de Guines	Salud	SS-CMHEGUINES-CHA
287	Centro Municipal de Higiene y Epidemiología de Jaguey Grande	Salud	SS-CMHEJAGUEY-MTZ
288	Centro Municipal de Higiene y Epidemiología de Morón	Salud	SS-CMHÉMORON-CAV
289	Centro Municipal de Higiene y Epidemiología de Playa	Salud	SS-CMHEPLAYA-CHA
290	Centro Municipal de Higiene y Epidemiología de Plaza	Salud	SS-CMHEPLAZA-CHA
291	Centro Municipal de Higiene y Epidemiología de Sancti Spiritus	Salud	SS-CMHESSE-SSP
292	Centro Municipal de Higiene y Epidemiología del Cotorro	Salud	SS-CMHECOTORRO-CHA
293	Centro nacional Coordinador de Ensayos Clínicos	Salud	SS-CENCEC-CHA
294	Centro Nacional de Cirugía Endoscópica	Salud	SS-CNCE-CHA
295	Centro Nacional de Educación Sexual	Salud	SS-CENESEX-CHA
296	Centro Nacional de Genética Médica	Salud	SS-CNGM-CHA
297	Centro Nacional de Información en Ciencias Médicas	Salud	SS-CNICM-CHA
298	Centro Nacional de Medicina Natural Y Tradicional	Salud	SS-CENAMENT-CHA
299	Centro Nacional de Medicina Natural y Tradicional	Salud	SS-CNMNT-CHA
300	Centro Nacional de Perfeccionamiento Técnico y Profesional de la Salud	Salud	SS-CENAPET-CHA
301	Centro Nacional de Rehabilitación "Julio Díaz"	Salud	SS-HJDIAS-CHA
302	Centro Nacional para el Control Estatal de la Calidad de los Medicamentos	Salud	SS-CECMED-CHA
303	Centro para el Control Estatal de Equipos Medicos	Salud	SS-CCEEM-CHA
304	Centro para el Desarrollo de la Farmacoepidemiología	Salud	SS-CDF-CHA
305	Centro para el Desarrollo Informatico en la Salud Publica	Salud	SS-CEDISAP-CHA
306	Centro Provincial de Genética Médica de Camaguey	Salud	SS-CPGMC-CMG
307	Centro Provincial de Genética Médica de Las Tunas	Salud	SS-CPGM-LTU
308	Centro Provincial de Genética Médica de Sancti Spiritus	Salud	SS-CPGMSS-SSP
309	Centro Provincial de Genética Médica de Villa Clara	Salud	SS-CPGMVC-VCL
310	Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Camaguey	Salud	SS-CPHEC-CMG
311	Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Ciego de Avila	Salud	SS-CPHEAV-CAV
312	Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Ciudad de La Habana	Salud	SS-CPHECH-CHA
313	Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Guantánamo	Salud	SS-CPHEGTM-GTM
314	Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Holguín	Salud	SS-CPHEH-HOL
315	Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Las Tunas	Salud	SS-CPHELT-LTU
316	Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Matanzas	Salud	SS-CPHEM-MTZ
317	Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Pinar del Río	Salud	SS-CPHEPR-PRI
318	Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Santiago de Cuba	Salud	SS-CPHESC-SCU
319	Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Villa Clara	Salud	SS-CPHEVC-VCL

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
320	Centro Provincial de Información de Ciencias Médicas de Ciego de Avila	Salud	SS-CPICMAV-CAV
321	Centro Provincial de Información de Ciencias Médicas de Cienfuegos	Salud	SS-CPICMCF-CFG
322	Centro Provincial de vigilancia y Control de Vectores de Santiago de Cuba	Salud	SS-CPVVCV-SCU
323	Centro Territorial de Información de Ciencias Médicas Oeste de La Habana	Salud	SS-CTICMARTEMISA-HAB
324	Clínica Central "Cira García"	Salud	SS-CCIRAGARCIA-CHA
325	Clínica de Investigación y Rehabilitación de las Ataxias Hereditarias	Salud	SS-CIRAH-HOL
326	Clínica Estomatológica "Celia Sánchez Manduley"	Salud	SS-CECSMANDULEY-VCL
327	Clínica Estomatológica de Pino Tres	Salud	SS-CEPINOTRES-CMG
328	Clínica Estomatológica Docente "Elpidio Benavides"	Salud	SS-CEDEBENAVIDES-CHA
329	Clínica Estomatológica Docente de Bauta	Salud	SS-CEDBAUTA-HAB
330	Clínica Estomatológica Docente de Caimito	Salud	SS-CECAIMITO-HAB
331	Clínica Estomatológica Municipal "Julio A. Mella"	Salud	SS-CEMELLA-SCU
332	Clínica Estomatológica Provincial Docente de Santiago de Cuba	Salud	SS-CEPDSC-SCU
333	Complejo Científico Ortopédico Internacional "Frank País"	Salud	SS-HOFPAIS-CHA
334	Dirección Municipal de Salud de Cienfuegos	Salud	SS-DMSCF-CFG
335	Dirección Municipal de Salud de Santiago de Cuba	Salud	SS-DMSSC-SCU
336	Dirección Provincial de Salud de Ciudad de La Habana	Salud	SS-DPSALUDCH-CHA
337	Dirección Provincial de Salud de Matanzas	Salud	SS-DPSALUDM-MTZ
338	Dirección Provincial de Salud de Sancti Spiritus	Salud	SS-DPSALUDSS-SSP
339	Dirección Provincial de Salud de Villa Clara	Salud	SS-DPSALUDVC-VCL
340	Escuela Formadora de Enfermeros para el Caribe "Raudilio Fleitas Martínez"	Salud	SS-EFECRFLEITAS-CHA
341	Escuela Nacional de Salud Pública	Salud	SS-ENSAP-CHA
342	Hogar de Ancianos "Noel Fernández Pérez"	Salud	SS-HANCIANOSNFP-CMG
343	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Freire de Andrade"	Salud	SS-HFANDRADE-CHA
344	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Salvador Allende"	Salud	SS-HSALLENDE-CHA
345	Hospital "Adriana del Castillo" de Guisa	Salud	SS-HACASTILLO-SCU
346	Hospital "Ángel Arturo Aballí"	Salud	SS-HAAABALLI-CHA
347	Hospital "Héroes de Baire"	Salud	SS-HHBAIRE-IJV
348	Hospital "Iluminado Rodríguez" de Jagüey Grande	Salud	SS-HIRODRIGUEZ-MTZ
349	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "10 de Octubre"	Salud	SS-H10DEOCTUBRE-CHA
350	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Abel Santamaría"	Salud	SS-HASANTAMARIA-PRI
351	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Agustino Neto"	Salud	SS-HANETO-GTM
352	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Amalia Simoni"	Salud	SS-HASIMONI-CMG
353	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Antonio Luaces"	Salud	SS-HALUACES-CAV
354	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Arnaldo Milián Castro"	Salud	SS-HAMCASTRO-VCL
355	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Camilo Cienfuegos"	Salud	SS-HCCIENFUEGOS-SSP
356	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Carlos Manuel de Céspedes"	Salud	SS-HCMCESPEDES-GRA
357	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Cdte. Faustino Pérez"	Salud	SS-HCFPEREZ-MTZ
358	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Celia Sánchez Manduley"	Salud	SS-HCSMANDULEY-GRA
359	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Cmdte. Manuel Fajardo"	Salud	SS-HMFAJARDO-CHA
360	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Hermanos Ameijeiras"	Salud	SS-HHAMEIJEIRAS-CHA
361	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Joaquín Albarrán"	Salud	SS-HJALBARRAN-CHA
362	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Julio Trigo"	Salud	SS-HJTRIGO-CHA
363	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Lucía Iñiguez Landín"	Salud	SS-HLINIGUEZ-HOL
364	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Manuel Ascunce"	Salud	SS-HMASCUNCE-CMG

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
365	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Miguel Enríquez"	Salud	SS-HMENRIQUEZ-CHA
366	Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Saturnino Lora"	Salud	SS-HSLORA-SCU
367	Hospital Clínicoquirurgico Docente "Aleida Fernandez Chardiet"	Salud	SS-HAFERNANDEZ-HAB
368	Hospital Docente "León Cuervo Rubio"	Salud	SS-HLCRUBIO-PRI
369	Hospital Docente "Luis de la Puente Uceda"	Salud	SS-HLPUCEDA-CHA
370	Hospital General Docente "Armando Cardoso"	Salud	SS-HACARDOSO-CMG
371	Hospital General Docente "Ciro Redondo"	Salud	SS-HCREDONDO-HAB
372	Hospital General Docente "Comandante Pinares"	Salud	SS-HCPINARES-PRI
373	Hospital General Docente "Enrique Cabrera"	Salud	SS-HECABRERA-CHA
374	Hospital General Docente "Ernesto Guevara de la Serna"	Salud	SS-HGEGUEVARA-LTU
375	Hospital General Docente "Guillermo Domínguez"	Salud	SS-HGDOMINGUEZ-LTU
376	Hospital General Docente "Iván Portuondo"	Salud	SS-HIPORTUONDO-HAB
377	Hospital General Docente "Martin Chang Puga"	Salud	SS-HMCHANG-CMG
378	Hospital General Docente "Ricardo Santana Martinez"	Salud	SS-HRSANTANA-SSP
379	Hospital General Docente "Roberto Rodríguez"	Salud	SS-HRRODRIGUEZ-CAV
380	Hospital General Docente "Vladimir Ilich Lenin"	Salud	SS-HLENIN-HOL
381	Hospital General Docente de Placetas	Salud	SS-HDPLACETAS-VCL
382	Hospital General Docente Guillermo Luis Fernandez Hernandez-Baquero	Salud	SS-HGLFHBAQUERO-HOL
383	Hospital General Docente Guillermo Luis Fernández-Hernández Baquero	Salud	SS-HHBAQUERO-HOL
384	Hospital General Universitario "Calixto García Iñiguez"	Salud	SS-HCGARCIA-CHA
385	Hospital Gineco-Obstétrico Docente de 10 de Octubre	Salud	SS-HGO10DE0CTUBRE-CHA
386	Hospital Gineco-Obstétrico "Fe del Valle"	Salud	SS-HMIFEDELVALLE-GRA
387	Hospital Gineco-Obstétrico Docente "América Arias"	Salud	SS-HGOAARIAS-CHA
388	Hospital Gineco-Obstétrico Docente "Ana Betancourt"	Salud	SS-HGOABETANCOURT-CMG
389	Hospital Gineco-Obstétrico Docente "Eliseo Noel Caamaño"	Salud	SS-HGOENCAMANO-MTZ
390	Hospital Gineco-Obstétrico Docente "Eusebio Hernández"	Salud	SS-HGOEHERNANDEZ-CHA
391	Hospital Gineco-Obstetrico Docente "Julio Alfonso Medina"	Salud	SS-HGOJAMEDINA-MTZ
392	Hospital Gineco-Obstétrico Docente "Mariana Grajales"	Salud	SS-HGOMGRAJALES-VCL
393	Hospital Gineco-Obstétrico Docente "Ramón González Coro"	Salud	SS-HGORGCORO-CHA
394	Hospital Gineco-Obstétrico Docente de Guanabacoa Hospital Gineco-Obstetrico Docente Sur "Mariana Grajales Coello"	Salud	SS-HGOGUANABACOA-CHA
395	Hospital Militar "Carlos J. Finlay"	Salud	SS-HMSUR-SCU
396	Hospital Militar "Cde. Manuel Fajardo Rivero"	Salud	SS-HMCJFINLAY-CHA
397	Hospital Militar "Luis Díaz Soto"	Salud	SS-HMLDSOTO-CHA
398	Hospital Militar "Mario Muñoz Monroy"	Salud	SS-HMMUNOZ-MTZ
399	Hospital Militar Clínicoquirurgico Docente "Juaquin Castillo Duany"	Salud	SS-HMJCDUANY-SCU
400	Hospital Militar de Holguín	Salud	SS-HMHOLGUIN-HOL
401	Hospital Municipal de Aguada de Pasajeros	Salud	SS-HMAGUADA-CFG
402	Hospital Nacional de Reclusos	Salud	SS-HNRECLUSOS-CHA
403	Hospital Neumológico Benéfico Jurídico	Salud	SS-HNEUMOL-CHA
404	Hospital Oftalmológico "Ramón Pando Ferrer"	Salud	SS-HRPFERRER-CHA
405	Hospital Oncológico "María Courie"	Salud	SS-HOMCOURIE-CMG
406	Hospital Oncológico de Pinar del Río	Salud	SS-HONCOLPR-PRI
407	Hospital Oncológico Docente "Conrado Benítez"	Salud	SS-HOCBENITEZ-SCU
408	Hospital Pediátrico "Leonor Pérez"	Salud	SS-HPLPEREZ-CHA
409	Hospital Pediátrico "Pepe Portilla"	Salud	SS-HPPPORILLA-PRI

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
411	Hospital Pediátrico Docente "Eduardo Agramonte Piña"	Salud	SS-HPEAGRAMONTE-CMG
412	Hospital Pediátrico Docente "Hermanos Cordové"	Salud	SS-HPDHCORDOVE-GRA
413	Hospital Pediátrico Docente "José Luis Miranda"	Salud	SS-HPJLMIRANDA-VCL
414	Hospital Pediátrico Docente "Juan Manuel Márquez"	Salud	SS-HPJMMARQUEZ-CHA
415	Hospital Pediátrico Docente "Mártires de Las Tunas"	Salud	SS-HPMLTUNAS-LTU
416	Hospital Pediátrico Docente "Octavio de la Concepción y de la Pedraja"	Salud	SS-HPOCPEDRAJA-HOL
417	Hospital Pediátrico Docente "Paquito González Cueto"	Salud	SS-HPPGCUETO-CFG
418	Hospital Pediátrico Docente "Pedro Borrás Astorga"	Salud	SS-HPPBORRAS-CHA
419	Hospital Pediátrico Docente "William Soler"	Salud	SS-HPWSOLER-CHA
420	Hospital Pediátrico Docente de Centro Habana	Salud	SS-HPCHABANA-CHA
421	Hospital Pediátrico Docente de San Miguel del Padrón	Salud	SS-HPSMPADRON-CHA
422	Hospital Pediátrico Docente del Cerro	Salud	SS-HPCERRO-CHA
423	Hospital Pediátrico Docente Marfán	Salud	SS-HPDMARFAN-CHA
424	Hospital Pediátrico Docente Norte de Santiago de Cuba	Salud	SS-HINORTE-SCU
425	Hospital Pediátrico Docente Sur de Santiago de Cuba	Salud	SS-HISURSC-SCU
426	Hospital Provincial Clínico Quirúrgico "José Ramón López Tabrane"	Salud	SS-HJRLTABRANE-MTZ
427	Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico "Dr. Ambrosio Grillo Portuondo"	Salud	SS-HAGRILLO-SCU
428	Hospital Psiquiátrico de La Habana	Salud	SS-HPH-CHA
429	Hospital Psiquiátrico Docente de Holguín	Salud	SS-HPSIQUIAT-HOL
430	Hospital Psiquiátrico Provincial Docente "Cdte. René Vallejo Ortiz"	Salud	SS-HPSIRVALLEJO-CMG
431	Hospital Territorial Docente de Cárdenas "Julio M. Aristegui Villamil"	Salud	SS-HJMARISTEGUI-MTZ
432	Hospital Universitario "Celestino Hernández Robau"	Salud	SS-HCHROBAU-VCL
433	Hospital Universitario Clínico Quirúrgico "Dr. Gustavo Aldereguía Lima"	Salud	SS-HGALDEREGUIA-CFG
434	Instituto de Angiología y Cirugía Vascular	Salud	SS-IANGIOL-CHA
435	Instituto de Medicina del Deporte	Salud	SS-IMD-CHA
436	Instituto de Medicina Legal	Salud	SS-IML-CHA
437	Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri"	Salud	SS-IPK-CHA
438	Instituto de Medicina Veterinaria de Ciego de avila	Salud	SS-IMVETAV-CAV
439	Instituto de Medicina Veterinaria de Ciudad de la Habana	Salud	SS-IMVET-CHA
440	Instituto de Medicina Veterinaria de Villa Clara	Salud	SS-IMVETVC-VCL
441	Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos	Salud	SS-INHA-CHA
442	Instituto Nacional de Cardiología y Cirugía Cardiovascular	Salud	SS-ICARDIOL-CHA
443	Instituto Nacional de Endocrinología y Enfermedades Metabólicas	Salud	SS-INEEM-CHA
444	Instituto Nacional de Gastroenterología	Salud	SS-IGASTRO-CHA
445	Instituto Nacional de Hematología e Inmunología	Salud	SS-IHEMATOL-CHA
446	Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología	Salud	SS-INHEM-CHA
447	Instituto Nacional de Nefrología	Salud	SS-INEFROL-CHA
448	Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía	Salud	SS-INN-CHA
449	Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología	Salud	SS-INOR-CHA
450	Instituto Nacional de Reumatología	Salud	SS-INREUMATOL-CHA
451	Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores	Salud	SS-INSAT-CHA
452	Laboratorio Central de Líquido Cefaloraquídeo	Salud	SS-LABCEL-CHA
453	Laboratorio de Anticuerpos y Biomodelos Experimentales	Salud	SS-LABEX-SCU
454	Laboratorio de Higiene y Epidemiología de la Rabia	Salud	SS-LHER-CHA
455	Laboratorio de Investigaciones del SIDA	Salud	SS-LISIDA-HAB
456	Laboratorio Provincial de Microbiología de Ciego de Avila	Salud	SS-LPMICROBAV-CAV

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
457	Laboratorio Provincial de Microbiología de Villa Clara	Salud	SS-LPMICROBVC-VCL
458	Ministerio de Salud Pública	Salud	SS-MINSAP-CHA
459	Policlínica Majagua	Salud	SS-PMAJAGUA-CAV
460	Policlínico "1 de enero"	Salud	SS-P1ENERO-CHA
461	Policlínico "19 de abril"	Salud	SS-P19ABRIL-CHA
462	Policlínico "Capitán Roberto Fleites"	Salud	SS-PRFLEITES-VCL
463	Policlínico "Hermanos Ruíz Aboy"	Salud	SS-PHRUIZABOY-CHA
464	Policlínico "Héroes del Corynthia"	Salud	SS-PHCORYNTHIA-CHA
465	Policlínico "Héroes del Moncada"	Salud	SS-PHMONCADA-CHA
466	Policlínico "Marcio Manduley"	Salud	SS-PMMANDULEY-CHA
467	Policlínico "Mártires de Calabazar"	Salud	SS-PMCALABAZAR-CHA
468	Policlínico "Octavio de la Concepción y la Pedraja"	Salud	SS-POCPEDRAJA-VCL
469	Policlínico "Tomás Romay Chacón"	Salud	SS-PTROMAY-CHA
470	Policlínico "XX Aniversario" de Santa Clara	Salud	SS-PXXANIVERSARIO-VCL
471	Policlínico Comunitario Docente "30 de noviembre"	Salud	SS-PD30NOVIEMBRE-CHA
472	Policlínico Comunitario Docente "José Martí"	Salud	SS-PCDJMARTI-CMG
473	Policlínico Comunitario Docente de Céspedes	Salud	SS-PCESPEDES-CMG
474	Policlínico Comunitario Docente de Cumanayagua	Salud	SS-PCDCUMANAYAGUA-CFG
475	Policlínico Comunitario Docente de Rodas	Salud	SS-PCDRODAS-CFG
476	Policlínico Comunitario Docente La Jagua	Salud	SS-PCDLAJAGUA-CMG
477	Policlínico de Calabazar de Sagua	Salud	SS-PCALABAZARDESAGUA-VCL
478	Policlínico Docente "Abel Santamaría"	Salud	SS-PASANTAMARIA-CHA
479	Policlínico Docente "Ana Betancourt"	Salud	SS-PDABETANCOURT-CHA
480	Policlínico Docente "Antonio Maceo"	Salud	SS-PAMACEO-CHA
481	Policlínico Docente "Antonio Pino"	Salud	SS-PAPINO-HOL
482	Policlínico Docente "Armando García"	Salud	SS-PAGARCIA-SCU
483	Policlínico Docente "Carlos Verdugo"	Salud	SS-PDCVERDUGO-MTZ
484	Policlínico Docente "Celio Ruiz de Zárate"	Salud	SS-PDCRUIZDEZARATE-CFG
485	Policlínico Docente "Chiqui Gómez Lubián"	Salud	SS-PDCGLUBIAN-VCL
486	Policlínico Docente "Diego Tamayo"	Salud	SS-PDTAMAYO-CHA
487	Policlínico Docente "Elpidio Berovides"	Salud	SS-PDEBEROVIDES-CHA
488	Policlínico Docente "Felipe Poey"	Salud	SS-PDFPOEY-CHA
489	Policlínico Docente "Flores Betancourt"	Salud	SS-PFBETANCOURT-HAB
490	Policlínico Docente "Juan Martí Pi"	Salud	SS-PJMARTIPI-VCL
491	Policlínico docente "Luis Pasteur"	Salud	SS-PLPASTEUR-CHA
492	Policlínico Docente "Manuel Díaz Legrá"	Salud	SS-PMDLEGRA-HOL
493	Policlínico Docente "Mario Gutiérrez Ardaya"	Salud	SS-PDMGARDAYA-HOL
494	Policlínico Docente "Mario Muñoz"	Salud	SS-PMMUNOZ-CHA
495	Policlínico Docente "Marta Abreu"	Salud	SS-PDMABREU-VCL
496	Policlínico Docente "Mártires de Calabazar"	Salud	SS-PMCALABAZAR-CHA
497	Policlínico Docente "Pedro Fonseca"	Salud	SS-PPFONSECA-HAB
498	Policlínico Docente "Raúl Gómez García"	Salud	SS-PDRGOMEZGARCIA-CHA
499	Policlínico Docente "Robert Manuel Zulueta Cayol"	Salud	SS-PDRMZULUETA-CHA
500	Policlínico Docente "Wilfredo Santana Rivas"	Salud	SS-PWSANTANA-CHA
501	Policlínico Docente 26 de Julio	Salud	SS-PD26JULIO-CHA
502	Policlínico Docente de "Carlos J. Finlay"	Salud	SS-PDCJFINLAY-CHA
503	Policlínico Docente de Artemisa	Salud	SS-PDARTEMISA-HAB
504	Policlínico Docente de Boyeros	Salud	SS-PDBOYEROS-CHA
505	Policlínico Docente de Jicotea	Salud	SS-PJICOTEA-VCL

No.	Institución	Sector Asignado	Entrada normalizada asignada
506	Policlínico Docente de Jiguaní	Salud	SS-PDJIGUANI-GRA
507	Policlínico Docente de Lawton	Salud	SS-PDLAWTON-CHA
508	Policlínico Docente de Santa Cruz	Salud	SS-PDSANTACRUZ-CMG
509	Policlínico Docente del Vedado	Salud	SS-PDVEDADO-CHA
510	Policlínico Docente Santiago de las Vegas	Salud	SS-PDSVEGAS-CHA
511	Policlínico Universitario Previsora	Salud	SS-PPREVISORA-CMG
512	Sanatorio del SIDA de Cienfuegos	Salud	SS-SANATSIDACF-CFG
513	Sanatorio del SIDA de Sancti Spiritus	Salud	SS-SANATSIDASS-SSP
514	Sanatorio del SIDA de Santiago de Las Vegas	Salud	SS-SANATSIDACH-CHA
515	Sistema Integrado de Urgencias Médicas	Salud	SS-SIUM-CHA
516	Sociedad Cubana de Anestesiología	Salud	SS-SCANESTESIOL-CHA
517	Sociedad Cubana de Enfermería	Salud	SS-SOCUENF
518	Sociedad Cubana de Esclerosis Múltiple	Salud	SS-SCEM-CHA
519	Sociedad Cubana de Neurofisiología Clínica	Salud	SS-CSCN-CHA
520	Sociedad Cubana de Obstetricia y Ginecología	Salud	SS-SCOG-CHA
521	Unidad de Análisis y Tendencias en Salud de Marianao	Salud	SS-UATSMARIANAO-CHA
522	Unidad Provincial de Vigilancia y Lucha Antivectorial de Sancti Spiritus	Salud	SS-UPVLASS-SSP
523	Unidad Provincial de Vigilancia y Lucha Antivectorial de Santiago de Cuba	Salud	SS-UPVLASC-SCU

Anexo 2
Tests de fuentes de información e indicadores
Sección 3.3.2

A2.1. Limitaciones de interfaz en línea (Scopus versus WoS).

Retrieval of very large numbers of items in the *Web of Science*: an exercise to develop accurate search strategies

By Ricardo Arencibia-Jorge, Loet Leydesdorff, Zaida Chinchilla-Rodríguez, Ronald Rousseau and Soren W. Paris



Ricardo Arencibia-Jorge, máster en bibliotecología y ciencia de la información, es jefe del Departamento de Información Científica del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) de La Habana, Cuba. Desarrolla su investigación doctoral en el análisis cuantitativo de la actividad científica cubana. Coordinador del proyecto Red de Estudios Cuantitativos sobre la Educación Superior cubana (Redec). Editor para Cuba del repositorio de información E-LIS y premio de la Asociación Cubana de Bibliotecarios en 2009.



Loet Leydesdorff, doctor en sociología y profesor titular del Departamento de Dinámica de la Ciencia y la Tecnología en la Universidad de Amsterdam, Holanda, posee una vasta experiencia en diferentes campos como la sociología de la ciencia, el análisis de redes sociales y la sociología de la innovación. En el 2003 recibió el premio Derek de Solla Price por su contribución a la cuantitatividad. Autor de múltiples libros y artículos que abarcan los dominios de la ciencia de la información y la comunicación.



Zaida Chinchilla-Rodríguez es doctora en documentación e información científica y científica titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en el Instituto de Políticas y Bienes Públicos (IPP) de Madrid, España. Miembro del Grupo de Investigación SCL-mago, desarrolla su investigación en el análisis cuantitativo de dominios del conocimiento, la representación y visualización de información y redes de colaboración científica, y propuestas metodológicas para el diseño de sistemas de información.



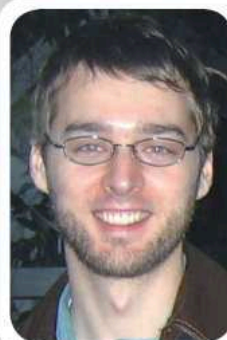
Ronald Rousseau, doctor en bibliotecología y ciencia de la información, profesor de la Escuela Católica de Educación Superior de Brujas-Ostende (KHBO), e investigador asociado de la Univ. Católica de Leuven, Bélgica. Presidente de la Sociedad Internacional de Cuantitatividad e Informetría (ISSI). Investiga sobre estudios métricos de la información y evaluación de la investigación. Ha recibido importantes galardones como el premio de la Academia de Ciencias de Bélgica en 1979, y el Derek J. de Solla Price en 2001.

Abstract: *The Web of Science interface counts at most 100,000 retrieved items from a single query. If the query results in a dataset containing more than 100,000 items the number of retrieved items is indicated as >100,000. The problem studied here is how to find the exact number of items in a query that leads to more than 100,000 items. One way to achieve this objective is presented. The retrieval of the entire scientific production from the United States in a specific year (2007) is counted and an advanced search strategy is designed. Different sections of items can be retrieved using the Source field of the database. A Boolean statement was created with the aim of eliminating overlapped sections and improving the accuracy of this search strategy.*

Keywords: *Information retrieval, Search strategies, Databases, Web of Science, Scientific production, USA.*

Título: **Recuperación de grandes cantidades de registros en la *Web of Science*: un ejercicio para realizar estrategias de búsqueda precisas**

Resumen: *La interfaz de la Web of Science permite recuperar como máximo 100.000 registros en una búsqueda simple. Si el resultado de la búsqueda tiene más de 100.000 registros, el número de registros recuperados se indica como >100.000. En este artículo se presenta una forma de encontrar el número total de registros en una búsqueda que supera los 100.000 registros. Concretamente, se contabiliza la producción científica total de los Estados Unidos en un año específico (2007). Se diseña una estrategia de búsqueda avanzada para recuperar conjuntos diferentes de registros usando el campo Source*



Soren W. Paris, licenciado en lengua inglesa por la Universidad de West Chester, Estados Unidos, en 2001. Actualmente cursa la Maestría en Gestión y Conservación de Recursos de la Universidad de Antioch, en New Hampshire. Desde el 2002, ha sido investigador asistente del Dr. Eugene Garfield en el área de tecnologías de información. Ambos han trabajado en el desarrollo del programa HistCite, una herramienta para el análisis bibliométrico y la visualización de los resultados de las búsquedas de información en el Web of Science.

de la base de datos. Se crea una instrucción booleana con el fin de eliminar los solapos y mejorar la precisión de la estrategia de búsqueda.

Palabras clave: Recuperación de información, Estrategias de búsqueda, Bases de datos, Web of Science, Producción científica, USA.

Arencibia-Jorge, Ricardo; Leydesdorff, Loet; Chinchilla-Rodríguez, Zaida; Rousseau, Ronald; Paris, Soren W. "Retrieval of very large numbers of items in the Web of Science: an exercise to develop accurate search strategies". *El profesional de la información*, 2009, septiembre-octubre, v. 18, n. 5, pp. 529-533.

DOI: 10.3145/epi.2009.sep.06

1. Introduction

SOMETIMES INFORMATION PROFESSIONALS FACE SINGULAR PROBLEMS related to the use of information technology and the management of digital environments. Changes and improvements offered by online providers present users with new tools and different interfaces, requiring continual re-learning (Martínez, 2008).

Often an apparently simple and easy activity requires the practical knowledge of specialists. As many retrieval tasks are team work, each member of the team must clearly communicate objectives, solutions and experiences to the rest. Such working habits lead to a global increase in knowledge and skills.

"WoS data related to geopolitical domains with large numbers of items must be searched using a combination of search statements"

The problem presented here came up during a work session of the *SCImago* research team. Specialists from the Spanish group were doing a scientometric study of the world scientific production in 2007 using *Scopus* and *Web of Science* (WoS) interfaces, when they noticed an inconvenience which at first sight appeared easy to resolve.

Researchers needed an accurate number of papers produced in the USA and the United Kingdom, but a precise number over 100,000 items using the WoS interface was not available.

Recently, one of the multiple papers of Péter Jacsó on search strategies and techniques in the most widely used citation-enhanced databases called attention to this topic (Jacsó, 2009). WoS data related to geopolitical domains with large numbers of items must be searched using a combination of search statements. The clearest examples were countries such as the USA or the United Kingdom, or blocks of countries such as the European Union, with a scientific production in mainstream journals of over 100,000 articles during a year.

The identification of items from the United Kingdom does not present major difficulties. The construction of two statements including and excluding the word "London" in the *Author Address* field can easily solve the problem. For example, using all databases comprising the WoS (*SCI-Expanded*, *SSCI*, *A&HCI*, *CPCI-S*, *CPCI-SSH*, *IC*, *CCR-Expanded*), and selecting all years in *Timespan*, a user can obtain the total output of this nation through the sum of the items retrieved by the following search statements:

1. PY=2007ANDCU=(England OR Scotland OR Wales OR North Ireland) AND AD=LONDON

2. PY=2007ANDCU=(England OR Scotland OR Wales OR North Ireland) NOT AD=LONDON

"To restrict the search to the year an article is published, it is necessary to use the *Publication Year* (PY) field"

Note that using the *Timespan Limits* the user is in fact restricting the search to the year the data were entered into the database. Therefore, to restrict the search to the year an article is published, it is necessary to use the *Publication Year* (PY) field.

As of June 18, 2009 (the date of this query), there were 33,043 articles in 2007 signed by authors from at least one London scientific or scholarly institution, and there were 98,802 in which there was no author from this English city. A total of 131,845 articles compose the sum total output of the United Kingdom in the WoS that year.

But, what about the USA? The scientific production from this country in a year far exceeds 100,000 articles. How to obtain the total output of the USA using the WoS interface? That question gave rise to a practical and interesting exercise, which required the united efforts of various specialists from different research groups.

2. In search of a solution

At first, a series of search strategies developed by the *SCImago* group was oriented towards the identification of the states of the Union in the *Author Address* (AD) field, with the aim of obtaining different sections of fewer than 100,000 items. But the design of this kind of advanced search strategies, based on the AD field, became very complex in this case. The extensive collaboration between institutions from different states made it difficult to construct a logical operation in the search strategy that would eliminate duplicates. **Ronald Rousseau** devised the most complete strategy, but the results required a very complex validation process. All the strategies and results were sent

to **Eugene Garfield** and his assistant **Soren W. Paris**, who validated the results with their own results obtained from their direct searches in *Thomson Reuters* databases. In this case, there were still significant differences between the AD-based search strategy and the statistics compiled by **Paris**.

Based on previous personal experiences, **Loet Leydesdorff** proposed the use of a less problematic field to develop the search strategy: the *Source* (SO) field (**Zhou & Leydesdorff**, 2006). Thus, using the initial of the journal/proceedings title plus an asterisk (a truncation designed to retrieve all titles with the selected initial), the process of division into sections of fewer than 100,000 items was effective. The only problem was the

existence of journals belonging to series, which were retrieved not only by the journal title, but also by the series title. In any case, there were only two possibilities to obtain duplicated data; that is, a journal could be covered by no more than two sections of fewer than 100,000 items. For this purpose, a Boolean statement in the search strategy with the aim to eliminate duplicates could be developed. **Leydesdorff's** proposal was further developed by the *SCImago* research group, which finally devised a more accurate search strategy and developed the validation procedure.

3. Proposed search strategy

Table 1 shows the complete procedure devised to obtain the to-

Search strategy	Items	Sum
1. PY=2007 AND CU=USA AND (SO=A* OR SO=B*)	91,122	91,122
2. PY=2007 AND CU=USA AND (SO=C* OR SO=D* OR SO=E* OR SO=F* OR SO=G*)	91,920	183,042
3. PY=2007 AND CU=USA AND (SO=H* OR SO=I* OR SO=K* OR SO=L* OR SO=M*)	82,897	265,939
4. PY=2007 AND CU=USA AND (SO=N* OR SO=O* OR SO=P* OR SO=Q* OR SO=R*)	84,783	350,722
5. PY=2007 AND CU=USA AND (SO=S* OR SO=T* OR SO=U* OR SO=V* OR SO=W* OR SO=X* OR SO=Y* OR SO=Z* OR SO=1* OR SO=2* OR SO=3* OR SO=4* OR SO=5* OR SO=6* OR SO=7* OR SO=8* OR SO=9*)	58,751	409,473
6. PY=2007 AND CU=USA AND SO=J* AND AD=CA	17,064	426,537
7. PY=2007 AND CU=USA AND SO=J* NOT AD=CA	92,976	519,513
Statement to find overlapping	Items	Sum
8. (#1 AND #2) OR (#1 AND #3) OR (#1 AND #4) OR (#1 AND #5) OR (#1 AND #6) OR (#1 AND #7) OR (#2 AND #3) OR (#2 AND #4) OR (#2 AND #5) OR (#2 AND #6) OR (#2 AND #7) OR (#3 AND #4) OR (#3 AND #5) OR (#3 AND #6) OR (#3 AND #7) OR (#4 AND #5) OR (#4 AND #6) OR (#4 AND #7) OR (#5 AND #6) OR (#5 AND #7) OR (#6 AND #7)	23,026 (Overlapping)	496,487 ($\Sigma 1-7$) - 8
New Search Strategy (Excluding overlapping)	Items	Sum
9. #1 NOT #8	85,586	85,586
10. #2 NOT #8	87,535	173,121
11. #3 NOT #8	69,457	242,578
12. #4 NOT #8	75,516	318,094
13. #5 NOT #8	45,551	363,645
14. #6 NOT #8	17,008	380,653
15. #7 NOT #8	92,808	473,461
Sum 9-15 plus articles excluded by overlapping		496,487 ($\Sigma 9-15$) + 8

Table 1. Search strategy to obtain the total number of articles from the United States of America in 2007 through the WoS interface (Databases = SCI-Expanded, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH; Timespan = All years; All document types). May 18, 2009

tal number of articles produced by institutions from the United States.

The first 7 statements were created with the aim of dividing the results into sections of fewer than 100,000 items. In each statement, the necessary journal initials, in alphabetical order, to obtain an upper limit of fewer than 100,000 results were used. Note that statements #6 and #7 were shaped with the same philosophy as the United Kingdom output retrieval procedure. There were more than 100,000 USA articles published in journals whose titles begin with "J". Therefore, the AD field was used to divide this specific section in two: articles published in these journals including authors belonging to institutions from California (CA), and excluding them. In the end, a total number of 519,513 articles was obtained.

Then, a Boolean statement (#8) was created to identify overlapping and to improve the accuracy of the search strategy. Removing these 23,026 overlapping items from the previously calculated number, a final number of 489,487 items was obtained.

With the purpose of identifying inaccuracies in this calculation process, the first 7 statements were implemented again (#9 to #15), but excluding items in overlapping sections. This gave a result of 473,461 items. The items in the overlapping sections were added, and 489,487 items were once again obtained. This number established a hypothetical total number of articles published by institutions from the USA during the year 2007.

4. Validation process

The total scientific output of a less productive country than the USA or the United Kingdom was tested. This could have been any nation from the rest of the world, but we used Cuba as a test case. A

Search strategy	Items	Sum
1. PY=2007 AND CU=CUBA	910	910

Table 2. Search strategy to obtain the total number of Cuban articles in 2007 through the WoS interface: direct method (Databases = SCI-Expanded, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH; Timespan = All years; All document types)

direct method was used to find the Cuban scientific production in WoS during the year 2007 (Table 2).

A total of 910 items were identified using the word "Cuba" in the *Affiliation Country* (CU) field. So, the second step was to use the same strategy as the one developed to retrieve the total USA output. If the search strategy was correctly developed, the final number obtained by either of the two indirect methods (including and excluding overlapping sections) had also to be precisely 910. The table 3 confirms, finally, the accuracy of data obtained through the search strategy developed during the exercise.

Furthermore, results obtained from the WoS following this search strategy were in complete accordance with results reported independently by the Thomson Reuters team.

5. Final considerations

This exercise provided a methodology to obtain the same result in two different ways: a) searching with overlapping, and subtracting items in overlapping sections at the end; and b) searching without overlapping and adding the items in overlapping sections at the end. The use of a small country during the validation procedure allowed us to obtain the same total number not only through the proposed strategies, but also using a direct method, confirming the accuracy of the results and the efficacy of the search method.

This kind of SO-based search strategy is probably not the only alternative to retrieve USA scientific production in the WoS, and

it may be that its implementation does not solve other problems related to large numbers of items to be retrieved using the WoS interface. In any case, for scientometric purposes, a fast and well described method to obtain reliable data is always welcome. In this sense, the method devised is an accurate and validated search strategy to be used by any specialist around the world, and the procedure presented shows the importance of team work in the development of advanced search strategies for information retrieval.

6. Acknowledgments

To Eugene Garfield, for all the support and advices. To Félix de Moya Anegón, Carmen López Illescas, Elena Corera Álvarez, María Benavent Pérez (*SCImago Research Group, Institute of Public Goods and Policies, CSIC*), for the team work. Thomson Reuter's databases were available in Spain thanks to the *Spanish Foundation for Science and Technology* and the *Ministry of Science and Innovation* of the Spanish government.

7. References

- Jacsó, Péter. "Errors of omission and their implications for computing scientometric measures in evaluating the publishing productivity and impact of countries". *Online information review*, 2009, v. 33, pp. 376-385.
- Martínez, Luis-Javier. "La nueva versión de ISI Web of Knowledge: calidad y complejidad". *El profesional de la información*, 2008, v. 17, pp. 331-339.
- Zhou, Ping; Leydesdorff, Loet. "The emergence of China as a leading nation in science". *Research policy*, 2006, v. 35, pp. 83-104.

Ricardo Arençibia-Jorge^{a,c}, Loet Leydesdorff^b, Zaida Chinchilla-Rodríguez^c, Ronald Rousseau^{d,e}, and Soren W. Paris^f

Search strategy	Items	Sum
1. PY=2007 AND CU=CUBA AND (SO=A* OR SO=B*)	140	140
2. PY=2007 AND CU=CUBA AND (SO=C* OR SO=D* OR SO=E* OR SO=F* OR SO=G*)	216	356
3. PY=2007 AND CU=CUBA AND (SO=H* OR SO=I* OR SO=K* OR SO=L* OR SO=M*)	161	517
4. PY=2007 AND CU=CUBA AND (SO=N* OR SO=O* OR SO=P* OR SO=Q* OR SO=R*)	193	710
5. PY=2007 AND CU=CUBA AND (SO=S* OR SO=T* OR SO=U* OR SO=V* OR SO=W* OR SO=X* OR SO=Y* OR SO=Z* OR SO=1* OR SO=2* OR SO=3* OR SO=4* OR SO=5* OR SO=6* OR SO=7* OR SO=8* OR SO=9*)	91	801
6. PY=2007 AND CU=CUBA AND SO=J* AND AD=Havana	108	909
7. PY=2007 AND CU=CUBA AND SO=J* NOT AD=Havana	35	944
Statement to find overlapping	Items	Sum
8. (#1 AND #2) OR (#1 AND #3) OR (#1 AND #4) OR (#1 AND #5) OR (#1 AND #6) OR (#1 AND #7) OR (#2 AND #3) OR (#2 AND #4) OR (#2 AND #5) OR (#2 AND #6) OR (#2 AND #7) OR (#3 AND #4) OR (#3 AND #5) OR (#3 AND #6) OR (#3 AND #7) OR (#4 AND #5) OR (#4 AND #6) OR (#4 AND #7) OR (#5 AND #6) OR (#5 AND #7) OR (#6 AND #7)	34 Overlapping	910 (Σ 1-7) - 8
New search strategy (excluding overlapping)	Items	Sum
9. #1 NOT #8	127	127
10. #2 NOT #8	205	332
11. #3 NOT #8	139	471
12. #4 NOT #8	177	648
13. #5 NOT #8	86	734
14. #6 NOT #8	108	842
15. #7 NOT #8	34	876
Sum 9-15 plus articles excluded by overlapping		910 (Σ 9-15) + 8

Table 3. Search strategy to obtain the total number of Cuban articles in 2007 through the WoS interface: indirect methods (Databases = SCI-Expanded, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH; Timespan = All years; All document types). May 19, 2009.

^a National Scientific Research Center CNIC, Avenue 25 and 158 street, AP 6414 Havana, Cuba.

^b Amsterdam School of Communication Research, University of Amsterdam, Kloveniersburgwal 48, 1012 CX Amsterdam, The Netherlands.

^c CSIC, Institute of Public Goods and Policies, SCImago Research Group, Albasanz 26-28, 28037 Madrid, Spain.

^d K.U.Leuven, Department of Mathematics, Celestijnenlaan 200B, 3001 Leuven (Heverlee), Belgium.

^e KHBO, Department Industrial Sciences and Technology, Zeedijk 101, 8400 Oostende, Belgium.

^f The Scientist, 400 Market St. Philadelphia, PA 19106 USA.

Address for correspondence:

Ricardo Arencibia-Jorge, National Scientific Research Center, Avenue 25 and 158 street, AP 6414 Havana, Cuba.
ricardo.arencibia@cnic.edu.cu

Comparison of SCImago journal rank indicator with journal impact factor

Matthew E. Falagas,^{*,†,‡,1} Vasilios D. Kouranos,^{*} Ricardo Arencibia-Jorge,[§] and Drosos E. Karageorgopoulos^{*}

^{*}Alfa Institute of Biomedical Sciences (AIBS), Athens, Greece; [†]Department of Medicine, Tufts University School of Medicine, Boston, Massachusetts, USA; [‡]Department of Medicine, Henry Dunant Hospital, Athens, Greece; and [§]Network of Scientometrics Studies for Higher Education, National Scientific Research Center, Havana, Cuba

ABSTRACT The application of currently available sophisticated algorithms of citation analysis allows for the incorporation of the “quality” of citations in the evaluation of scientific journals. We sought to compare the newly introduced SCImago journal rank (SJR) indicator with the journal impact factor (IF). We retrieved relevant information from the official Web sites hosting the above indices and their source databases. The SJR indicator is an open-access resource, while the journal IF requires paid subscription. The SJR indicator (based on Scopus data) lists considerably more journal titles published in a wider variety of countries and languages, than the journal IF (based on Web of Science data). Both indices divide citations to a journal by articles of the journal, during a specific time period. However, contrary to the journal IF, the SJR indicator attributes different weight to citations depending on the “prestige” of the citing journal without the influence of journal self-citations; prestige is estimated with the application of the PageRank algorithm in the network of journals. In addition, the SJR indicator includes the total number of documents of a journal in the denominator of the relevant calculation, whereas the journal IF includes only “citable” articles (mainly original articles and reviews). A 3-yr period is analyzed in both indices but with the use of different approaches. Regarding the top 100 journals in the 2006 journal IF ranking order, the median absolute change in their ranking position with the use of the SJR indicator is 32 (1st quartile: 12; 3rd quartile: 75). Although further validation is warranted, the novel SJR indicator poses as a serious alternative to the well-established journal IF, mainly due to its open-access nature, larger source database, and assessment of the quality of citations.—Falagas, M. E., Kouranos, V. D., Arencibia-Jorge, R., Karageorgopoulos, D. E. Comparison of SCImago journal rank indicator with journal impact factor. *FASEB J.* 22, 2623–2628 (2008)

Key Words: bibliometric analysis • quality of publications • bibliographic databases • mathematical computing • scientometrics

THE EVALUATION OF THE QUALITY of research is important for various professional societies, individual scientists, scholarly institutions, and funding organizations (1). The quality of a scientific contribution is primarily estimated from the long-term impact that it has in science. The latter can be inferred from the citations in scientific articles that a contribution receives. These principles have been applied in the evaluation of scientific journals (2). The journal impact factor (IF), first conceived in 1955 by Eugene Garfield, the founder of the Institute for Scientific Information (ISI), has been extensively used in the past decades as an index of quality of scientific journals (3) and is based on citation analysis (4).

Although the journal impact factor has been widely regarded as the best instrument for the evaluation of the quality of scientific journals, it has not been spared from criticism(5–8). Main points of consideration regarding methodological aspects in the calculation of this index include the lack of assessment of the quality of citations (9), the inclusion of self-citations (10–12), the poor comparability between different scientific fields (13), and the analysis of mainly English-language publications (14–16).

In fact, many researchers have proposed different approaches in the evaluation of the quality of scientific journals. The common point in most of these approaches is the assessment of the quality of citations received by a journal (17–20). The quality of citations can be estimated analyzing the networks of scientific papers with sophisticated mathematical algorithms (21). The PageRank algorithm, used in the evaluation of webpages by the popular Google search engines, has been proposed as an appropriate model for the evaluation of the quality of citations in scientific journals (22, 23). In fact, a group of researchers at the University of Washington developed a similar algorithm for the evaluation of the

¹ Correspondence: Alfa Institute of Biomedical Sciences (AIBS), 9 Neapoleos St., 151 23 Marousi, Greece. E-mail: m.falagas@aibs.gr
doi: 10.1096/fj.08-107938

influence of scientific journals included in the Thompson Scientific Journal Citation Reports (JCR) dataset (24). Furthermore, another research group from Spanish Universities developed an indicator, named SCImago Journal Rank (SJR) indicator, for the assessment of the quality of scientific journals, applying the PageRank algorithm on the Scopus database (25). In this evolving context, we sought to identify and evaluate the main characteristics and differences between the widely used journal IF by ISI and the newly introduced SJR indicator.

MATERIALS AND METHODS

We searched (January 2008) in the official relevant Web sites for information regarding the main characteristics of the journal IF, provided by JCR through ISI Web of Science, Thomson Scientific, and the SJR indicator, provided by the SCImago journal and country rank Web site, and developed by the SCImago research group. We also searched for information pertinent to the characteristics of these two indices of quality of scientific journals in the official Web sites hosting the databases used by each one of the indices (ISI Web of Science and Scopus for journal IF and SJR indicator, respectively).

In addition, we listed the journals with the top 100 journal IFs and retrieved information regarding their ranking in the SJR indicator list by matching their interna-

tional standard serial number (ISSN). We also listed the journals with the top 100 SJR indicators and found their ranking in the list of journal IFs. Finally, we calculated the median value as well as the first and third quartile values of the absolute change in ranking order of the journals in the two top 100 lists (with the use of each one of the compared indices *vs.* the other).

RESULTS

The main characteristics of the evaluation of scientific journals in JCR and in SCImago journal rank are summarized in **Table 1**. The journal IF of a specific journal for a specific calendar year is defined by the total number of citations (references) by articles published during the specific year in "source" journals (potentially including the respective journal) to any article of the specific journal that was published during the preceding 2 yr, divided by the total number of "citable" articles published in the respective journal during the preceding 2 yr. Articles regarded as citable are mainly original research and review articles.

The SJR indicator of a specific journal for a three-calendar-year period is calculated through an iteration process that computes the "prestige" gained by the journal through the transfer of prestige from all the

TABLE 1. Main characteristics of the evaluation of scientific journals by journal citation reports and SCImago journal and country rank.

Characteristic	Journal citation reports	Imago journal and country rank
Organization	Thomson Scientific	SCImago research group
Source database	Institute for Scientific Information (ISI) Web of Science	Scopus (Elsevier B.V.)
Number of journals	<7934 ^a	13,208
Languages of publication of journals	30	50
Countries of publication of journals	71	97
Countries of research origin	Not available	229
Update	Weekly	Daily
Main indicator of quality of journals	Journal impact factor (IF)	SCImago journal rank (SJR) indicator
Reference period	1 calendar year	3 calendar years
Citation window	2 preceding years	3 past years
Journals providing citations	"Source" journals ("cited-only" journals excluded)	All other journals
Weight of citations	Equal	Depending on the "prestige" of the citing journal
Journal self-citations	Included	Not included
Articles considered to receive citations	"Citable" (research and review articles)	All types
Subject classification	2 Editions (science and social sciences), 224 subject categories	27 subject areas, 295 subject categories
Access	Restricted (paid subscription required after 1 month free use)	Open
Secondary indices, utilities	Journal immediacy index, journal cited half-life, unified impact factor, 5-yr impact factor, self-cites, graphical representations	H Index, self-cites, country indicators, graphical representations

^a 6166 science journals, 1768 social science journals.

other journals included in the network of journals, by their citations during the past 3 yr to all articles of the specific journal published in the past 3 yr, divided by the total number of articles of the specific journal during the 3 yr period in regard. The amount of prestige of each journal transferred to another journal in the network is computed by considering the percentage of citations of the former journal that are directed to articles of the latter journal (26).

Table 2 presents the first 20 ranked journals of all categories with each one of the compared indices and their corresponding rank using the other index. Of the 20 journals with the highest journal IFs, 13 retain a position in the top 20 journals with the use of the SJR indicator, and *vice versa*. Regarding the top 100 journals in the 2006 journal IF ranking order,

the median absolute change in their ranking position with the use of the SJR indicator is 32 (1st quartile: 12; 3rd quartile: 75). Conversely, regarding the top 100 journals with the current SJR indicator, the median absolute change in their ranking position with the use of the journal IF is 29 (1st quartile: 10.5; 3rd quartile: 65.5).

The journals with the greatest relative increase in their ranking order in the SJR indicator compared to the journal IF were the journals *Immunity*, *Molecular Cell*, *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, *Cell*, and *Current Opinion in Cell Biology*. The journals with the greatest relative stability in their ranking order from the journal IF to the SJR classification were *Annual Review of Physiology*, *Annual Review of Biophysics and Biomolecular Structure*, *PLoS Biology*, *An-*

TABLE 2. Comparative rankings of the top 20 journals by journal impact factor and SCImago journal rank indicator

Journal impact factor			SCImago journal rank indicator	
Rank	Value	Journal title	Value	Rank
1	63,342	<i>Ca-A Cancer Journal of Clinicians</i>	7,275	19
2	51,296	<i>New England Journal of Medicine</i>	3,649	51
3	47,237	<i>Annual Review of Immunology</i>	22,439	1
4	36,525	<i>Annual Review of Biochemistry</i>	16,100	2
5	33,508	<i>Reviews of Modern Physics</i>	2,689	79
6	31,583	<i>Nature Reviews Cancer</i>	9,159	9
7	31,441	<i>Physiological Reviews</i>	7,866	16
8	31,354	<i>Nature Reviews Molecular Cell Biology</i>	12,240	6
9	30,028	<i>Science</i>	5,338	30
10	29,194	<i>Cell</i>	15,224	3
11	28,697	<i>Nature Reviews Immunology</i>	11,101	7
12	28,588	<i>Nature Medicine</i>	7,226	20
13	28,533	<i>Annual Review of Neuroscience</i>	8,678	11
14	27,596	<i>Nature Immunology</i>	12,484	5
15	26,681	<i>Nature</i>	6,203	23
16	26,576	<i>Annual Review of Cell and Developmental Biology</i>	14,193	4
17	26,054	<i>Chemical Reviews</i>	2,245	93
18	25,800	<i>Lancet</i>	1,652	134
19	24,370	<i>Briefings in Bioinformatics</i>	2,535	84
20	24,176	<i>Nature Genetics</i>	9,083	10
3	47,237	<i>Annual Review of Immunology</i>	22,439	1
4	36,525	<i>Annual Review of Biochemistry</i>	16,100	2
10	29,194	<i>Cell</i>	15,224	3
16	26,576	<i>Annual Review of Cell and Developmental Biology</i>	14,193	4
14	27,596	<i>Nature Immunology</i>	12,484	5
8	31,354	<i>Nature Reviews Molecular Cell Biology</i>	12,240	6
11	28,697	<i>Nature Reviews Immunology</i>	11,101	7
33	18,306	<i>Immunity</i>	9,337	8
6	31,583	<i>Nature Reviews Cancer</i>	9,159	9
20	24,176	<i>Nature Genetics</i>	9,083	10
13	28,533	<i>Annual Review of Neuroscience</i>	8,678	11
31	19,098	<i>Annual Review of Genetics</i>	8,583	12
21	24,077	<i>Cancer Cell</i>	8,214	13
56	14,033	<i>Molecular Cell</i>	8,185	14
45	15,050	<i>Genes and Development</i>	8,086	15
7	31,441	<i>Physiological Reviews</i>	7,866	16
53	14,299	<i>Current Opinion in Cell Biology</i>	7,399	17
32	18,485	<i>Nature Cell Biology</i>	7,367	18
1	63,342	<i>Ca-A Cancer Journal of Clinicians</i>	7,275	19
12	28,588	<i>Nature Medicine</i>	7,226	20

nual Review of Plant Biology, and *Blood*. The journals that exhibited the greatest relative decrease in their ranking order in the SJR indicator compared to the journal IF were *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, *JAMA—Journal of the American Medical Association*, *Nature Physics*, *Advances in Catalysis*, and *Behavioral and Brain Sciences*. It should be mentioned that all five of the latter journals exhibited a fall of more than 4000 positions in their ranking order with the use of the SJR indicator compared to the journal IF. Exploring the considerable discrepancy in the rankings of the latter five journals, we noted as potential causes a computational error, the presence of another journal with the same title but different ISSN, lack of source data, and a divergence between the number of citable articles and of total articles or documents. Furthermore, one of the top 100 journals according to the journal IF classification (*Trends in Ecology & Evolution*) was not included in the SJR database.

DISCUSSION

The main differences between the journal IF and the SJR indicator derive mainly from differences in the scientific databases used as the sources of citations, as well as from differences in the methodology of estimation of these indices. The latter primarily regard the weight attributed to citations, the way of handling self-citations, the temporal window analyzed, and the type and number of the articles of a journal considered in the denominator of calculation of the aforementioned indices. In terms of utility, the main novelty introduced by the SJR indicator is open access.

Regarding the differences in the scientific databases, on which the compared indices of evaluation of scientific journals are applied, Scopus includes a substantially larger collection of journals, originating from remarkably more countries and published in a greater variety of languages (27). Thus, in this regard it can be assumed that SJR may provide a more comprehensive estimation of the scientific value of journals, particularly so for those published in non-English languages (16). This is why the latter category of journals receives a great percentage of the overall incoming citations from non-English journals (14, 15). The latter are rather underrepresented in the Web of Science database. Furthermore, the Web of Science takes into consideration citations originating from a subset of source journals (28), potentially excluding some journals published in non-English languages, a factor that may influence the evaluation of this category of journals (14). Yet, it should be mentioned that although Scopus includes a larger collection of non-English journals, the latter are still underrepresented, constituting ~15% of the total number of included journals (29). Moreover, the

apparent advantage of Scopus in citation analysis originating from the breadth of its database is limited to the time period after 1996 for which citation analysis is available (30).

Regarding the methodology of the calculation of the two compared indices, the most significant difference lies in the fact that the SJR indicator takes into account not only the absolute number but also the “quality” of citations received by a journal, whereas the journal IF considers incoming citations only in a quantitative manner. It is plausible that the articles of a journal have a greater impact in science if they are cited by journals of higher scientific quality. Such an analysis may not have been feasible in the past, though in today’s electronic era, powerful computational systems provide the opportunity to apply sophisticated algorithms for the evaluation of interactions between journals in a huge network or universe of scientific publications. However, the simple and comprehensible methodology used in the calculation of the journal IF, despite the controversy raised over the years for the output data (31, 32), has been regarded as one of the most favorable attributes of this long-used standard of reference in the field of analysis of scientific citations.

It should be noted though that the simple methodology used in the calculation of the journal IF has allowed editors to use various practices aiming to increase the impact factor of their journals (5, 33, 34). The principal ones are probably the promotion of self-citations (10–12, 35), the predilection for review articles (36), and the decrease in the total number of included articles (37). Notably, the use of the SJR indicator allows for the estimation of a journal’s impact without the influence of self-citations, since prestige can be transferred to a journal by all other journals but not by itself. Instead, in JCR providing the journal IFs, self-citation analysis for each journal can be separately performed. However, this factor is not incorporated in the calculation of the journal IFs. Regarding the weight of the different types of articles in the process of calculating the two compared indices of scientific journals, no provision has been made for differentiating between the value assigned to original research articles compared to review articles in any of the indices.

One of the major shortcomings of the SJR indicator may be the fact that it divides the prestige gained by a journal, through the citations of its articles, to the total number of articles included, rather than to the number of citable articles, as is used in the calculation of the journal IF. Although the strategy used in the calculation of the SJR indicator may be mathematically valid, since in theory any published article can be cited and all citations are taken into account in the numerator of the fraction, in practice, article types such as correspondence articles, letters to the editor, commentaries, perspectives, news, obituaries, editorials, interviews, and tributes are unlikely to receive a significant number of citations (3). In

this regard, the scientific quality of journals that contain a large number of the latter types of articles, which may otherwise be of interest to the reader, are expected to be appreciably underestimated with the SJR indicator. Yet, it should be mentioned that neither is the journal IF an optimal index of quality of scientific journals regarding this issue, since it does not adjust for the fact that a great number of total citations addressed to a journal are received by a relatively short portion of the included articles (3, 38, 39).

The effect of the differences in the time periods used for the assessment of the two herein compared indices of quality of scientific journals on the accuracy of the estimates cannot be directly inferred in the context of the present study. It should be noted though that both of the indices refer to the past three calendar-year periods, although through a different approach. This temporal window may be relatively short, particularly for journals with an appreciable interval between receipt of an article and publication (3, 40).

An indisputable advantage of journal IF over any new index of evaluation of quality of scientific journals is tradition. On the one hand, authors compete for publishing the products of their research in highly ranked journals (41). On the other hand, journal editors elect to publish scientific articles that are expected to be highly cited (37). Thus, it can be assumed that journal IF rankings would have influenced accordingly the quality of the journals over the years in which they have been considered as the sole standard of reference (3).

Although our study did not aim to systematically assess the comparability in journal rankings between the novel SJR indicator and the well-established journal IF index, we observed that the introduction of the SJR indicator does not bring about radical changes in this regard. In fact, half of the journals in the top 100 journal IF list are placed within a reasonable range of 32 ranking places in the SJR indicator journal list. Some striking inconsistencies observed in the rankings of the new SJR indicator, compared to the journal impact factor, should be attributed to the "precocity" of the new indicator rather than to systematic differences in the methodologies used. In fact, the two methodologies have been systematically compared in previous studies. A weighted PageRank algorithm applied in the same dataset used for the derivation of the journal impact factor provided results that correlated significantly with the later index (23). However, this correlation was moderately strong and differed between various scientific fields, for instance, for medical journals (9, 23).

The SCImago journal rank indicator is a novel instrument for the evaluation of scientific journals that may challenge the established premiership of the journal IF in ranking scientific journals. It provides unrestricted (open) access, is based on a larger source journal database, and focuses on the quality of

citations that a journal receives by other journals, rather than the absolute number. However, the sophisticated methodology used in the calculation of the SJR indicator needs to be adequately validated, and certain characteristics may need to be reconsidered before definitive conclusions for its applicability could be drawn. It appears, though, that the election of one index or the other would be mostly a matter of whether the popularity or the quality of a journal is considered as the primary criterion for the evaluation of scientific journals. □

The authors have no conflicts of interest to declare. No funding was received for this study.

REFERENCES

- Smith, R. (2006) Commentary: the power of the unrelenting impact factor—is it a force for good or harm? *Int. J. Epidemiol.* 35, 1129–1130
- Gross, P. L., and Gross, E. M. (1927) College libraries and chemical education. *Science* 66, 386–389
- Garfield, E. (2006) The history and meaning of the journal impact factor. *JAMA* 295, 90–93
- Garfield, E. (1972) Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science* 178, 471–479
- Garfield, E. (1996) How can impact factors be improved? *BMJ* 313, 411–413
- Hoeffel, C. (1998) Journal impact factors. *Allergy* 53, 1225
- Cameron, B. D. (2005) Trends in the usage of ISI bibliometric data. *Portal Libraries Acad.* 5, 105–125
- Falagas, M. E., Zouglikis, G. M., and Papastamataki, P. A. (2006) Trends in the impact factor of scientific journals. *Mayo Clin. Proc.* 81, 1401–1402
- Dellavalle, R. P., Schilling, L. M., Rodriguez, M. A., Van de, S. H., and Bollen, J. (2007) Refining dermatology journal impact factors using PageRank. *J. Am. Acad. Dermatol.* 57, 116–119
- Miguel, A., and Marti-Bonmati, L. (2002) Self-citation: comparison between Radiologia, European radiology and radiology for 1997–1998. *Eur. Radiol.* 12, 248–252
- Fassoulaki, A., Papilas, K., Paraskeva, A., and Patris, K. (2002) Impact factor bias and proposed adjustments for its determination. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 46, 902–905
- Falagas, M. E., and Kawadia, P. (2006) "Eigenlob": self-citation in biomedical journals. *FASEB J.* 20, 1039–1042
- Postma, E. (2007) Inflated impact factors? The true impact of evolutionary papers in non-evolutionary journals. *PLoS ONE* 2, e999
- Winkmann, G., Schlutius, S., and Schweim, H. G. (2002) Citation rates of medical German-language journals in English-language papers—do they correlate with the impact factor, and who cites? *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.* 219, 72–78
- Aleixandre-Benavent, R., Valderrama Zurian, J. C., Alonso-Arroyo, A., Miguel-Dasit, A., Gonzalez de Dios, J., and de Granda Orive, J. (2007) [Spanish versus English as a language of publication and impact factor of *Neurologia*]. *Neurologia* 22, 19–26
- Mueller, P. S., Murali, N. S., Cha, S. S., Erwin, P. F., and Ghosh, A. K. (2006) The association between impact factors and language of general internal medicine journals. *Swiss. Med. Wkly.* 136, 441–443
- Kodrzycki, Y. K., and Yu, P. D. (2005) *New Approaches to Ranking Economics Journals*. Federal Reserve Bank of Boston Working Paper, 5–12
- Liebowitz, S. J., and Palmer, J. P. (1984) Assessing the relative impacts of economics journals. *J. Econ. Lit.* 22, 77–88
- Palacios-Huerta, I., and Volij, O. (2004) The measurement of intellectual influence. *Econometrica* 72, 963–977
- Pinski, G., and Narin, F. (1976) Citation influence for journal aggregates of scientific publications: theory, with application to the literature of physics. *Inform. Process. Manage.* 12, 297–312

21. Price, D. J. (1965) Networks of scientific papers. *Science* 149, 510–515
22. Page, L., Brin, S., Motwani, R., and Winograd, T. (1998) The PageRank citation ranking: Bringing order to the web. Technical report, Stanford Digital Library Technologies Project SIDL-WP-1999-0120
23. Bollen, J., Rodriguez, M. A., and Van de Sompel, H. (2006) Journal status. *Scientometrics* 69, 669–687
24. Bergstrom, C. (2007) Scholarly communication eigenfactor: measuring the value and prestige of scholarly journals. *C&RL News* 68, 5
25. SCImago (2007) SJR–SCImago Journal & Country Rank. Retrieved January 20, 2008, from <http://www.scimagojr.com>
26. SCImago Research Group. Description of SCImago Journal Rank Indicator. Retrieved January 20, 2008, from <http://www.scimagojr.com/SCImagoJournalRank.pdf>
27. Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., and Pappas, G. (2008) Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. *FASEB J.* 22, 338–342
28. Gallagher, E. J., and Barnaby, D. P. (1998) Evidence of methodologic bias in the derivation of the Science Citation Index impact factor. *Ann. Emerg. Med.* 31, 83–86
29. De Moya-Anegón, F., Chinchilla-Rodríguez, Z., Vargas-Quesada, B., Corera-Alvarez, E., Muñoz-Fernández, F. J., González-Molina, A., and Herrero-Solana, V. (2007) Coverage analysis of Scopus: a journal metric approach. *Scientometrics* 73, 53–78
30. Bakkalbasi, N., Bauer, K., Glover, J., and Wang, L. (2006) Three options for citation tracking: Google Scholar, Scopus, and Web of Science. *Biomed. Digit. Libr.* 3, 7
31. Rossner, M., Van, E. H., and Hill, E. (2007) Show me the data. *J. Cell Biol.* 179, 1091–1092
32. Joseph, K. S., and Hoey, J. (1999) CMAJ's impact factor: room for recalculation. *CMAJ* 161, 977–978
33. Hemmingsson, A., Mygind, T., Skjennald, A., and Edgren, J. (2002) Manipulation of impact factors by editors of scientific journals. *Am. J. Roentgenol.* 178, 767
34. The PLoS Medicine Editors (2006) The impact factor game. It is time to find a better way to assess the scientific literature. *PLoS Med.* 3, e291
35. Falagas, M. E., and Alexiou, V. G. (2007) Editors may inappropriately influence authors' decisions regarding selection of references in scientific articles. *Int. J. Impot. Res.* 19, 443–445
36. Andersen, J., Belmont, J., and Cho, C. T. (2006) Journal impact factor in the era of expanding literature. *J. Microbiol. Immunol. Infect.* 39, 436–443
37. Chew, M., Villanueva, E. V., and Van Der Weyden, M. B. (2007) Life and times of the impact factor: retrospective analysis of trends for seven medical journals (1994–2005) and their editors' views. *J. R. Soc. Med.* 100, 142–150
38. Weale, A. R., Bailey, M., and Lear, P. A. (2004) The level of non-citation of articles within a journal as a measure of quality: a comparison to the impact factor. *BMC. Med. Res. Methodol.* 4, 14
39. No authors listed (2005) Not-so-deep impact. *Nature* 435, 1003–1004
40. Yu, G., Wang, X. H., and Yu, D. R. (2005) The influence of publication delays on impact factors. *Scientometrics* 64, 235–246
41. Saha, S., Saint, S., and Christakis, D. A. (2003) Impact factor: a valid measure of journal quality? *J. Med. Libr. Assoc.* 91, 42–46

Productividad y visibilidad de los neurocientíficos cubanos: estudio bibliométrico del período 2001-2005

A.J. Dorta-Contreras^a, R. Arencibia-Jorge^b, Y. Martí-Lahera^c, J.A. Araujo-Ruiz^b

PRODUCTIVIDAD Y VISIBILIDAD DE LOS NEUROCIENTÍFICOS CUBANOS:
ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO DEL PERÍODO 2001-2005

Resumen. Introducción. Las neurociencias ocupan un lugar importante dentro del desarrollo científico en países de Iberoamérica, y en Cuba particularmente. El objetivo del presente trabajo es analizar la productividad y la visibilidad de los neurocientíficos cubanos en el período 2001-2005, y la validez del índice Hirsch (índice H) como herramienta evaluativa. Materiales y métodos. Se utilizaron como fuentes las bases de datos Web of Science y Scopus. Se identificaron los 24 neurocientíficos cubanos en el Web of Science, y posteriormente se recuperó la producción científica de éstos en Scopus. Para cada autor, en cada base de datos, se calcularon los siguientes indicadores: número total de artículos publicados, número total de artículos citados, proporción de artículos citados, número total de citas recibidas, promedio de citas recibidas por artículo e índice H. Resultados. Se observaron algunas variaciones en los indicadores calculados en Scopus con respecto al Web of Science. La mayor cobertura de publicaciones en esta base de datos influyó en el aumento de la productividad de los científicos, así como en el aumento de los valores del índice H. Conclusiones. Se considera la posible incorporación de los análisis de citas, así como de los indicadores derivados de éstos, a los procesos de evaluación y análisis de la actividad científica para valorar los avances en el campo de las neurociencias. [REV NEUROL 2008; 47: 355-60]

Palabras clave. Cuba. Impacto. Indicadores bibliométricos. Neurociencias. Productividad científica.

INTRODUCCIÓN

Las neurociencias ocupan un lugar importante dentro del desarrollo científico en Iberoamérica. A través de *Revista de Neurología* se ha podido constatar este desarrollo a partir de un grupo de artículos aparecido en sus páginas en los últimos años [1-5].

En el marco del desarrollo científico cubano, los especialistas dedicados al área de las neurociencias han alcanzado notables resultados, en especial durante los últimos 20 años. Existen varias entidades de ciencia e innovación tecnológica que abordan de forma altamente especializada aspectos relativos al funcionamiento del cerebro y las enfermedades que lo afectan, y ofrecen productos y servicios de alto valor agregado.

Además, existen otros centros y hospitales del país que tributan investigaciones, tanto al Programa Nacional de Neurociencias, como a programas ramales financiados por el Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba referidos a enfermedades transmisibles y no transmisibles, donde participa un grupo numeroso de profesionales e investigadores especializados en este campo temático.

Según el *SCImago Journal & Country Rank* (<http://www.scimagojr.com>), portal de indicadores cuantitativos desarrollado por especialistas del grupo de investigación SCImago de España, y que utiliza Scopus como fuente de datos, Cuba es el sexto país latinoamericano con mayor producción científica en el área de las neurociencias, detrás de Brasil, México, Argentina,

Chile y Venezuela; y el cuarto en el campo de la neurología clínica, detrás de Brasil, Argentina y México. Esta posición de vanguardia está justificada por la importancia que en el Sistema Nacional de Salud tienen las investigaciones relacionadas con el cerebro, muy en particular las relacionadas con el diagnóstico precoz y la prevención de las enfermedades neurodegenerativas.

Estudios preliminares realizados por los autores del presente trabajo revelan que una proporción ascendente al 59,6% del total de artículos publicados en 2006 por autores cubanos sobre temáticas biomédicas, y recogidos en el Web of Science (WoS), proceden del área de las neurociencias y la neurología clínica. Por esta razón, se puede considerar que estas áreas del conocimiento se encuentran entre las que mayores aportes brindan a la producción científica nacional en la llamada 'corriente principal' de la ciencia.

Sin embargo, no existen estudios que aborden específicamente la visibilidad de las neurociencias en Cuba utilizando indicadores basados en análisis de citas. El único trabajo que describe la utilización de este tipo de indicadores para la evaluación de las instituciones cubanas dedicadas al estudio del cerebro humano lo realizaron Arencibia-Jorge y Rousseau, con el objetivo de identificar las instituciones líderes en la materia [6]. En él, se introducen específicamente recientes variaciones realizadas al cálculo del índice Hirsch (índice H).

Identificar la productividad científica y la visibilidad de autores cubanos en las principales bases de datos internacionales ha constituido una de las principales líneas de trabajo de la Red de Estudios Cuantitativos sobre la Educación Superior (REDEC), proyecto del Ministerio de Educación Superior de Cuba, el cual ha analizado de forma sistemática no sólo la producción científica de entidades universitarias, sino también múltiples temáticas relacionadas con las ciencias de la salud [7]. Las bases de datos más utilizadas en estos estudios son el WoS y Scopus, que constituyen los dos más importantes índices de citas de revistas científicas y académicas a nivel internacional [8-11].

El presente trabajo del proyecto REDEC pretende, en primer lugar, ilustrar el comportamiento de los profesionales cuba-

Aceptado tras revisión externa: 22.08.08.

^aLaboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo (LABCEL). Facultad de Ciencias Médicas Dr. Miguel Enríquez. ^bRed de Estudios Cuantitativos para la Educación Superior. Centro Nacional de Investigaciones Científicas. ^cFacultad de Comunicación. Departamento de Biotecnología y Ciencia de la Información. Universidad de La Habana. Ciudad de La Habana, Cuba.

Correspondencia: Dr. Alberto Juan Dorta-Contreras. Laboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo (LABCEL). Facultad de Ciencias Médicas Dr. Miguel Enríquez. Apartado 10049. CP 11000. Ciudad de La Habana, Cuba. E-mail: adorta@infomed.sld.cu

© 2008, REVISTA DE NEUROLOGÍA

nos dedicados al estudio de las neurociencias, a partir de la identificación de los 24 neurocientíficos más productivos en revistas indizadas en el WoS durante el período 2001-2005; y, en segundo lugar, evaluar su productividad en Scopus, así como su visibilidad durante el mismo período, teniendo en cuenta las citas que reciben sus trabajos por parte de la comunidad internacional como herramienta para la evaluación de su productividad y eficiencia científicas, y utilizando nuevamente el índice H para el estudio de este campo del conocimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se utilizaron como fuentes de información las dos bases de datos especializadas en ciencia y tecnología de mayor relevancia para la comunidad internacional de académicos e investigadores: el WoS y Scopus [11].

El WoS (<http://scientific.thomsonreuters.com/products/wos/>) es un servicio que brinda Thomson Scientific, y que permite acceder a los registros de las bases de datos *Science Citation Index*, *Social Science Citation Index* y *Arts & Humanities Citation Index*, que comprenden más de 8.000 títulos de publicaciones seriadas. Scopus (<http://www.scopus.com/>), por su parte, es una alternativa europea al WoS desarrollada por el consorcio editorial Elsevier B.V., que brinda acceso a un volumen de revistas dos veces mayor que el compilado en el WoS, con marcada orientación biomédica, a pesar de poseer una cobertura temática muy completa.

La principal característica de estas dos bases de datos, y la que las convierte en herramientas imprescindibles para un análisis profundo de cualquier disciplina científica, es la posibilidad que ofrecen ambas de procesar las referencias bibliográficas de los artículos y cuantificar las citas recibidas por cada uno de ellos, lo cual permite la construcción de indicadores cualitativos para evaluar la actividad científica de una revista, el rendimiento científico de una institución o la visibilidad internacional de un autor determinado [11-15].

En el presente trabajo se realizó una búsqueda caracterizada por la identificación de la palabra 'Cuba' en el campo *Author Address* de la base de datos WoS, y se limitaron los resultados a los campos temáticos *Clinical Neurology*, *Neuroimaging*, *Neurosciences*, *Psychiatry and Psychology*, y al período comprendido entre los años 2001 y 2005. A partir de los artículos recuperados, se identificaron los 24 autores más productivos.

Una vez obtenidos los nombres de los 24 autores, se localizaron los mismos en Scopus, y se recuperaron todos sus artículos. Los registros de cada autor fueron importados hacia una base de datos creada con un programa gestor de referencias bibliográficas. El programa usado fue el EndNote, versión 10.0, en el que se eliminaron los duplicados y se normalizaron los campos principales que se utilizaron en el estudio.

Para cada autor, se calcularon los siguientes indicadores:

- Número total de artículos publicados (A).
- Número total de artículos citados (AC).
- Proporción de artículos citados (% AC).
- Número total de citas recibidas (C).
- Promedio de citas recibidas por artículo (CxA).
- Índice Hirsch (iH).

Tabla I. Neurocientíficos cubanos más productivos en el Web of Science 2001-2005.

	Sexo	Institución	A	C	C x A	% AC	iH
Valdés-Sosa, Pedro Antonio	M	CNC	22	221	10,05	77,3	7
Vega-Basulto, Sergio Diego	M	H. M. Ascunce	20	16	0,8	70	1
Bergado-Rosado, Jorge A.	M	CIREN	17	133	7,82	76,5	6
López-Flores, Gerardo	M	CIREN	16	92	5,75	50	3
Álvarez-González, Lázaro	M	CIREN	15	94	6,27	60	3
Dorta-Contreras, Alberto Juan	M	LABCEL	15	27	1,8	80	3
Gómez-Fernández, Lázaro	M	CIREN	15	11	0,73	40	2
Pavón-Fuentes, Nancy	F	CIREN	14	91	6,5	57,1	3
Almaguer-Melian, William	M	CIREN	14	57	4,07	71,4	5
Galán-García, Lidice	F	CNC	14	51	3,64	85,7	4
Fernández-Concepción, Otman	M	INN	14	14	1	50	2
Macías-González, Raúl J.	M	CIREN	13	93	7,15	61,5	3
Velázquez-Pérez, Luis	M	CIRAH	13	27	2,08	53,8	4
Serrano-Sánchez, Teresa	F	CIREN	13	11	0,85	38,5	2
Díaz-Comas, Lourdes	F	CNC	12	28	2,33	66,7	3
Aubert-Vázquez, Eduardo	M	CNC	11	147	13,36	81,8	5
Bosch-Bayard, Jorge	M	CNC	11	129	11,73	81,8	4
Lorigados-Pedre, Lourdes C.	F	CIREN	11	20	1,82	72,7	2
Álvarez-González, Miguel Ángel	M	INN	11	14	1,27	63,6	2
Maragoto-Rizo, Carlos	M	CIREN	10	88	8,8	40	3
Santos-Falcón, Nieves	F	CIRAH	10	26	2,6	60	4
Fernández-Melo, Ramsés	M	CIREN	10	12	1,2	60	1
Calzada-Sierra, Danny Jesús	M	CIREN	10	11	1,1	60	2
Mosquera-Betancourt, Gretel	F	H. M. Ascunce	10	10	1	80	1

% AC: proporción de artículos citados; A: número total de artículos publicados; C: número total de citas recibidas; C x A: promedio de citas recibidas por artículo; CIRAH: Centro de Investigaciones y Restauración de las Ataxias Hereditarias; CIREN: Centro Internacional de Restauración Neurológica; CNC: Centro de Neurociencias de Cuba; H. M. Ascunce: Hospital Provincial Manuel Ascunce Doménech; iH: Índice Hirsch; INN: Instituto de Neurología y Neurocirugía; LABCEL: Laboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo.

Además, se utilizó el paquete estadístico para investigaciones biomédicas MedCalc, versión 6.0, para el cálculo y análisis de la correlación existente entre los diferentes indicadores.

RESULTADOS

La estrategia de búsqueda utilizada, al igual que en el estudio previo de Arencibia-Jorge y Rousseau [6], permitió la recuperación durante el período evaluado de un total de 424 registros en el WoS. Después de un proceso de normalización, se eliminaron los registros pertenecientes a las instituciones hospitalarias pertenecientes a la Base Naval de los Estados Unidos en la Bahía de Guantánamo, así como algunos con errores geográficos en el campo *Author Address*. Finalmente, la cifra quedó constituida por un total de 408 artículos, en los cuales se identificó un total de 24 autores con 10 o más artículos (Tabla I).

La determinación de la productividad y la visibilidad de estos 24 neurocientíficos más productivos en Scopus (Tabla II) permitió observar algunas variaciones debido a la mayor cobertura de publicaciones de esta base de

Tabla II. Comportamiento en Scopus de los neurocientíficos cubanos más productivos en el Web of Science 2001-2005.

	Sexo	Institución	A	C	C x A	% AC	iH
Bergado-Rosado, Jorge A.	M	CIREN	32	137	4,28	50	10
Valdés-Sosa, Pedro Antonio	M	CNC	29	438	15,10	68,96	11
Galán-García, Lidice	F	CNC	28	306	10,92	89,28	10
Gómez-Fernández, Lázaro	M	CIREN	27	43	1,59	59,25	3
Vega-Basulto, Sergio Diego	M	H. M. Ascunce	25	25	1	48	2
Aubert-Vázquez, Eduardo	M	CNC	23	183	7,95	73,91	9
Dorta-Contreras, Alberto Juan	M	LABCEL	19	101	5,31	52,63	6
Fernández-Concepción, Otman	M	INN	18	41	2,27	59,25	3
Almaguer-Mellán, William	M	CIREN	16	87	5,43	75	7
Calzada-Sierra, Danny Jesús	M	CIREN	16	28	1,75	50	4
López-Flores, Gerardo	M	CIREN	16	20	1,25	50	2
Velázquez-Pérez, Luis	M	CIRAH	12	25	2,08	91,66	4
Serrano-Sánchez, Teresa	F	CIREN	12	20	1,66	50	3
Bosch-Bayard, Jorge	M	CNC	11	164	14,9	81,81	5
Maclás-González, Raúl J.	M	CIREN	11	81	7,36	72,27	2
Díaz-Comas, Lourdes	F	CNC	11	58	5,27	10	7
Pavón-Fuentes, Nancy	F	CIREN	11	21	1,9	54,54	2
Álvarez-González, Lázaro	M	CIREN	11	15	1,36	90,9	2
Maragoto-Rizo, Carlos	M	CIREN	11	11	1	27,27	1
Lorigados-Pedre, Lourdes C.	F	CIREN	10	79	7,9	10	5
Álvarez-González, Miguel Ángel	M	INN	10	22	2,2	90	3
Santos-Falcón, Nieves	F	CIRAH	10	15	1,5	80	2
Fernández-Melo, Ramsés	M	CIREN	10	13	1,3	40	2
Mosquera-Betancourt, Gretel	F	H. M. Ascunce	10	11	1,1	70	2

% AC: proporción de artículos citados; A: número total de artículos publicados; C: número total de citas recibidas; C x A: promedio de citas recibidas por artículo; CIRAH: Centro de Investigaciones y Restauración de las Ataxias Hereditarias; CIREN: Centro Internacional de Restauración Neurológica; CNC: Centro de Neurociencias de Cuba; H. M. Ascunce: Hospital Provincial Manuel Ascunce Doménech; iH: Índice Hirsch; INN: Instituto de Neurología y Neurocirugía; LABCEL: Laboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo.

datos (Tabla III). Estas variaciones en el comportamiento del total de artículos (δ -A), el promedio de citas por artículo (δ -C x A) y el índice H (δ -iH), al comparar la productividad y la visibilidad en Scopus con respecto al WoS, permitieron valorar las características y potencialidades de ambas bases de datos, así como de los indicadores basados en análisis de citas, para la evaluación de la actividad científica de los neurocientíficos cubanos.

Con ayuda del paquete estadístico para investigaciones biomédicas MedCalc, versión 6.0, se realizó el cálculo del test de Kolgomorov-Smirnov para las variables estudiadas, y todas tuvieron una distribución normal. De esta forma, se establecieron correlaciones entre las variables observadas en ambas bases de datos (Tabla IV).

En ese sentido, se observaron correlaciones significativas cuando se comparó el índice H con el total de citas recibidas ($r = 0,7812$), el total de citas recibidas con el número de artículos citados ($r = 0,6868$), y el total de citas recibidas con el total de artículos ($r = 0,6278$).

Las correlaciones observadas también se consideraron significativas al compararse las variaciones del índice H y el total de artículos, así como

las variaciones del índice H y el promedio de citas por artículo, lo que fue corroborado al estimar la regresión en los correspondientes diagramas de dispersión, que pusieron de manifiesto una débil relación positiva (Figs. 1 y 2).

Finalmente, se puso de manifiesto una correlación significativa entre el índice H calculado para los 24 neurocientíficos cubanos más productivos en el WoS y Scopus ($r = 0,7528$; $n = 24$; $p < 0,001$; IC 95% = 0,5019-0,8869); por tanto, existe una relación directamente proporcional, y en la distribución de autores estudiados, cuando uno aumenta, el otro también lo hace. Sin embargo, al aplicar un test de series apareadas para comparar ambos valores para un mismo autor, se observaron diferencias significativas ($t = -3,082$; $df = 23$; $p = 0,0053$; IC 95% = -2,2284 a -0,8869).

DISCUSIÓN

El 50% de los 24 neurocientíficos más productivos procede del Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN). El resto procede de otras instituciones, como el Centro de Neurociencias de Cuba (CNC), el Instituto de Neurología y Neurocirugía, el Laboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo, el Centro de Investigaciones y Restauración de las Ataxias Hereditarias (CIRAH), de la provincia de Holguín, y el Hospital Provincial Manuel Ascunce Doménech, de Camagüey.

Los 24 autores fueron ordenados de acuerdo con el número de trabajos publicados en revistas indizadas por el WoS. Los indicadores basados en las citas recibidas por los trabajos muestran un mayor impacto de los trabajos realizados por el CNC, el CIREN y el CIRAH. El CNC, durante muchos años perteneciente al Centro Nacional de Investigaciones Científicas, es una institución líder en el campo de las neuroimágenes, con notables resultados internacionales que permiten considerarlo como una de las más importantes instituciones del mundo en la temática. El CIREN, por su parte, es una prestigiosa institución hospitalaria que, a su vez, desarrolla una intensa labor investigadora en técnicas de restauración neurológica y neurocirugía, e incluso ha logrado alcanzar notables resultados en la evaluación clínica y experimental del trasplante de células de la médula ósea en enfermedades neurológicas. El caso del CIRAH, considerada una institución única de su tipo en el país y en el mundo, resulta significativo, por cuanto la ataxia hereditaria es una enfermedad con una alta incidencia en la provincia de Holguín, y la creación del centro ha tenido como objetivo principal tanto el desarrollo de programas destinados a la rehabilitación fisicomotora, psicológica y del lenguaje en los pacientes afectados, como a la investigación científica del más alto nivel sobre la enfermedad.

En cuanto a la variable 'género', el 29,2% de los neurocientíficos más productivos durante el período corresponde al sexo

femenino, lo que contrasta significativamente con los informaciones estadísticas nacionales. En Cuba, el 66,1% de los profesionales y técnicos de nivel medio son mujeres. Medio millón de mujeres cubanas se desempeña en actividades de muy alta calificación, aspecto que ha permitido considerar a este pequeño archipiélago del Caribe como un caso de ejemplo de feminización de la fuerza técnica y profesional [16]. En las ciencias de la salud, existen incluso notificaciones de especialidades donde la producción científica es predominante en el sexo femenino [9]. El bajo porcentaje observado permite deducir que las neurociencias podrían ser un caso de disciplina masculinizada. Sin embargo, para establecer conclusiones definitivas es necesario el análisis de un variado conjunto de factores y una muestra mucho mayor de autores.

Se pudieron observar algunas diferencias en los resultados encontrados en la base de datos Scopus con relación al WoS. A diferencia del WoS, que sólo registra entre sus publicaciones fuente una revista cubana, Scopus recoge 19 revistas cubanas, y tiene entre sus aspiraciones la inclusión de todas las revistas que registra SciELO, una base de datos latinoamericana donde las revistas médicas cubanas tienen muy buena representación. Esto reafirma las consideraciones de algunos informes internacionales acerca de las potencialidades de Scopus como futura herramienta de análisis y evaluación de la actividad científica, principalmente a partir de la aparición del portal *SCImago Journal & Country Rank*, el cual utiliza los datos de Scopus para ofrecer un producto que emula con dos de los principales productos de Thomson Scientific: el *Journal Citation Report* y el *Essential Science Indicators* [11].

No obstante, las variaciones existentes en el comportamiento de la productividad y el impacto de los neurocientíficos cubanos, al analizar ambas bases de datos, constituyen aspectos sumamente interesantes. De los 24 autores, un total de 11 (45,8%) mostró una variación positiva al comparar la productividad en Scopus con respecto a la que tuvo en el WoS. Esta mayor productividad se materializó en una variación igualmente positiva en el índice H, aspecto lógico si se tiene en cuenta que el índice H no decrece cuando aumenta la producción científica. El promedio de citas por artículo sí mostró variaciones negativas, por cuanto la suma de artículos poco citados o sin citas inevitablemente afecta al indicador. Sin embargo, hay un autor que, a pesar de tener un artículo más en Scopus, evidencia un decrecimiento notable en el promedio de citas por artículo, y su índice H también merma. Este decrecimiento puede deberse tanto a retrasos en el procesamiento de las citaciones (teniendo en cuenta que hubo autores que no mostraron variación en el total de artículos y decreció el índice H), como a la dificultad de recuperar artículos a causa de la falta de uniformidad en la entrada de los nombres a la base de datos, o la presencia de nombres que resultan muy difíciles de asignar a un investigador por su gran frecuencia de aparición, aspectos ampliamente debatidos por la literatura especializada en estudios bibliométricos [17].

Otro tema de importancia capital durante el presente trabajo fue la determinación de la efectividad de la investigación, teniendo en cuenta tanto la productividad como la visibilidad de

Tabla III. Variaciones en el comportamiento del total de artículos (δ -A), el promedio de citas por artículo (δ -C \times A) y el índice H (δ -IH), al comparar la productividad y la visibilidad en Scopus con respecto al Web of Science.

	Sexo	Institución	δ -A	δ -C \times A	δ -IH
Bergado-Rosado, Jorge A.	M	CIREN	+15	-3,54	+4
Galán-García, Lidice	F	CNC	+14	+7,28	+6
Gómez-Fernández, Lázaro	M	CIREN	+12	+0,86	+1
Aubert-Vázquez, Eduardo	M	CNC	+12	-5,41	+4
Valdés-Sosa, Pedro Antonio	M	CNC	+7	+5,05	+4
Calzada-Sierra, Danny Jesús	M	CIREN	+6	+0,65	+2
Vega-Basulto, Sergio Diego	M	H. M. Ascunce	+5	+0,1	+1
Dorta-Contreras, Alberto Juan	M	LABCEL	+4	+3,51	+3
Fernández-Concepción, Otman	M	INN	+4	+1,27	+1
Almaguer-Mellán, William	M	CIREN	+2	+1,36	+2
Maragoto-Rizo, Carlos	M	CIREN	+1	-7,8	-2
Bosch-Bayard, Jorge	M	CNC	0	+3,17	+1
Fernández-Melo, Ramsés	M	CIREN	0	+0,1	+1
Mosquera-Betancourt, Gretel	F	H. M. Ascunce	0	+0,1	+1
Santos-Falcón, Nieves	F	CIRAH	0	-1,1	-2
López-Flores, Gerardo	M	CIREN	0	-4,5	-1
Lorigados-Pedré, Lourdes C.	F	CIREN	-1	+6,8	+3
Díaz-Comas, Lourdes	F	CNC	-1	+2,94	+4
Álvarez-González, Miguel Ángel	M	INN	-1	+0,93	+1
Serrano-Sánchez, Teresa	F	CIREN	-1	+0,81	+1
Velázquez-Pérez, Luis	M	CIRAH	-1	0	0
Macías-González, Raúl J.	M	CIREN	-2	+0,16	-1
Pavón-Fuentes, Nancy	F	CIREN	-3	-4,6	-1
Álvarez-González, Lázaro	M	CIREN	-4	-4,91	-1

CIRAH: Centro de Investigaciones y Restauración de las Ataxias Hereditarias; CIREN: Centro Internacional de Restauración Neurológica; CNC: Centro de Neurociencias de Cuba; H. M. Ascunce: Hospital Provincial Manuel Ascunce Doménech; INN: Instituto de Neurología y Neurocirugía; LABCEL: Laboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo.

la actividad científica llevada a cabo durante el período evaluado por los 24 neurocientíficos más relevantes. En este punto, entra a desempeñar un importante papel el índice H, un indicador que ha generado numerosas investigaciones a partir de su introducción en 2005 [18-25].

Partiendo de la valoración de la cita como moneda de pago, es decir, como retribución a una investigación que definitivamente resultó imprescindible para el alcance de un determinado objetivo en otra investigación [7], un artículo es más valioso para la comunidad científica en tanto mayor sea su impacto, o sea, mientras mayor cantidad de veces sea citado por otros artículos, lo cual puede llegar a determinar el prestigio del autor del trabajo sobre dicha comunidad [7]. De hecho, a partir de estas citaciones se ha logrado pronosticar incluso los premios Nobel en las áreas pertenecientes a las llamadas 'ciencias duras' [25].

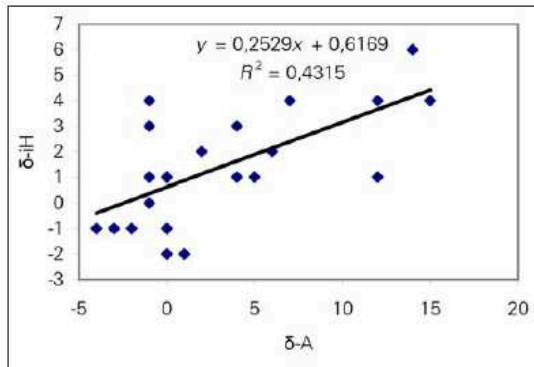


Figura 1. Regresión en la variación del total de artículos recuperados y la variación del índice H al comparar las bases de datos Web of Science y Scopus.

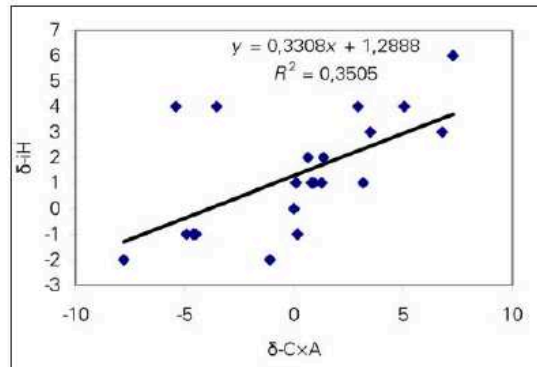


Figura 2. Regresión en la variación del promedio de citas por artículo y la variación del índice H al comparar las bases de datos Web of Science y Scopus.

Tabla IV. Correlación entre las variables estudiadas.

	Coefficiente de correlación (r)	Tamaño (n)	p	IC 95%
C frente a IH (según Scopus)	0,7812	24	< 0,0001	0,5516-0,9007
C frente a % AC (según Scopus)	0,6868	24	0,0002	0,392-0,8537
C frente a A (según Scopus)	0,6278	24	0,001	0,3006-0,8228
delta-A frente a delta-IH	0,6569	24	0,0005	0,3449-0,8382
delta-C x A frente a delta-IH	0,592	24	0,0023	0,2478-0,8035

% AC: proporción de artículos citados; delta-A: variaciones en el comportamiento del total de artículos; delta-C x A: variaciones en el promedio de citas por artículo; delta-IH: variaciones en el índice H; A: número total de artículos publicados; C: número total de citas recibidas; IC 95%: intervalo de confianza al 95%; IH: índice Hirsch.

Sin embargo, cuando se trata de evaluar el desempeño de un investigador a lo largo de su vida académica, o en un determinado período, es imprescindible tener en cuenta no sólo el impacto de uno o varios de los artículos que ha publicado, sino también el volumen de su producción científica, lo cual denota el esfuerzo que ha realizado a lo largo de su carrera para contribuir al desarrollo de su especialidad.

Ese principio es el que sustenta al índice H, cuya definición lleva implícito el reconocimiento de un grupo de artículos (conocido como el 'núcleo H': H artículos que han recibido como mínimo H citas) que determinan la efectividad de ese investigador, y que será mayor cuanto mayor sea la cantidad de artículos que formen parte de él [19]. De esta forma, el orden de los autores más eficientes se transforma en el orden de los autores que mayor productividad y visibilidad han alcanzado de manera integral. Un autor muy productivo, pero con pocas citas recibidas, no es efectivo desde el punto de vista de Hirsch, así como tampoco lo será aquél que sólo produzca un artículo muy citado.

En el presente estudio, los 24 investigadores más productivos en el WoS tuvieron una producción anual de dos o más artículos al año como mínimo también en Scopus. Según Hirsch, el hecho de poseer un índice H igual al número de años evaluado constituye la norma para un buen desempeño. Este parámetro lo cumplen un total de cuatro autores (16,7% del total) cuando se analiza el WoS. Cuando se analiza Scopus, el parámetro lo alcanza un total de nueve autores (37,5%), lo cual muestra una imagen mucho más positiva.

Este núcleo de autores representa la actividad de investigación de instituciones prestigiosas a nivel internacional en las temáticas asociadas a las neuroimágenes, las técnicas de restauración neurológica y neurocirugía, la evaluación clínica y experimental de trasplantes de médula ósea en enfermedades neurológicas, y la rehabilitación fisicomotora, psicológica y del lenguaje en los pacientes afectados por ataxia hereditaria.

Analizar la productividad y la visibilidad de los neurocientíficos cubanos es una tarea compleja, tanto como lo es el entorno nacional e internacional en el que se desarrolla su actividad investigadora. No obstante, se está en presencia de un campo con una alta actividad citacional y amplios niveles de colaboración y multidisciplinariedad, y el hecho de que en sólo cinco años varios autores cubanos posean un índice H que duplica el marco temporal analizado puede constituir un aspecto muy importante para valorar los avances que han tenido las neurociencias y los neurocientíficos cubanos en el contexto mundial.

El presente trabajo ha pretendido valorar la posible incorporación de los análisis de citas, así como de los indicadores derivados de éstos, a los también complejos, pero necesarios, procesos de evaluación y análisis de la actividad científica en este campo. Los resultados expuestos confirman la necesidad de investigaciones que profundicen aún más en las características de Scopus como herramienta de análisis de citas, con vistas a su posible validación como alternativa al WoS en evaluaciones científicas y académicas [11].

BIBLIOGRAFÍA

- González-Alcaide G, Alonso-Arroyo A, González de Dios J, Sempere AP, Valderrama-Zurián JC, Aleixandre-Benavent R. Redes de coautoría y colaboración institucional en *Revista de Neurología*. *Rev Neurol* 2008; 46: 642-51.
- González de Dios J, Sempere AP, Aleixandre-Benavent R. Las publicaciones biomédicas en España a debate (I): estado de las revistas neurológicas. *Rev Neurol* 2007; 44: 32-42.
- Dorta-Contreras AJ. Visibilidad de las neurociencias latinoamericanas. *Rev Neurol* 2007; 44: 576.
- González de Dios J, Sempere AP, Aleixandre-Benavent R. Las publicaciones biomédicas en España a debate (II): las 'revoluciones' pendientes y su aplicación a las revistas neurológicas. *Rev Neurol* 2007; 44: 101-12.
- Aleixandre-Benavent R, Alonso-Arroyo A, González-Alcaide G, González de Dios J, Sempere AP, Valderrama-Zurián JC. Análisis de género de los artículos publicados en *Revista de Neurología* durante el quinquenio 2002-2006. *Rev Neurol* 2007; 45: 137-43.
- Arencibia-Jorge R, Rousseau R. Influence of individual researchers' visibility on institutional impact: an example of Prathap's approach to successive h-indices. *Scientometrics* 2008 [in press].
- Arencibia-Jorge R, Moya-Anegón F. Visibilidad internacional de la educación superior cubana en el período 2004/06: análisis relacional de indicadores de producción, impacto y colaboración científica en revistas de corriente principal. URL: <http://revistas.mes.edu.cu/elibros/000/9789591606563.pdf>. [12.06.2008].
- Araujo-Ruiz JA, Van Hooydonk G, Torricella-Morales RG, Arcencibia-Jorge R. Cuban scientific articles in ISI citation indexes and CubaCien-cias databases (1988-2003). *Scientometrics* 2005; 65: 161-71.
- Vega-Almeida RL, Del Risco-Nolla L, Arcencibia-Jorge R. Mujer y desarrollo en ciencias de la salud: un estudio cuantitativo del Reporte Técnico de Vigilancia desde la perspectiva de género. URL: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol116_1_07/aci06707.htm. [13.01.2008].
- Arencibia-Jorge R, Barrios-Almaguer I, Fernández-Hernández S, Carvajal-Espino R. Applying successive H indices in the institutional evaluation: a case study. *J Am Soc Inf Sci Tech* 2008; 59: 155-7.
- Falagas M, Kouranos V, Arcencibia-Jorge R, Karageorgopoulos D. Comparison of SCImago Journal Rank indicator with journal impact factor. *FASEB J* 2008; 22: 2626-8.
- Jasco P. ISI Web of Science, Scopus, and SPORTDiscus. Online 2004; 28: 51-4.
- Libmann F. Web of Science, Scopus, and classical online: philosophies of searching. Online 2007; 31: 31-6.
- Burnham JF. Scopus database: a review. URL: <http://www.bio-diglib.com/content/3/1/1>. [27.04.2008].
- Roth D. The emergence of competitors to the Science Citation Index and the Web of Science. *Curr Sci* 2005; 89: 1531-6.
- Oficina Nacional de Estadísticas. Perfil estadístico de la mujer cubana en el umbral del siglo XXI. La Habana: ONE; 2004.
- Delgado López-Cózar E. Incidencia de la normalización de las revistas científicas en la transferencia y evaluación de la información científica. *Rev Neurol* 1997; 25: 1942-6.
- Imperial J, Rodríguez-Navarro A. Usefulness of Hirsch's h-index to evaluate scientific research in Spain. *Scientometrics* 2007; 71: 271-82.
- Hirsch JE. An index to quantify an individual's scientific output. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2005; 102: 16569-72.
- Egghe L. An improvement of the H-index: the G-index. *ISSI Newsletter* 2006; 2: 8-9.
- Rousseau R. New developments related to the Hirsch index. *Science Focus* 2006; 1: 23-5.
- Schubert A. Successive h-indices. *Scientometrics* 2007; 70: 201-5.
- Jin BH. H-index: an evaluation indicator proposed by scientist. *Science Focus* 2006; 1: 8-9.
- Raan AFJ. Comparison of the Hirsch-index with standard bibliometric indicators and with peer judgement for 147 chemistry research groups. *Scientometrics* 2006; 67: 491-502.
- Dorta-Contreras AJ. Algunos elementos cuantitativos de los premios Nobel de medicina y fisiología de 2005 y 2006. URL: <http://www.revistahm.sld.cu/numeros/2007/n19/art/algunoselementoscienmetricospmovel.php>. [19.04.2008].

PRODUCTIVITY AND VISIBILITY OF CUBAN NEUROSCIENTISTS:
BIBLIOMETRIC STUDY OF THE PERIOD 2001-2005

Summary. Introduction. *Neurosciences have an important place inside the scientific development of Ibero American countries, and particularly in Cuba. The objective of the current work is to analyze the productivity and visibility of Cuban neuroscientists in the period 2001-2005, and the value of H index as evaluation tool. Materials and methods. Web of Science and Scopus were the databases used as information sources. The 24 Cuban neuroscientists in Web of Science were identified, and their scientific production in Scopus was retrieved. For each author, in each database, the following indicators were calculated: total number of published authors, total number of cited articles, proportion of cited articles, total number of citations received, average of citations received by article, and H index. Results. Some variations in the calculated indicators were observed in Scopus with respect to Web of Science. The wide coverage of this database exerted influence on the increment of scientist's productivity, as well as on the increment of H index values. Conclusions. The possible incorporation of citation analysis, as well as other indicators derived, in the processes of evaluation and analysis of the scientific activity was considered, in order to evaluate the advances in the Neurosciences field. [REV NEUROL 2008; 47: 355-60]*

Key words. *Bibliometric indicators. Cuba. Impact. Neurosciences. Scientific productivity.*

A2.4. Derivados del Índice H (enfoque según Prathap)

Jointly published by Akadémiai Kiadó, Budapest
and Springer, Dordrecht

Scientometrics, Vol. 79, No. 3 (2009) 507–516
DOI: 10.1007/s11192-007-2025-0

Influence of individual researchers' visibility on institutional impact: an example of Prathap's approach to successive h-indices

RICARDO ARENCIBIA-JORGE^a RONALD ROUSSEAU^{b,c}

^a Network of Scientometric Studies for Higher Education, National Scientific Research Center,
Avenida 25 y Calle 158, Cubanacán, Playa, PO Box 6414, Havana City, Cuba

^b KHBO (Association K.U.Leuven), Industrial Sciences and Technology, Zeedijk 101, B-8400 Oostende,
Belgium

^c K.U.Leuven, Steunpunt O&O Indicatoren, Dekenstraat 2, B-3000, Belgium

This study applies Prathap's approach to successive *h*-indices in order to measure the influence of researcher staff on institutional impact. The twelve most productive Cuban institutions related to the study of the human brain are studied. The Hirsch index was used to measure the impact of the institutional scientific output, using the *g*-index and *R*-index as complementary indicators. Prathap's approach to successive *h*-indices, based on the *author–institution* hierarchy, is used to determine the institutional impact through the performance of the researcher staff. The combination of different Hirsch-type indices for institutional evaluation is illustrated.

Introduction

During the latest two years, the Hirsch index (*h*-index) has been one of the most discussed topics related to the use of citation analysis for institutional evaluation [GLÄNZEL, 2006; HIRSCH, 2005; JIN, 2006]. The combination of productivity and impact is a major characteristic of the *h*-index, offering the possibility of measuring the lifetime achievement of researchers and scholars, based on their scientific output.

Several authors have published different adaptations to the original proposal [EGGHE, 2006A; JIN & AL., 2007; KOSMULSKI, 2006] and applied it in different contexts, including ranking institutions. The possibility of using the *h*-index as a basis for a series of successive *h*-indices is one of these new developments, proposed simultaneously by András Schubert in Hungary, and Gangan Prathap in India [PRATHAP, 2006; SCHUBERT, 2007].

Schubert proposed a series of successive *h*-indices for the *journal–publishing group–country* hierarchy, where the *h*-index of the journals determines the *h*-index of each publishing group, and this in turn determines the *h*-index of each country. However, he first expressed the idea of using successive *h*-indices in the context of

Received December 10, 2007; Published online January 31, 2009

Address for correspondence:

RICARDO ARENCIBIA-JORGE

E-mail: ricardo.arencibia@cnic.edu.cu

0138–9130/US \$ 20.00

Copyright © 2009 Akadémiai Kiadó, Budapest

All rights reserved

evaluations on different aggregation levels, giving the *researcher-institution-country* hierarchy as an example [SCHUBERT, 2007].

Somewhat earlier, in a brief letter published in *Current Science*, PRATHAP [2006] proposed two levels for using the *h*-index in institutional evaluations, taking into account a first order *h*-index (h_1) and a second order *h*-index (h_2), where the institute's first order *h*-index is equal to h_1 if the institution (this is the group of all its researchers) has published h_1 papers, each of which has at least h_1 citations; and its second order *h*-index is h_2 if the institution has h_2 researchers, each having an individual *h*-index which is at least equal to h_2 [PRATHAP, 2006]. Note that the calculation of Prathap's h_2 is a special case of Schubert's idea of successive *h*-indices. His h_1 -index, however, is not. In order to explain this we make the steps in each scientist's approach clear.

Schubert's approach to successive *h*-indices starts with units (e.g. articles) which are subdivided in groups according to some principle (e.g. being published in the same journal, or being published by the same researcher). Citations are collected and a (standard) *h*-index is obtained for each group (e.g. for each journal or for each author). This is Schubert's first level *h*-index. Next the groups are subdivided according to another principle (e.g. journals are brought together in publisher groups; researchers are brought together per institute). The first level *h*-indices are ranked for each group leading to a second-level *h*-index (e.g. an *h*-index for journals or institutes). These second-level *h*-indices are again brought together according to some principle (e.g. publishers and institutions are brought together per country). Each member of a new group (here: a country) has a second-level *h*-index, and the classical *h*-index of these second-level *h*-indices yields the third-level *h*-index. In principle this can go on, leading to many more levels of successive *h*-indices. Note that only the first ranked list consists of citations, all other lists are lists of *h*-indices. This is the main characteristic of the idea of successive *h*-indices.

Prathap's approach is different. His h_1 is the standard *h*-index of all articles published by researchers of an institute. His h_2 is the second-level successive *h*-index, where first articles are grouped per researcher, leading to a standard *h*-index for each researcher. Then researchers are grouped per institute, leading to a second-level *h*-index, which is Prathap's h_2 . Prathap's main idea is to compare h_1 and h_2 , using them as complementary indices.

Schubert's proposal was tested recently by Arencibia and colleagues, who described the use of successive *h*-indices at the micro level, on a *research-department-institute* hierarchy, showing that the new indicator offered an integral vision of the institute and its staff [ARENCIBIA JORGE & AL., 2008]. A slight adaptation of Schubert's proposal, using rational *h*-indices, was used in a case study related to economics departments in Ireland [RUANE & TOL, 2008]. Prathap's h_1 and h_2 and Schubert's successive *h*-indices have been modelled by EGGHE [2007].

The current study follows Prathap's approach in order to measure the influence of the researcher's staff on the institutional impact of several Cuban research entities in the field of human brain research.

Methods

The first step of the study was to choose a scientific discipline, with the aim to identify the main actors of the research network. In this case, the Cuban scientific production on brain research published in mainstream journals was chosen. All Cuban papers – defined here as an article with at least one Cuban address – belonging to the five subject categories of the Web of Science (WoS) related to brain research were retrieved. These five topics are: Clinical Neurology, Neuroimaging, Neurosciences, Psychiatry, and Psychology. A total of five years were analyzed, from January 2001 to December 2005. All data fields were exported to an *ad hoc* database developed by the SITKIS program [SCHILDT & MATTSSON, 2006]. A careful process of normalization was carried out in order to identify the correct name of all the authors and institutions comprised in the study.

The second step was the selection of the most productive Cuban institutions on brain research, and the calculation of different indicators based on a citation analysis of papers published during the period by these institutions. For each entity the following indicators were calculated:

- Published articles during the period 2001–2005 (denoted as A) and its proportion (%) with respect to the total number of Cuban articles on brain research.
- Cited articles (at least once in the WoS) during the period 2001–2005 (denoted as CA) and its proportion (denoted as % CA) with respect to the total number of published articles.
- Total number of citations received (denoted as TC), and the average number of citations received by each article (denoted as $CxA = TC/A$).
- Average Garfield Impact Factor (denoted as AvIF) of journals in which the articles were published, using the IF of the year in which the article was published.
- Total number of citations received by the articles of one institute comprised in the Hirsch core (denoted as TC Hcore).
- Determination of *h*-indices [HIRSCH, 2005].
- Determination of *g*-indices [EGGHE, 2006B].
- Determination of *R*-indices [JIN & AL., 2007].

We further obtained the total number of occurrences and the total number of different authors involved in the scientific production of each institution, as well as the collaboration ratio (denoted as *C*-ratio and defined further on).

The third step was the h -index calculation for all the authors comprised in the study and from this the h_2 -index calculation for each of the most productive institutions, based on the *author-institution* hierarchy suggested by Prathap and Schubert [PRATHAP, 2006; SCHUBERT, 2007].

Finally, rankings are compared, and the usefulness of these different h -indices for institutional evaluation is discussed.

Using the Hirsch index to rank institutions

The Hirsch index takes into account the individual scientific output of scholars and researchers. However, the indicator can be applied to other aggregation levels. In this section, considering an institutional list of publications, ranked according to the number of citations received, the h -index of the institution is defined as the highest rank such that the first h publications received each at least h citations. All articles ranked between rank 1 and rank h form the Hirsch core. This step leads to Prathap's h_I for each institute involved in the study. Recall that h -indices for research groups have been discussed before [VAN RAAN, 2006; EGGHE & RAO, 2008].

In case of ties the g -index proposed by Egghe, and the R -index proposed by Jin and colleagues were used [EGGHE, 2006A; JIN & AL., 2007]. Both indicators take the amount of citations received by the most cited articles into account.

The g -index is defined as the highest rank such that the cumulative sum of the number of citations received is larger than or equal to the square of this rank [EGGHE, 2006A,B]. The R -index involves only articles included in the Hirsch core, and is defined as the square root of the sum of citations received by these articles [JIN & AL., 2007]. Jin and colleagues found a strong correlation between the g -index and the R -index, but they suggest the R -index in conjunction with the h -index for practical evaluation processes [JIN & AL., 2007]. In this study, ties are solved by the g -index, and in case ties still exist the R -index is used.

Twelve Cuban institutions related to brain research published more than ten articles during the period 2001–2005 (see Table 1). These institutions were ranked according to the h -index. We note that only three have an h -index higher than the number of years comprised in the study.

The Cuban Neurosciences Center (CNC) has ten articles with at least ten citations. These articles are, moreover, highly cited, an aspect clearly revealed by the g - and the R -index. The International Center of Neurological Restoration (CIREN) and the University of Havana (UH) have equal h -indices. The first one has better results according to the g - and R -index, but the second one performs better for the indices: proportion of cited articles, average number of citations by article, and average impact factor of journals in which the articles were published.

Table 1. Ranking of the most productive Cuban institutions on brain research according to the Hirsch index (h_1)

Institution	A	%	CA	% CA	TC	CxA	AvIF	TC Hcore	h -index	g -index	R -index
CNC	53	13.0	38	71.7	471	8.887	3.241	375	10	21	19.36
CIREN	106	26.0	45	42.5	264	2.491	1.5	185	7	14	13.60
UH	23	5.6	18	78.3	156	6.957	2.402	123	7	12	11.09
HCQ-HAM	22	5.4	9	40.9	38	1.727	1.526	29	4	5	5.39
CIRAH	12	2.9	7	58.3	27	2.250	1.818	23	4	5	4.80
ISCMH	28	6.9	15	53.6	37	1.321	1.258	13	3	4	3.61
HM-CJF	14	3.4	7	50.0	19	1.357	1.192	13	3	3	3.61
INNN	65	15.9	21	32.3	35	0.538	0.892	8	2	3	2.83
HCQ-AMC	14	3.4	7	50.0	14	1.000	0.300	5	2	2	2.24
HPH	12	2.9	1	8.3	4	0.333	2.404	4	1	2	2.00
HCQ-MAD	24	5.9	16	66.7	18	0.750	0.276	3	1	2	1.73
CIMEQ	14	3.4	6	42.9	7	0.500	0.282	2	1	1	1.41

A: Total number of articles; %: Percentage of the total of articles; CA: Total number of cited articles; % CA: Percentage of cited articles; TC: Total number of citations received; CxA: Average of citations by article; AvIF: Average impact factor of the journals in which the articles were published; TC Hcore: Total number of citations received by the Hirsch core.

Some of the ties for the h -index have also ties for the g -index rank. In these cases, the R -index was used to determine the rank. Only two institutions have the same value for the h - and the R -index: the Higher Institute of Medical Sciences from Havana (ISCMH), and the Military Hospital "Carlos J. Finlay" (HM-CJF). Both institutions have similar values for the average of citations by article and the average impact factor of journals used to publish the articles. However, the first institution is more productive and more cited than the second one, and this is reflected in the g -index. We confirm Jin's findings that the g -index and the R -index are highly correlated. In our case the Pearson correlation coefficient between these two indices is 0.998.

Applying successive h -indices in order to determine Prathap's h_2

Successive h -indices offer a different point of view. This approach takes the researcher as the unit for the determination of the institutional impact [ARENCIBIA-JORGE & AL., 2008]. For this reason, the h -index calculation for the researchers from each institution is a necessary first step.

We identified all authors of Cuban articles on brain research, and determined the h -index for each of them. Based on this set of authors, the h -index of the most productive institutions (h_2) was obtained.

A total of 888 authors were identified in the 408 Cuban articles on brain research, 694 (78.2%) of which were Cubans (defined here as scientists with a Cuban address, the large majority of which are actually Cubans), and 194 (21.8%) belonging to 123 institutions from 24 other countries.

A core of 217 authors (24.4%) published more than two articles. Taking into account the years comprised in the study (5 years), they were considered the representative authors in brain research (most are Cubans but some are non-Cubans working in collaboration with Cuban authors). The distribution of the author's h -indices is shown in Table 2. For the most productive core ($n = 217$), 84.3% of the authors have a non-zero h -index ($h \geq 1$), but only 3.2% have $h \geq 5$. Authors with h -index equal to 1 (38.2%) and 2 (29%) clearly dominate. We note that 82.4% of these authors belong to the twelve most productive institutions. However, when all authors are analyzed, the proportion of authors with h -index equal to 0 increases from 15.7 to 43.4%, and the correlation between h -index and the total number of articles published by an author is higher for all authors ($r = 0.64$) than for the most productive core ($r = 0.54$). This result demonstrates clearly the necessity of producing a sizable number of articles, in order to achieve a high h -index.

Table 2. Distribution of authors according to their h -index

h -index	The most productive core ($n = 217$)			All authors ($n = 888$)		
	Authors	%	Cumulative %	Authors	%	Cumulative %
7	1	0.46	0.46	1	0.11	0.11
6	1	0.46	0.92	1	0.11	0.22
5	5	2.30	3.23	5	0.56	0.78
4	4	1.84	5.07	4	0.45	1.23
3	26	11.98	17.05	26	2.93	4.16
2	63	29.03	46.08	85	9.57	13.73
1	83	38.25	84.33	381	42.91	56.64
0	34	15.67	100.00	385	43.36	100.00
Total	217	100.00		888	100.00	

Inspired by Rao's approach [RAO, 2007] we tried to fit a simple discrete distribution for this group of h -indices and obtained an acceptable fit for the most productive group using a Poisson distribution with parameter 1.5 (chi-square fit; d.f. = 4; $p = 0.37$). Also a binomial distribution provided an acceptable fit. Yet, we were not able to find an acceptable fit (with a simple discrete distribution) for the more relevant group consisting of all authors. Although the mean of this group is almost equal to the variance (mean = 0.769, variance = 0.793) no Poisson distribution fits the data. Clearly binomial, geometric or discrete Lotka (power function) distributions do not have the properties to provide an acceptable fit. We leave it as an open problem to find a model and a fitting procedure for this type of data (not only for the particular case of Cuban authors).

Having obtained each scientist's h -index, we can proceed and calculate the institutes' h_2 -index. The new ranking (see Table 3) of Cuban institutes based on their h_2 -index, and in case of ties, based on the maximum value of their scientists' h -index

and the total number of publications, differs little from the one presented in Table 1 (Spearman rank correlation equal to 0.91). In the new ranking, the position of the Cuban institutions involved in brain research depends on the number of authors from these institutions with a high h -index. If an institute has only one big star, then its h_2 -index is just equal to one, no matter how important this institute is. For this reason an institute's h_2 -index can be considered as an indicator of institutional impact.

One more time, CNC and CIREN have the best performance, with an h_2 -index larger than 2. Ties in h_2 were solved taking into account the highest h_1 value of each institution ($h_{1\max}$); and if these are also equal the rank is determined by the total amount of articles published during the period 2000–2005.

Table 3. Ranking of the most productive Cuban institutions on brain research according to successive h -indices

Institution	Authors	Occurrences	C -ratio	h_2 -index	$h_{1\max}$
CNC	145	302	5.7	4	7
CIREN	208	594	5.6	3	6
UH	94	113	4.9	2	5
CIRAH	40	49	4.1	2	4
HCQ-HAM	85	136	6.2	2	3
INN	148	286	4.4	2	2
HCQ-AMC	36	55	3.9	2	2
ISCMH	83	137	4.9	1	3
HM-CJF	71	104	7.4	1	2
CIMEQ	69	132	9.4	1	1
HCQ-MAD	32	101	4.2	1	1
HPH	21	35	2.9	1	1

C -ratio: Collaboration ratio; h_2 -index: Prathap's h_2 -index;
 $h_{1\max}$: The highest h_1 -index of each institution.

The second column of Table 3 refers to the total number of different authors of the institute involved (types in the linguistic and informetrics literature). The third column refers to the actual number of occurrences in the bylines of all these articles (tokens, in the linguistic and informetric literature). The ratio of the number of occurrences and the number of different articles (data can be found in Table 1) is termed the collaboration ratio. It is the average number of authors of the institute under study in articles where at least one member of the institute is a co-author.

The correlation between h_2 -index and the rest of the indicators used in this study is in the majority of cases rather high (see Table 4).

The h_2 -index correlates well with the total number of citations received by an institution, the R -index, the total number of citations received by the Hirsch core and the g -index.

Table 4. Correlation between the h_2 -index and the other indicators calculated for the Cuban scientific production on brain research

Indicators	Pearson's correlation with h_2 -index
TC	0.888
R -index	0.886
TC Hcore	0.884
g -index	0.882
h_1 -index	0.863
CxA	0.737
Total of Authors	0.681
Total of Occurrences	0.634
Average Impact Factor	0.561
Collaboration ratio	-0.066

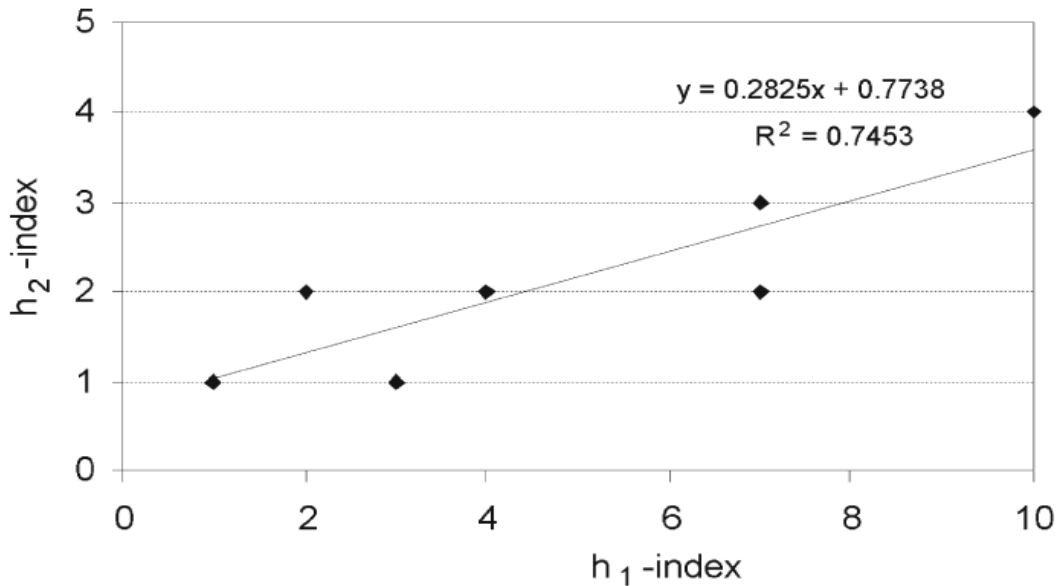


Figure 1. Linear regression between h_1 -index and h_2 -index

This correlation is lower for the average of citations by article, the total of authors and occurrences, and the average of the impact factor of journals where the papers were published. This relation with the impact factor is not surprising, as it has been stated again and again that the impact factor of journals used to publish should not be used for institutional evaluation, but nevertheless interesting. It shows why the use of h -indices or successive h -indices can be considered as an acceptable way of comparing institutes.

There is no correlation between h_2 -index and the collaboration ratio, which implies that the impact of an institution, according to successive h -indices, is not related with the number of authors that usually collaborate in institutional research.

Particularly, the correlation between h_1 -index and the h_2 -index, the two main indicators of the rankings presented in this study, is strong ($r = 0.863$) (see Figure 1). This result suggests that these indicators are mutually dependent. Thus, if an institution has a large h_1 -index, which means that it has many highly cited articles, the probability increases that many scientists with a high h -index work at this institute.

Conclusions

The application of the Hirsch index, Schubert's idea of successive h -indices and in particular Prathap's approach has been shown to lead to interesting new insights for the evaluation of Cuban institutions related to brain research. Prathap's approach allowed us to measure the performance of institutions from two different perspectives. On the one hand, it is possible to see the impact of the institutional scientific output; on the other hand, the institutional relevance is brought forward through the impact (as measured by their h -indices) of the researcher staff.

Both indicators were strongly related in the studied sample. Institutions with a large number of highly cited articles had the best probability also to employ staff with a high h -index. As this article is just a case study for one field in one country, more case studies are necessary in order to gain more experience in the use of successive h -indices and Prathap's approach.

We are confident though that in the near future, successive h -indices will be used as practical tools to measure the performance of the intellectual capital of research institutions, universities, scientific societies, countries, and other higher order units.

*

The authors thank Profs Felix de Moya Anegón and Gangan Prathap for their suggestions and advice. Research for this article was supported by the doctoral program on Documentation and Scientific Information developed by University of Granada, Spain, and the University of Havana, Cuba.

References

- ARENCIBIA-JORGE, R., BARRIOS-ALMAGUER, I., FERNANDEZ-HERNANDEZ, S., CARVAJAL-ESPINO, R. (2008), Applying successive H indices in the institutional evaluation: a case study. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59 : 1–3.
- EGGHE, L. (2006A), An improvement of the H -index: the G -index. *ISSI Newsletter*, 2 : 8–9.
- EGGHE, L. (2006B), Theory and practice of the g -index. *Scientometrics*, 69 : 131–152.
- EGGHE, L. (2007), Modelling successive h -indices. Preprint.

- EGGHE, L., RAO, I. K. R. (2008), Study of different h-indices for groups of authors. *Journal of the American Society for Information Science & Technology*, 59 : 1276–1281.
- GLÄNZEL, W. (2006), On the opportunities and limitations of the H-index. *Science Focus (in Chinese)*, 1 : 10–11.
- HIRSCH, J. E. (2005), An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA*, 102 : 16569–16572.
- JIN, B. (2006), H-index: an evaluation indicator proposed by scientist. *Science Focus (in Chinese)*, 1 : 8–9.
- JIN, B. (2007), The AR-index complementing the h-index. *ISSI Newsletter*, 3 : 6.
- JIN, B., LIANG, L., ROUSSEAU, R., EGGHE, L. (2007), The R- and AR-indices: complementing the h-index. *Chinese Science Bulletin*, 52 : 855–863.
- KOSMULSKI, M. (2006), A new Hirsch-type index saves time and works equally well as the original h-index. *ISSI Newsletter*, 2 : 4–6.
- PRATHAP, G. (2006), Hirsch-type indices for ranking institutions' scientific research output. *Current Science*, 91 : 1439.
- RAO, I. K. R. (2007), Distributions of Hirsch-index and g-index: an empirical study, In: D. TORRES-SALINAS, H. F. MOED (Eds), *Proceedings of ISSI 2007*, Madrid, CSIC, 655–658.
- RUANE, F., TOL, R. S. J. (2008), Rational (successive) h-indices: an application to economics in the republic of Ireland. *Scientometrics*, 75 : 395–405.
- SCHILDT, H. A., MATSSON, J. T. (2006), A dense network sub-grouping algorithm for co-citation analysis and its implementation in the software tool Sitkis. *Scientometrics*, 67 : 143–163.
- SCHUBERT, A. (2007), Successive h-indices. *Scientometrics*, 70 : 201–205.
- VAN RAAN, A. F. J. (2006), Comparison of the Hirsch-index with standard bibliometric indicators and with peer judgment for 147 chemistry research groups. *Scientometrics*, 67 : 491–502.

Appendix A

Abbreviations of the most productive Cuban institutions in brain research

Abbreviation	Name of the institution
CNC	Cuban Neurosciences Center, Havana City
CIREN	International Center for Neurological Restoration, Havana City
UH	University of Havana, Havana City
CIRAH	Centre for Research and Rehabilitation of the Hereditary Ataxias, Holguin
HCQ-HAM	Clinical and Surgical Hospital "Hermanos Ameijeiras", Havana City
INN	Institute of Neurology and Neurosurgery, Havana City
HCQ-AMC	Clinical and Surgical Hospital "Armando Milián Castro", Villa Clara
ISCMH	Higher Institute of Medical Science of Havana, Havana City
HM-CJF	Military Hospital "Carlos J. Finlay", Havana City
CIMEQ	Medical Surgical Research Center, Havana City
HCQ-MAD	Clinical and Surgical Hospital "Manuel Ascunce Domenech", Camagüey
HPH	Psychiatric Hospital of Havana, Havana City

A2.5. Indices H sucesivos (enfoques según Schubert y Prathap)

ASIS91_0071_20729.qxd 9/12/07 5:58pm Page 1



BRIEF COMMUNICATION

Applying Successive H Indices in the Institutional Evaluation: A Case Study

Ricardo Arencibia-Jorge

Network of Scientometric Studies for Higher Education, National Scientific Research Center, Ave 25 y Calle 128, Cubanacán, Playa, AP 6414, Havana City, Cuba. E-mail: ricardo.arencibia@cnic.edu.cu

Ismaray Barrios-Almaguer, Sandra Fernández-Hernández and Rachel Carvajal-Espino

Faculty of Communication, University of Havana City, Cuba.

The present work shows the applying of successive H indices in the evaluation of a scientific institution, using the *researcher-department-institution* hierarchy as level of aggregation. The scientific production covered by the *Web of Science* of the researcher's staff from the Cuban National Scientific Research Center, during the period 2001–2005, was studied. The Hirsch index (*h-index*; J.E. Hirsch, 2005) was employed to calculate the individual performance of the staff, using the *g-index* created by Leo Egghe (2006) and the *A-index* developed by Jin Bi-Hui (2006) as complementary indicators. The successive H indices proposed by Andrés Schubert (2007) were used to determine the scientific performance of each department as well as the general performance of the institution. The possible advantages of the method for the institutional evaluation processes were exposed.

One of the most recent observations carried out regarding the widely discussed *h-index* (Hirsch, 2005) has called attention to the possibility of using this index as a basis for the calculus of a series of H indices. Recently, Schubert (2007) proposed a successive *h-index* for the *journal-publishing group-country* hierarchy, where the *h-index* of the journals (h_1) determines the *h-index* value of each publishing group (h_2), and this determines the *h-index* value of each country (h_3).

The proposal turns the *h-index* into an evaluative indicator of the publishing activity, in a simple and objective form, which minimizes some of the limitations that habitually influence the use of the Journals Impact Factor (Garfield, 2007). Schubert's (2007) successive H indices showed the development of publishing groups from the United States,

England, The Netherlands, and Germany, with a wide coverage in Thompson Scientific databases.

In the same article, Schubert expressed the idea of using successive H indices in the evaluation of networks from institutions, countries, or other aggregation levels, and even used as a possible example the *researcher-institution-country* hierarchy.

Schubert's (2007) proposal always takes into account the researcher as a basic cell for the determination of the institutional impact. The use of a successive *h-index* as an indicator might influence the development of the intellectual capital of scientists and scholars, and it conditions the impact of the institutional, sectorial, or national scientific research to the development and international visibility of the institutional researcher's staff. Consequently, the incidence of specific individuals or isolated articles is minimized, and a more holistic and systemic vision from the evaluation processes of the scientific production is offered.

This study describes the use of successive H indices at a micro level, on a *researcher-department-institute* hierarchy corresponding to the National Scientific Research Center (CNIC) from Cuba.

As a sample, the researcher's staff from CNIC in the Year 2006, and their scientific production covered by the *Web of Science* (WoS) corresponding to the period January 2001 to December 2005, was chosen.

Table I shows the CNIC researcher's staff ranking, according to the *h-index* value ($i-h_i$). To define the ranking place in the parity cases, two alternatives to *h-index* were used: in a first level, the *g-index* ($i-g$) proposed by Leo Egghe (2006); in a second level, an indicator proposed by Jin Bi-Hui (2006) and recently named the *A-index* ($i-A$) by Ronald Rousseau (2006). Both indices are going to give a weight to the total amount of citations received by the most cited articles from a

Received July 2, 2008; accepted July 9, 2008

© 2008 Wiley Periodicals, Inc. • Published online 00 xxxxx 2008 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/asi.20729

JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 59(1):01–03, 2008

TABLE 1. The top 30 researchers from CNIC according to their *h-index* value during the period 2001–2005.

Rank	Name	Department	A	C	Cmax	CxA	<i>i-h₁</i>	<i>i-g</i>	<i>i-A</i>
1	Rosa M. Más Ferreiro	CPN	61	340	36	5,57	11	16	18,6
2	Roberto A. Menéndez Soto	CPN	14	136	36	9,71	6	11	19,3
3	Julio César Fernández Travieso	CPN	19	124	23	6,53	6	10	15,5
4	Lillian C. Fernández Dorta	CPN	20	85	15	4,25	6	9	12,3
5	José Illaít Ferrer	CPN	20	101	23	5,05	6	9	12,1
6	Rafael Gámez Menéndez	CPN	24	106	19	4,42	6	8	10,7
7	Ricardo González Álvarez	CIO	17	69	12	4,06	5	7	9,2
8	Miriam Noa Puig	CPN	19	54	19	2,84	4	6	10,2
9	María de Lourdes Aruzazabala	CPN	15	51	15	3,40	4	6	9,8
10	Daysi Carbajal Quintana	CPN	16	54	15	3,38	4	6	9,8
11	Vivian Molina Cuevas	CPN	16	53	15	3,31	4	6	9,8
12	Javier Campos Gómez	Biología	7	36	12	5,14	4	6	6
13	Sarahí Mendoza Castañó	CPN	18	52	19	2,89	4	5	8,8
14	Silvia Menéndez Cepero	CIO	15	37	11	2,47	4	5	6,5
15	Yohani Pérez Guerra	CPN	5	42	17	8,40	3	5	12,7
16	Boris Rodríguez González	Biología	7	28	12	4,00	3	5	7,7
17	Talena Ledón Pérez	Biología	6	28	12	4,67	3	5	7,7
18	Rafael Fando Calzada	Biología	7	30	12	4,29	3	5	7,7
19	Francisco Hernández Rosales	CIO	12	20	6	1,67	3	4	5
20	Karen Manero Domínguez	Biología	5	16	6	3,20	3	4	4,7
21	Edith Suzarte Portal	Biología	4	14	6	3,50	3	3	4,7
22	Zullyt B. Zamora Rodríguez	CIO	8	15	6	1,88	2	3	5,5
23	Maritza F. Díaz Gómez	CIO	6	11	6	1,83	2	3	5
24	Blanca Rosa Hung Llamas	Biología	3	6	2	2,00	2	2	2
25	Alina Falero Morejón	Biología	4	7	2	1,75	2	2	2
26	Celso Pérez Bolaños	Biología	5	8	2	1,60	2	2	2
27	Alejandro Pezera Pintado	CIC	5	16	16	3,20	1	4	16
28	Victor L. González Canavacciolo	CPN	6	13	10	2,17	1	3	10
29	Leonel Torres Aroche	CIC	2	16	16	8,00	1	2	16
30	Lidia Asela Fernández García	CIO	2	14	14	7,00	1	2	14

*Total of individuals on the researcher's staff from CNIC: 67 (January 2006).
 A = Total of articles published during the period; C = Total of cites received; Cmax = Total of cites received by the most cited article; CxA = Average of cites by article; *i-h₁* = *h₁-index*; *i-g* = *g-index* from Leo Egghe; *i-A* = *A-index* from Jin Bi-Hui.

researcher, an aspect which does not influence the value of *h-index*.

Table 2 shows the different departments or research directions which make up CNIC, in an order according to its *h-index* (*i-h₂*), which was defined by the rank number of the researcher with *h₁* similar or over its ranking number. To determine the position within the departments, the highest *h₁* reached by a researcher (*h₁max*) in each department was used. At the same time, using the same method, the value of the *h-index* from CNIC (*i-h₃*) was calculated, which is accompanied by the highest *h₂* reached by one of its departments (*h₂max*).

The study of successive H indices at the micro level (*researcher-department-institution*) allowed us to reach the following conclusions:

- The combined calculus from the *h₁*, *g*, and A indices, based on citation analysis, allows the identification of researchers with a higher impact during the evaluated period, as well as the determination of its international visibility degree.
- The *h₂* calculus allows the determination of the impact at the department level, with the aim of a comparative evaluation

TABLE 2. Ranking of CNIC departments according to *h₂* value during the period 2001–2005, and *h₃* value of CNIC.

Rank	Department	No. of Researchers	<i>i-h₂</i>	<i>h₁max</i>
1	CPN ^a	20	6	11
2	CIO ^a	12	3	5
3	Biología ^a	10	3	4
4	Dir. Gral.	2	1	1
5	CIC ^a	4	1	1
6	CYTA ^a	8	1	1
7	Economía	1	0	0
8	DIRAMIC ^a	2	0	0
9	Química ^a	2	0	0
10	PPG	3	0	0
11	DGRH/RI	7	0	0
	CNIC	71	<i>h₃</i>	<i>h₂max</i>
			3	6

^aResearch departments.
i-h₂ = *h₂-index* from Schubert; *i-h₃* = *h₃-index* from Schubert; *h₁max* = The highest *h₁-index* of each department; *h₂max* = The highest *h₂-index* value.

from the research made by the different departments or research directions, as well as the determination of the impact reached by CNIC, in an integral way.

- The obtainment of an h_3 value similar to the number of research departments could be the top goal to be achieved in the policy of institutional evaluation for a determined period.
- The behavior of h_3 during specific periods can be used to indicate the evolution of the scientific compliance from the researcher's staff of an entity.
- The institutional evaluation by using successive H indices offers an integral vision of the institutional researcher staff's behavior and its impact upon the international scientific community.

References

Egghe, L. (2006). Theory and practise of the g-index. *Scientometrics*, 69(1), 131–152.

Garfield, E. (2007). The history and meaning of the Journal Impact Factor. *Journal of the American Medical Association*, 295(1), 90–93.

Hirsch, J.E. (2005). An index to quantify an individual's scientific output. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 102, 16569–16572.

Jin, B.H. (2006). H-index: An evaluation indicator proposed by scientist. *Science Focus*, 1(1), 8–9.

Rousseau, R. (2006). New developments related to the Hirsch index. *Science Focus*, 1(4), 23–25.

Schubert, A. (2007). Successive h-indices. *Scientometrics*, 70(1), 201–205.

Appendix A

Abbreviations Corresponding to the Departments Making Up the Cuban National Scientific Research Center

CPN	Centro de Productos Naturales (Center of Natural Products)
CIO	Centro de Investigaciones del Ozono (Ozone Research Center)
Biotecnología	Dirección de Biotecnología (Direction of Biotechnology)
Dir. Gral.	Dirección General (General Direction)
CIC	Centro de Investigaciones Clínicas (Clinic Research Center)
CYTA	Dirección de Ciencia y Tecnología Ambiental (Direction of Environmental Science and Technology)
Economía	Dirección de Economía (Direction of Economy)
DIRAMIC	Dirección de Diagnóstico Microbiológico (Direction of Microbiological Diagnosis)
Química	Dirección de Química (Direction of Chemistry)
PPG	Dirección de Producción (Direction of Production)
DGRHyRI	Dirección de Gestión de Recursos Humanos y Relaciones Internacionales (Direction of Human Resources Management and International Relationships)

NOTAS Y EXPERIENCIAS/ NOTES AND EXPERIENCES

Nuevos indicadores de rendimiento científico institucional basados en análisis de citas: los índices H sucesivos

Ricardo Arencibia-Jorge*

Resumen: El presente trabajo discute las propuestas elaboradas por Gangan Prathap y Andrés Schubert con el objetivo de utilizar el índice Hirsch como base para el cálculo de una serie sucesiva de índices H. Se presentan las más recientes aplicaciones de estos índices, tanto para la evaluación institucional a nivel micro, como para evaluar el impacto institucional en dominios del conocimiento. El empleo de índices H sucesivos ofrece una visión integral del comportamiento de los claustros que integran las instituciones dedicadas a la investigación y su impacto sobre la comunidad científica internacional, por lo que podrían tenerse en cuenta en las políticas de evaluación institucional.

Palabras clave: Índice H, índices H sucesivos, evaluación institucional, análisis de citas.

New indicators of institutional scientific performance based on citation analysis: the successive H indices

Abstract: *This work discusses the proposals of Gangan Prathap and Andrés Schubert with the aim of using the Hirsch index as a basis for the calculation of a successive series of H indices. The most recent applications of H indices in institutional assessments at micro level and for assessing institutional impact on knowledge domains are discussed. The use of successive H indices offers a holistic view of the behaviour of the research staff of institutions and its impact on the international scientific community. The use of these indices should therefore be contemplated in institutional assessment policies.*

Keywords: *H index, successive H indices, institutional assessment, citation analysis.*

* Red de Estudios Cuantitativos para la Educación Superior. Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Ciudad de La Habana, Cuba. ricardo.arencibia@cnic.edu.cu.

El presente trabajo fue presentado en el IV Seminario Internacional sobre Estudios Cuantitativos y Cualitativos de la Ciencia y la Tecnología «Prof. Gilberto Sotolongo Aguilar».

Recibido: 3-11-08; 2.ª versión 30-1-09.

1. Introducción

Durante el año 2005, el físico norteamericano Jorge Hirsch dio a conocer un indicador que en pocos años ha revolucionado el universo de los estudios métricos de la información. Hirsch concibió el índice H de un científico como el número h de sus trabajos publicados (N_p) que habían recibido al menos h citas cada uno, mientras que el resto (N_p-h) no habían recibido más de h citas cada uno (1). A partir de entonces, una gran cantidad de variantes derivadas de su cálculo han sido propuestas con mayor o menor éxito por investigadores de múltiples áreas geográficas. Una de las observaciones más interesantes y recientes, ha llamado la atención sobre la posibilidad de utilizar este indicador como base para el cálculo de una serie sucesiva de índices H.

El primero en acercarse a dicha propuesta fue el investigador indio Gangan Prathap, quien en una breve carta publicada en *Current Science* propuso dos niveles para usar el índice H en evaluaciones institucionales (2). Prathap determinó un índice H de primer orden (b_1) y otro de segundo orden (b_2), donde el índice de primer orden de una institución es igual a b_1 si la institución ha publicado b_1 trabajos que han recibido al menos b_1 citas; mientras que el índice de segundo orden es igual a b_2 si la institución tiene b_2 investigadores cuyo índice H es al menos igual a b_2 . Como puede observarse, b_1 es calculado para una institución de la misma forma que el índice H es calculado para un investigador. Sin embargo, para llegar a b_2 es necesario el cálculo previo del índice H para los investigadores de la institución, lo cual implica una sucesión que constituye un nuevo concepto, y que destaca dentro de las múltiples modificaciones que han sido desarrolladas para este indicador.

Al año siguiente, el destacado especialista húngaro András Schubert (3) propuso un índice H sucesivo (denominándolo así por primera vez) para la jerarquía *revista-grupo editorial-país*, donde el índice H de las revistas (b_1) determina el valor del índice H de cada grupo editorial (b_2), y este a su vez determina el valor del índice H de cada país (b_3). La propuesta, metodológicamente impecable, convierte al índice-H en un indicador evaluativo de la actividad editorial sencillo y objetivo, que minimiza algunos de los sesgos que habitualmente inciden sobre el cálculo del Factor de Impacto (4). Su aplicación evidencia el desarrollo alcanzado por los grandes grupos editoriales de Estados Unidos, Inglaterra, Holanda y Alemania, con una amplia cobertura en las bases de datos del consorcio Thomson Scientific.

Previamente, en el mismo artículo, Schubert expresó la idea de utilizar índices H sucesivos en la evaluación de redes de instituciones, países u otros niveles de agregación, e incluso utilizó como posible ejemplo la jerarquía *investigador-instituto-país* (3). Teniendo en cuenta siempre al investigador como célula básica para la determinación del impacto institucional, la utilización de un índice H sucesivo como indicador podría incidir en el desarrollo del capital intelectual de científicos y académicos, puesto que condiciona el impacto de la investigación científica institucional, sectorial o nacional, al desarrollo y la visibilidad interna-

cional de los claustros de investigadores en su conjunto, minimizando la incidencia de determinados individuos o artículos aislados, y ofreciendo una visión más holística y sistémica de los procesos de evaluación de la producción científica.

2. Utilización de índices H sucesivos a nivel micro

Un año más tarde, Arencibia y colaboradores (5) describieron la utilización de índices H sucesivos para la evaluación institucional a nivel micro, sobre una jerarquía *investigador-departamento-instituto*, con vistas a identificar sus ventajas y posibles aplicaciones.

En un trabajo publicado en *Journal of The American Society for Information Science & Technology*, los autores escogieron como muestra el claustro de investigadores del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) de la República de Cuba en el año 2006, y estudiaron la producción científica del mismo correspondiente al período comprendido entre enero de 2001 y diciembre de 2005, indizada en el Web of Science.

Para cada investigador integrante de la plantilla institucional, se calculó el total de artículos publicados durante el período, y el total de citas recibidas por cada uno de ellos. A partir de la ubicación de los artículos de cada investigador en orden descendente de acuerdo con el número de citas recibidas, se calculó el índice H de cada integrante del claustro de investigadores.

Así, se construyó el ranking de investigadores del CNIC de acuerdo con el valor del índice H (b_1). Para definir el lugar en el ranking, en los casos de paridad, se utilizaron dos indicadores propuestos como alternativas al índice H en la literatura internacional: en un primer nivel, el índice G propuesto por Leo Egghe (6), y en un segundo nivel un indicador propuesto por Jin Bihui (7), al cual Ronald Rousseau (8) en un reciente artículo ha denominado índice A. Ambos indicadores otorgan un peso al total de citas recibidas por los artículos más citados de un investigador, aspecto que no ejerce influencia en el valor del índice H.

Los autores construyeron además un ranking de departamentos o direcciones de investigación que integran el CNIC, ordenados de acuerdo con su índice H (b_2), el cual fue definido por el número de rango del investigador con b_1 igual o superior a su número de rango. Para determinar la posición entre los departamentos, se utilizó el mayor b_1 alcanzado por un investigador (b_1 máx) en cada departamento. A su vez, empleando el mismo método, se calculó el valor del índice H del CNIC (b_3), el cual se presentó acompañado del b_2 más alto alcanzado por uno de sus departamentos (b_2 máx) (5).

El estudio de índices H sucesivos a nivel micro, usando la jerarquía *investigador-departamento-institución*, permitió a los autores arribar a una serie de conclusiones. En primer lugar, el cálculo combinado de los índices b_1 , G y A, basados en el análisis de citas, possibilitaba la identificación de los investigadores con mayor impacto durante el período evaluado, así como la determinación de

su grado de visibilidad internacional. Por otra parte, el cálculo de b_2 facilitaba la determinación del impacto a nivel departamental, con vistas a la evaluación comparativa de la investigación realizada por los diferentes departamentos o direcciones de investigación, así como la determinación del impacto alcanzado por la institución de manera integral. De igual forma, la obtención de un valor b_3 igual o superior al número de departamentos dedicados a la investigación dentro de una institución, podría ser la meta máxima a lograr en la política de evaluación institucional para un período de tiempo determinado; y el comportamiento de b_3 durante determinados períodos de tiempo podría ser utilizado para indicar la evolución del rendimiento científico del claustro de investigadores de una entidad.

3. Ascendiendo niveles de agregación: impacto institucional en dominios del conocimiento

Otra interesante aplicación de los índices H sucesivos, y en particular de la propuesta de Prathap, fue realizada por Arencibia y Rousseau (9) para caracterizar el impacto institucional en un dominio del conocimiento.

Ambos autores decidieron escoger como muestra de estudio la producción científica cubana relacionada con investigaciones del cerebro, con vistas a identificar las instituciones más productivas y definir su impacto a partir de la propuesta del investigador indio.

De acuerdo al volumen de su producción científica, se seleccionaron las instituciones más activas del dominio, y se calcularon diferentes indicadores basados en análisis de citas, entre los que se encontraron el total de citas recibidas por los artículos publicados cada institución, el promedio de citas por artículo, el Factor de Impacto promedio de las revistas donde fueron publicados los artículos, los ya conocidos índices H y G, y una nueva propuesta desarrollada por Jin y colaboradores denominada índice R (10).

De igual forma, calcularon el índice H de cada uno de los autores de la muestra de artículos estudiados, con vistas a calcular el índice H (b_2) de las instituciones más productivas, basado en la jerarquía *autor-institución* sugerida por Prathap y Schubert. Todos los rankings obtenidos fueron comparados, se correlacionaron todos los indicadores, y se evaluó la posibilidad de usar los índices H sucesivos como parte de políticas de evaluación institucionales.

Arencibia y Rousseau compararon los rankings obtenidos de acuerdo a los índices b_1 y b_2 de Prathap, y hallaron una fuerte correlación entre ambos índices ($r = 0,863$), lo cual permitió inferir su mutua dependencia. A pesar de las diferencias en la metodología del cálculo de b_1 y b_2 , las instituciones con un elevado índice H tienen mayor probabilidad de tener un gran número de investigadores con elevado índice H. Es decir, la posesión de un claustro de investigadores influyente es requisito indispensable para mostrar altos niveles de impacto institucional.

4. Consideraciones finales

El empleo de índices H sucesivos, más allá de la determinación de un *ranking* de investigadores y departamentos, ofrece una visión integral del comportamiento de los claustros que integran las instituciones dedicadas a la investigación y de su impacto sobre la comunidad científica internacional.

En particular, la propuesta de Prathap permite medir el rendimiento de una institución desde dos perspectivas diferentes. Por un lado, teniendo en cuenta el impacto de su producción científica; por otro, teniendo en cuenta el impacto de su claustro de investigadores.

Son evidentes las ventajas de este nuevo indicador para captar el papel protagónico del claustro de investigadores, al convertir el comportamiento del conjunto de individuos en la clave para medir el desarrollo institucional. Sin embargo, es imposible dejar de tener en cuenta muchas de las limitaciones que el índice H y sus derivados, así como todos los indicadores basados en análisis de citas, revelan de cara a los procesos de evaluación científica, sea cual fuere el nivel de agregación (11,12).

La juventud de los claustros, la producción selectiva, las limitaciones de los índices de citas, los «efectos indeseados» del uso de *ranking* y el empleo excesivo de indicadores bibliométricos para determinar el rendimiento institucional, así como el desconocimiento del contexto en el que se desarrolla la actividad científica, son elementos que no pueden obviarse a la hora de analizar e interpretar los fenómenos que revelan estos indicadores.

No obstante, los índices H sucesivos constituyen atractivas medidas a tener en cuenta en las políticas de evaluación institucional.

5. Agradecimientos

El autor agradece la colaboración de los doctores Ronald Rousseau, Gangan Prathap, Félix de Moya Anegón y los árbitros encargados de la revisión del manuscrito; así como a la primera edición del programa doctoral sobre Documentación e Información Científica desarrollado por la Universidad de Granada, España, en conjunto con la Universidad de La Habana, Cuba.

6. Bibliografía

1. Hirsch, J. E. (2005): An index to quantify an individual's scientific output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol.102, pp. 16569-16572.
2. Prathap, G. (2006): Hirsch-type indices for ranking institutions' scientific research output. *Current Science*, vol. 91, p.1439.
3. Schubert, A. (2007): Successive h-indices. *Scientometrics*, vol. 70 (1), pp. 201-205.

4. Garfield, E. (2007): The history and meaning of the Journal Impact Factor. *Journal of the American Medical Association*, vol. 295 (1), pp. 90-93.
5. Arencibia-Jorge, R.; Barrios Almaguer, I.; Fernández Hernández, S., y Carvajal Espino, R. (2008): Applying Successive H Indices in the institutional evaluation: a case study. *Journal of the American Society for information Science and Technology*, vol. 59 (1), pp. 1-3.
6. Egghe, L. (2006): An improvement of the H-index: the G-index. *ISSI Newsletter*, vol. 2 (1), pp. 8-9.
7. Jin, B. H. (2006): H-index: an evaluation indicator proposed by scientist. *Science Focus*, vol. 1 (1), pp. 8-9.
8. Rousseau, R.: New developments related to the Hirsch index. Disponible en: http://eprints.rclis.org/archive/00006376/01/Hirsch_new_developments.pdf [Consulta: 1 febrero 2007].
9. Arencibia-Jorge, R., y Rousseau, R. (2009): Influence of individual researchers' visibility on institutional impact: an example of Prathap's approach to successive h-indices. *Scientometrics*, vol. 79 (3), en prensa.
10. Jin, B. H.; Liang, L. M.; Rousseau, R., y Egghe, L. (2007): The R- and AR-indices: complementing the h-index. *Chinese Science Bulletin*, vol. 52, pp. 855-863.
11. Costas, R., y Bordons, M. (2007): The h-index: Advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro-level. *Journal of Informetrics*, vol. 1(3), pp. 193-203.
12. Weingart, (2005): P. Impact of bibliometric upon the science system: inadvertent consequences? *Scientometrics*, 2005, vol. 62 (1), pp. 117-131.

Anexo 3

Actividad, Visibilidad e Impacto relativos según el Área temática de Scopus (SJCR, 1996-2008)

Sección 4.1.5

Tabla A2. Índice de Actividad, Índice de Atracción e Impacto Relativo de los 12 países más productivos de América Latina. Áreas: *Medicina, Ingenierías, Bioquímica, Genética y Biología Molecular, Física y Astronomía, Agricultura y Ciencias Biológicas y Química.*

Medicina					Ingenierías				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	57,370	-0.07	-0.10	0.70	Brasil	17,424	-0.25	-0.09	1.02
Mexico	17,025	-0.22	-0.22	0.80	Mexico	8,810	-0.15	-0.07	0.91
Argentina	14,281	-0.18	-0.16	0.96	Argentina	3,360	-0.46	-0.37	1.14
Chile	7,182	-0.18	-0.22	0.94	Chile	2,219	-0.35	-0.29	1.17
Venezuela	3,163	-0.21	-0.12	0.88	Venezuela	1,498	-0.18	-0.08	0.89
Cuba	6,346	0.20	-0.04	0.29	Cuba	502	-0.58	-0.22	1.11
Colombia	3,863	-0.03	0.01	0.77	Colombia	1,091	-0.25	-0.35	0.57
Puerto Rico	1,226	-0.21	0.05	2.18	Puerto Rico	674	-0.10	-0.43	0.64
Uruguay	1,268	-0.10	-0.08	1.16	Uruguay	250	-0.47	-0.51	1.00
Perú	1,347	0.04	0.13	1.24	Perú	138	-0.60	-0.64	0.92
Costa Rica	732	-0.20	0.02	1.87	Costa Rica	93	-0.68	-0.71	1.05
Ecuador	767	0.06	-0.04	0.77	Ecuador	63	-0.65	-0.40	1.94
Bioquímica, Genética y biología Molecular					Física y Astronomía				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	28,440	0.03	-0.14	0.52	Brasil	25,938	0.19	0.23	0.79
Mexico	9,064	-0.09	-0.21	0.62	Mexico	12,649	0.28	0.26	0.75
Argentina	11,287	0.15	-0.06	0.60	Argentina	8,263	0.20	0.17	0.86
Chile	4,105	-0.01	-0.18	0.73	Chile	3,143	0.07	-0.05	0.81
Venezuela	1,763	-0.06	-0.19	0.55	Venezuela	1,343	0.02	0.00	0.70
Cuba	1,748	0.01	0.06	0.52	Cuba	1,070	-0.03	0.03	0.53
Colombia	1,513	-0.05	-0.21	0.51	Colombia	1,763	0.24	0.14	0.58
Puerto Rico	757	0.00	-0.27	0.75	Puerto Rico	850	0.26	0.16	1.05
Uruguay	1,074	0.26	0.11	0.83	Uruguay	549	0.14	0.04	0.91
Perú	409	-0.11	-0.36	0.60	Perú	232	-0.18	-0.20	0.99
Costa Rica	409	-0.05	-0.07	1.14	Costa Rica	103	-0.48	-0.66	0.70
Ecuador	199	-0.16	-0.30	0.71	Ecuador	207	0.07	0.14	1.10
Agricultura y Ciencias Biológicas					Química				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	37,084	0.38	0.29	0.60	Brasil	18,919	0.09	0.10	0.75
Mexico	15,613	0.40	0.36	0.71	Mexico	6,607	0.01	-0.06	0.69
Argentina	14,682	0.48	0.39	0.74	Argentina	7,346	0.19	0.07	0.70
Chile	6,010	0.40	0.27	0.76	Chile	3,002	0.09	-0.15	0.62
Venezuela	2,775	0.39	0.25	0.53	Venezuela	1,563	0.14	0.13	0.71
Cuba	1,996	0.30	0.24	0.41	Cuba	1,094	0.03	0.33	0.87
Colombia	2,463	0.41	0.42	0.73	Colombia	810	-0.10	-0.22	0.55
Puerto Rico	1,249	0.45	0.32	0.94	Puerto Rico	561	0.11	-0.01	1.01
Uruguay	1,273	0.53	0.42	0.84	Uruguay	485	0.13	-0.02	0.83
Perú	1,080	0.55	0.45	0.78	Perú	123	-0.42	-0.59	0.66
Costa Rica	1,772	0.73	0.55	0.64	Costa Rica	152	-0.27	-0.31	1.09
Ecuador	666	0.59	0.51	0.75	Ecuador	46	-0.56	-0.65	0.71

A: Documentos en Scopus; **IAR:** Índice de Actividad Relativo; **IVR:** Índice de Visibilidad Relativo; **IR:** Impacto Relativo.

Tabla A3. Índice de Actividad, Índice de Atracción e Impacto Relativo de los 12 países más productivos de América Latina. Áreas: *Ciencia de Materiales, Ciencia de la Computación, Ingeniería Química, Ciencias de la Tierra y el Espacio, Matemáticas y Ciencias Sociales.*

Ciencia de Materiales					Computación				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	14,648	0.02	0.09	0.86	Brasil	8,126	-0.12	-0.16	0.68
Mexico	6,753	0.08	0.14	0.88	Mexico	3,416	-0.10	-0.16	0.71
Argentina	4,277	-0.02	0.00	0.94	Argentina	1,287	-0.43	-0.46	0.84
Chile	1,600	-0.16	-0.25	0.86	Chile	1,156	-0.17	-0.33	0.73
Venezuela	1,114	0.03	0.20	1.02	Venezuela	528	-0.18	-0.10	0.86
Cuba	787	-0.07	0.20	0.82	Cuba	349	-0.31	-0.08	0.76
Colombia	837	-0.02	-0.09	0.63	Colombia	384	-0.25	-0.43	0.47
Puerto Rico	409	0.01	-0.28	0.72	Puerto Rico	116	-0.43	-0.73	0.51
Uruguay	128	-0.45	-0.49	1.01	Uruguay	145	-0.25	-0.43	0.74
Perú	161	-0.25	-0.21	1.12	Perú	54	-0.57	-0.68	0.71
Costa Rica	75	-0.52	-0.61	0.90	Costa Rica	29	-0.71	-0.91	0.34
Ecuador	41	-0.56	-0.48	1.18	Ecuador	29	-0.57	-0.22	2.19
Ingeniería Química					Ciencias de la Tierra y el Espacio				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	8,930	-0.03	0.24	1.26	Brasil	9,704	0.01	0.13	0.94
Mexico	3,955	0.01	0.23	1.23	Mexico	7,171	0.30	0.41	1.03
Argentina	3,705	0.11	0.36	1.56	Argentina	5,561	0.30	0.29	0.89
Chile	1,217	-0.10	0.04	1.35	Chile	5,527	0.57	0.73	1.81
Venezuela	938	0.14	0.45	1.41	Venezuela	798	0.06	0.36	1.37
Cuba	447	-0.15	0.32	1.25	Cuba	271	-0.39	-0.38	0.49
Colombia	485	-0.09	0.08	1.00	Colombia	527	-0.06	0.01	0.82
Puerto Rico	164	-0.24	-0.17	1.52	Puerto Rico	501	0.29	0.34	1.44
Uruguay	122	-0.29	-0.26	1.21	Uruguay	269	0.09	0.08	1.11
Perú	49	-0.57	-0.39	1.67	Perú	406	0.38	0.24	0.76
Costa Rica	21	-0.77	-0.83	0.81	Costa Rica	221	0.16	0.02	0.90
Ecuador	17	-0.70	-0.54	1.60	Ecuador	257	0.45	0.40	0.84
Matemáticas					Ciencias Sociales				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	13,051	0.20	0.31	0.94	Brasil	3,892	-0.36	-0.52	0.50
Mexico	6,090	0.26	0.27	0.80	Mexico	2,026	-0.25	-0.35	0.63
Argentina	3,581	0.14	0.26	1.19	Argentina	1,009	-0.44	-0.52	0.75
Chile	2,793	0.34	0.30	0.93	Chile	1,065	-0.10	-0.30	0.67
Venezuela	1,100	0.26	0.29	0.78	Venezuela	649	0.03	-0.25	0.41
Cuba	401	-0.17	-0.15	0.49	Cuba	213	-0.43	-0.49	0.40
Colombia	706	0.13	0.22	0.86	Colombia	361	-0.17	0.04	1.10
Puerto Rico	316	0.12	0.04	1.11	Puerto Rico	128	-0.30	-0.16	1.73
Uruguay	340	0.24	0.22	1.05	Uruguay	86	-0.39	-0.69	0.47
Perú	72	-0.39	-0.44	0.92	Perú	208	0.14	-0.10	0.64
Costa Rica	74	-0.33	-0.47	0.84	Costa Rica	99	-0.17	-0.55	0.49
Ecuador	63	-0.18	-0.01	1.32	Ecuador	62	-0.16	-0.11	1.05

A: Documentos en Scopus; IAR: Índice de Actividad Relativo; IVR: Índice de Visibilidad Relativo; IR: Impacto Relativo.

Tabla A4. Índice de Actividad, Índice de Atracción e Impacto Relativo de los 12 países más productivos de América Latina. Áreas: *Ciencia Ambiental, Inmunología y Microbiología, Farmacología, Toxicología y Farmacia, Gestión y contabilidad empresarial, Neurociencia y Energía.*

Ciencia Ambiental					Inmunología y Microbiología				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	8,968	0.05	0.16	0.92	Brasil	13,469	0.29	0.16	0.56
Mexico	5,963	0.29	0.30	0.80	Mexico	4,430	0.19	0.12	0.68
Argentina	3,828	0.20	0.21	0.92	Argentina	4,382	0.31	0.12	0.61
Chile	2,454	0.32	0.25	0.89	Chile	995	-0.07	-0.28	0.67
Venezuela	626	0.02	0.18	1.00	Venezuela	910	0.25	0.18	0.62
Cuba	289	-0.29	-0.14	0.64	Cuba	1,227	0.44	0.27	0.32
Colombia	632	0.11	0.26	0.97	Colombia	1,050	0.39	0.39	0.71
Puerto Rico	519	0.39	0.46	1.57	Puerto Rico	342	0.24	0.03	0.85
Uruguay	264	0.16	0.21	1.23	Uruguay	403	0.40	0.19	0.71
Perú	302	0.33	0.38	1.17	Perú	621	0.63	0.51	0.71
Costa Rica	395	0.49	0.49	1.18	Costa Rica	249	0.34	0.13	0.76
Ecuador	302	0.57	0.62	1.10	Ecuador	179	0.41	0.28	0.71
Farmacología, Toxicología y Farmacia					Gestión y contabilidad empresarial				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	7,507	0.10	0.14	0.80	Brasil	827	-0.68	-0.66	0.79
Mexico	2,510	0.00	0.01	0.81	Mexico	300	-0.71	-0.62	1.09
Argentina	2,063	0.04	-0.01	0.83	Argentina	129	-0.83	-0.87	0.66
Chile	711	-0.15	-0.19	0.94	Chile	216	-0.52	-0.48	1.16
Venezuela	619	0.15	0.04	0.58	Venezuela	230	-0.17	-0.86	0.08
Cuba	1,011	0.44	0.39	0.42	Cuba	20	-0.87	-0.98	0.07
Colombia	222	-0.26	-0.27	0.71	Colombia	103	-0.45	-0.51	0.61
Puerto Rico	153	-0.07	-0.04	1.36	Puerto Rico	16	-0.77	-0.97	0.17
Uruguay	180	0.11	0.17	1.28	Uruguay	17	-0.72	-0.81	0.71
Perú	88	-0.14	-0.11	1.10	Perú	39	-0.36	-0.52	0.69
Costa Rica	148	0.18	0.29	1.49	Costa Rica	40	-0.29	-0.62	0.52
Ecuador	19	-0.54	-0.61	0.77	Ecuador	8	-0.70	-0.89	0.31
Neurociencia					Energía				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	6,696	0.21	-0.02	0.46	Brasil	2,549	-0.11	0.13	1.20
Mexico	2,090	0.08	-0.10	0.55	Mexico	1,407	0.04	0.31	1.37
Argentina	1,515	0.05	-0.03	0.78	Argentina	485	-0.35	-0.22	1.19
Chile	651	-0.03	-0.17	0.77	Chile	149	-0.54	-0.41	1.44
Venezuela	229	-0.17	-0.09	0.86	Venezuela	350	0.19	0.53	1.60
Cuba	200	-0.17	-0.01	0.65	Cuba	122	-0.26	0.02	0.83
Colombia	165	-0.24	-0.27	0.67	Colombia	204	0.01	-0.01	0.67
Puerto Rico	191	0.21	0.17	1.18	Puerto Rico	30	-0.50	-0.21	2.54
Uruguay	206	0.33	0.13	0.73	Uruguay	31	-0.42	0.02	2.82
Perú	51	-0.24	-0.50	0.56	Perú	30	-0.34	-0.22	1.33
Costa Rica	40	-0.29	-0.60	0.54	Costa Rica	29	-0.30	-0.35	1.04
Ecuador	35	-0.12	-0.12	0.94	Ecuador	21	-0.22	-0.26	0.87

A: Documentos en Scopus; IAR: Índice de Actividad Relativo; IVR: Índice de Visibilidad Relativo; IR: Impacto Relativo.

Tabla A5. Índice de Actividad, Índice de Atracción e Impacto Relativo de los 12 países más productivos de América Latina. Áreas: *Arte y Humanidades, Psicología, Enfermería, Área multidisciplinaria, Economía, Econometría y Finanzas y Veterinaria.*

Arte y Humanidades					Psicología				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	738	-0.60	-0.63	0.65	Brasil	1,709	-0.29	-0.48	0.47
Mexico	248	-0.65	-0.36	1.75	Mexico	659	-0.32	-0.45	0.58
Argentina	303	-0.50	-0.46	1.02	Argentina	367	-0.45	-0.52	0.76
Chile	276	-0.25	-0.62	0.40	Chile	253	-0.32	-0.70	0.35
Venezuela	69	-0.52	-0.19	1.54	Venezuela	81	-0.48	-0.58	0.54
Cuba	15	-0.85	-0.44	2.26	Cuba	40	-0.67	-0.40	1.01
Colombia	98	-0.30	-0.19	0.90	Colombia	307	0.23	-0.21	0.29
Puerto Rico	24	-0.55	-0.38	1.99	Puerto Rico	83	-0.03	-0.05	1.26
Uruguay	27	-0.44	-0.82	0.28	Uruguay	29	-0.43	-0.81	0.29
Perú	33	-0.25	-0.40	0.74	Perú	41	-0.18	-0.46	0.55
Costa Rica	15	-0.53	-0.89	0.23	Costa Rica	39	-0.14	-0.21	1.02
Ecuador	3	-0.82	-0.74	1.39	Ecuador	9	-0.56	-0.68	0.63
Enfermería					Área multidisciplinaria				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	1,272	-0.31	-0.38	0.63	Brasil	1,414	-0.27	-0.38	0.58
Mexico	183	-0.69	-0.43	1.71	Mexico	790	-0.12	-0.11	0.81
Argentina	162	-0.65	-0.17	3.07	Argentina	420	-0.30	-0.24	1.03
Chile	148	-0.44	-0.62	0.63	Chile	272	-0.18	-0.04	1.34
Venezuela	119	-0.20	-0.44	0.43	Venezuela	543	0.49	-0.20	0.16
Cuba	178	0.06	-0.57	0.11	Cuba	30	-0.68	-0.50	0.83
Colombia	71	-0.36	-0.07	1.32	Colombia	68	-0.39	-0.53	0.50
Puerto Rico	26	-0.45	-0.50	1.16	Puerto Rico	61	-0.07	-0.22	0.96
Uruguay	16	-0.56	-0.32	2.06	Uruguay	52	-0.06	0.08	1.49
Perú	32	-0.18	0.00	1.48	Perú	38	-0.11	-0.13	0.98
Costa Rica	9	-0.64	-0.81	0.55	Costa Rica	44	0.03	0.25	1.88
Ecuador	6	-0.61	-0.78	0.49	Ecuador	28	0.05	-0.17	0.61
Economía, Econometría y Finanzas					Veterinaria				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	813	-0.47	-0.52	0.65	Brasil	5,919	0.45	0.42	0.68
Mexico	458	-0.34	-0.35	0.77	Mexico	1,087	0.08	0.23	1.07
Argentina	389	-0.29	-0.49	0.58	Argentina	1,098	0.22	0.36	1.25
Chile	358	0.00	-0.03	0.96	Chile	609	0.26	0.05	0.66
Venezuela	38	-0.63	-0.90	0.17	Venezuela	706	0.62	0.37	0.37
Cuba	9	-0.88	-0.87	0.51	Cuba	53	-0.47	-0.17	0.91
Colombia	141	0.00	-0.11	0.57	Colombia	151	0.04	0.30	1.24
Puerto Rico	9	-0.76	-0.87	0.65	Puerto Rico	43	-0.20	-0.15	1.44
Uruguay	48	-0.06	-0.54	0.37	Uruguay	184	0.55	0.62	1.39
Perú	31	-0.16	-0.13	1.10	Perú	85	0.33	0.35	1.08
Costa Rica	25	-0.21	-0.55	0.53	Costa Rica	84	0.38	0.44	1.36
Ecuador	14	-0.25	-0.28	0.89	Ecuador	21	-0.05	-0.22	0.67

A: Documentos en Scopus; IAR: Índice de Actividad Relativo; IVR: Índice de Visibilidad Relativo; IR: Impacto Relativo.

Tabla A6. Índice de Actividad, Índice de Atracción e Impacto Relativo de los 12 países más productivos de América Latina. Áreas: *Profesiones en Salud, Ciencias de la Decisión y Estomatología.*

Profesiones en Salud					Ciencias de la Decisión				
	A	IAR	IVR	IR		A	IAR	IVR	IR
Brasil	851	-0.27	-0.47	0.47	Brasil	1,026	0.01	0.05	0.79
Mexico	138	-0.63	-0.69	0.63	Mexico	373	-0.05	-0.10	0.70
Argentina	101	-0.64	-0.70	0.75	Argentina	177	-0.28	-0.64	0.36
Chile	52	-0.64	-0.65	0.98	Chile	311	0.33	0.22	0.81
Venezuela	17	-0.73	-0.67	0.94	Venezuela	127	0.26	0.22	0.65
Cuba	460	0.65	-0.32	0.05	Cuba	27	-0.41	-0.29	0.62
Colombia	46	-0.34	-0.03	1.36	Colombia	54	-0.07	0.24	1.33
Puerto Rico	27	-0.22	-0.55	0.59	Puerto Rico	40	0.17	-0.32	0.47
Uruguay	12	-0.49	-0.52	1.04	Uruguay	18	-0.14	-0.51	0.47
Perú	10	-0.48	-0.85	0.24	Perú	13	-0.19	-0.41	0.63
Costa Rica	1	-0.92	-0.98	0.30	Costa Rica	9	-0.30	-0.51	0.72
Ecuador	2	-0.77	-0.90	0.39	Ecuador	2	-0.68	-1.00	0.00
Estomatología									
	A	IAR	IVR	IR					
Brasil	4,060	0.61	0.64	0.82					
Mexico	187	-0.37	-0.41	0.72					
Argentina	167	-0.30	-0.34	0.83					
Chile	148	-0.03	0.13	1.41					
Venezuela	127	0.26	0.05	0.46					
Cuba	199	0.51	-0.03	0.14					
Colombia	105	0.26	0.51	1.28					
Puerto Rico	42	0.19	0.37	1.89					
Uruguay	14	-0.25	-0.37	0.86					
Perú	36	0.31	-0.03	0.52					
Costa Rica	9	-0.30	-0.59	0.57					
Ecuador	0	-1.00	-1.00	0.00					

A: Documentos en Scopus; IAR: Índice de Actividad Relativo; IVR: Índice de Visibilidad Relativo; IR: Impacto Relativo.

Anexo 4

Cuba 2003-2007: datos complementarios

Sección 4.1.5

Tabla A7. Distribución porcentual anual de la tipología documental de la producción científica cubana indexada en Scopus durante el período 2003-2007.

Tipología documental	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Artículo	83,82%	81,39%	74,92%	75,74%	73,30%	77,23%
Trabajos en congresos (TC)	8,54%	9,05%	13,55%	8,55%	7,86%	9,39%
Revisiones	5,93%	7,85%	8,75%	12,19%	10,77%	9,53%
Editoriales	-	-	0,34%	0,63%	1,71%	0,65%
Erratas	0,20%	-	0,17%	-	0,06%	0,08%
Cartas al editor	1,21%	1,41%	1,94%	2,58%	2,98%	2,16%
Notas	0,20%	0,10%	0,25%	-	0,44%	0,20%
Comunicaciones cortas	0,10%	0,20%	0,08%	0,31%	2,41%	0,74%
Artículos en prensa	-	0	-	-	0,06%	0,02%
Reporte de Resumen	-	-	-	-	-	-

Tabla A8. Distribución porcentual por categorías temáticas de la tipología documental de la producción científica cubana indexada en Scopus durante el período 2003-2007.

Areas Temáticas de Scopus	Artículo	TC	Revisiones	Editoriales	Otros
Agricultural and Biological Sciences	95%	1%	3%	0%	1%
Arts and Humanities	57%	-	43%	-	-
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	88%	4%	7%	0%	1%
Business, Management and Accounting	60%	-	20%	20%	-
Chemical Engineering	73%	20%	7%	-	0%
Chemistry	93%	5%	1%	-	0%
Computer Science	45%	53%	2%	-	-
Decision Sciences	92%	8%	-	-	-
Dentistry	89%	-	11%	-	-
Earth and Planetary Sciences	78%	15%	5%	-	1%
Economics, Econometrics and Finance	100%	-	-	-	-
Energy	89%	11%	-	-	-
Engineering	67%	30%	1%	0%	1%
Environmental Science	84%	13%	3%	-	1%
Health Professions	50%	1%	20%	7%	22%
Immunology and Microbiology	85%	2%	10%	1%	3%
Materials Science	79%	19%	1%	-	1%
Mathematics	54%	44%	1%	-	-
Medicine	72%	2%	17%	1%	7%
Multidisciplinary	79%	-	5%	-	16%
Neuroscience	95%	-	4%	-	1%
Nursing	83%	-	13%	-	4%
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	89%	1%	9%	0%	1%
Physics and Astronomy	71%	28%	1%	-	-
Psychology	95%	-	5%	-	-
Social Sciences	69%	3%	24%	0%	4%
Veterinary	80%	8%	12%	-	-

Tabla A9. Distribución porcentual y visibilidad de la tipología idiomática de la producción científica cubana indexada en Scopus durante el período 2003-2007.

Tipología documental	% A	% C	C/A
Inglés	57,79%	97,76%	4,08
Español	41,78%	4,14%	0,24
Portugués	0,21%	0,01%	0,14
Alemán	0,08%	0,01%	0,20
Francés	0,05%	0,04%	2,33
Italiano	0,03%	0,02%	2,00
Catalán	0,03%	-	0
Ruso	0,02%	-	0
Chino	0,02%	0,01%	2,00

Tabla A10. Distribución porcentual por categorías temáticas de la tipología idiomática de la producción científica cubana indexada en Scopus durante el período 2003-2007.

Áreas Temáticas de Scopus	Inglés	Español	Portugués	Alemán	Otros
Agricultural and Biological Sciences	86%	14%	0%	0%	-
Arts and Humanities	78%	22%	-	-	-
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	97%	7%	0%	-	-
Business, Management and Accounting	60%	40%	-	-	-
Chemical Engineering	85%	15%	-	-	-
Chemistry	96%	3%	-	-	0%
Computer Science	98%	2%	-	-	-
Decision Sciences	100%	-	-	-	-
Dentistry	5%	95%	-	-	-
Earth and Planetary Sciences	86%	13%	-	-	1%
Economics, Econometrics and Finance	83%	17%	-	-	-
Energy	100%	-	-	-	-
Engineering	89%	11%	-	-	-
Environmental Science	83%	17%	-	-	-
Health Professions	4%	96%	-	-	1%
Immunology and Microbiology	58%	42%	0%	-	-
Materials Science	93%	6%	0%	-	-
Mathematics	89%	11%	-	-	0%
Medicine	20%	80%	0%	-	0%
Multidisciplinary	79%	21%	-	-	-
Neuroscience	89%	11%	-	-	-
Nursing	20%	80%	-	-	-
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	44%	55%	1%	-	0%
Physics and Astronomy	99%	1%	-	-	-
Psychology	89%	11%	-	-	-
Social Sciences	45%	50%	3%	1%	1%
Veterinary	69%	31%	-	-	-

Tabla A11. Categorías temáticas con visibilidad internacional superior a la media mundial en la producción científica cubana indexada en Scopus durante el período 2003-2007 (10 o más artículos).

Áreas Temáticas de Scopus	A	% CA	IR (SIR)	Instituciones destacadas
Pharmaceutical Science	333	34,5%	1,14	CQF, UH, CIGB, UCLV, CNIC
Organic Chemistry	150	90,7%	1,44	UCLV, UH, UMAT, ETICA
Drug Discovery	105	60,9%	1,54	UCLV
Chemical Engineering (misc.)	93	54,8%	1,57	CIGB, UH, ISPJAE, CIM, UO
Applied Mathematics	45	62,2%	1,09	UH, ICIMAF, UO, CNC
Metal and Alloys	43	58,1%	1,24	UH, CIME
Cancer Research	42	85,7%	1,36	CIM, CIGB, INOR
Oncology	39	69,2%	1,17	INOR, CIM, ISCMH
Radiology, Nuclear Medicine and Imaging	39	82,0%	1,56	INOR, CENTIS, CIM
Polymers and Plastics	38	84,2%	1,55	UH, UCLV
Engineering	36	38,9%	1,39	UH, ISPJAE
Computer Science Applications	32	87,5%	1,95	UCLV, CEADEN
Computational Theory and mathematics	29	75,9%	1,98	ICIMAF, UH, UCI
Mechanical Engineering	25	52%	2,04	UO, ISPJAE
Mathematics (misc)	24	54,2%	1,08	ICIMAF, UH, UO. CNC
Neurology	22	90,9%	1,53	INN, CIREN, ISCMH
Cognitive Neuroscience	21	95,2%	1,12	CIREN, ISCMH, INN, CNC
Insect Science	20	70%	1,07	IPK, UH
Geology	19	94,7%	3,34	MNHN, IGP
Multidisciplinary	19	68,4%	1,18	UH, IES
Otorhinolaryngology	19	36,8%	1,02	ISCMH
Structural Biology	18	66,7%	1,07	CIGB, UCLV, UNICA
Soil Science	17	70,6%	1,04	ICIDCA, INCA, UNAH
Industrial and Manufacturing Engineering	17	41,2%	1,52	CIGB, ISPJAE
Statistical and Non Linear Physics	16	75%	1,32	UH, ICIMAF, INSTEC
Modeling and Simulation	14	71,4%	1,28	UMAT, ISPJAE, UH, UCLV
Process Chemistry and Technology	13	84,6%	1,31	CIGB, UH, UMAT
Safety, Risk, Reliability and Quality	12	75%	1,50	CIMEQ, CNIC, IFINLAY
Energy Engineering and Power Technology	10	70%	1,01	UH, UO
Information Systems	10	80%	2,37	UO
Software	10	80%	1,44	UCLV, UH, CEADEN
Geriatrics and Gerontology	10	50%	1,14	ISCMH, HHAMEIJEIRAS

Tabla A12. Instituciones internacionales que más colaboraron con Cuba durante el período 2003-2007 (20 o más artículos).

Instituciones	País	A	%	C/A*
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	MX	170	2,94	2,69
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	ES	160	2,77	3,96
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	MX	147	2,54	2,82
Universidad de Sao Paulo (USP)	BR	110	1,90	3,83
Universidad de Valencia (UVAL)	ES	60	1,04	12,15
Universidad de Santiago de Compostela (USC)	ES	59	1,02	16,46
Universidad Estadual de Campiñas (UNICAMP)	BR	57	0,99	4,64
Universidad Federal de Sao Carlos (UFSC)	BR	55	0,95	1,63
Universidad Complutense de Madrid (UCM)	ES	49	0,85	3,52
Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ)	BR	38	0,66	2,45
Universidad Autónoma de Madrid (UAM)	ES	37	0,64	2,86
Universidad de Oviedo (UOVIEDO)	ES	36	0,62	3,34
Universidad de Barcelona (UBA)	ES	35	0,61	4,48
Universidad Jaume 1 (UJAUME1)	ES	35	0,61	0,89
Universidad de Rovira y Virgili (UROV)	ES	32	0,55	3,29
Universidad de Ghent (UGHENT)	BE	31	0,54	2,82
Universidad de Rostock (UROSTOCK)	DE	29	0,50	10,90
Universidad de Santiago de Chile (USCHILE)	CL	28	0,48	7,71
Universidad de Torino (UTORINO)	IT	26	0,45	4,48
Universidad de Vigo (UVIGO)	ES	24	0,42	7,91
Instituto de Medicina Tropical de Amberes (ITM)	BE	23	0,40	6,96
Universidad Autónoma de Barcelona (UAB)	ES	23	0,40	5,24
Universidad Nacional de La Plata (UNLP)	AR	22	0,38	15,90
Universidad Católica de Leuven (KULEUVEN)	BE	22	0,38	2,67
Universidad Federal Fluminense (UFF)	BR	22	0,38	2,67
Universidad de Castilla La Mancha (UCLM)	ES	22	0,38	3,68
Universidad Politécnica de Cataluña (UPCAT)	ES	21	0,36	2,22
Universidad Autónoma de Baja California (UABC)	MX	21	0,36	2,05
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	MX	21	0,36	2,89

* Datos del SIR

Anexo 5
Visibilidad internacional de regiones
y sectores nacionales
Sección 4.2.5

Tabla A13. Visibilidad de las provincias cubanas en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	A	%	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Ciudad Habana	4457	77,14	2042	45,8	11204	2,51	31	43,86
Villa Clara	398	6,89	220	55,3	2139	5,37	25	28,93
Habana	353	6,11	133	37,7	529	1,50	11	13,45
Santiago de Cuba	275	4,76	127	46,2	493	1,79	10	11,83
Matanzas	187	3,24	102	54,5	639	3,42	13	16,79
Camaguey	168	2,91	48	28,6	317	1,89	9	14,93
Holguín	118	2,04	48	40,7	226	1,92	8	9,33
Cienfuegos	100	1,73	42	42,0	369	3,69	12	16,58
Pinar del Río	67	1,16	29	43,3	113	1,69	4	7,28
Ciego de Avila	59	1,02	33	55,9	82	1,39	4	5,29
Granma	48	0,83	15	31,3	65	1,35	4	6,40
Sancti Spiritus	24	0,42	10	41,7	85	3,54	6	8,72
Las Tunas	18	0,31	11	61,1	59	3,28	3	6,40
Guantánamo	10	0,17	3	30,0	7	0,70	2	2,24
Isla de la Juventud	1	0,02	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Cuba	5778	100	2582	44,7	14727	2,55	34	45,96

Tabla A14. Visibilidad de la colaboración internacional de las provincias cubanas en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	A	% PCI	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Ciudad Habana	1981	44,4	1288	65,0	7860	3,97	27	41,01
Villa Clara	217	54,5	157	72,4	1613	7,43	22	26,08
Santiago de Cuba	188	68,4	101	53,7	408	2,17	9	11,09
Habana	131	37,1	74	56,5	400	3,05	11	13,38
Matanzas	90	48,1	56	62,2	331	3,68	9	13,11
Holguín	58	49,2	39	67,2	179	3,09	8	8,72
Camaguey	44	26,2	24	54,5	245	5,57	9	14,32
Cienfuegos	32	32,0	24	75,0	298	9,31	11	15,68
Pinar del Río	31	46,3	22	71,0	85	2,74	4	6,86
Ciego de Avila	24	40,7	17	70,8	48	2,00	4	5,29
Granma	11	22,9	5	45,5	20	1,82	2	4,00
Las Tunas	10	55,6	7	70,0	48	4,80	3	6,40
Sancti Spiritus	8	33,3	5	62,5	51	6,38	4	7,00
Guantánamo	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Isla de la Juventud	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Cuba	2605	45,1	1672	64,2	10646	4,09	31	43,35

Tabla A15. Visibilidad de la producción nacional exclusiva de las provincias cubanas en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	A	% PNE	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Ciudad Habana	2476	55,6	754	30,5	3344	1,35	21	26,02
Habana	222	62,9	59	26,6	129	0,58	5	6,71
Villa Clara	181	45,5	63	34,8	526	2,91	12	18,71
Camaguey	124	73,8	24	19,4	72	0,58	3	5,74
Matanzas	97	51,9	46	47,4	308	3,18	10	13,34
Santiago de Cuba	87	31,6	26	29,9	85	0,98	5	6,48
Cienfuegos	68	68,0	18	26,5	71	1,04	3	6,48
Holguín	60	50,8	9	15,0	47	0,78	3	5,92
Granma	37	77,1	10	27,0	45	1,22	4	5,74
Pinar del Río	36	53,7	7	19,4	28	0,78	4	4,69
Ciego de Avila	35	59,3	16	45,7	34	0,97	4	4,00
Sancti Spiritus	16	66,7	5	31,3	34	2,13	3	5,57
Guantánamo	10	100,0	3	30,0	7	0,70	2	2,24
Las Tunas	8	44,4	4	50,0	11	1,38	3	3,00
Isla de la Juventud	1	100,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Cuba	3173	54,9	910	28,7	4081	1,29	23	28,51

Tabla A16. Visibilidad de la colaboración nacional exclusiva de las provincias cubanas en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	A	% CN	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Ciudad Habana	799	17,9	330	41,3	1491	1,87	17	20,35
Villa Clara	93	23,4	38	40,9	230	2,47	8	12,57
Habana	92	26,1	35	38,0	98	1,07	5	6,71
Matanzas	40	21,4	27	67,5	180	4,50	8	10,91
Camaguey	39	23,2	10	25,6	38	0,97	3	5,39
Cienfuegos	29	29,0	11	37,9	58	2,00	3	6,48
Santiago de Cuba	26	9,5	12	46,2	55	2,12	4	6,08
Holguín	25	21,2	9	36,0	47	1,88	3	5,92
Ciego de Avila	22	37,3	9	40,9	24	1,09	3	3,46
Pinar del Río	16	23,9	6	37,5	24	1,50	3	4,24
Sancti Spiritus	12	50,0	5	41,7	34	2,83	3	5,57
Granma	10	20,8	5	50,0	22	2,20	4	4,47
Guantánamo	10	100,0	3	30,0	7	0,70	2	2,24
Las Tunas	5	27,8	4	80,0	11	2,20	3	3,00
Isla de la Juventud	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Cuba	935	16,2	370	39,6	1669	1,79	18	21,14

Tabla A17. Visibilidad de la producción científica sin colaboración de las provincias cubanas en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	A	% SC	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
Ciudad Habana	1677	37,6	424	25,3	1853	1,10	16	21,89
Habana	130	36,8	24	18,5	31	0,24	2	2,24
Villa Clara	88	22,1	25	28,4	296	3,36	9	15,46
Camaguey	85	50,6	14	16,5	34	0,40	2	2,83
Santiago de Cuba	61	22,2	14	23,0	30	0,49	3	3,61
Matanzas	57	30,5	19	33,3	128	2,25	6	9,49
Cienfuegos	39	39,0	7	17,9	13	0,33	2	2,24
Holguín	35	29,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Granma	27	56,3	5	18,5	23	0,85	2	4,36
Pinar del Río	20	29,9	1	5,0	4	0,20	1	2,00
Ciego de Avila	13	22,0	7	53,8	10	0,77	1	2,00
Sancti Spiritus	4	16,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Las Tunas	3	16,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Isla de la Juventud	1	100,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Guantánamo	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Cuba	2238	38,7	540	24,1	2412	1,08	19	25,55

Tabla A18. Visibilidad de las instituciones cubanas con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	A	%	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R	s-H
ES-UH-CHA	1111	19,23	632	56,9	3177	2,86	20	25,77	7
ES-ISCMH-CHA	699	12,10	165	23,6	840	1,20	14	18,76	4
SS-IPK-CHA	345	5,97	172	49,9	1116	3,23	15	21,33	6
CT-CIGB-CHA	339	5,87	227	67,0	1469	4,33	17	23,04	6
ES-UCLV-VCL	307	5,31	195	63,5	2052	6,68	25	28,93	9
CT-CNIC-CHA	288	4,98	206	71,5	1326	4,60	17	21,40	7
ES-UO-SCU	193	3,34	101	52,3	345	1,79	8	9,27	3
SS-HHAMEIJEIRAS-CHA	161	2,79	35	21,7	188	1,17	7	10,95	3
CT-ICIMAF-CHA	154	2,67	72	46,8	249	1,62	8	9,49	3
SS-CQF-CHA	154	2,67	112	72,7	585	3,80	12	14,46	5
ES-UMAT-MTZ	146	2,53	93	63,7	624	4,27	13	16,79	6
CT-ICA-HAB	142	2,46	29	20,4	36	0,25	2	2,24	2
ES-ISPJAE-CHA	122	2,11	51	41,8	156	1,28	6	7,55	2
CT-CEADEN-CHA	113	1,96	64	56,6	213	1,88	7	7,68	5
ES-ISCMC-CMG	113	1,96	19	16,8	55	0,49	3	5,83	2
CT-CNC-CHA	102	1,77	79	77,5	593	5,81	12	17,72	5
SS-CNICM-CHA	101	1,75	2	2,0	2	0,02	1	1,00	1
ES-INSTEC-CHA	96	1,66	60	62,5	240	2,50	7	9,33	3
CT-IFINLAY-CHA	95	1,64	46	48,4	260	2,74	8	13,49	3
CT-CIM-CHA	93	1,61	65	69,9	613	6,59	13	19,42	5
ES-ISMMLDSOTO-CHA	82	1,42	8	9,8	40	0,49	3	5,74	2
SS-CIREN-CHA	79	1,37	39	49,4	223	2,82	8	11,58	3
SS-INN-CHA	74	1,28	32	43,2	101	1,36	5	6,56	3
SS-CIDEM-CHA	73	1,26	12	16,4	33	0,45	3	4,80	1
CT-IIIA-CHA	72	1,25	38	52,8	129	1,79	6	7,07	3
SS-HMASCUNCE-CMG	70	1,21	15	21,4	23	0,33	2	2,45	2
CT-IES-CHA	65	1,12	30	46,2	227	3,49	5	13,42	3
SS-IHEMATOL-CHA	64	1,11	13	20,3	28	0,44	3	3,87	2
SS-ENSAP-CHA	62	1,07	3	4,8	7	0,11	2	2,24	1
ES-ISCMVC-VCL	61	1,06	14	23,0	38	0,62	4	4,58	2
ES-FCMCF-CFG	60	1,04	22	36,7	99	1,65	5	7,81	3
SS-INOR-CHA	60	1,04	23	38,3	325	5,42	6	16,67	2
CT-CENSA-HAB	59	1,02	30	50,8	136	2,31	6	8,83	2
SS-CIMEQ-CHA	56	0,97	39	69,6	326	5,82	12	16,00	5
SS-HGALDEREGUIA-CFG	53	0,92	18	34,0	86	1,62	5	7,68	3
SS-MINSAP-CHA	53	0,92	17	32,1	106	2	6	8,77	4
CT-ICIDCA-CHA	52	0,90	31	59,6	116	2,23	6	7,35	3
ES-ISCMSC-SCU	51	0,88	10	19,6	55	1,08	4	6,63	1
SS-INHEM-CHA	51	0,88	17	33,3	50	0,98	4	5,00	3
SS-HMCJFINLAY-CHA	47	0,81	11	23,4	53	1,13	3	6,00	2
SS-ICARDIOL-CHA	44	0,76	22	50,0	455	10,34	7	20,47	3
AD-ETICA-VCL	43	0,74	38	88,4	515	11,98	16	19,16	5
ES-UNAH-HAB	43	0,74	20	46,5	101	2,35	5	8,31	3
SS-HPWSOLER-CHA	43	0,74	8	18,6	17	0,40	3	3,32	1
CT-INCA-HAB	40	0,69	29	72,5	171	4,28	7	9,49	4
SS-HMFAJARDO-CHA	40	0,69	8	20,0	32	0,80	3	5,00	3
SS-INHA-CHA	40	0,69	12	30,0	37	0,93	4	4,69	2

Institución	A	%	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R	s-H
AD-MNHN-CHA	38	0,66	27	71,1	99	2,61	5	7,07	2
ES-UCAM-CMG	37	0,64	15	40,5	121	3,27	7	10,1	3
ES-UNICA-CAV	37	0,64	25	67,6	70	1,89	4	5,29	2
ES-FCMH-HOL	36	0,62	5	13,9	25	0,69	3	4,80	3
SS-INEEM-CHA	36	0,62	13	36,1	122	3,39	5	10,15	3
CT-INIFAT-CHA	34	0,59	19	55,9	51	1,5	4	4,80	2
CT-CENATAV-CHA	33	0,57	10	30,3	25	0,76	3	3,74	2
SS-HCGARCIA-CHA	33	0,57	9	27,3	53	1,61	4	6,71	1
SS-CNGM-CHA	32	0,55	15	46,9	85	2,66	6	8,25	2
ES-UCF-CFG	31	0,54	17	54,8	265	8,55	9	15,17	4
ES-UPR-PRI	31	0,54	19	61,3	87	2,81	4	7,21	3
ES-UHOLM-HOL	29	0,50	17	58,6	62	2,14	6	6,48	3
SS-HPJMMARQUEZ-CHA	29	0,50	6	20,7	20	0,69	3	3,74	2
CT-CIE-CHA	27	0,47	13	48,1	25	0,93	3	3,00	2
ES-FCMM-MTZ	26	0,45	2	7,7	2	0,08	1	1	1
SS-LABCEL-CHA	26	0,45	10	38,5	32	1,23	4	4,69	2
CT-INICA-CHA	24	0,42	16	66,7	69	2,88	5	6,16	3
ES-FCMGR-GRA	24	0,42	3	12,5	7	0,29	2	2,45	1
ES-UCI-CHA	24	0,42	11	45,8	23	0,96	3	3,32	2
CT-IDICT-CHA	22	0,40	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0
CT-IIP-CHA	22	0,38	9	40,9	45	2,05	5	5,83	3
SS-INEFROL-CHA	22	0,38	8	36,4	21	0,95	3	3,74	2
CT-IGA-CHA	21	0,38	6	28,6	12	0,57	2	2,83	1
SS-HGOAARIAS-CHA	21	0,36	11	52,4	131	6,24	5	11	3
SS-HJALBARRAN-CHA	21	0,36	4	19,0	7	0,33	2	2,24	1
SS-HSLORA-SCU	21	0,36	7	33,3	33	1,57	3	5,20	1
SS-IGASTRO-CHA	21	0,36	12	57,1	72	3,43	5	7,28	3
SS-PD26JULIO-CHA	21	0,36	3	14,3	17	0,81	2	3,87	2
SS-HGORGCORO-CHA	20	0,36	3	15,0	7	0,35	1	2,24	1
CT-BIOCEN-HAB	19	0,35	2	10,5	2	0,11	1	1,00	1
CT-INIVIT-VCL	19	0,33	12	63,2	38	2,00	3	4,80	3
CT-INSMET-CHA	18	0,33	4	22,2	28	1,56	2	5,00	1
ES-FCMAV-CAV	18	0,31	7	38,9	8	0,44	1	1,41	1
ES-ELAM-CHA	17	0,31	6	35,3	20	1,18	3	4,12	1
ES-UDG-GRA	17	0,29	10	58,8	52	3,06	4	6,40	2
SS-HCEGUEVARA-VCL	17	0,29	3	17,6	4	0,24	1	1,41	1
CT-CIP-CHA	16	0,29	9	56,3	23	1,44	3	3,74	1
CT-CPHR-CHA	16	0,28	9	56,3	56	3,50	3	6,93	2
CT-ICID-CHA	16	0,28	3	18,8	4	0,25	1	1,41	1
ES-ISMMM-HOL	16	0,28	10	62,5	55	3,44	5	6,71	3
SS-IANGIOL-CHA	16	0,28	10	62,5	42	2,63	3	5,57	1
CT-CIME-CHA	15	0,28	11	73,3	45	3,00	5	5,92	3
CT-IOCEANOL-CHA	15	0,26	9	60,0	33	2,20	3	5,20	1
ES-FCMPR-PRI	15	0,26	1	6,7	2	0,13	1	1,41	1
SS-CDF-CHA	15	0,26	2	13,3	3	0,20	1	1,41	1
SS-HLENIN-HOL	15	0,26	4	26,7	24	1,60	3	4,80	3
CT-IIFT-CHA	14	0,26	7	50,0	18	1,29	3	3,74	2
SS-CENCEC-CHA	14	0,24	7	50,0	38	2,71	4	5,48	2
SS-CIRAH-HOL	14	0,24	6	42,9	35	2,50	4	5,39	2

Institución	A	%	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R	s-H
SS-HCMCESPEDES-GRA	14	0,24	3	21,4	7	0,50	2	2,45	1
CT-CENPALAB-HAB	13	0,24	4	30,8	11	0,85	2	2,83	2
CT-IGP-CHA	13	0,22	10	76,9	59	4,54	5	6,24	2
SS-HAMCASTRO-VCL	13	0,22	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0
SS-HGOEHERNANDEZ-CHA	13	0,22	7	53,8	32	2,46	4	5,29	2
SS-HPH-CHA	13	0,22	3	23,1	3	0,23	1	1,00	1
CT-CEINPET-CHA	12	0,22	6	50,0	21	1,75	3	4,12	1
EM-UNECAMOTO-CHA	12	0,21	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0
SS-CECMED-CHA	12	0,21	6	50,0	17	1,42	2	3,32	1
SS-HPCHABANA-CHA	12	0,21	3	25,0	21	1,75	2	4,47	1
SS-HPPBORRAS-CHA	12	0,21	10	83,3	55	4,58	4	6,48	3
CT-IIT-HAB	11	0,21	6	54,5	16	1,45	2	3,46	2
SS-CEPDSC-SCU	11	0,19	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0
SS-HPEAGRAMONTE-CMG	11	0,19	1	9,1	4	0,36	1	2,00	1
SS-HPJLMIRANDA-VCL	11	0,19	4	36,4	5	0,45	1	1,41	1
AD-LABIOFAM-CHA	10	0,19	1	10,0	2	0,20	1	1,41	1
ES-FCMLT-LTU	10	0,17	4	40,0	20	2,00	3	4,12	3
SS-H10DEOCTUBRE-CHA	10	0,17	2	20,0	3	0,30	1	1,41	1
Cuba	5778	100	2582	44,7	14727	2,55	34	45,96	15

Tabla A19. Visibilidad de la colaboración internacional en instituciones cubanas con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	PCI	% PCI	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
ES-UH-CHA	784	70,6	505	64,4	2693	3,43	20	25,50
ES-UCLV-VCL	187	60,9	148	79,1	1561	8,35	22	26,08
ES-UO-SCU	157	81,3	81	51,6	289	1,84	8	9,27
CT-ICIMAF-CHA	112	72,7	50	44,6	158	1,41	6	7,42
ES-ISCMH-CHA	109	15,6	70	64,2	512	4,70	12	16,64
SS-IPK-CHA	109	31,6	79	72,5	624	5,72	13	17,97
SS-CQF-CHA	102	66,2	81	79,4	438	4,29	11	13,38
CT-CIGB-CHA	96	28,3	81	84,4	766	7,98	13	20,47
CT-CEADEN-CHA	94	83,2	53	56,4	200	2,13	7	7,68
ES-UMAT-MTZ	86	58,9	54	62,8	329	3,83	9	13,11
CT-CNIC-CHA	82	28,5	65	79,3	503	6,13	12	16,85
ES-ISPJAE-CHA	82	67,2	39	47,6	137	1,67	6	7,55
ES-INSTEC-CHA	78	81,3	51	65,4	209	2,68	7	9,17
CT-CNC-CHA	58	56,9	46	79,3	417	7,19	11	16,49
CT-IES-CHA	49	75,4	27	55,1	224	4,57	5	13,42
CT-CENSA-HAB	38	64,4	24	63,2	119	3,13	6	8,60
CT-INCA-HAB	38	95,0	28	73,7	167	4,39	7	9,49
CT-ICIDCA-CHA	35	67,3	25	71,4	102	2,91	6	7,28
CT-CIM-CHA	33	35,5	27	81,8	251	7,61	9	13,38
CT-IIIA-CHA	33	45,8	15	45,5	61	1,85	5	6,24
AD-ETICA-VCL	33	76,7	30	90,9	392	11,88	12	16,49
ES-UNAH-HAB	31	72,1	15	48,4	93	3,00	5	8,31
CT-INIFAT-CHA	28	82,4	15	53,6	39	1,39	3	4,12

Institución	PCI	% PCI	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
CT-IFINLAY-CHA	26	27,4	17	65,4	187	7,19	8	13,08
AD-MNHN-CHA	25	65,8	17	68,0	70	2,80	4	6,32
SS-CIREN-CHA	23	29,1	17	73,9	136	5,91	6	10,05
ES-UCAM-CMG	21	56,8	10	47,6	102	4,86	6	9,70
ES-UNICA-CAV	21	56,8	15	71,4	46	2,19	4	5,29
ES-UHOLM-HOL	21	72,4	15	71,4	52	2,48	5	5,83
CT-INICA-CHA	21	87,5	14	66,7	63	3,00	5	6,16
SS-INOR-CHA	20	33,3	14	70,0	237	11,85	5	14,73
ES-UPR-PRI	19	61,3	15	78,9	66	3,47	4	6,78
SS-INHEM-CHA	18	35,3	12	66,7	43	2,39	4	5,00
ES-ISCMC-CMG	16	14,2	2	12,5	14	0,88	1	3,61
SS-CNGM-CHA	16	50,0	11	68,8	80	5,00	6	8,25
ES-UCF-CFG	16	51,6	11	68,8	223	13,94	9	14,49
SS-HHAMEIJEIRAS-CHA	15	9,3	7	46,7	26	1,73	4	4,47
SS-INN-CHA	15	20,3	8	53,3	19	1,27	3	3,46
CT-IIP-CHA	15	68,2	9	60,0	45	3,00	5	5,83
CT-CIP-CHA	15	93,8	8	53,3	21	1,40	3	3,74
SS-INHA-CHA	14	35,0	7	50,0	25	1,79	4	4,36
ES-ISMMM-HOL	14	87,5	9	64,3	45	3,21	4	5,92
CT-CIME-CHA	14	93,3	11	78,6	45	3,21	5	5,92
SS-ICARDIOL-CHA	13	29,5	11	84,6	427	32,85	6	20,25
SS-MINSAP-CHA	12	22,6	8	66,7	44	3,67	4	5,92
CT-IGP-CHA	12	92,3	9	75,0	49	4,08	5	5,83
ES-FCMCF-CFG	11	18,3	10	90,9	70	6,36	5	7,68
SS-HGALDEREGUIA-CFG	11	20,8	10	90,9	70	6,36	5	7,68
ES-ISCMSC-SCU	11	21,6	6	54,5	35	3,18	4	5,57
CT-IOCEANOL-CHA	11	73,3	6	54,5	30	2,73	3	5,20
CT-ICA-HAB	10	7,0	1	10,0	1	0,10	1	1,00
SS-INEEM-CHA	10	27,8	7	70,0	106	10,60	4	9,85
CT-CENATAV-CHA	10	30,3	5	50,0	12	1,20	2	2,83
SS-HGOEHERNANDEZ-CHA	10	76,9	7	70,0	32	3,20	4	5,29
SS-HMASCUNCE-CMG	9	12,9	1	11,1	1	0,11	1	1,00
ES-UCI-CHA	9	37,5	6	66,7	15	1,67	3	3,32
ES-ISCMVC-VCL	8	13,1	4	50,0	19	2,38	3	4,00
CT-INSMET-CHA	8	44,4	2	25,0	25	3,13	2	5,00
ES-UDG-GRA	8	47,1	4	50,0	16	2,00	2	3,74
SS-CIRAH-HOL	8	57,1	5	62,5	32	4,00	4	5,39
SS-IHEMATOL-CHA	7	10,9	3	42,9	7	1,00	1	2,24
SS-HCGARCIA-CHA	7	21,2	1	14,3	1	0,14	1	1,00
CT-IGA-CHA	7	33,3	2	28,6	7	1,00	1	2,45
SS-HSLORA-SCU	7	33,3	5	71,4	31	4,43	3	5,20
SS-HGOAARIAS-CHA	6	28,6	6	100,0	122	20,33	5	11,00
SS-HCEGUEVARA-VCL	6	35,3	1	16,7	1	0,17	1	1,00
CT-CPHR-CHA	6	37,5	3	50,0	43	7,17	2	6,48
SS-HPWSOLER-CHA	5	11,6	2	40,0	7	1,40	2	2,65
SS-HGORGCORO-CHA	5	25,0	2	40,0	2	0,40	1	1,00
CT-INIVIT-VCL	5	26,3	2	40,0	7	1,40	1	2,45
SS-IANGIOL-CHA	5	31,3	5	100,0	35	7,00	3	5,57
CT-CEINPET-CHA	5	41,7	5	100,0	12	2,40	2	2,83

Institución	PCI	% PCI	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
SS-HPPBORRAS-CHA	5	41,7	5	100,0	42	8,40	4	6,40
SS-CNICM-CHA	4	4,0	2	50,0	2	0,50	1	1,00
SS-ENSAP-CHA	4	6,5	1	25,0	3	0,75	1	1,73
SS-HMCJFINLAY-CHA	4	8,5	4	100,0	39	9,75	3	6,00
ES-FCMH-HOL	4	11,1	4	100,0	24	6,00	3	4,80
SS-LABCEL-CHA	4	15,4	4	100,0	18	4,50	3	4,00
SS-IGASTRO-CHA	4	19,0	4	100,0	35	8,75	4	5,92
SS-HLENIN-HOL	4	26,7	4	100,0	24	6,00	3	4,80
CT-IIFT-CHA	4	28,6	2	50,0	2	0,50	1	1,00
SS-CECMED-CHA	4	33,3	2	50,0	7	1,75	2	2,65
SS-CIMEQ-CHA	3	5,4	2	66,7	7	2,33	2	2,65
SS-HMFAJARDO-CHA	3	7,5	1	33,3	8	2,67	1	2,83
SS-HPJMMARQUEZ-CHA	3	10,3	3	100,0	12	4,00	2	3,16
ES-ELAM-CHA	3	17,6	1	33,3	7	2,33	1	2,65
SS-CDF-CHA	3	20,0	1	33,3	2	0,67	1	1,41
SS-HPCHABANA-CHA	3	25,0	3	100,0	21	7,00	2	4,47
CT-IIT-HAB	3	27,3	2	66,7	4	1,33	1	1,73
ES-FCMLT-LTU	3	30,0	1	33,3	11	3,67	1	3,32
SS-CIDEM-CHA	2	2,7	1	50,0	4	2,00	1	2,00
ES-FCMM-MTZ	2	7,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-PD26JULIO-CHA	2	9,5	2	100,0	15	7,50	2	3,87
CT-BIOCEN-HAB	2	10,5	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-FCMAV-CAV	2	11,1	2	100,0	2	1,00	1	1,00
SS-HPH-CHA	2	15,4	1	50,0	1	0,50	1	1,00
SS-HPEAGRAMONTE-CMG	2	18,2	1	50,0	4	2,00	1	2,00
SS-H10DEOCTUBRE-CHA	2	20,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-FCMGR-GRA	1	4,2	1	100,0	4	4,00	1	2,00
SS-CENCEC-CHA	1	7,1	1	100,0	4	4,00	1	2,00
SS-HCMCESPEDES-GRA	1	7,1	1	100,0	4	4,00	1	2,00
CT-CENPALAB-HAB	1	7,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HPJLMIRANDA-VCL	1	9,1	0	0,0	0	0,00	0	0,00
AD-LABIOFAM-CHA	1	10,0	1	100,0	2	2,00	1	1,41
ES-ISMMLDSOTO-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HMLDSOTO-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-CIE-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-IDICT-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-INEFROL-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HJALBARRAN-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-ICID-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-FCMPR-PRI	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HAMCASTRO-VCL	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
EM-UNECAMOTO-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-CEPDSC-SCU	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Cuba	2605	45,1	1672	64,2	10646	4,09	31	43,35

Tabla A20. Visibilidad de la producción nacional exclusiva en instituciones cubanas con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	PNE	% PNE	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
ES-ISCMH-CHA	590	84,4	95	16,1	328	0,56	8	12,08
ES-UH-CHA	327	29,4	127	38,8	484	1,48	8	11,49
CT-CIGB-CHA	243	71,7	146	60,1	703	2,89	12	15,03
SS-IPK-CHA	236	68,4	93	39,4	492	2,08	11	15,72
CT-CNIC-CHA	206	71,5	141	68,4	823	4,00	13	14,00
SS-HHAMEIJEIRAS-CHA	146	90,7	28	19,2	162	1,11	7	10,95
CT-ICA-HAB	132	93,0	28	21,2	35	0,27	2	2,24
ES-UCLV-VCL	120	39,1	47	39,2	491	4,09	12	18,71
ES-ISCMC-CMG	97	85,8	17	17,5	41	0,42	2	4,58
SS-CNICM-CHA	97	96,0	0	0,0	0	0	0	0
ES-ISMM LDSOTO-CHA	82	100,0	8	9,8	40	0,49	3	5,74
SS-CIDEM-CHA	71	97,3	11	15,5	29	0,41	2	4,36
CT-IFINLAY-CHA	69	72,6	29	42,0	73	1,06	4	6,16
SS-HMASCUNCE-CMG	61	87,1	14	23,0	22	0,36	2	2,45
ES-UMAT-MTZ	60	41,1	39	65,0	295	4,92	10	13,34
CT-CIM-CHA	60	64,5	38	63,3	362	6,03	9	16,06
SS-INN-CHA	59	79,7	24	40,7	82	1,39	5	6,56
SS-ENSAP-CHA	58	93,5	2	3,4	4	0,07	2	2,00
SS-IHEMATOL-CHA	57	89,1	10	17,5	21	0,37	2	3,16
SS-CIREN-CHA	56	70,9	22	39,3	87	1,55	5	7,42
ES-ISCMVC-VCL	53	86,9	10	18,9	19	0,36	3	3,00
SS-CIMEQ-CHA	53	94,6	37	69,8	319	6,02	12	16,00
SS-CQF-CHA	52	33,8	31	59,6	147	2,83	7	9,64
ES-FCMCF-CFG	49	81,7	12	24,5	29	0,59	3	3,61
CT-CNC-CHA	44	43,1	33	75,0	176	4,00	8	10,44
SS-HMCJFINLAY-CHA	43	91,5	7	16,3	14	0,33	3	3,00
CT-ICIMAF-CHA	42	27,3	22	52,4	91	2,17	5	7,28
SS-HGALDEREGUIA-CFG	42	79,2	8	19,0	16	0,38	2	2,45
SS-MINSAP-CHA	41	77,4	9	22,0	62	1,51	4	7,14
ES-ISPJAE-CHA	40	32,8	12	30,0	19	0,48	2	2,45
SS-INOR-CHA	40	66,7	9	22,5	88	2,20	4	8,89
ES-ISCMSC-SCU	40	78,4	4	10,0	20	0,50	1	4,12
CT-IIIA-CHA	39	54,2	23	59,0	68	1,74	5	5,83
SS-HPWSOLER-CHA	38	88,4	6	15,8	10	0,26	2	2,45
SS-HMFAJARDO-CHA	37	92,5	7	18,9	24	0,65	3	4,47
ES-UO-SCU	36	18,7	20	55,6	56	1,56	4	5,00
SS-INHEM-CHA	33	64,7	5	15,2	7	0,21	2	2,00
ES-FCMH-HOL	32	88,9	1	3,1	1	0,03	1	1,00
SS-ICARDIOL-CHA	31	70,5	11	35,5	28	0,90	3	4,12
CT-CIE-CHA	27	100,0	13	48,1	25	0,93	3	3,00
SS-INHA-CHA	26	65,0	5	19,2	12	0,46	2	3,00
SS-INEEM-CHA	26	72,2	6	23,1	16	0,62	2	3,32
SS-HCGARCIA-CHA	26	78,8	8	30,8	52	2,00	4	6,71
SS-HPJMMARQUEZ-CHA	26	89,7	3	11,5	8	0,31	2	2,65
ES-FCMM-MTZ	24	92,3	2	8,3	2	0,08	1	1,00
CT-CENATAV-CHA	23	69,7	5	21,7	13	0,57	2	3,00
ES-FCMGR-GRA	23	95,8	2	8,7	3	0,13	1	1,41

Institución	PNE	% PNE	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
SS-LABCEL-CHA	22	84,6	6	27,3	14	0,64	2	3,16
CT-IDICT-CHA	22	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,00
SS-INEFROL-CHA	22	100,0	8	36,4	21	0,95	3	3,74
CT-CENSA-HAB	21	35,6	6	28,6	17	0,81	2	3,46
SS-HJALBARRAN-CHA	21	100,0	4	19,0	7	0,33	2	2,24
CT-CEADEN-CHA	19	16,8	11	57,9	13	0,68	2	2,00
SS-PD26JULIO-CHA	19	90,5	1	5,3	2	0,11	1	1,41
ES-INSTEC-CHA	18	18,8	9	50,0	31	1,72	4	4,69
CT-ICIDCA-CHA	17	32,7	6	35,3	14	0,82	2	3,16
SS-IGASTRO-CHA	17	81,0	8	47,1	37	2,18	3	5,10
CT-BIOCEN-HAB	17	89,5	2	11,8	2	0,12	1	1,00
CT-IES-CHA	16	24,6	3	18,8	3	0,19	1	1,00
ES-UCAM-CMG	16	43,2	5	31,3	19	1,19	3	4,00
ES-UNICA-CAV	16	43,2	10	62,5	24	1,50	3	3,46
SS-CNGM-CHA	16	50,0	4	25,0	5	0,31	1	1,41
ES-FCMAV-CAV	16	88,9	5	31,3	6	0,38	1	1,41
CT-ICID-CHA	16	100,0	3	18,8	4	0,25	1	1,41
ES-UCF-CFG	15	48,4	6	40,0	42	2,80	2	5,92
ES-UCI-CHA	15	62,5	5	33,3	8	0,53	2	2,24
SS-HGOAARIAS-CHA	15	71,4	5	33,3	9	0,60	2	2,24
SS-HGORGOCORO-CHA	15	75,0	1	6,7	5	0,33	1	2,24
ES-FCMPR-PRI	15	100,0	1	6,7	2	0,13	1	1,41
CT-IGA-CHA	14	66,7	4	28,6	5	0,36	1	1,41
SS-HSLORA-SCU	14	66,7	2	14,3	2	0,14	1	1,00
CT-INIVIT-VCL	14	73,7	10	71,4	31	2,21	3	4,47
ES-ELAM-CHA	14	82,4	5	35,7	13	0,93	2	3,16
AD-MNHN-CHA	13	34,2	10	76,9	29	2,23	3	4,24
SS-CENCEC-CHA	13	92,9	6	46,2	34	2,62	3	5,10
SS-HCMCESPEDES-GRA	13	92,9	2	15,4	3	0,23	1	1,41
SS-HAMCASTRO-VCL	13	100,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-UNAH-HAB	12	27,9	5	41,7	8	0,67	2	2,24
ES-UPR-PRI	12	38,7	4	33,3	21	1,75	3	4,24
SS-CDF-CHA	12	80,0	1	8,3	1	0,08	1	1,00
CT-CENPALAB-HAB	12	92,3	4	33,3	11	0,92	2	2,83
EM-UNECAMOTO-CHA	12	100,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HCEGUEVARA-VCL	11	64,7	2	18,2	3	0,27	1	1,41
SS-IANGIOL-CHA	11	68,8	5	45,5	7	0,64	2	2,00
SS-HLENIN-HOL	11	73,3	0	0,0	0	0	0	0
SS-HPH-CHA	11	84,6	2	18,2	2	0,18	1	1,00
SS-CEPDSC-SCU	11	100,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
AD-ETICA-VCL	10	23,3	8	80,0	123	12,3	6	10,77
CT-INSMET-CHA	10	55,6	2	20,0	3	0,30	1	1,41
CT-CPHR-CHA	10	62,5	6	60,0	13	1,30	2	3,00
CT-IIIFT-CHA	10	71,4	5	50,0	16	1,60	3	3,74
SS-HPJLMIRANDA-VCL	10	90,9	4	40,0	5	0,50	1	1,41
ES-UDG-GRA	9	52,9	6	66,7	36	4,00	4	5,74
SS-HPCHABANA-CHA	9	75,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HPEAGRAMONTE-CMG	9	81,8	0	0,0	0	0,00	0	0,00
AD-LABIOFAM-CHA	9	90,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00

Institución	PNE	% PNE	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
ES-UHOLM-HOL	8	27,6	2	25,0	10	1,25	2	3,16
SS-CECMED-CHA	8	66,7	4	50,0	10	1,25	2	2,83
CT-IIT-HAB	8	72,7	4	50,0	12	1,50	1	3,00
SS-H10DEOCTUBRE-CHA	8	80,0	2	25,0	3	0,38	1	1,41
CT-IIP-CHA	7	31,8	0	0,0	0	0,0	0	0,00
CT-CEINPET-CHA	7	58,3	1	14,3	9	1,29	1	3,00
SS-HPPBORRAS-CHA	7	58,3	5	71,4	13	1,86	3	3,32
ES-FCMLT-LTU	7	70,0	3	42,9	9	1,29	3	3,00
CT-INIFAT-CHA	6	17,6	4	66,7	12	2,00	2	3,16
SS-CIRAH-HOL	6	42,9	1	16,7	3	0,50	1	1,73
CT-IOCEANOL-CHA	4	26,7	3	75,0	3	0,75	1	1,00
CT-INICA-CHA	3	12,5	2	66,7	6	2,00	2	2,45
SS-HGOEHERNANDEZ-CHA	3	23,1	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-INCA-HAB	2	5,0	1	50,0	4	2,00	1	2,00
ES-ISMMM-HOL	2	12,5	1	50,0	10	5,00	1	3,16
CT-CIP-CHA	1	6,3	1	100,0	2	2,00	1	1,41
CT-CIME-CHA	1	6,7	0	0,00	0	0,00	0	0,00
CT-IGP-CHA	1	7,7	1	100,0	10	10,00	1	3,16
Cuba	3173	54,9	910	28,7	4081	1,29	23	28,51

Tabla A21. Visibilidad de la colaboración nacional exclusiva en instituciones cubanas con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	CN	% CN	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
ES-ISCMH-CHA	219	31,3	58	26,5	249	1,14	7	11,36
ES-UH-CHA	182	16,4	80	44,0	291	1,60	7	9,75
CT-CIGB-CHA	126	37,2	78	61,9	336	2,67	9	11,53
CT-CNIC-CHA	118	41,0	79	66,9	499	4,23	12	15,81
SS-IPK-CHA	95	27,5	48	50,5	216	2,27	7	10,05
ES-UCLV-VCL	55	17,9	28	50,9	210	3,82	8	12,57
SS-HHAMEIJEIRAS-CHA	54	33,5	19	35,2	136	2,52	6	10,30
SS-CIMEQ-CHA	45	80,4	34	75,6	313	6,96	12	16,00
CT-CIM-CHA	35	37,6	25	71,4	215	6,14	7	12,53
CT-IIIA-CHA	34	47,2	20	58,8	54	1,59	4	5,10
SS-CNICM-CHA	32	31,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-IFINLAY-CHA	32	33,7	16	50,0	54	1,69	4	6,16
CT-ICA-HAB	30	21,1	7	23,3	10	0,33	2	2,24
CT-CNC-CHA	28	27,5	19	67,9	79	2,82	6	6,63
SS-INN-CHA	28	37,8	10	35,7	38	1,36	3	5,29
SS-MINSAP-CHA	28	52,8	9	32,1	62	2,21	5	7,14
SS-CQF-CHA	27	17,5	16	59,3	53	1,96	4	5,39
ES-ISCMVC-VCL	27	44,3	5	18,5	6	0,22	1	1,41
SS-IHEMATOL-CHA	25	39,1	7	28,0	17	0,68	2	3,16
ES-UMAT-MTZ	24	16,4	20	83,3	167	6,96	8	10,91
ES-ISCMC-CMG	24	21,2	5	20,8	22	0,92	2	4,36
SS-INEEM-CHA	22	61,1	6	27,3	16	0,73	2	3,32
SS-INOR-CHA	21	35,0	7	33,3	85	4,05	4	8,89
SS-ENSAP-CHA	20	32,3	1	5,0	2	0,10	1	1,41

Institución	CN	% CN	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
CT-CIE-CHA	20	74,1	12	60,0	22	1,10	3	3,00
CT-ICIMAF-CHA	19	12,3	10	52,6	42	2,21	4	5,74
ES-ISPJAE-CHA	19	15,6	6	31,6	9	0,47	2	2,00
ES-FCMCF-CFG	19	31,7	6	31,6	18	0,95	3	3,61
SS-CIREN-CHA	18	22,8	10	55,6	45	2,50	3	5,83
SS-CIDEM-CHA	17	23,3	6	35,3	12	0,71	2	2,83
SS-HGALDEREGUIA-CFG	16	30,2	4	25,0	10	0,63	2	2,45
SS-INHEM-CHA	15	29,4	3	20,0	4	0,27	1	1,41
SS-ICARDIOL-CHA	15	34,1	6	40,0	13	0,87	2	2,65
SS-HPWSOLER-CHA	15	34,9	6	40,0	10	0,67	2	2,45
ES-ISMM LDSOTO-CHA	14	17,1	8	57,1	40	2,86	3	5,74
CT-INIVIT-VCL	14	73,7	10	71,4	31	2,21	3	4,47
ES-UO-SCU	13	6,7	9	69,2	33	2,54	4	4,90
ES-INSTEC-CHA	13	13,5	7	53,8	24	1,85	3	4,24
ES-ISCMSC-SCU	13	25,5	3	23,1	19	1,46	1	4,12
SS-CNGM-CHA	13	40,6	3	23,1	3	0,23	1	1,00
ES-ELAM-CHA	13	76,5	5	38,5	13	1,00	2	3,16
CT-CENSA-HAB	12	20,3	4	33,3	14	1,17	2	3,46
EM-UNECAMOTO-CHA	12	100,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HMCJFINLAY-CHA	11	23,4	7	63,6	14	1,27	3	3,00
ES-UNAH-HAB	11	25,6	4	36,4	5	0,45	1	1,41
ES-UNICA-CAV	11	29,7	6	54,5	17	1,55	3	3,32
SS-HCGARCIA-CHA	11	33,3	4	36,4	35	3,18	3	5,83
SS-LABCEL-CHA	11	42,3	3	27,3	8	0,73	1	2,45
ES-UCI-CHA	11	45,8	5	45,5	8	0,73	2	2,24
SS-INEFROL-CHA	11	50,0	4	36,4	7	0,64	2	2,24
SS-CENCEC-CHA	11	78,6	6	54,5	34	3,09	3	5,10
SS-HMASCUNCE-CMG	10	14,3	3	30,0	4	0,40	1	1,41
AD-ETICA-VCL	10	23,3	8	80,0	123	12,30	6	10,77
SS-HMFAJARDO-CHA	10	25,0	3	30,0	20	2,00	3	4,47
ES-UCAM-CMG	10	27,0	4	40,0	15	1,50	2	3,46
SS-HPJMMARQUEZ-CHA	10	34,5	1	10,0	4	0,40	1	2,00
SS-HJALBARRAN-CHA	10	47,6	2	20,0	5	0,50	2	2,24
CT-IIFT-CHA	10	71,4	5	50,0	16	1,60	3	3,74
CT-CEADEN-CHA	9	8,0	6	66,7	8	0,89	2	2,00
SS-INHA-CHA	9	22,5	3	33,3	4	0,44	1	1,41
CT-CENATAV-CHA	9	27,3	5	55,6	13	1,44	2	3,00
SS-HSLORA-SCU	9	42,9	2	22,2	2	0,22	1	1,00
CT-BIOCEN-HAB	9	47,4	2	22,2	2	0,22	1	1,00
ES-FCMAV-CAV	9	50,0	2	22,2	3	0,33	1	1,41
SS-IANGIOL-CHA	9	56,3	5	55,6	7	0,78	2	2,00
CT-IES-CHA	8	12,3	1	12,5	1	0,13	1	1,00
ES-UCF-CFG	8	25,8	5	62,5	40	5,00	2	5,92
ES-UHOLM-HOL	8	27,6	2	25,0	10	1,25	2	3,16
SS-HGOAARIAS-CHA	8	38,1	5	62,5	9	1,13	2	2,24
SS-IGASTRO-CHA	8	38,1	5	62,5	30	3,75	3	5,10
SS-HCEGUEVARA-VCL	8	47,1	2	25,0	3	0,38	1	1,41
SS-HAMCASTRO-VCL	8	61,5	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-IIT-HAB	8	72,7	4	50,0	12	1,50	1	3,00

Institución	CN	% CN	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
AD-LABIOFAM-CHA	8	80,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-UPR-PRI	7	22,6	3	42,9	17	2,43	3	4,12
CT-CPHR-CHA	7	43,8	4	57,1	9	1,29	1	2,45
CT-ICID-CHA	7	43,8	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-CENPALAB-HAB	7	53,8	4	57,1	11	1,57	2	2,83
SS-HPEAGRAMONTE-CMG	7	63,6	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-INIFAT-CHA	6	17,6	4	66,7	12	2,00	2	3,16
ES-FCMM-MTZ	6	23,1	2	33,3	2	0,33	1	1,00
SS-HPPBORRAS-CHA	6	50,0	5	83,3	13	2,17	3	3,32
SS-HPJLMIRANDA-VCL	6	54,5	2	33,3	2	0,33	1	1,00
CT-ICIDCA-CHA	5	9,6	3	60,0	9	1,80	1	2,65
AD-MNHN-CHA	5	13,2	5	100,0	18	3,60	2	3,46
ES-FCMH-HOL	5	13,9	1	20,0	1	0,20	1	1,00
SS-PD26JULIO-CHA	5	23,8	1	20,0	2	0,40	1	1,41
SS-CDF-CHA	5	33,3	1	20,0	1	0,20	1	1,00
CT-CEINPET-CHA	5	41,7	1	20,0	9	1,80	1	3,00
SS-CECMED-CHA	5	41,7	3	60,0	4	0,80	1	1,41
CT-IDICT-CHA	4	18,2	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-IIP-CHA	4	18,2	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-UDG-GRA	4	23,5	3	75,0	16	4,00	3	4,00
CT-IOCEANOL-CHA	4	26,7	3	75,0	3	0,75	1	1,00
SS-CIRAH-HOL	4	28,6	1	25,0	3	0,75	1	1,73
SS-HPH-CHA	4	30,8	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HPCHABANA-CHA	4	33,3	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-FCMLT-LTU	4	40,0	3	75,0	9	2,25	3	3,00
ES-FCMGR-GRA	3	12,5	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HGORGCORO-CHA	3	15,0	1	33,3	5	1,67	1	2,24
CT-INSMET-CHA	3	16,7	1	33,3	2	0,67	1	1,41
SS-H10DEOCTUBRE-CHA	3	30,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-INICA-CHA	2	8,3	2	100,0	6	3,00	2	2,45
CT-IGA-CHA	2	9,5	1	50,0	1	0,50	1	1,00
ES-FCMPR-PRI	2	13,3	1	50,0	2	1,00	1	1,41
SS-HLENIN-HOL	2	13,3	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HGOEHERNANDEZ-CHA	2	15,4	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-INCA-HAB	1	2,5	1	100,0	4	4,00	1	2,00
ES-ISMMM-HOL	1	6,3	1	100,0	10	10,00	1	3,16
CT-CIME-CHA	1	6,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-IGP-CHA	1	7,7	1	100,0	10	10,00	1	3,16
CT-CIP-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HCMCESPEDES-GRA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-CEPDSC-SCU	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Cuba	935	16,2	370	39,6	1669	1,79	18	21,14

Tabla A22. Visibilidad de la producción científica sin colaboración en instituciones cubanas con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	SC	% SC	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
ES-ISCMH-CHA	371	53,1	37	10,0	79	0,21	4	5,74
ES-UH-CHA	145	13,1	47	32,4	193	1,33	7	9,43
SS-IPK-CHA	141	40,9	45	31,9	276	1,96	7	13,23
CT-CIGB-CHA	117	34,5	68	58,1	367	3,14	9	12,45
CT-ICA-HAB	102	71,8	21	20,6	25	0,25	2	2,00
SS-HHAMEIJEIRAS-CHA	92	57,1	9	9,8	26	0,28	2	4,12
CT-CNIC-CHA	88	30,6	62	70,5	324	3,68	10	12,17
ES-ISCMC-CMG	73	64,6	12	16,4	19	0,26	2	2,45
ES-ISMMLDSOTO-CHA	68	82,9	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-UCLV-VCL	65	21,2	19	29,2	281	4,32	9	15,46
SS-CNICM-CHA	65	64,4	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-CIDEM-CHA	54	74,0	5	9,3	17	0,31	1	3,61
SS-HMASCUNCE-CMG	51	72,9	11	21,6	18	0,35	2	2,45
SS-CIREN-CHA	38	48,1	12	31,6	42	1,11	3	4,90
SS-ENSAP-CHA	38	61,3	1	2,6	2	0,05	1	1,41
CT-IFINLAY-CHA	37	38,9	13	35,1	19	0,51	2	2,24
ES-UMAT-MTZ	36	24,7	19	52,8	128	3,56	6	9,49
SS-IHEMATOL-CHA	32	50,0	3	9,4	4	0,13	1	1,41
SS-HMCJFINLAY-CHA	32	68,1	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-INN-CHA	31	41,9	14	45,2	44	1,42	4	4,80
ES-FCMCF-CFG	30	50,0	6	20,0	11	0,37	2	2,24
ES-ISCMSC-SCU	27	52,9	1	3,7	1	0,04	1	1,00
SS-HMFAJARDO-CHA	27	67,5	4	14,8	4	0,15	1	1,00
ES-FCMH-HOL	27	75,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-ISCMVC-VCL	26	42,6	5	19,2	13	0,50	2	3,00
SS-HGALDEREGUIA-CFG	26	49,1	4	15,4	6	0,23	2	2,00
SS-CQF-CHA	25	16,2	15	60,0	94	3,76	5	8,60
CT-CIM-CHA	25	26,9	13	52,0	147	5,88	6	11,45
ES-UO-SCU	23	11,9	11	47,8	23	1,00	3	3,46
CT-ICIMAF-CHA	23	14,9	12	52,2	49	2,13	4	5,74
SS-HPWSOLER-CHA	23	53,5	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-ISPJAE-CHA	21	17,2	6	28,6	10	0,48	2	2,45
ES-FCMGR-GRA	20	83,3	2	10,0	3	0,15	1	1,41
SS-INOR-CHA	19	31,7	2	10,5	3	0,16	1	1,41
SS-INHEM-CHA	18	35,3	2	11,1	3	0,17	1	1,41
ES-FCMM-MTZ	18	69,2	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-IDICT-CHA	18	81,8	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-INHA-CHA	17	42,5	2	11,8	8	0,47	1	2,65
CT-CNC-CHA	16	15,7	14	87,5	97	6,06	4	8,19
SS-ICARDIOL-CHA	16	36,4	5	31,3	15	0,94	2	3,46
SS-HPJMMARQUEZ-CHA	16	55,2	2	12,5	4	0,25	1	1,73
SS-HCGARCIA-CHA	15	45,5	4	26,7	17	1,13	2	3,87
CT-CENATAV-CHA	14	42,4	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-PD26JULIO-CHA	14	66,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-MINSAP-CHA	13	24,5	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-FCMPR-PRI	13	86,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HCMCESPEDES-GRA	13	92,9	2	15,4	3	0,23	1	1,41

Institución	SC	% SC	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
CT-ICIDCA-CHA	12	23,1	3	25,0	5	0,42	1	1,73
CT-IGA-CHA	12	57,1	3	25,0	4	0,33	1	1,41
SS-HGORG-CORO-CHA	12	60,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-LABCEL-CHA	11	42,3	3	27,3	6	0,55	1	2,00
SS-INEFROL-CHA	11	50,0	4	36,4	14	1,27	2	3,32
SS-HJALBARRAN-CHA	11	52,4	2	18,2	2	0,18	1	1,00
SS-CEPDSC-SCU	11	100,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-CEADEN-CHA	10	8,8	5	50,0	5	0,50	1	1,00
CT-CENSA-HAB	9	15,3	2	22,2	3	0,33	1	1,41
SS-IGASTRO-CHA	9	42,9	3	33,3	7	0,78	2	2,45
CT-ICID-CHA	9	56,3	3	33,3	4	0,44	1	1,41
SS-HLENIN-HOL	9	60,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-IES-CHA	8	12,3	2	25,0	2	0,25	1	1,00
SS-CIMEQ-CHA	8	14,3	3	37,5	6	0,75	2	2,24
AD-MNHN-CHA	8	21,1	5	62,5	11	1,38	2	2,83
CT-BIOCEN-HAB	8	42,1	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-UCF-CFG	7	22,6	1	14,3	2	0,29	1	1,41
CT-CIE-CHA	7	25,9	1	14,3	3	0,43	1	1,73
SS-HGOAARIAS-CHA	7	33,3	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-INSMET-CHA	7	38,9	1	14,3	1	0,14	1	1,00
ES-FCMAV-CAV	7	38,9	3	42,9	3	0,43	1	1,00
SS-CDF-CHA	7	46,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HPH-CHA	7	53,8	2	28,6	2	0,29	1	1,00
ES-UCAM-CMG	6	16,2	1	16,7	4	0,67	1	2,00
ES-INSTEC-CHA	5	5,2	2	40,0	7	1,40	2	2,65
CT-IIIA-CHA	5	6,9	3	60,0	14	2,80	2	3,46
ES-UNICA-CAV	5	13,5	4	80,0	7	1,40	1	2,00
ES-UPR-PRI	5	16,1	1	20,0	4	0,80	1	2,00
SS-HSLORA-SCU	5	23,8	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-UDG-GRA	5	29,4	3	60,0	20	4,00	2	4,36
CT-CENPALAB-HAB	5	38,5	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HAMCASTRO-VCL	5	38,5	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HPCHABANA-CHA	5	41,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-H10DEOCTUBRE-CHA	5	50,0	2	40,0	3	0,60	1	1,41
SS-INEEM-CHA	4	11,1	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-UCI-CHA	4	16,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HPJLMIRANDA-VCL	4	36,4	2	50,0	3	0,75	1	1,41
SS-CNGM-CHA	3	9,4	1	33,3	2	0,67	1	1,41
CT-IIP-CHA	3	13,6	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HCEGUEVARA-VCL	3	17,6	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-CPHR-CHA	3	18,8	2	66,7	4	1,33	1	1,73
SS-CECMED-CHA	3	25,0	1	33,3	6	2,00	1	2,45
ES-FCMLT-LTU	3	30,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-IANGIOL-CHA	2	12,5	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-CENCEC-CHA	2	14,3	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-CIRAH-HOL	2	14,3	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-CEINPET-CHA	2	16,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HPEAGRAMONTE-CMG	2	18,2	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-UNAH-HAB	1	2,3	1	100,0	3	3,00	1	1,73

Institución	SC	% SC	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R
CT-INCA-HAB	1	2,5	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-INICA-CHA	1	4,2	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-ELAM-CHA	1	5,9	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-CIP-CHA	1	6,3	1	100,0	2	2,00	1	1,41
ES-ISMMM-HOL	1	6,3	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HGOEHERNANDEZ-CHA	1	7,7	0	0,0	0	0,00	0	0,00
SS-HPPBORRAS-CHA	1	8,3	0	0,0	0	0,00	0	0,00
AD-LABIOFAM-CHA	1	10,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
AD-ETICA-VCL	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-INIFAT-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
ES-UHOLM-HOL	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-INIVIT-VCL	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-CIME-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-IOCEANOL-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-IIFT-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-IGP-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
EM-UNECAMOTO-CHA	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
CT-IIT-HAB	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,00
Cuba	2238	38,7	540	24,1	2412	1,08	19	25,55

Anexo 6
Citación observada por instituciones
Sección 4.2.5

6.1. Producción total

Figura A1. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus promedio de citas por trabajo en la producción científica cubana.

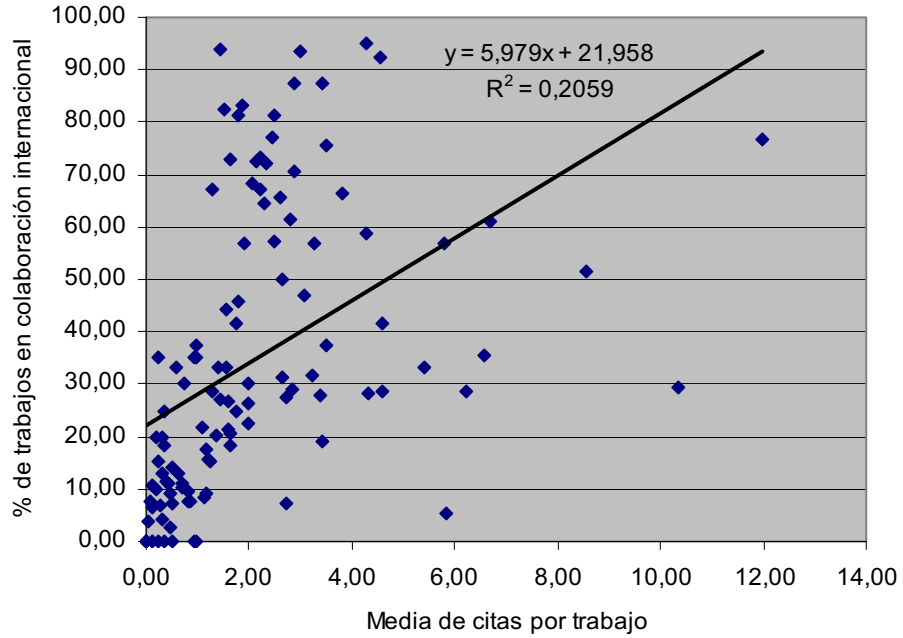


Figura A2. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus Índice H en la producción científica cubana.

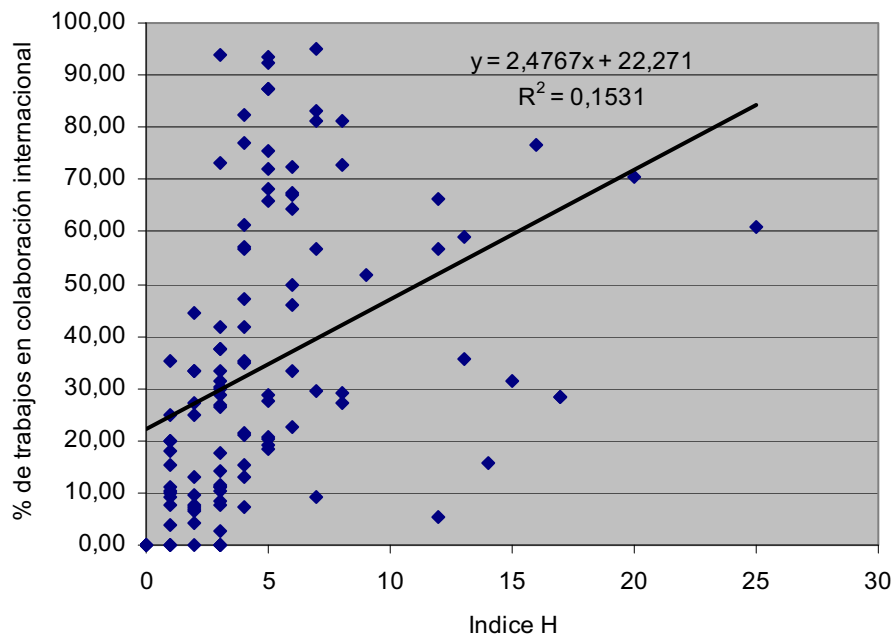


Figura A3. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus porcentaje de trabajos citados en la producción científica cubana.

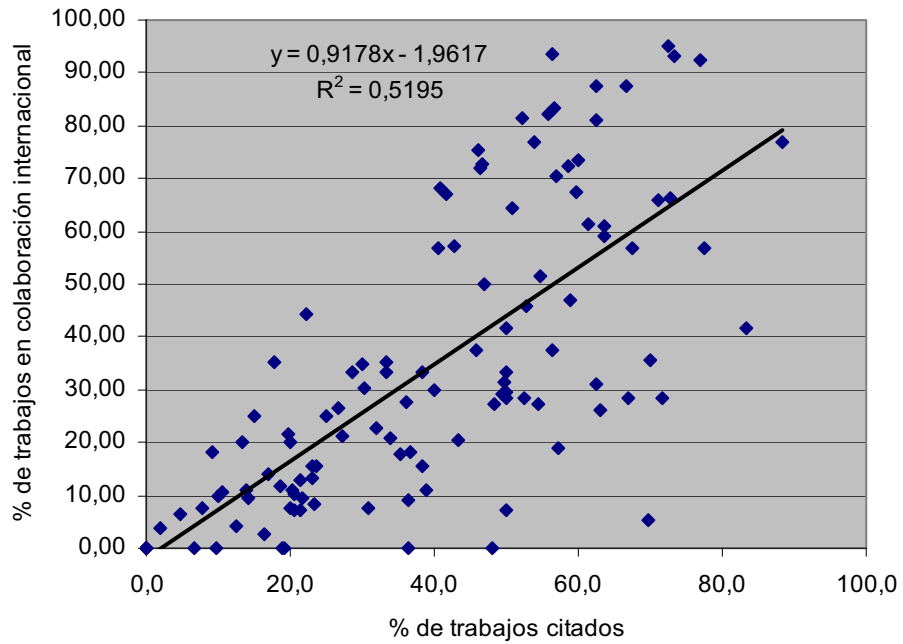
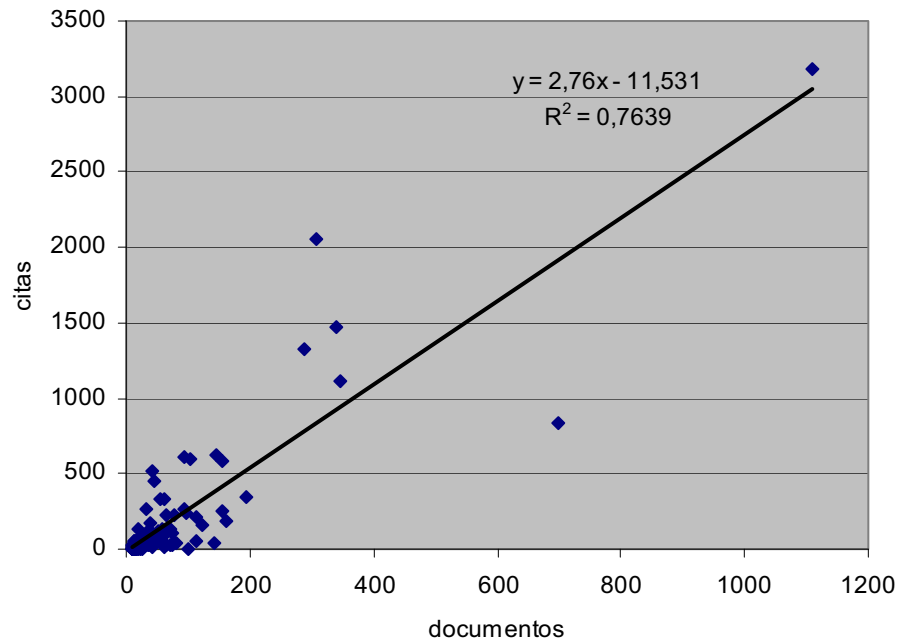


Figura A4. Regresión lineal de las citas versus documentos en la producción científica cubana.



6.2. Educación Superior

Figura A5. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus promedio de citas por trabajo en la Educación Superior.

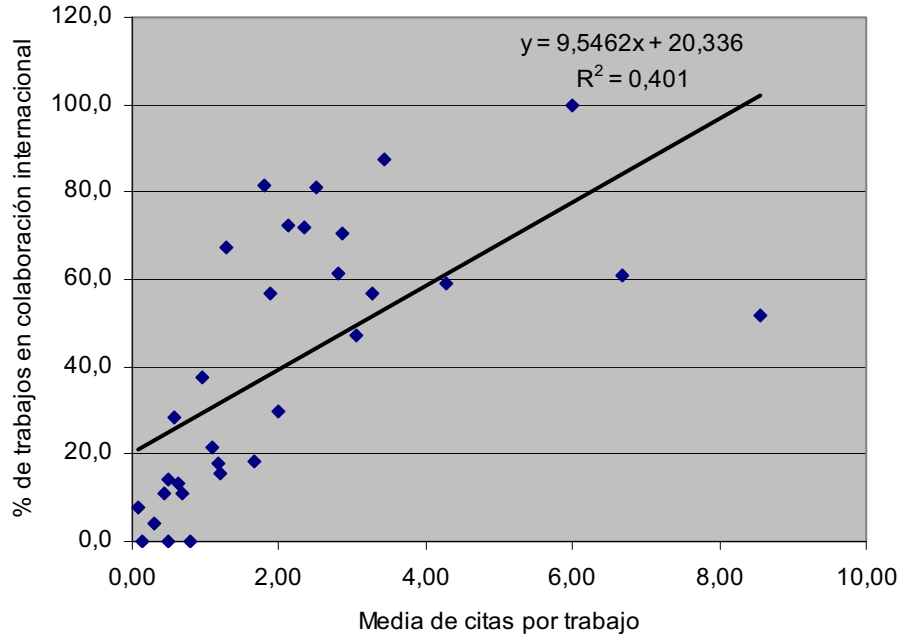


Figura A6. Regresión logarítmica del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus Índice H en la Educación Superior.

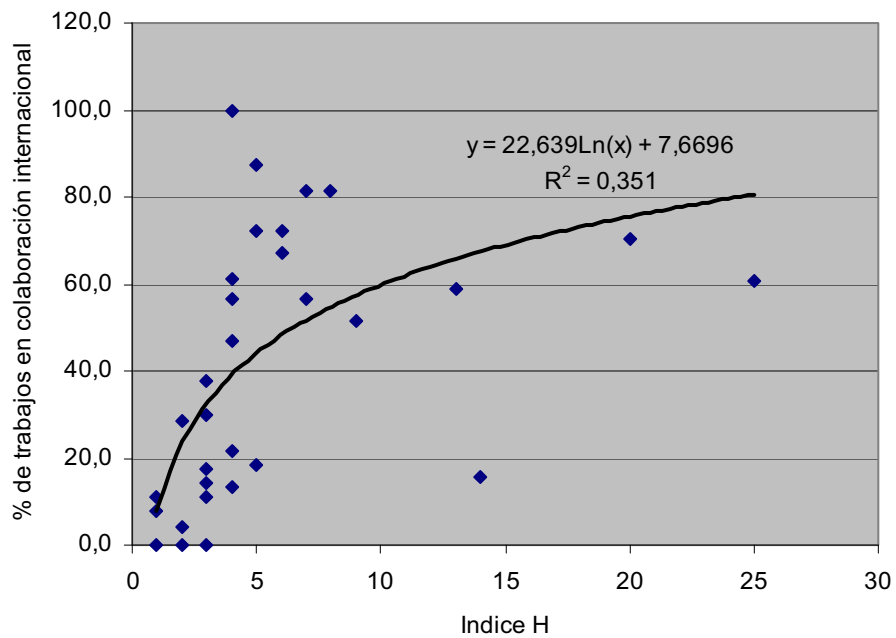


Figura A7. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus porcentaje de trabajos citados en la Educación Superior.

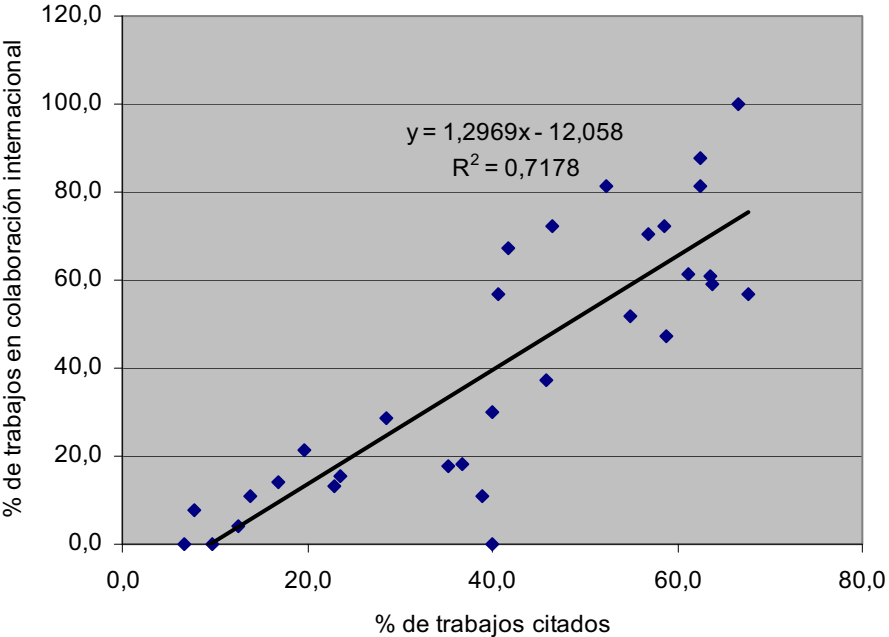
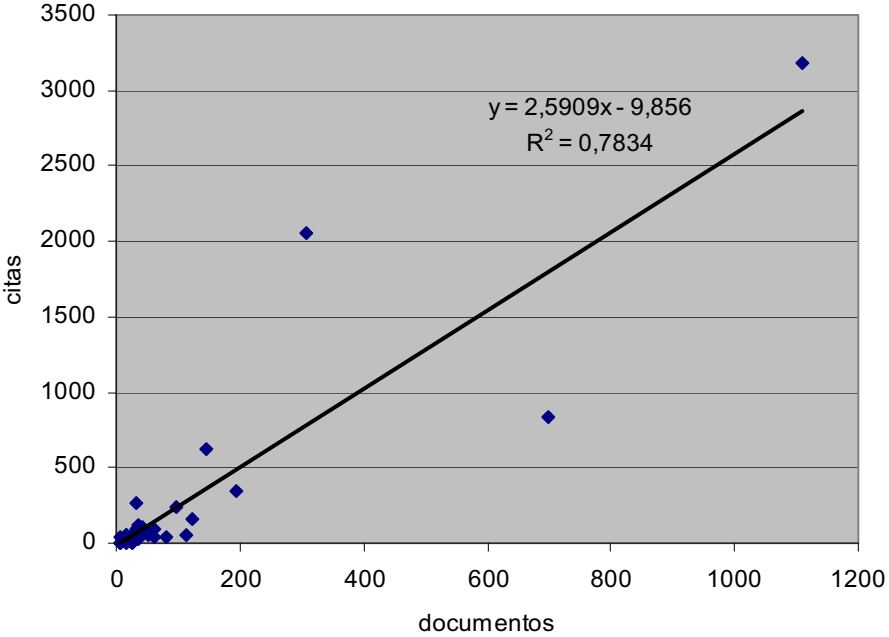


Figura A8. Regresión lineal de las citas versus documentos en la Educación Superior.



6.3. Sector Salud

Figura A9. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus promedio de citas por trabajo en Salud.

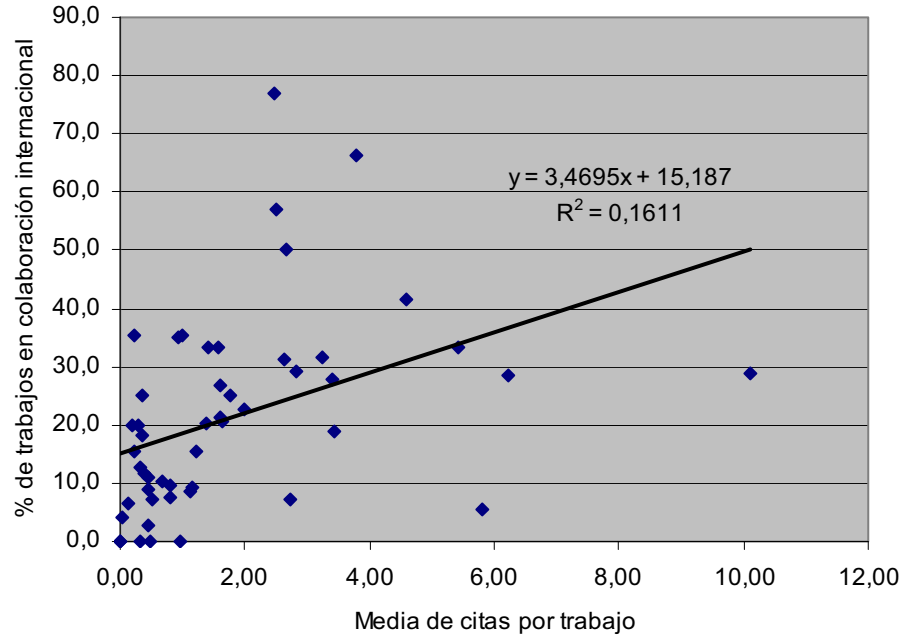


Figura A10. Regresión logarítmica del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus Índice H en Salud.

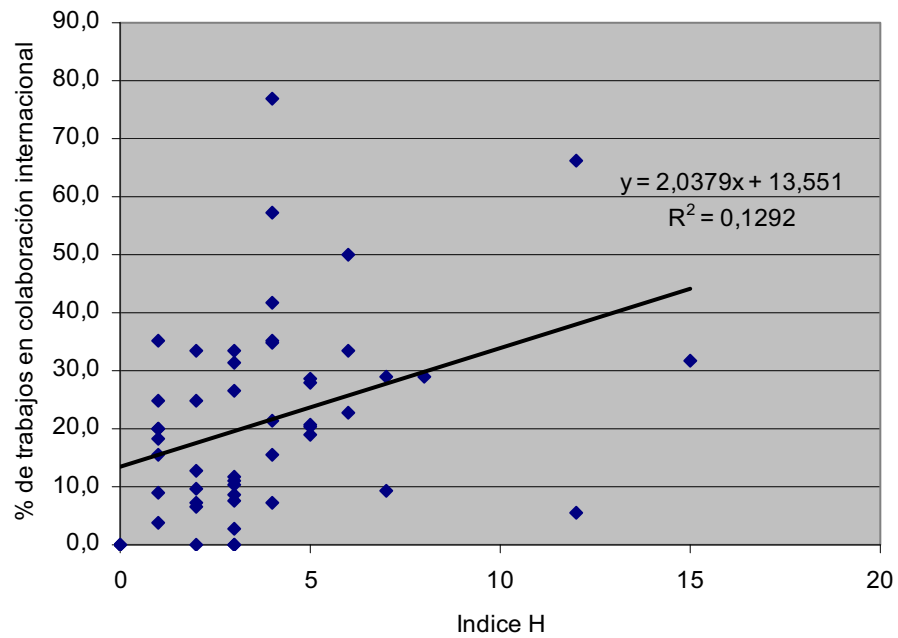


Tabla A23. Visibilidad de las instituciones pertenecientes al sector Salud con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el periodo 2003-2007.

Institución	A	%	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R	s-H
SS-IPK-CHA	345	5,97	172	49,9	1116	3,23	15	21,33	6
SS-HHAMEIJEIRAS-CHA	161	2,79	35	21,7	188	1,17	7	10,95	3
SS-CQF-CHA	154	2,67	112	72,7	585	3,80	12	14,46	5
SS-CNICM-CHA	101	1,75	2	2,0	2	0,02	1	1,00	1
SS-CIREN-CHA	79	1,37	39	49,4	223	2,82	8	11,58	3
SS-INN-CHA	74	1,28	32	43,2	101	1,36	5	6,56	3
SS-CIDEM-CHA	73	1,26	12	16,4	33	0,45	3	4,80	1
SS-HMASCUNCE-CMG	70	1,21	15	21,4	23	0,33	2	2,45	2
SS-IHEMATOL-CHA	64	1,11	13	20,3	28	0,44	3	3,87	2
SS-ENSAP-CHA	62	1,07	3	4,8	7	0,11	2	2,24	1
SS-INOR-CHA	60	1,04	23	38,3	325	5,42	6	16,67	2
SS-CIMEQ-CHA	56	0,97	39	69,6	326	5,82	12	16,00	5
SS-HGALDEREGUIA-CFG	53	0,92	18	34,0	86	1,62	5	7,68	3
SS-MINSAP-CHA	53	0,92	17	32,1	106	2	6	8,77	4
SS-INHEM-CHA	51	0,88	17	33,3	50	0,98	4	5,00	3
SS-HMCJFINLAY-CHA	47	0,81	11	23,4	53	1,13	3	6,00	2
SS-ICARDIOL-CHA	44	0,76	22	50,0	455	10,34	7	20,47	3
SS-HPWSOLER-CHA	43	0,74	8	18,6	17	0,40	3	3,32	1
SS-HMFAJARDO-CHA	40	0,69	8	20,0	32	0,80	3	5,00	3
SS-INHA-CHA	40	0,69	12	30,0	37	0,93	4	4,69	2
SS-INEEM-CHA	36	0,62	13	36,1	122	3,39	5	10,15	3
SS-HCGARCIA-CHA	33	0,57	9	27,3	53	1,61	4	6,71	1
SS-CNGM-CHA	32	0,55	15	46,9	85	2,66	6	8,25	2
SS-HPJMMARQUEZ-CHA	29	0,50	6	20,7	20	0,69	3	3,74	2
SS-LABCEL-CHA	26	0,45	10	38,5	32	1,23	4	4,69	2
SS-INEFROL-CHA	22	0,38	8	36,4	21	0,95	3	3,74	2
SS-HGOAARIAS-CHA	21	0,36	11	52,4	131	6,24	5	11	3
SS-HJALBARRAN-CHA	21	0,36	4	19,0	7	0,33	2	2,24	1
SS-HSLORA-SCU	21	0,36	7	33,3	33	1,57	3	5,20	1
SS-IGASTRO-CHA	21	0,36	12	57,1	72	3,43	5	7,28	3
SS-PD26JULIO-CHA	21	0,36	3	14,3	17	0,81	2	3,87	2
SS-HGORGOCORO-CHA	20	0,36	3	15,0	7	0,35	1	2,24	1
SS-HCEGUEVARA-VCL	17	0,29	3	17,6	4	0,24	1	1,41	1
SS-IANGIOL-CHA	16	0,28	10	62,5	42	2,63	3	5,57	1
SS-CDF-CHA	15	0,26	2	13,3	3	0,20	1	1,41	1
SS-HLENIN-HOL	15	0,26	4	26,7	24	1,60	3	4,80	3
SS-CENCEC-CHA	14	0,24	7	50,0	38	2,71	4	5,48	2
SS-CIRAH-HOL	14	0,24	6	42,9	35	2,50	4	5,39	2
SS-HCMCESPEDES-GRA	14	0,24	3	21,4	7	0,50	2	2,45	1
SS-HAMCASTRO-VCL	13	0,22	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0
SS-HGOEHERNANDEZ-CHA	13	0,22	7	53,8	32	2,46	4	5,29	2
SS-HPH-CHA	13	0,22	3	23,1	3	0,23	1	1,00	1
SS-CECMED-CHA	12	0,21	6	50,0	17	1,42	2	3,32	1
SS-HPCHABANA-CHA	12	0,21	3	25,0	21	1,75	2	4,47	1
SS-HPPBORRAS-CHA	12	0,21	10	83,3	55	4,58	4	6,48	3
SS-CEPDSC-SCU	11	0,19	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0
SS-HPEAGRAMONTE-CMG	11	0,19	1	9,1	4	0,36	1	2,00	1

Institución	A	%	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R	s-H
SS-HPJLMIRANDA-VCL	11	0,19	4	36,4	5	0,45	1	1,41	1
SS-H10DEOCTUBRE-CHA	10	0,17	2	20,0	3	0,30	1	1,41	1
Sector Salud	2270	39,3	708	31,2	4237	1,87	24	36,00	8
Cuba	5778	100	2582	44,7	14727	2,55	34	45,96	15

Figura A11. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus porcentaje de trabajos citados en Salud.

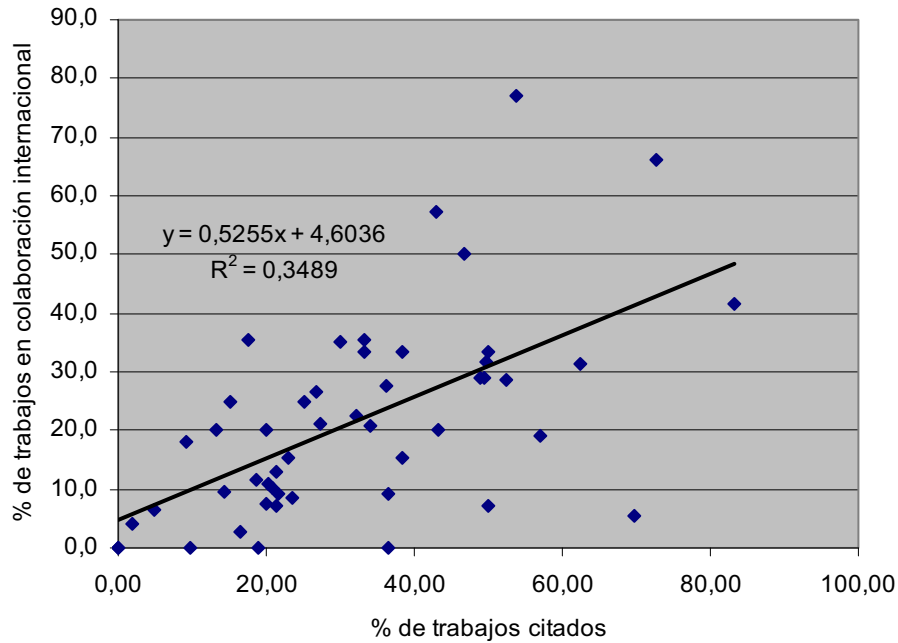
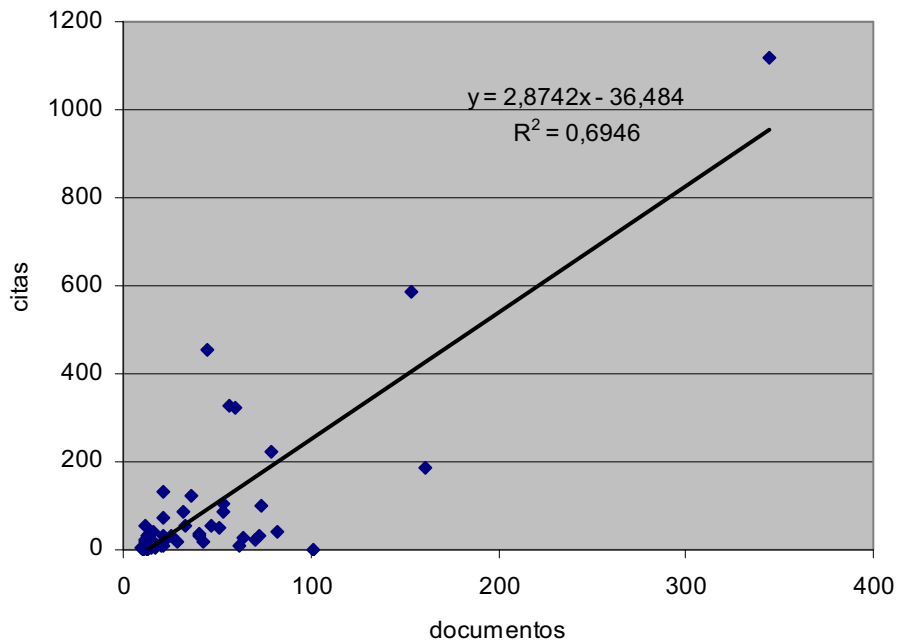


Figura A12. Regresión lineal de las citas versus documentos en Salud.



5.4. Ciencia y Técnica

Figura A13. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus promedio de citas por trabajo en Ciencia y Técnica.

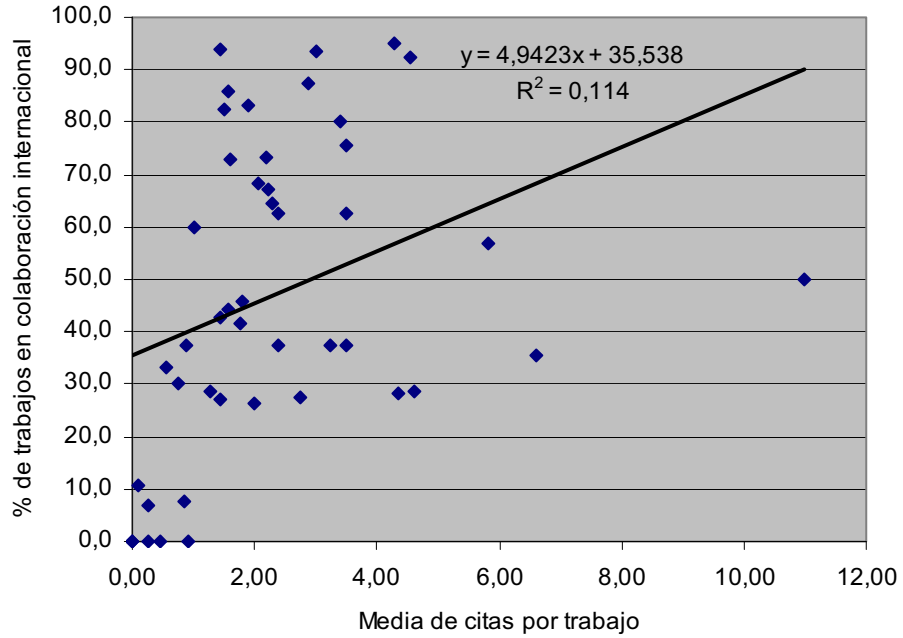


Figura A14. Regresión logarítmica del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus Índice H en Ciencia y Técnica.

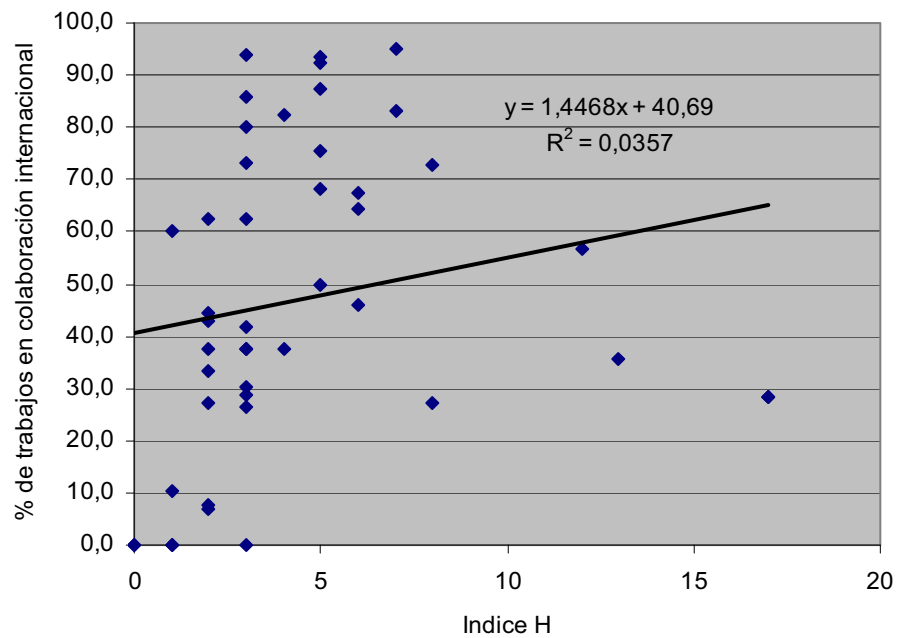


Tabla A24. Visibilidad de las instituciones pertenecientes al sector Ciencia y Técnica con 10 o más artículos indexados en Scopus durante el período 2003-2007.

Institución	A	%	AC	% AC	C	C/A	i-H	i-R	s-H
CT-CIGB-CHA	339	5,87	227	67,0	1469	4,33	17	23,04	6
CT-CNIC-CHA	288	4,98	206	71,5	1326	4,60	17	21,40	7
CT-ICIMAF-CHA	154	2,67	72	46,8	249	1,62	8	9,49	3
CT-ICA-HAB	142	2,46	29	20,4	36	0,25	2	2,24	2
CT-CEADEN-CHA	113	1,96	64	56,6	213	1,88	7	7,68	5
CT-CNC-CHA	102	1,77	79	77,5	593	5,81	12	17,72	5
CT-IFINLAY-CHA	95	1,64	46	48,4	260	2,74	8	13,49	3
CT-CIM-CHA	93	1,61	65	69,9	613	6,59	13	19,42	5
CT-IIIA-CHA	72	1,25	38	52,8	129	1,79	6	7,07	3
CT-IES-CHA	65	1,12	30	46,2	227	3,49	5	13,42	3
CT-CENSA-HAB	59	1,02	30	50,8	136	2,31	6	8,83	2
CT-ICIDCA-CHA	52	0,90	31	59,6	116	2,23	6	7,35	3
CT-INCA-HAB	40	0,69	29	72,5	171	4,28	7	9,49	4
CT-INIFAT-CHA	34	0,59	19	55,9	51	1,5	4	4,80	2
CT-CENATAV-CHA	33	0,57	10	30,3	25	0,76	3	3,74	2
CT-CIE-CHA	27	0,47	13	48,1	25	0,93	3	3,00	2
CT-INICA-CHA	24	0,42	16	66,7	69	2,88	5	6,16	3
CT-IDICT-CHA	22	0,40	0	0,0	0	0,00	0	0,00	0
CT-IIP-CHA	22	0,38	9	40,9	45	2,05	5	5,83	3
CT-IGA-CHA	21	0,38	6	28,6	12	0,57	2	2,83	1
CT-BIOCEN-HAB	19	0,35	2	10,5	2	0,11	1	1,00	1
CT-INIVIT-VCL	19	0,33	12	63,2	38	2,00	3	4,80	3
CT-INSMET-CHA	18	0,33	4	22,2	28	1,56	2	5,00	1
CT-CIP-CHA	16	0,29	9	56,3	23	1,44	3	3,74	1
CT-CPHR-CHA	16	0,28	9	56,3	56	3,50	3	6,93	2
CT-ICID-CHA	16	0,28	3	18,8	4	0,25	1	1,41	1
CT-CIME-CHA	15	0,28	11	73,3	45	3,00	5	5,92	3
CT-IOCEANOL-CHA	15	0,26	9	60,0	33	2,20	3	5,20	1
CT-IIFT-CHA	14	0,26	7	50,0	18	1,29	3	3,74	2
CT-CENPALAB-HAB	13	0,24	4	30,8	11	0,85	2	2,83	2
CT-IGP-CHA	13	0,22	10	76,9	59	4,54	5	6,24	2
CT-CEINPET-CHA	12	0,22	6	50,0	21	1,75	3	4,12	1
CT-IIT-HAB	11	0,21	6	54,5	16	1,45	2	3,46	2
Ciencia y Técnica	1864	32,3	1012	54,3	5521	2,96	25	32,74	9
Cuba	5778	100	2582	44,7	14727	2,55	34	45,96	15

Figura A15. Regresión lineal del porcentaje de trabajos en colaboración internacional versus porcentaje de trabajos citados en Ciencia y Técnica.

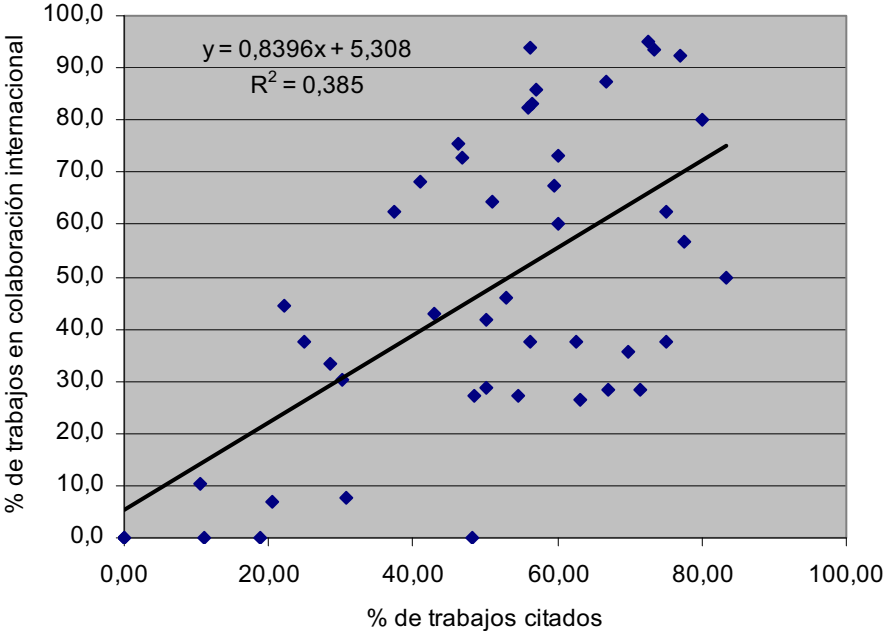
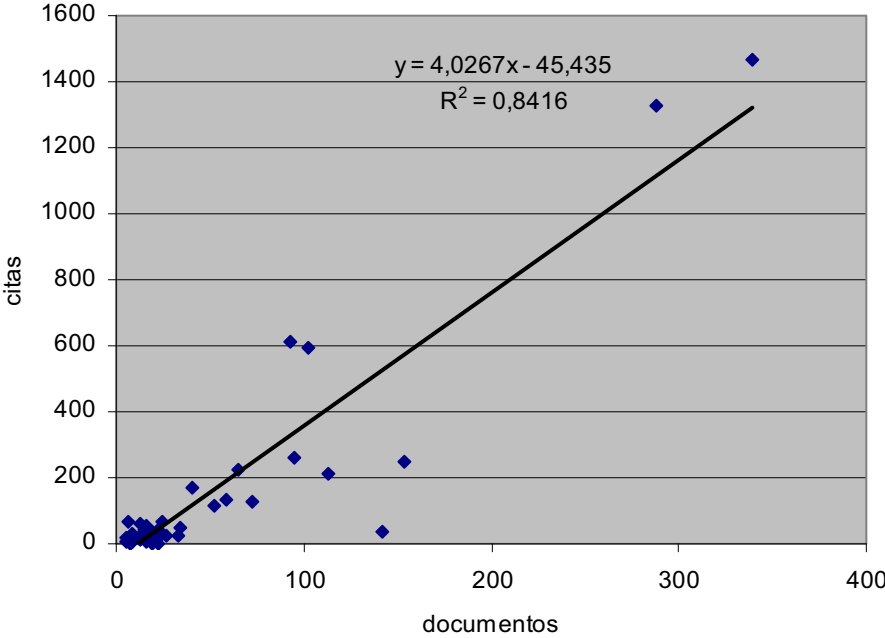


Figura A16. Regresión lineal de las citas versus documentos en Ciencia y Técnica.



Anexo 7

Visibilidad de la colaboración con los principales países colaboradores en los sectores más activos

Sección 4.2.5

Tabla A25. Visibilidad de la colaboración internacional con los principales países colaboradores en los sectores más activos de la producción científica nacional durante el período 2003-2007.

País	Educación Superior			Salud			Ciencia y Técnica		
	A	%	CxD	A	%	CxD	A	%	CxD
ES	555	35,13	4,53	112	23,19	4,73	209	24,79	3,23
MX	303	19,18	2,96	77	15,94	3,91	197	23,37	2,43
BR	266	16,84	3,05	32	6,63	7,97	100	11,86	2,59
DE	144	9,11	5,23	50	10,35	9,12	75	8,90	5,29
US	88	5,57	6,67	77	15,94	13,73	72	8,54	6,53
IT	104	6,58	6,13	44	9,11	17,66	72	8,54	4,31
GB	53	3,35	3,89	34	7,04	10,00	98	11,63	5,96
BE	59	3,73	2,37	39	8,07	5,67	49	5,81	3,04
FR	50	3,16	4,96	34	7,04	9,24	34	4,03	6,94
AR	60	3,80	8,23	22	4,55	9,41	32	3,80	5,44
CA	59	3,73	6,80	31	6,42	14,55	17	2,02	8,59
CO	29	1,84	0,79	12	2,48	3,08	31	3,68	2,32
CL	46	2,91	3,30	8	1,66	9,50	13	1,54	2,00
JP	24	1,52	3,75	6	1,24	3,83	41	4,86	7,56
VE	30	1,90	2,50	5	1,04	2,20	15	1,78	1,73
PT	24	1,52	1,58	6	1,24	1,17	20	2,37	4,70
CH	18	1,14	9,89	14	2,90	12,57	16	1,90	7,94
CN	29	1,84	5,38	5	1,04	2,20	8	0,95	7,63
NL	15	0,95	4,13	7	1,45	32,29	15	1,78	3,33
AT	14	0,89	1,57	4	0,83	3,25	11	1,30	3,91
PE	15	0,95	10,80	10	2,07	9,70	5	0,59	2,00
SE	13	0,82	10,54	6	1,24	17,67	13	1,54	4,69
Cuba	1580	100	3,76	483	100	5,42	843	100	3,96

Anexo 8
Principales resultados publicados
Capítulos 4 y 5

Challenges in the study of Cuban scientific output

Ricardo Arencibia-Jorge · Felix de Moya-Anegón

Received: 1 December 2009 / Published online: 6 January 2010
© Akadémiai Kiadó, Budapest, Hungary 2009

Abstract Cuban scientific output at macro level has not been frequently studied in the literature on scientometrics. The current paper explores the different metric approaches to the Cuban scientific activity carried out by national and international authors. Also, the article develops a scientometric study of the Cuban scientific production as included in Scopus during the period 1996–2007, using socio-economic indicators combined with bibliometric indicators supported by the *SCImago Journal & Country Rank*. Web of Science and Scopus are compared as information sources. Results confirm the possibility to use Scopus to obtain an objective picture of the Cuban science behaviour during the end of the 1990s and the beginning of the XXI century. The *SCImago Journal & Country Rank*, in this case, offers an important set of indicators. The combination of these indicators with those related to socio-economic aspects of activities in Science and Technology, allow the authors to show a perspective of the Cuban science system evolution during the period analyzed. The inclusion in Scopus of less-cited journals published in Spanish language and its impact on productivity and citation-based indicators is also discussed. Our investigation found an increasing growth of the Cuban scientific production during the whole period, which is in correspondence to the country efforts and expenditures in Research and Development activities.

This paper is an extended version of the Research in Progress “Cuban Scientific Production in SCOPUS 1996-2007: a Scientometric approach using the SCImago Journal & Country Rank”, presented in the 12th International Conference on Scientometrics and Informetrics ISSI 2009.

R. Arencibia-Jorge (✉)
Department of Scientific Information, Network of Scientometric Studies for Higher Education,
National Scientific Research Center, Avenida 25 y Calle 158, AP 6414 Havana, Cuba
e-mail: ricardo.arencibia@cnic.edu.cu

R. Arencibia-Jorge · F. de Moya-Anegón
Institute of Public Goods and Policies, SCImago Research Group, CSIC, Albazans 26-28,
Madrid, Spain
e-mail: felix.demoya@cchs.csic.es

Keywords Scientific output · Bibliometric indicators · Socio-economic indicators · Databases · GDP · Cuba

Introduction

Cuban scientific output at macro level has not been frequently studied in the national and international literature on scientometrics. The first serious approach was developed by Frederick Wilfrid Lancaster et al., from the School of Library and Information Science in the University of Illinois, who used a sample of Cuban articles to examine the extent to which use of published information sources was associated with changes in the political ideology of the country in which a scientist resides (Lancaster et al. 1986).

The study was carried out in the last period of the “cold war”, in a historical context characterized by political conflicts and growing tensions between the island government and the administration of the United States. Their objective was to find the influences of political factors in patterns of use of information sources by Cuban scientists, during the period 1950–1983. Taking into account the close relations between Cuba and the countries from the socialist bloc of Eastern Europe after the Cuban revolution, an increasing citation activity to sources from these countries and a decrease of citation to sources from Western countries would be expected.

However, the results offered a different view. The increase in citation to the Eastern bloc was not accompanied by a corresponding decrease in citation to the West (Lancaster et al. 1986), which was in correspondence to the results observed years before by Nalimov and Mulchenko (1969) in scientists from the Soviet Union. In fact, Cuban scientists cited Eastern sources more than expected only in those cases in which they collaborate with Eastern authors or publish in Eastern journals (Lancaster et al. 1986).

A second approach to the Cuban scientific output was carried out by L. P. Moral, a researcher from the *History and Organization of Science Study Center* (CEHOC) of the *Cuban Academy of Science*. His work was developed from a technometric perspective, with the aim to demonstrate the potential usefulness of patents as information sources, and to describe some tendencies of national innovation and R&D efforts (Moral 1989). Moral developed the first patent analysis to study the behaviour of applied research and different aspects related to the generation of technologies in Cuba, during the period 1968–1983. Some of the most surprising results of this paper, taking into account the period studied, were the identification of Switzerland, France, England and the German Federal Republic as the four countries with the biggest amount of applied patents in Cuba, and the absence of nations from Eastern Europe among the eight most active countries (Moral 1989).

After an analysis of the different technological fields with higher patent activity, Moral finished his article with three important questions to be answered by further research: *What is the productivity of national inventive activity? What is the productivity of the different research institutions? What is the efficiency of the “patent generating system”?* (Moral 1989). However, these topics have not yet been investigated in depth.

A third important paper introducing Cuban scientific activity in the international specialized literature was carried out in 1990, as a result of collaboration between the academies of science from Cuba and the German Democratic Republic. W. Meske, from the German *Institute for Theory, History and Organization of Science* and M. C. Fernández de Alaiza, from CEHOC, presented and discussed the experiences and results obtained in the course of building up national statistics on science and technology (Meske and Fernández de Alaiza 1990). The relation of input/output indicators of the country was presented by

first time, using input data from the National Statistics Office (ONE) and bibliometric data for the period 1973–1984, using the *Science Literature Indicators Database* of the National Science Foundation (NSF), available at the Science Policy Research Unit (SPRU) of the University of Sussex, United Kingdom. Meske and Fernández de Alaiza early identified the relatively small Cuban scientific production in correspondence to the amount of resources and R&D efforts developed by the country; and they used citation statistics to show the still lower visibility of Cuban papers, presenting a rate of 0.81 citations per publication during the period studied. After a deep analysis of socio-economic indicators, the authors diagnosed an increase of the scientific potential of the country during the next decade, but remarked that the rate of development and the social effectiveness of its use was decisively dependent upon the solution of human resources qualification problems, the economic possibilities for the provision of sufficient financial and material funds, and the continued implementation of a demand-oriented structure of deployment (Meske and Fernández de Alaiza 1990).

Quantitative approaches to the Cuban scientific output

Probably the most relevant bibliometric study of Cuban scientific activity, from a quantitative perspective, was developed by Rosa Sancho, from the *Spanish National Research Council* (CSIC), and two colleagues from the Cuban *Institute of Research in Sugarcane Byproducts* (ICIDCA), in 1993. The authors analyzed the Cuban scientific production during the period 1985–1989 using nine international bibliographic databases (Sancho et al. 1993). They found that agriculture, biomedicine, chemistry and engineering were the scientific fields that concentrated the greater research efforts.

The Cuban contribution to the mainstream science, and the scientific collaboration were two topics studied in depth by the paper of Sancho et al., which observed a gradual increase of Cuban articles in the *Science Citation Index* (SCI) during the period 1985–1989, and showed not only the close relations between Cuba and the countries from the European socialist block during the studied period, but also the role of universities in the knowledge production of the country.

During the 1960s, higher education became a key player in the social development of the country. Universities in particular became relevant players in building the emerging national science sector (Pérez-Ones and Núñez Jover 2009). This was possible thanks to the University Reform, carried out in 1962, which transformed Cuban universities into institutions capable of producing, absorbing, disseminating and applying knowledge of economic and social importance (Higher University Council 1962). In this sense, the work of Sancho et al. revealed how these changes had an impact on the growth of the national scientific output during the 1980 s, and especially at the end of the decade (Sancho et al. 1993).

However, the disintegration of the socialist regime in the countries from Eastern Europe changed dramatically the geopolitical picture of the world, and the emergent Cuban science went through a new process of transformation. The economical crisis forced the Cuban scientific community to play a more direct and intensive role in the economic and social development, generating new sources of wealth for the country and improving the applicability of the scientific results (Pérez-Ones and Núñez Jover 2009). Scientific and technological policies were oriented toward the use of scientific results in daily practice (Rodríguez 1997), and new actors played an important role in increasing national outputs. Some of these actors were the biotech-based medical-pharmaceutical industry, and the

institutions belonging to the scientific and technological park from the west of Havana (Lage 2006).

The scientometric analysis of this new stage, from a quantitative approach, was developed by Araujo Ruíz et al. (2005), who observed the growth of the Cuban scientific production in mainstream journals from 236 articles in 1988 to 734 articles in 2003. Their work called attention to the different problems in the use of ISI citation databases to measure national scientific activity. Moreover, a comparison among this database and CubaCiencias, a national database with the aim to cover the total amount of Cuban scientific papers in all fields of knowledge, revealed serious shortcomings also in CubaCiencias. In fact, the creation of a national information system for the construction of scientometric indicators for evaluative purposes is still an idea in progress.

At micro or meso levels, Cuban scientific production has been analyzed from different perspectives. Some papers compare the national behavior with the rest of the Latin American countries, specially in subjects in which Cuba have reported remarked advances, as the research on AIDS (Macías Chapula 2001), vaccines production (Guzmán Sánchez et al. 1998), clinical trials (Araujo Ruíz et al. 2002) or agricultural sciences (Guzmán Sánchez et al. 2002; Licea de Arenas et al. 1994; Torricella Morales et al. 2000; de Moya-Anegón et al. 2006).

None of these studies make a deep analysis of socio-economic indicators and its relation with bibliometric indicators, except a paper published by Félix de Moya Anegón and Víctor Herrero Solana, from the University of Granada, Spain, which revealed the situation of Cuba in the Latin American context (de Moya-Anegón and Herrero-Solana 1999). The authors identified some critical points reflecting the complex situation experienced by the country during the 1990s: low rates of scientific collaboration with the United States, as a clear indicator of Cuba's isolation policy implemented by the American government; difficulties to publish in United States journals, which revealed another problem of a political nature; an important scientific potential in terms of human resources, but a low correspondence of this aspect with the enhancement of the scientific production, a situation also observed in Eastern European countries.

Aim of this study

The paper by de Moya-Anegón and Herrero-Solana (1999) presented Cuba as an atypical case in the Latin American context. Their results also gave evidence to the necessity for a deeper study of the Cuban Science through a more elaborate and holistic analysis of the national scientific production, using a battery of socio-economic and bibliometric indicators that reflect a more accurate scientometric picture of the country during the end of the 1990s and the beginning of the XXI century.

ISI databases have been used in almost all papers related to the Cuban scientific output. Recent studies however begin to use SCOPUS as data source, and different authors have analyzed the possibility to use this *Elsevier* database as an alternative information source for scientometric studies and evaluations of research performances (Falagas et al. 2008b; de Moya-Anegón et al. 2007). The appearance of the *SCImago Journal & Country Rank*, developed by the Spanish *SCImago Group*, allows the scientific community to take into account this possibility more seriously, and gives specialists the opportunity to develop comparative studies between both databases (Falagas et al. 2008a).

Therefore, the current research is a scientometric study of the Cuban scientific production during the period 1996–2007. The aims are the analysis of the input–output

relation during the whole period, the comparison of Web of Science and Scopus for a scientometric analysis of the Cuban scientific growth, and the presentation of bibliometric measures of Cuba supported by the *SCImago Journal & Country Rank* (SJ&CR).

Method

Different information sources were used in the current paper. Socio-economic indicators of the country related to the period 1996–2007 were obtained from the Cuban National Statistics Office. Bibliometric data for the same period were obtained from the two most important databases and citation tools of the scientific and scholarly world: Web of Science (WoS), the online version of the classic citation indexes developed by ISI (now *Thomson Reuters*); and Scopus, the European alternative proposed by *Elsevier*. Bibliometric indicators for a deeper study of productivity, impact and collaboration in the Cuban scientific production were obtained from the SJ&CR (<http://www.scimagojr.com>), a scientometric tool developed by the *SCImago* research group that presents scientometric analysis through a set of indicators based on Scopus data.

The following set of indicators was employed:

Socio-economic indicators: Expenditure on R&D; expenditure on R&D as a percentage of GDP; total number of researchers.

Indicators for the quantitative dimension of the scientific production: Total number of articles; productivity (articles per researcher); Relative Specialization Index (of Cuba with respect to Latin America, based on the Activity index).

Indicators for the qualitative dimension of the scientific production: Percentage of cited articles; average of citations by article; H index.

Indicators for the scientific collaboration: Percentage of international collaborations.

Indicators for the structural dimension: Multivariate representations.

All searches in databases were carried out in June 2009. The indicators obtained from the SJ&CR were collected using the version available on that date.

Results

Socio-economical approach

A common practice in scientometrics is to study the importance of the structure and efficacy of R&D activity, specially its relation to the GDP, on the development of a national science policy (Vinkler 2008). In fact, literature assumes that GDP of countries is a linear or exponential function of their scientific output (King 2004). However, national budgets for Science and Technology activities or national science policies, and the evaluation of its impact and effectiveness, are topics widely discussed during the last years, not only in developed countries, but also in developing nations.

It is known that the scarcity of resources is a central factor in a national science policy, but frequently a developing nation faces up a more complex context. On the one hand, sometimes social or economical factors have a big incidence in the availability or not of a high budget to spend in scientific and technological development. On the other hand, sometimes there is not an adequate evaluation system to control the effectiveness of the

invested resources. Therefore, economical problems, unfocused priorities and misuse of resources usually have the same consequence: a bad position in rankings based on scientific production.

Cuba is an interesting case in this sense. The country has a well defined system of social priorities, supporting the national science policy. That is the reason of the incidence of this policy in a series of social development indicators. For example, a high number of doctors per capita, one of the world lowest mortality rates, the lowest infant mortality rate in Latin America (one of the best of the world), a life expectancy ten years higher than the Latin America average, etc. However, national science policy (closely related to educational and health policies of the country) may have less impact on national scientific production in mainstream journals, affecting its international visibility, one of the aspect to demonstrate in this paper.

Cuban expenditures in Education, Health and S&T comprise approximately 20% of the national GDP. This indicator has experienced a remarkable growth in Education (from a 6.8% of GDP in 1995 to 9.3% in 2006) and Health (from a 5.1% of GDP in 1995 to 9.9% in 2007) (ECLAC 2008). Despite a linear growth in Cuban S&T and R&D expenditures during the period analyzed, its evolution expressed as a percentage of GDP apparently does not show a very significant development (Fig. 1).

Specially, R&D expenditures only grew from 0.35% of GDP in 1996 to 0.58% in 2007. However, this increase (0.66%) is still higher than that observed in the other most productive countries from the region, including Spain (0.57) and Brazil (0.42), the only countries with R&D expenditures higher than 1% of the GDP (see the website of the Ibero-American network on science and technology indicators, <http://www.ricyt.edu.ar/>). Clearly, a positive conclusion can be made according to this point: the Cuban government increased its expenditure in S&T and R&D during the whole period studied.

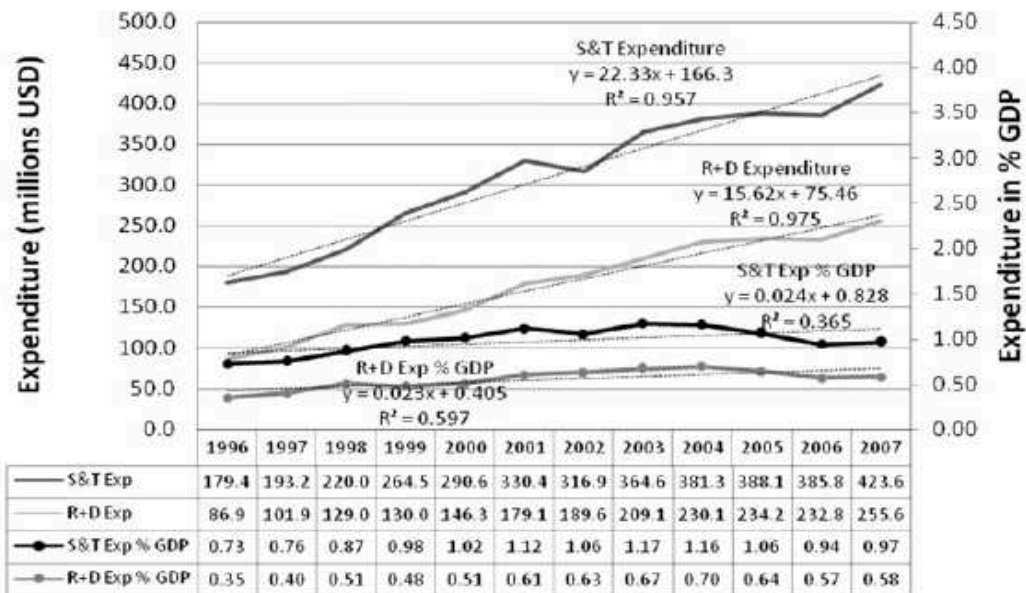


Fig. 1 Evolution of the Cuban expenditure in Science and Technology activities (S&T) and Research and Development (R&D) during the period 1996–2007

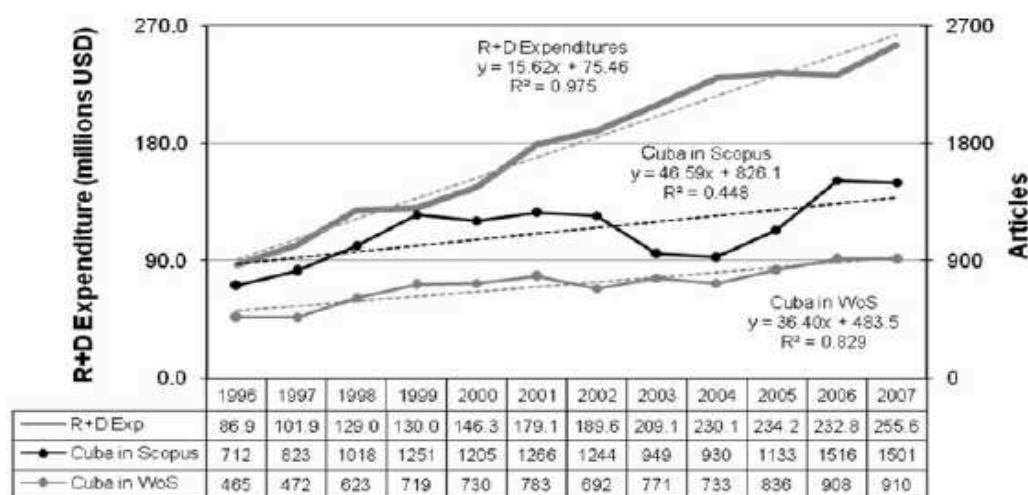


Fig. 2 Evolution of the Cuban expenditure on R&D and the scientific production in SCOPUS and the Web of Science during the period 1996–2007

R&D expenditure and research productivity

The effect of this increment on the national scientific production in highly visible journals can be observed according to the two data sources used in the current paper: the WoS and Scopus (Fig. 2). There is a moderate to significant correlation between R&D expenditures and scientific production in WoS ($r = 0.89$) and Scopus ($r = 0.73$). However, the linear growth is clear in the socio-economic indicator and the scientific production covered by the WoS, and it is somewhat irregular in the output covered by Scopus.

Preliminary studies of the authors of the current paper identify some factors that explain better this situation. First, Scopus has a retrospective covering policy; that is, all the articles published by a journal covered by Scopus are processed by the database, no matter the year in which had been published. This is completely different to the coverage policy of ISI databases, which include the articles since the year in which the journal is covered by the database, not before. This leads to clear differences between both databases. Therefore, Scopus data are highly dependent on the coverage policy, and Scopus output measures of a country in a specific year can be radically different from those in consequent years.

On the other hand, a big amount of Cuban scientific journals were covered by Scopus since 2006. So, the retrospective covering process is still on its way. That would be the reason of the lack covering of articles published in Cuban journals during the years 2003 and 2004. The inclusion of those articles during the next years can change the less significant value of the determination coefficient observed in the linear growth, and then, a similar behaviour of the tendencies would be observed in both databases.

The productivity by researcher shows the same behaviour of the scientific output in both information sources. That is because the number of researchers reported during the whole period shows only little variation. The covering problems of Scopus during 2003 and 2004 affect again the linear growth of the indicator (Fig. 3).

Despite these irregularities presented in data reported by Scopus, it is evident that this database shows a better picture of the Cuban scientific activity, and must be taken into account in future assessments of the national research efforts. The effectiveness of the databases to measure Cuban output will be the next topic to discuss.

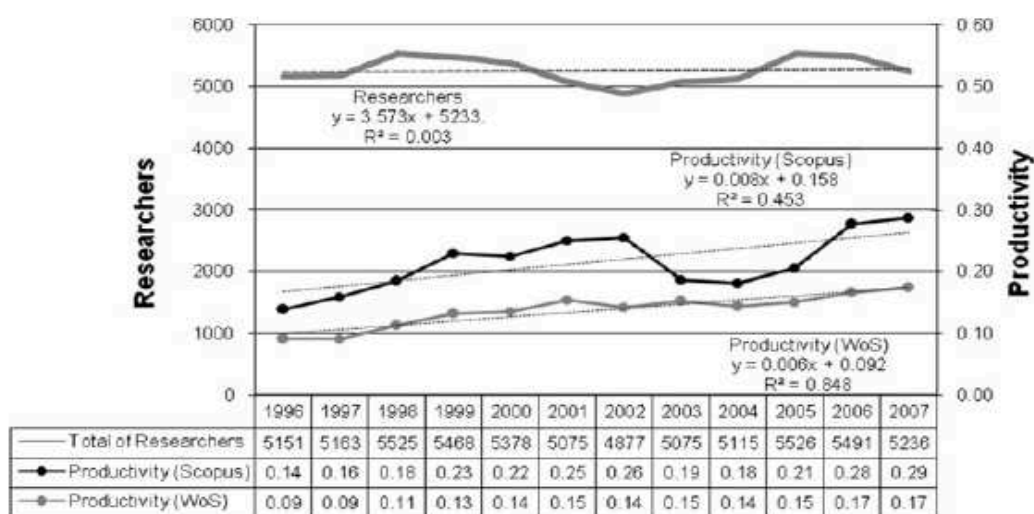


Fig. 3 Evolution of the total number of Cuban researchers and the productivity by researcher in the Web of Science and SCOPUS during the period 1996–2007

Measuring Cuban scientific output: Web of science versus scopus

There are numerous factors that contribute to choose Scopus as information source in the current paper. ISI databases have been the traditional tools for scientometric studies, but the emergence of Scopus is due to its coverage, flexible data and advances features (Tomizawa 2008). The advantage of Scopus with respect to ISI databases in citation analysis originating from the breadth of its database is limited to the time period after 1996 for which citation analysis is available (Falagas et al. 2008b). However, Scopus includes a substantially larger collection of journals, originating from considerably more countries and published in a greater variety of languages (Falagas et al. 2008a).

Non-English languages journals, for example, are rather underrepresented in ISI databases. In this respect Latin American countries are better represented in Scopus. Although the proportions of Spanish- and Portuguese-language journals are the same in the WoS and Scopus (Leydesdorff et al. 2009), the total amount of covered journals is two and three times higher in Scopus. This aspect is very important in order to analyze Spanish or Latin American science from a non-ISI perspective. However, taking into account the coverage policy of the database, which prevent to obtain similar measures in different dates when a retrospective search is developed, there is no doubt that the use of Scopus as alternative source for scientometric studies and research performances evaluation must be studied in more detail. Scopus still is too young. So, despite interesting results published on their advantages, the real potential of the database will be observed in the near future.

The *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (OECD), for example, has recently decided to develop an Innovation Strategy to help governments boost innovation performance, and announced in October 2008 its decision to use Scopus custom data in its research, analysis and benchmarking work (Tomizawa 2008). In Cuba, the *Network of Scientometric Studies for Higher Education* project has developed research that show the state-of-the-art of different knowledge domains using Scopus data (Arencibia Jorge et al. 2008; Collymore Rodríguez et al. 2008; Hung Llamas et al. 2008). Particularly, Cuban neuroscientists' research performances have been tackled from different

Table 1 Comparative analysis of Cuban impact indicators in the Web of Science and SCOPUS during the period 1996–2007

Indicators	Cuba in WoS	Cuba in SCOPUS
Articles	8642	13548
Journals	1	20
Citations	50026	53643
Cited articles	5713	6977
Percentage of cited articles	66.1	51.5
Average number of citations by article	5.79	3.96
H index	61	62

Data retrieved in May, 2009

perspectives and using H-index based indicators (Arencibia Jorge and Rousseau 2009; Dorta Contreras et al. 2008).

The current paper clearly shows some advantages of using Scopus as analytical tool for the Cuban scientific output (Table 1).

ISI databases only cover one national journal: the *Cuban Journal of Agricultural Science*, which is the cause that agriculture was a well represented domain in the total production of the country, and one of the most analyzed domains by national and international authors (Guzmán Sánchez et al. 2002; Licea de Arenas et al. 1994; Torricella Morales et al. 2000; de Moya-Anegón et al. 2006).

The traditional agricultural orientation of the Cuban scientific production changes in the Scopus environment. The reason is simple: a total of 20 Cuban journals, most of them specializing in biomedical sciences, are covered by Scopus. Of course, a total of 4 906 articles more (more than a half of the total national production in ISI databases) offers a new thematic dimension (Fig. 4).

Figure 4 combines scientific production (size of the bubbles), relative specialization (in the Latin American context), and impact (H index). In a regional context, Cuba has a clearly biomedical orientation. The Scopus subject areas in which Cuba is more specialized are: *Health professions, Psychology, Medicine and Biochemistry, Genetics & Molecular Biology*. The last two mentioned fields show the best performances according to the H index.

Nonetheless, citation analysis reveals an interesting point: the inclusion of less-cited journals published in Spanish language has a positive impact on productivity indicators, but a negative one on citation-based indicators, which have been observed by Michel Zitt et al. in previous studies (Zitt et al. 2003; Zitt and Bassecouard 2008). That is, the increment of national journals in the database implies the decrease of impact indicators. The total citations in Scopus, as well as the increase of cited articles, are not in correspondence to the increase of documents. The percentage of cited articles decreases more than a 10%. The average number of citation by article also significantly decreases. Only the H index shows a positive variation. But the H index only takes into account the core of most cited articles, and it is evident that there are no major differences between the highly visible cores identified in both databases. Although it is too early to draw any definitive conclusion about this negative impact, variables related to this behaviour must be widely studied at macro level in further research, taking into account several limitations of the database reported by the literature (Jacsó 2008, 2009), in order to understand the dynamics of the Scopus coverage growth.

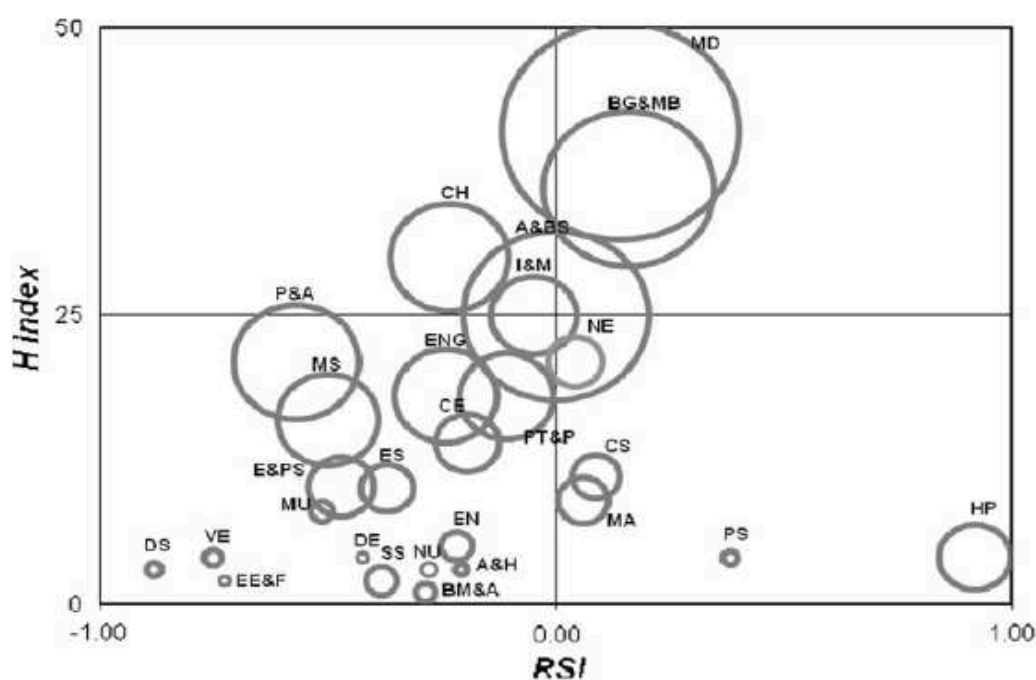


Fig. 4 Relative specialization index (activity) and *H* index of the Cuban scientific production by SCOPUS subject areas during the period 1996–2007. *A&BS* Agricultural and Biological Sciences, *A&H* Arts and Humanities, *BG&MB* Biochemistry, Genetics and Molecular Biology, *BM&A* Business, Management and Accounting, *CE* Chemical Engineering, *CH* Chemistry, *CS* Computer Science, *DS* Decision Sciences, *DE* Dentistry, *E&PS* Earth and Planetary Sciences, *EE&F* Economics, Econometrics and Finance, *EN* Energy, *ENG* Engineering, *ES* Environmental Science, *HP* Health Professions, *I&M* Immunology and Microbiology, *MS* Materials Science, *MA* Mathematics, *MD* Medicine, *MU* Multidisciplinary, *NE* Neuroscience, *NU* Nursing, *PT&P* Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics, *P&A* Physics and Astronomy, *PS* Psychology, *SS* Social Sciences, *VE* Veterinary

Cuban scientific output through the *SCImago* journal & country rank

Scopus based indicators are freely available through the SJ&CR. This scientometric portal was recently developed by *SCImago*, a Spanish research group from the Universities of Granada, Extremadura, Carlos III (Madrid), Alcalá de Henares, and the Institute of Public Goods and Policies from CSIC, dedicated to information analysis, representation and retrieval by means of visualization techniques. The SJ&CR includes journals and countries scientific indicators developed from the information contained in the Scopus database, which could be used to assess and analyze scientific domains. This portal offers a serious alternative to the classic Thomson Reuters services *Essential Science Indicators*SM (ESI) and *Journal Citation Report* (JCR) (Falagas et al. 2008a).

Preliminary reports from the *SCImago* research group show that Cuba is the Latin American country with the highest growth in output if we compare *WoS* and *Scopus*, with a variation ratio of 65.7% in the year 2007. According to the ESISM, and taking into account the scientific production of the country during the latest 10 years, Cuba is situated on the 63rd place of the country ranking (the seventh most productive country of Latin America). However, Cuba goes up five places in the SJ&CR, which cover the period 1996–2007, where it is situated on the 58th place.

Table 2 The most productive countries from Latin America in SCOPUS during the period 1996–2007 (+1000 articles)

Country (Abbr.)	Articles	Citable articles	Cites	Self-cites	Cites per doc.*	% Cited doc	% Col int	H index
Brazil (BRA)	197705	192615	1036204	331101	5.24	61.14	33.54	179
Mexico (MEX)	82792	80945	470643	112239	5.68	62.62	42.22	134
Argentina (ARG)	64630	63051	422383	101758	6.54	68.12	39.12	131
Chile (CHL)	31137	30441	234489	47196	7.53	68.01	55.37	119
Venezuela (VEN)	15416	15068	80335	14506	5.21	59.25	45.44	85
Colombia (COL)	11238	10924	61088	9442	5.44	59.22	59.89	73
Cuba (CUB)	10342	10005	43335	11230	4.19	53.05	54.09	57
Puerto Rico (PUR)	5867	5724	55577	4898	9.47	68.55	61.96	78
Uruguay (URU)	4763	4607	38870	6097	8.16	71.82	62.76	68
Peru (PER)	3710	3568	26712	3176	7.20	67.79	79.00	57
Costa Rica (CRI)	3423	3336	28679	4015	8.38	71.66	70.23	61
Ecuador (ECU)	2028	1947	13495	1757	6.65	63.07	71.84	47
Jamaica (JAM)	2004	1879	11626	1613	5.80	64.27	44.06	39
Trinidad and Tobago (T&T)	1853	1748	7842	957	4.23	58.82	49.27	34
Panama (PAN)	1675	1596	23609	2814	14.09	79.04	85.25	64
Bolivia (BOL)	1338	1310	9187	1068	6.87	70.25	86.47	35
Latin America	429248	418100	2460412	697541	5.73	62.90	39.26	243

* In the *SCImago Journal & Country Rank*, Cites per Doc. indicator for the whole period is calculated as the mean of the annual average of citation by article, with the aim to minimize the influence of extreme values during a year. In this table, it is calculated this indicator dividing the total of cites received during the whole period by the total of articles published in it

The version available in June 23 (2009) of the *SCImago Journal & Country Rank* presents a total of 16 Latin American countries with more than 1,000 articles during the analyzed period. Cuba is the seventh most productive country (Table 2).

However, compared with the rest of the most productive countries from Latin America, the visibility of the Cuban scientific production is still low. The percentage of cited articles and the average number of citations by article are below the mean values of Latin America; and the percentage of international collaboration still does not exert influence on the impact indicators.

Cuban average number of citations by article is the worst of the 16 most productive Latin American countries in Scopus (Fig. 5). Despite the improvement of the production indicators, this relative impact places Cuba among the countries with lower international visibility, on the 165th place of the world ranking.

This aspect reveals again the problem discussed before related to the inclusion in Scopus of less-cited journals published in Spanish language and its negative impact on citation-based indicators. However, the position of Cuba in the country ranking of the ESI (110th place) is lower too. Therefore, this low international visibility of the Cuban scientific production is a multi-causal phenomenon, and must be studied from different perspectives in further research.

A clear example is the analysis of the international collaboration, an aspect widely discussed in scientometric studies (Narin et al. 1991; Glänzel 2001; Glänzel and Schubert 2004; Moed 2005). Internationally co-authored papers tend to have higher citation rates than those

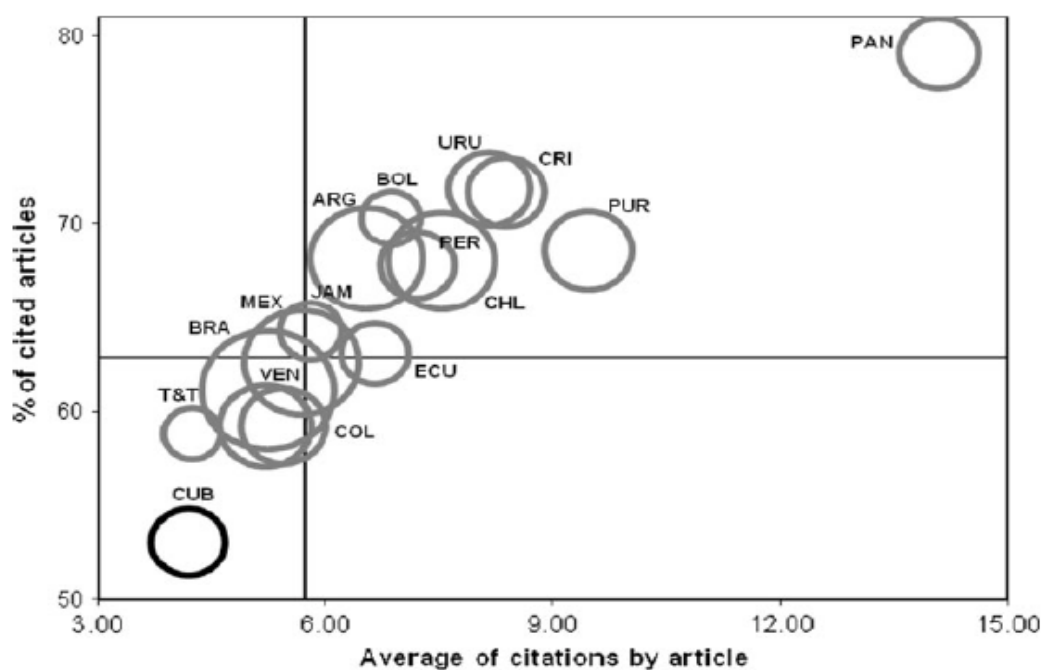


Fig. 5 Relation between the percentage of cited articles, the average of citation by article and the H index of the most productive Latin American countries in SCOPUS

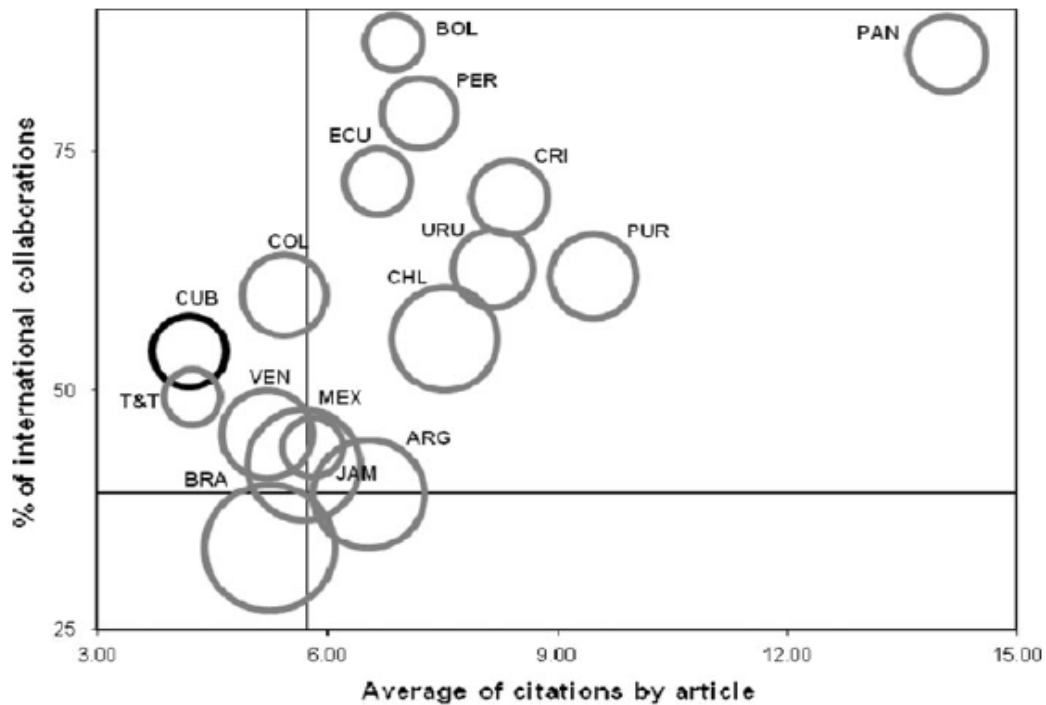


Fig. 6 Relation between the percentage of cited articles, the average of citation by article and the H index of the most productive Latin American countries in SCOPUS

published exclusively by national authors. In the case of Cuba, the percentage of internationally co-authored papers is relatively higher than that reported for the most productive Latin American countries (Fig. 6). In this most productive core, only Colombia and Chile have a higher percentage. On the other hand, the less productive countries are most dependents on the international collaboration, and that influences positively in their averages of citations by article. However, despite Cuban scientific production shows wide participation of international institutions, the relative impact is low. This behaviour is more or less similar to that of Colombia.

The impact of the journals that publish the results, the prestige of international partner institutions, the research fields, and many other factors, must be further analyzed in order to find an objective explanation to this paradoxical behavior at the macro level.

Undoubtedly, the SJ&CR is a freely available tool that facilitates the analysis of the world scientific production, and specially reveals the state-of-the-art of disciplines and subject areas, and the behaviour of the different countries. Scopus' advantages and limitations are inherent to the indicators proposed in the portal, but this is no different for the classic Thomson Reuters' services based on ISI databases.

Finally, the indicators exposed by the SJ&CR offer an interesting view of a considerable higher volume of the Cuban scientific output, with respect to WoS. The impact indicators reveal a problematic dependent of the coverage policy of Scopus. But anyway, the massive incorporation of Cuban articles in Scopus is still very recent. More time is needed in order to achieve better and objective approximations to the visibility of the Cuban scientific production through a Scopus-based citation analysis.

Conclusions

The results presented in this paper confirm the possibility to use Scopus in order to obtain a more objective picture of Cuban scientific output. The SJ&CR, in this case, offers an important set of indicators. The combination of these indicators with those related to socio-economic aspects of Science and Technology activities, allow the authors to show a perspective of the Cuban science system evolution during the end of the 1990s and the beginning of the XXI century. It was observed an increasing growth of the Cuban scientific production during the analyzed period, which is in correspondence to the country efforts and expenditures in Research and Development activities. It is observed that more time is needed to measure positive or negative implications of the inclusion of less-cited journals published in Spanish language for Cuban citation-based indicators.

Acknowledgments To Zaida Chinchilla Rodríguez, Elena Corera Alvarez, Víctor Herrero Solana, Rosa Lidia Vega Almeida, María del Carmen Osuna López, María Benavent Pérez, Yaniris Rodríguez Sánchez and Ronald Rousseau, for their support and advices. This research was possible thanks to a research grant in the Institute of Goods and Public Policies of CSIC, and it is a result of the Doctoral Program on Documentation and Scientific Information developed by the University of Granada, Spain, and the University of Havana, Cuba. Access to Elsevier and Thomson Reuters databases was possible thanks to the Spanish Foundation for Science and Technology and the Ministry of Science and Innovation of the Spanish government.

References

- Araujo Ruíz, J. A., Arencibia Jorge, R., & Gutiérrez Calzado, C. (2002). Ensayos clínicos cubanos publicados en revistas de impacto internacional: estudio bibliométrico del período 1991–2001. *Revista Española de Documentación Científica*, 25, 254–266.

- Araujo Ruíz, J. A., Torricella Morales, R. G., Van Hooydonk, G., & Arencibia Jorge, R. (2005). Cuban scientific articles in ISI citation indexes and CubaCiencias databases (1988–2003). *Scientometrics*, *65*, 161–171.
- Arencibia Jorge, R., & Rousseau, R. (2009). Influence of individual researchers' visibility on institutional impact: an example of Prathap's approach to successive h-indices. *Scientometrics*, *79*, 507–516.
- Arencibia Jorge, R., Vega Almeida, R. L., Sánchez Tarragó, N., & Araujo Ruíz, J. A. (2008). Producción científica cubana sobre Dengue (1981–2006): un análisis bibliométrico a través de Scopus. *ACIMED*, *18*(3). Accessed June 25, 2009 from http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol18_3_08/aci05908.htm.
- Collymore Rodríguez, A., Arencibia Jorge, R., Blanco, A., & Araujo Ruíz, J. A. (2008). Producción científica mundial sobre Biodiesel. *ACIMED*, *18*(5). http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol18_5_08/aci041108.htm. Accessed 27 June 2009.
- de Moya-Anegón, F., Chinchilla-Rodríguez, Z., Vargas-Quesada, B., Corera-Alvarez, E., Muñoz-Fernandez, F. J., Gonzalez-Molina, A., et al. (2007). Coverage analysis of Scopus: A journal metric approach. *Scientometrics*, *73*, 53–78.
- de Moya-Anegón, F., Chinchilla-Rodríguez, Z., Vargas-Quesada, B., & González-molina, A. (2006). Visualización de redes de colaboración internacional In: I Conferencia Internacional sobre Ciencias y Tecnologías Multidisciplinares de la Información. Mérida (España), 25–29 de octubre de 2006. Retrieved August 10, 2007 from www.scimago.es/benjamin/265.pdf.
- de Moya-Anegón, F., & Herrero-Solana, V. (1999). Science in America Latina: a comparison of bibliometric and scientific-technical indicators. *Scientometrics*, *46*, 299–320.
- Dorta Contreras, J. A., Arencibia Jorge, R., Martí Lahera, Y., & Araujo Ruíz, J. A. (2008). Productividad y visibilidad de los neurocientíficos cubanos: estudio bibliométrico del período 2001–2005. *Revista de Neurología*, *47*, 355–360.
- ECLAC. (2008). *Statistical yearbook for Latin America and the Caribbean Social statistics*. Accessed June 5, 2009 from http://www.one.cu/publicaciones/cepal/aecepal2008/ANUARIO2008_CEPAL%2021-82.pdf.
- Falagas, M., Kouranos, V., Arencibia-Jorge, R., & Karageorgopoulos, D. (2008a). Comparison of SCImago Journal Rank indicator with journal impact factor. *FASEB Journal*, *22*, 2623–2628.
- Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008b). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: Strengths and weaknesses. *FASEB Journal*, *22*, 338–342.
- Glänzel, W. (2001). National characteristics in international scientific co-authorship. *Scientometrics*, *51*, 69–115.
- Glänzel, W., & Schubert, A. (2004). Analysing scientific networks through co-authorship. In H. F. Moed, W. Glänzel, & U. Schmoch (Eds.), *Handbook of quantitative science and technology research. The use of publication and patent statistics in studies of S&T systems* (pp. 257–276). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Guzmán Sánchez, M. V., Saavedra Fernández, O., & Sotolongo Aguilar, G. (2002). Medición de la producción científica en América Latina y el Caribe en el campo agrícola: un estudio bibliométrico. *Revista Española de Documentación Científica*, *25*, 151–161.
- Guzmán Sánchez, M. V., Sanz Casado, E., & Sotolongo Aguilar, G. (1998). Bibliometric study on vaccines (1990–1995) part I: Scientific production in Iberian-American countries. *Scientometrics*, *43*, 189–205.
- Higher University Council. (1962). *La reforma de la enseñanza superior en Cuba*, colección de documentos. La Habana.
- Hung Llamas, B. R., Arencibia Jorge, R., & Araujo Ruíz, J. A. (2008). Identificación de frentes de investigación sobre esteroides en la producción científica cubana en Scopus 1996–2006. *ACIMED*, *18*(2). http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol17_3_08/aci04308.htm. Accessed 25 June 2009.
- Jacsó, P. (2008). The pros and cons of computing the h-index using Scopus. *Online Information Review*, *32*, 524–535.
- Jacsó, P. (2009). Errors of omission and their implications for computing scientometric measures in evaluating the publishing productivity and impact of countries. *Online Information Review*, *33*, 376–385.
- King, D. A. (2004). The scientific impact of nations. What different countries get for their research spending. *Nature*, *430*, 311–316.
- Lage, A. (2006). *La economía del conocimiento y el socialismo: ¿hay una oportunidad para el desarrollo?* <http://www.cubasocialista.cu/cs41/cseconomia.html>. Accessed 16 June 2009.
- Lancaster, F. W., Porta, M. A., Plagenz, K., Szymorski, K., & Krebs, M. (1986). Factors influencing sources cited by scientists: a case study for Cuba. *Scientometrics*, *10*, 243–257.
- Leydesdorff, L., de Moya-Anegón, F., & Guerrero-Bote, V. P. (2009). Journal maps on the basis of Scopus data: a comparison with the Journal Citation Report of the ISI. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. doi:10.1002/asi.21250.

- Licea de Arenas, J., Valles, J., & Williams, D. (1994). Investigación cubana en agricultura: un enfoque bibliométrico. *Ciencias de la Información*, 25, 136–141.
- Macías Chapula, C. A. (2001). Papel de de informetría y de la cienciaetría y su perspectiva nacional e internacional. *ACIMED*, 9(1), 35–41.
- Meske, W., & Fernández de Alaiza, M. C. (1990). Structure and development of the scientific and technological potential in the republic of Cuba. *Scientometrics*, 18, 137–155.
- Moed, H. (2005). *Citation analysis in research evaluation* (pp. 285–290). Dordrecht: Springer.
- Moral, L. P. (1989). Elements for a diagnosis of applied research and development in Cuba using patent information: 1968–1983. *Scientometrics*, 17, 83–96.
- Nalimov, V. V., & Mulchenko, Z. M. (1969). *Naukometrija: izuchenie razvitiija nauki kak nformatsionnogo processa*. Moskva: Nauka.
- Narin, F., Stevens, K., & Whitlow, E. S. (1991). Scientific co-operation in Europe and the citation of multinationally authored papers. *Scientometrics*, 21, 313–323.
- Pérez Ones, I., & Núñez Jover, J. (2009). Higher education and socio-economic development in Cuba: High rewards of a risky high-tech strategy. *Science and Public Policy*, 36, 97–101.
- Rodríguez, C. (1997). Universidad de La Habana: investigación científica y período especial. *Revista Cubana de Educación Superior*, 17, 13–16.
- Sancho, R., Bernal, G., & Galvez, L. (1993). Approach to the Cuban Scientific Activity by Using Publication Based Quantitative Indicators (1985–1989). *Scientometrics*, 28, 297–312.
- Tomizawa, H. (2008). Custom data fuels OECD's innovation strategy. *Research Trends*, 8, 3.
- Torricella Morales, R. G., Van Hooydonk, G., & Araujo Rufz, J. A. (2000). Citation analysis of Cuban research. Part 1. A case study: The Cuban Journal of Agricultural Science. *Scientometrics*, 47, 413–426.
- Vinkler, P. (2008). Correlation between the structure of scientific research, scientometric indicators and GDP in EU and non-EU countries. *Scientometrics*, 74, 237–254.
- Zitt, M., & Bassecouard, E. (2008). Challenges for scientometric indicators: data demining, knowledge-flow measurements and diversity issues. *Ethics in Science and Environmental Politics*, 8, 49–60.
- Zitt, M., Ramanana-Rahari, S., & Bassecouard, E. (2003). Correcting glasses help fair comparisons in international science landscape: Country indicators as a function of ISI database delineation. *Scientometrics*, 56, 259–282.