

# Visualización de la colaboración científica en la Revista CENIC Ciencias Químicas durante el período 1996-2005 mediante técnicas de análisis de redes sociales

**Ricardo Arencibia Jorge y Juan Antonio Araujo Ruiz.**

Red de Estudios Cuantitativos sobre la Educación Superior, Centro Nacional de Investigaciones Científicas. Avenida 25 y Calle 158, Playa, Apartado Postal 6414, Ciudad de La Habana, Cuba. Correo electrónico: ricardo.arencibia@cnic.edu.cu

Recibido: 21 de noviembre de 2006. Aceptado: 15 de febrero de 2008.

Palabras clave: colaboración científica, ciencias químicas, revistas, bibliometría, indicadores, redes sociales.  
Key words: scientific collaboration, chemical sciences, journals, bibliometrics, indicator, social networks.

**RESUMEN.** El presente trabajo estudió los indicadores de colaboración identificados en la producción científica de la *Revista CENIC Ciencias Químicas* durante el período 1996-2005. Se abordó el concepto de red social. Se hizo un recuento histórico de la evolución del Análisis de Redes Sociales como método de estudio de las relaciones de colaboración en Ciencia y Tecnología. Se procesaron todos los artículos de la Revista correspondientes al período estudiado. Se utilizaron los programas Endnote 10.0, Bibexcel, Ucinet 6.0 y NetDraw para el procesamiento de los datos, la creación de matrices de co-ocurrencia y la visualización de la información mediante técnicas de Análisis de Redes Sociales. Se visualizaron las relaciones de colaboración presentes en la producción científica publicada por la Revista en el período estudiado, basadas en la co-ocurrencia de autores e instituciones en la muestra de artículos estudiada, para determinar la existencia e intensidad de las relaciones entre ellos. Se identificaron cinco componentes principales compuestos por 11 grupos de investigación formados por los autores más productivos de la Revista. Las entidades más relacionadas en la red de colaboración institucional fueron el Centro de Química Farmacéutica y la Dirección de Química del Centro Nacional de Investigaciones Científicas. Se determinaron los frentes de investigación más representados a través del análisis de la co-ocurrencia de los descriptores temáticos utilizados en los artículos. Se obtuvieron 14 asociaciones temáticas representativas de las líneas de investigación más tratadas por la Revista.

**ABSTRACT.** The current work studied indicators of scientific collaboration identified in the scientific production of the *Revista CENIC Ciencias Químicas* during the period 1996-2005. The concept of social network was treated. A historical approach to the evolution of Social Network Analysis as a method to study the relations of collaboration in Science and Technology was carried out. All the journal articles corresponding to the studied period were processed. Endnote 10.0, Bibexcel, Ucinet 6.0 and NetDraw programs were used to process the data, create the co-occurrence matrices, and visualize the information through techniques of Social Networks Analysis. The relations of collaboration in the Journal during the studied period, based on the authors and institutions co-occurrence in the articles, in order to determine the existence and intensity of these relations, were visualized. Five principal components and 11 research groups made up by the most productive authors of the Journal were identified. The most connected entities in the institutional collaboration network were the Center of Pharmaceutical Chemistry and the Branch of Chemistry from the National Scientific Research Center. The research fronts most represented in the articles were determined through the co-occurrence analysis of the most use keywords in the articles. A total of 14 thematic associations, representative of the research lines most used keywords in the articles. A total of 14 thematic associations, representative of the research lines most treated by the Journal, were obtained.

## INTRODUCCIÓN

La historia de la humanidad no es más que la historia de las redes sociales que han permitido al hombre proyectarse más allá de su condición biológica. La existencia de redes sociales, desde los umbrales de la civilización, ha sido la causa y a la vez consecuencia de la conducta de los individuos y ha posibilitado el surgi-

miento y desarrollo de aspectos y procesos inherentes a la sociedad humana, como las estructuras de poder, las relaciones afectivas, e incluso el lenguaje. Por tal razón, el estudio de las redes sociales constituye una aproximación intelectual de inestimable valor para identificar las estructuras sociales que emergen de las diversas formas de interacción humana.

Las redes sociales pueden ser definidas como un conjunto de personas que representan a organizaciones e instituciones, y que establecen relaciones y producen intercambios de manera continua, con el fin de alcanzar metas comunes en forma efectiva y eficiente.<sup>1</sup> De igual forma, las redes son un espacio de diálogo y coordinación a través del cual se vinculan organizaciones sociales e instituciones públicas y privadas, en función de un objetivo común y sobre la base de normas y valores compartidos. Dependiendo del grado de desarrollo alcanzado por las redes, estas pueden evolucionar desde una simple agrupación de contactos, hasta una auténtica red de conocimientos.

Borgatti define una red social como un conjunto de lazos diádicos, todos del mismo tipo, entre una serie de actores, en el que estos pueden ser personas u organizaciones, y un lazo constituye un episodio de una relación social.<sup>2</sup>

En este sentido, debe entenderse como una red social a un grupo de individuos que, en forma agrupada o individual, se relacionan con otros con un fin específico, caracterizados por la existencia de flujos de información.<sup>3</sup> Una red puede tener muchos o pocos actores y una o más clases de relaciones entre pares de actores, por lo que los tres elementos básicos que los componen son los:

- **Nodos o actores:** personas o grupos de personas que se encuentran en torno a un objetivo común.
- **Vínculos:** lazos o relaciones que existen entre dos o más nodos.
- **Flujo:** dirección del vínculo o relación.

A partir de los años sesentas, los científicos sociales empezaron a desarrollar modelos y enfoques que permitieron resaltar la emergencia de las estructuras macro-sociales a partir de las interacciones entre los individuos, basados en el álgebra de matrices y la teoría de grafos. Es así como surge el *Análisis de Redes Sociales* (ARS, *Social Network Analysis*, también denominado *Análisis Estructural*) como instrumento de investigación en Ciencias Sociales, el cual fue creando un aparato metodológico y técnico que constituye la base de un nuevo paradigma interdisciplinario, aplicable con éxito en múltiples ramas del conocimiento. Lo peculiar de este paradigma es que a través, por una parte, del uso de modelos teóricos de carácter formal expresados en términos matemáticos y, por otra, del análisis sistemático de datos de carácter empírico, ha permitido hacer operativo el concepto de estructura social que estaba en la base de algunas importantes tradiciones y escuelas en el campo de la Sociología y la Antropología.<sup>4</sup>

El ARS, básicamente, es un conjunto de técnicas que describen y estudian las estructuras que surgen de la interacción, comunicación, coincidencia o colaboración entre diferentes organizaciones o individuos, a través de diversos procesos o acuerdos que pueden ser bilaterales o multilaterales.<sup>5</sup> Ha registrado una extraordinaria expansión tanto por los objetos de estudio como por las disciplinas que lo asimilan, lo cual se ha reflejado en un importante desarrollo teórico, metodológico y tecnológico. Parte de su éxito se debe a la innovación metodológica que permite abordar viejos temas con nuevas preguntas, arrojar nueva luz a las explicaciones clásicas y crear nuevas aperturas científicas para analizar problemas con una visión que en muchas disciplinas, como en las ciencias sociales, hubiera sido inconcebible hace menos de dos décadas.<sup>6</sup>

Las redes sociales que pueden ser representadas dentro de una comunidad científica, y específicamente den-

tro de la producción científica generada por ella, son muy diversas y abarcan dominios temáticos, institucionales y personales.<sup>7</sup> Es por ello que las disciplinas métricas de la información han encontrado en el ARS un complemento ideal.

Las relaciones personales han sido clasificadas en cuatro grandes grupos:

1. las relaciones de coautoría;
2. la *identidad* del autor, basada en el análisis de co-referencias realizadas por este en sus trabajos;
3. la *imagen* del autor, compuesta por un análisis de co-citas de este autor con el resto de la comunidad científica;
4. y la denominada *creadores de imagen* (image makers), compuesta por todos los autores que han citado a un determinado autor, y que por tanto, han creado una imagen visible de él.

El ARS en los procesos de comunicación de la Ciencia tiene como pionero un estudio realizado por Diane Crane en 1972,<sup>8</sup> quien utilizó la idea de las redes de comunicación entre científicos como forma de explicar el crecimiento del conocimiento científico, aunque ya desde años antes Eugene Garfield, en la etapa fundacional del *Institute for Scientific Information* de Filadelfia, vislumbró la posibilidad de crear, mediante el análisis de las redes de citas de los científicos, un mapa de la ciencia mundial.<sup>8</sup> A partir de entonces, numerosos autores entre los que se destacan Henry Small, Howard White, Katherine McCain, H. Newman, Lazlo Barabasi, Chaomei Chen, Kathy Borden y Loet Leydesdorff,<sup>8-11</sup> entre muchos otros, han pretendido utilizar el ARS como instrumento para visualizar grandes dominios del conocimiento.

El presente trabajo, resultado del proyecto *Red de Estudios Cuantitativos para la Educación Superior* (REDEC), pretendió visualizar las relaciones de colaboración identificadas en la producción científica de la *Revista CENIC Ciencias Químicas* durante el período 1996-2005, basadas en la co-ocurrencia de autores e instituciones en la muestra de artículos estudiada, para comprobar la existencia e intensidad de las relaciones existentes entre ellos, así como determinar los frentes de investigación más representados en los artículos publicados por la Revista durante los últimos diez años, a través del análisis de la co-ocurrencia de los descriptores temáticos utilizados en los artículos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se creó una base de datos utilizando el programa Endnote 10.0,<sup>12</sup> que compilo los 287 artículos publicados por la revista durante el período 1996-2005. Se exportó la base de datos hacia un fichero de texto, en el estilo *Show All*, el cual se procesó con el programa *Bibexcel*,<sup>13</sup> creado por Olle Persson en la Universidad de Umea, Suecia, y que permitió crear las matrices de co-ocurrencia de los autores, instituciones, descriptores utilizados en los registros de la base de datos.

Se utilizaron las aplicaciones de los programas *UCINET 6.0*<sup>2</sup> y *NetDraw 1.0*<sup>2</sup> para visualizar las relaciones de colaboración entre los autores e instituciones más productivos de la Revista, así como los frentes de investigación más tratados en la producción científica, a través de la frecuencia y co-ocurrencia de los descriptores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Relaciones de colaboración

Las relaciones de colaboración entre los autores más productivos de la *Revista CENIC Ciencias Químicas*

evidenciaron la presencia de varios grupos de investigación estrechamente ligados y solo unos pocos componentes aislados (Fig. 1).

La red está compuesta por ocho componentes, de los cuales tres no poseen conexión con ningún otro nodo de la red. Los cinco componentes más importantes presentan diversos grados de complejidad en sus relaciones y fueron numerados de acuerdo con su densidad para facilitar su análisis.

El tamaño de los nodos representa el volumen de la producción científica de cada autor. La intensidad de los enlaces representa la cantidad de artículos escritos en colaboración. El color representa la filiación. Los nodos negros corresponden a autores no pertenecientes al Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC); los nodos color gris oscuro representan a autores del Centro de investigaciones del Ozono (CIO); los más claros representan a autores del Centro de Productos Naturales (CPN); los blancos, al resto de las instituciones pertenecientes al CNIC.

El componente # 1, que es a su vez el componente principal de la red y el más complejo, enlaza alrededor de seis clusters integrados por grupos de investigación estrechamente relacionados y representa a varios autores con elevado grado de intermediación que funcionan como puentes entre los grupos de investigación.

En la parte superior izquierda del componente principal, pueden observarse claramente dos clusters (1a y

1b) que identifican a dos grupos de investigación del CIO. El primero de ellos, liderado por las doctoras Lidia Ase-la Fernández y Mayra Bataller, se dedicó al estudio de aplicaciones industriales de este gas para el tratamiento y descontaminación de aguas, tanto a nivel *micro*, en el reciclado de aguas de lavandería o la desinfección de piscinas, como a nivel *macro*, en el tratamiento de residuales de la industria farmacéutica.

El segundo cluster se especializó principalmente en la obtención y evaluación de las propiedades químicas del aceite de girasol ozonizado OLEOZON®, con vistas a su utilización como producto terapéutico antibacteriano. El nodo más productivo de este cluster, el doctor Arístides Rosado, sirvió como el enlace entre este y otros tres grupos situados a la derecha y debajo del nodo. A la derecha puede observarse un cluster (1c) integrado por autores del CNIC, el Centro de Bioactivos Químicos de la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas (CBQ-UCLV) y el Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona" (ISP "E.J. Varona"), dedicado a la síntesis de diversos compuestos químicos con fines terapéuticos.

Encima del anterior se observa el grupo de investigación (1d) del Centro de Química Farmacéutica (CQF), dedicado al estudio y determinación de las propiedades químicas de diversos productos farmacéuticos, y liderados por el doctor Hernán Velez, que también interactúa con los cluster 1b y 1c. Debajo, puede observarse la relación del doctor Rosado con los especia-

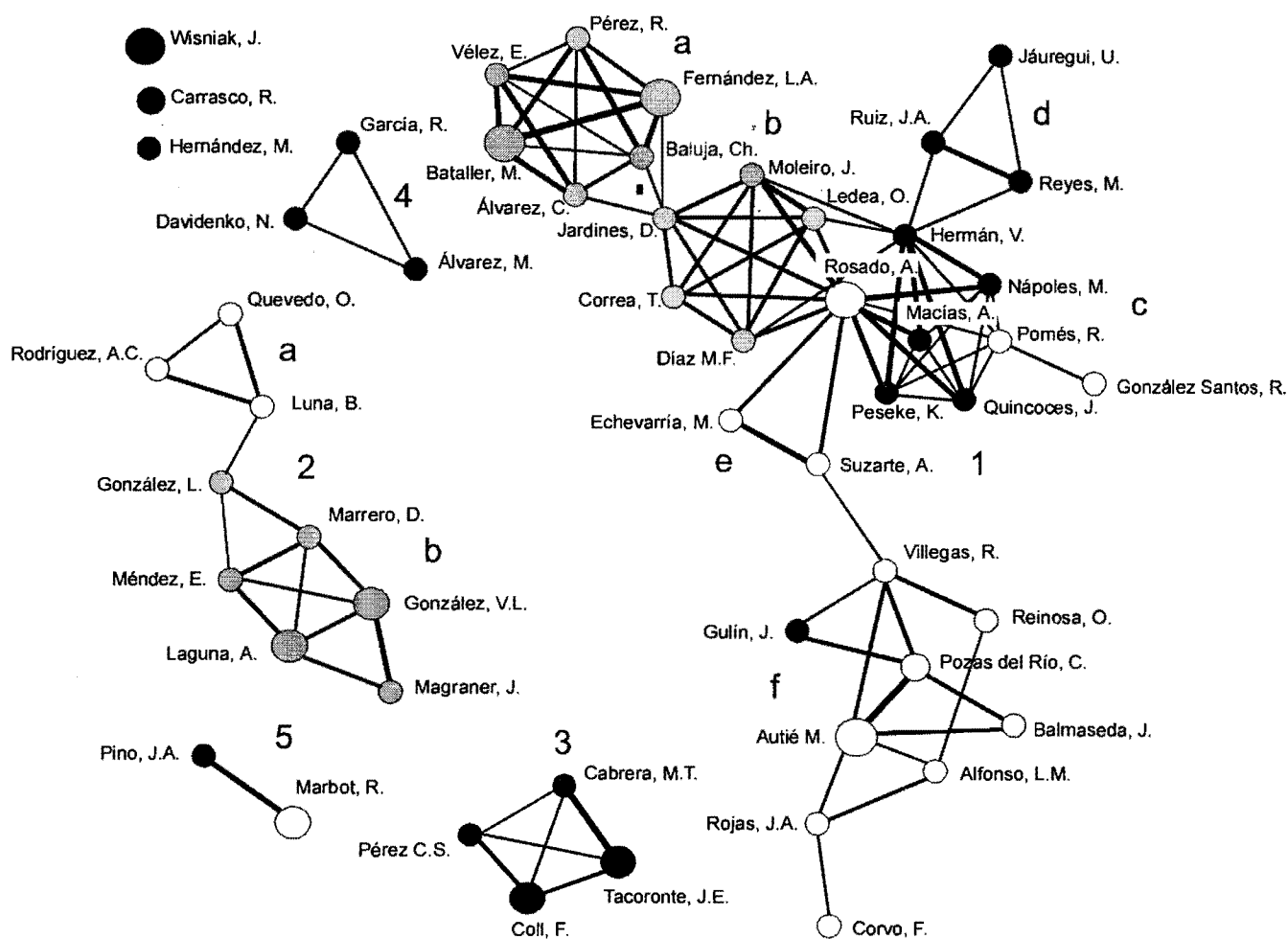


Fig. 1. Relaciones de colaboración entre los autores más productivos de la Revista CENIC de Ciencias Químicas durante el período 1996-2005 (UCINET 6, NetDraw 2).

listas Alberto Suzarte y Mayda Echeverría, dedicados al estudio de la humedad, fuerza de comprensión, comportamiento reológico y estabilidad del compolímero polivinilacetato (POVIAC) como aglutinante en la elaboración de fármacos (1e). El doctor Suzarte, conjuntamente con el ingeniero Randofo Villegas, sirven a su vez, de enlaces entre los clusters 1e y 1f. En este último, convergen múltiples temáticas de investigación, entre las que se destacan el estudio de las propiedades de las zeolitas, la resistencia y protección de gomas elaboradas con caucho natural y la corrosión, entre otras.

En todo el componente principal, se van a destacar las relaciones de colaboración bilateral entre los doctores José A. Ruiz y Mayra Reyes, los mencionados Suzarte y Echeverría y Randofo Villegas y Miguel A. Autie, este último, el autor más productivo de la Revista. De igual forma, son significativas las relaciones trilaterales entre los doctores Carlos Álvarez, Lidia Asela Fernández y Mayra Bataller; Oscar Ledea, Jesús Moleiro y Aristides Rosado; Aristides Rosado con Hernán Velez y M. Nápoles; y Miguel A. Autie con Jorge Balmaseda y Carlos de las Pozas del Río.

El componente # 2 agrupa dos clusters que integran a grupos de investigación del CPN y la Dirección de Producción del CNIC, respectivamente. El primero de ellos (2a), liderado por los doctores Abilio Laguna y Víctor L. González, analizó fundamentalmente las propiedades químicas del policosanol y el D-003, fármacos de origen natural para el tratamiento de la hipercolesterolemia y la osteoporosis, respectivamente; el segundo (2b), dedicado a la determinación de arsénico, plomo y otros metales pesados en aguas residuales de las plantas de producción de medicamentos del CNIC, y donde existe una

estrecha relación entre las especialistas Ana Cecilia Rodríguez, Bárbara Luna y Odalys Quevedo.

El componente # 3 integra investigadores de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana y la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial, en investigaciones relacionadas con procesos de bromación de fenoles, estudios de la composición química y actividad biológica del aceite esencial de *Eugenia melanadenia* (Myrtales: *Myrtaceae*), análisis de hidrocarburos aromáticos y síntesis de ecdiesteroides, fundamentalmente.

El componente # 4 agrupa a tres investigadores del Instituto de Materiales y Reactivos (IMRE) y la Facultad de Química de la Universidad de la Habana, que publicaron trabajos dedicados al estudio de polímeros acrilfuránicos y compuestos de hidroxiapatita.

Finalmente, el componente # 5 muestra a dos autores bien interconectados, los doctores Rolando Marbot y Jorge A. Pino, del CNIC y el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria (IIIA) respectivamente, quienes a través de técnicas analíticas como la Cromatografía de Gases, Espectrometría de Masas y Pirólisis estudiaron los compuestos volátiles de diferentes frutas, plantas y sustancias de origen natural.

### Colaboración Institucional

La red de colaboración institucional de las entidades con mayor cantidad de artículos publicados en la *Revista CENIC de Ciencias Químicas*, ofrece una perspectiva más clara de la forma en que estas colaboran (Fig. 2)

Se representaron gráficamente las relaciones más significativas (más de tres colaboraciones conjuntas durante el período). Los nodos negros corresponden a instituciones del CNIC; los grises oscuros a institucio-

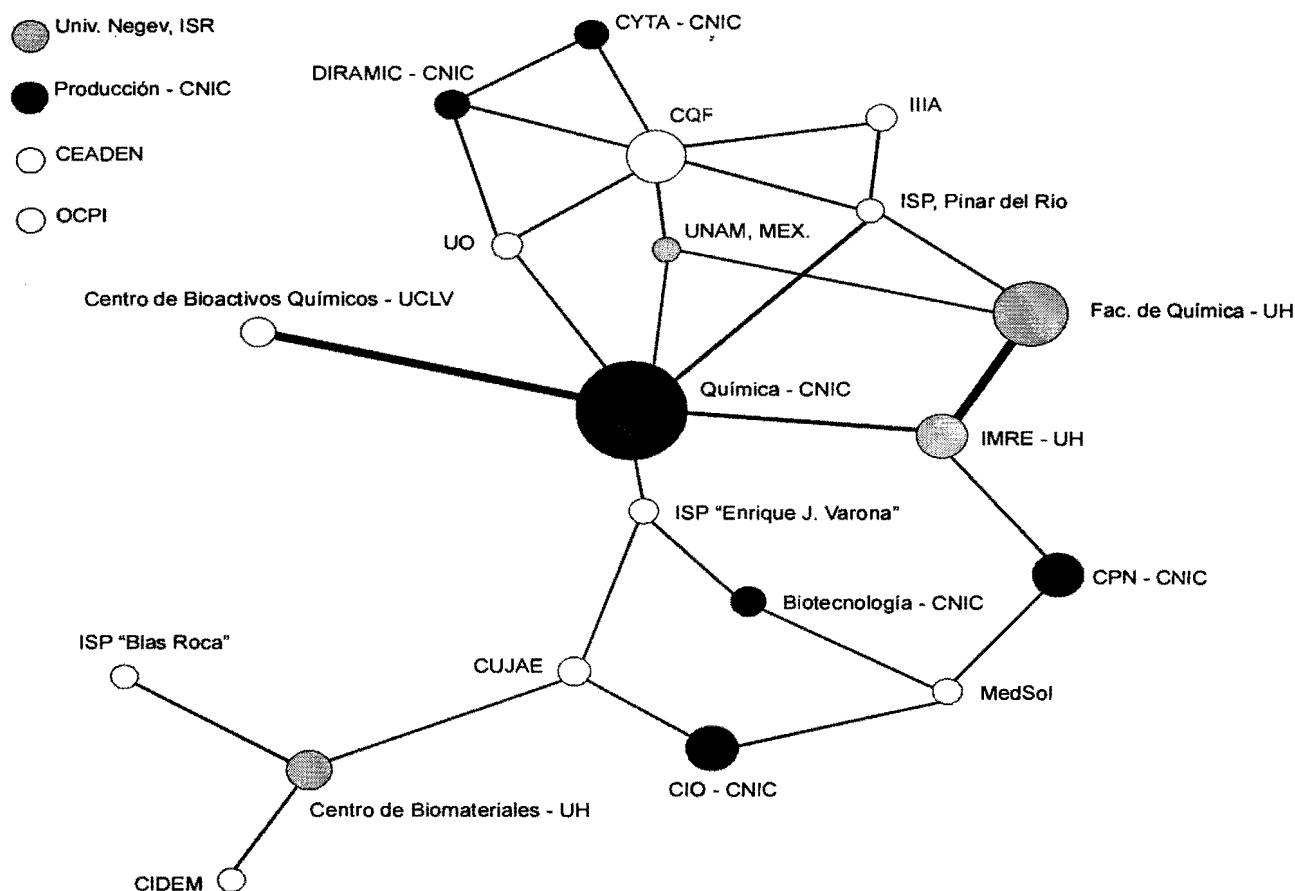


Fig. 2. Relaciones de colaboración entre las instituciones más productivas en la Revista CENIC de Ciencias Químicas durante el período 1996-2005 (UCINET 6, NetDraw 2).

nes de la Universidad de la Habana; los grises claros a instituciones extranjeras y los blancos al resto de instituciones nacionales. El tamaño de los nodos también se corresponde con el volumen de su producción científica.

Los nodos que se caracterizan por mayor número de enlaces son el CQF y la Dirección de Química del CNIC. El primero colaboró regularmente con las Direcciones de Diagnóstico Microbiológico (DIRAMIC) y Ciencia y Tecnología Ambientales (CYTA), ambas del CNIC, así como con la Universidad de Oriente (UO), el Instituto Superior Pedagógico de Pinar del Río (ISP Pinar del Río), el IIIA y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El CBQ-UCLV, el ISP "E.J. Varona", el ISP Pinar del Río y el IMRE son los centros que colaboraron más estrechamente con la Dirección de Química del CNIC, el nodo más productivo de la red.

Entre las relaciones bilaterales que merecen destacarse por su intensidad, están la existente entre el IMRE y la Facultad de Química de la Universidad de la Habana, y en menor medida, la existente entre el IIIA y el ISP Pinar del Río.

### Frentes de investigación

Las relaciones de co-ocurrencia de los descriptores utilizados por los autores para definir la temática de sus artículos, permitieron identificar diversos frentes de investigación que caracterizan la producción científica de los grupos de investigación previamente identificados (Fig. 3)

La red obtenida está compuesta por 14 componentes que fueron numerados de acuerdo con su densidad. El tamaño de los nodos revela su grado de centralidad, lo cual hace resaltar al descriptor que identifica cada componente.

El componente #1 de la red de descriptores recoge la investigación entorno al estudio de las zeolitas y sus propiedades, y refleja básicamente la temática de investigación de los autores pertenecientes al cluster 1f (Fig. 1). El componente #2 agrupa las principales técnicas analíticas utilizadas por casi todos los grupos de investigación más productivos, específicamente, los clusters 1b, 1d, 2b, 3, 4 y 5. El cluster 1f es protagonista además, de las líneas de investigación principales recogidas por los componentes #3 y 4 (Fig. 3), dedicados al estudio de la corrosión y el efecto de cargas de CaCO<sub>3</sub> y caolín cubanos en gomas elaboradas con cauchos naturales.

El componente #5 recoge la producción científica del cluster 1e, dedicado al estudio del POVIAC; mientras que el componente #6, dedicado a la determinación de componentes volátiles de aceites esenciales extraídos de plantas y sustancias de origen natural, caracteriza la producción de los clusters 3 y 5. Los clusters 1f y 4, y parte del 1c (específicamente, los doctores Ramón Pomés y Ramón González Santos) están representados en el componente #7, dedicado al estudio de sólidos porosos para su utilización como biomateriales.

El componente #10, abarca una de las líneas de investigación del cluster 3 (Fig. 1). El componente #12 re-

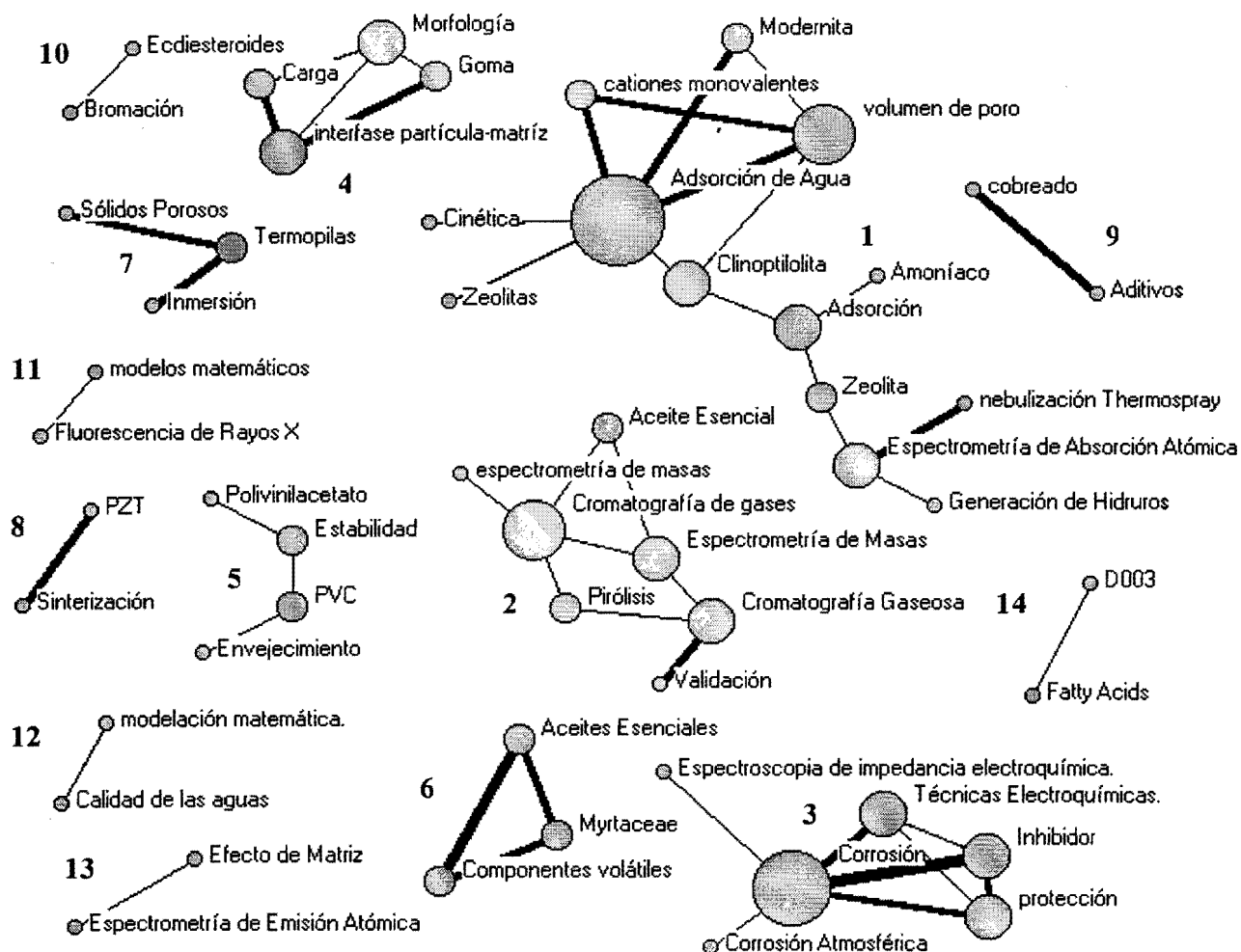


Fig. 3. Líneas de investigación más frecuentes en la Revista CENIC de Ciencias Químicas durante el período 1996-2005, identificadas a través de la co-ocurrencia de descriptores en los artículos (UCINET 6, NetDraw 2).

presenta la producción científica del cluster *1a* perteneciente al CIO; mientras que el *componente # 14* recoge la investigación del conjunto de autores del CPN que integran el *cluster 2b*. Los *componentes # 8, 9, 11 y 13*, definen campos temáticos estudiados por otros grupos de investigación de menor producción científica.

Como puede observarse, el uso de técnicas bibliométricas y de ARS para la identificación y visualización de las relaciones entre autores e instituciones, así como entre los términos utilizados para la descripción temática de los artículos, brinda una novedosa perspectiva desde la cual caracterizar y analizar las particularidades de la comunidad científica que utiliza la *Revista CENIC Ciencias Químicas* como órgano difusor de su producción científica.

Más allá de las técnicas utilizadas para el mapeo bibliométrico, es su complementación la que otorga una mayor objetividad a las interpretaciones que se puedan derivar de las visualizaciones. En el presente caso, se asumió a los autores de los artículos como símbolos que representan las líneas de investigación seguidas por ellos.<sup>14,15</sup> De esta forma, las relaciones de coautoría van a mostrar la estructura de la red social de investigadores,<sup>16</sup> la cual, a su vez, va a revelar una estructura del conocimiento compuesta por los diversos frentes de investigación que desarrolla la comunidad científica analizada. De igual forma, se asumieron los descriptores temáticos de los artículos como símbolos representativos de estas líneas de investigación,<sup>17</sup> y el análisis de su co-ocurrencia permitió la definición de una nueva estructura cognitiva, la cual puede ser utilizada para complementar los análisis derivados del estudio de la red social.

Sin lugar a dudas, la utilización de técnicas de ARS para la visualización de la colaboración científica existente en la *Revista CENIC Ciencias Químicas* durante el período 1996-2005, conjuntamente con el estudio de los indicadores de producción científica de la Revista realizado previamente,<sup>18</sup> facilitó la caracterización de una etapa estratégica en su desarrollo como uno de los principales órganos de divulgación de las Ciencias Químicas a nivel nacional.

## CONCLUSIONES

La metodología utilizada, basada en el estudio de co-ocurrencia de autores, autores corporativos (instituciones nacionales e internacionales) y descriptores en los artículos de la *Revista CENIC Ciencias Químicas*, facilitó la obtención de una red de cinco componentes, en la que se pudieron identificar 11 *clusters* correspondientes a los grupos de investigación más prolíficos de la Revista. De igual forma, se pudieron observar las relaciones de colaboración institucional más significativas, así como 14 asociaciones temáticas representativas de las líneas de investigación más tratadas por la Revista.

Las técnicas de análisis de las redes sociales, aplicadas para determinar las relaciones existentes entre los grupos de investigación e instituciones más productivas, así como los frentes de investigación más desarro-

llados, permitieron caracterizar con mayor profundidad la producción científica de la revista durante el período 1996-2005 y ofrecieron una nueva perspectiva para analizar el comportamiento de los científicos cubanos dedicados a la investigación en Ciencias Químicas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Redes sociales. Disponible en: [http://www.fundacionpobreza.cl/programas/redes\\_sociales/asp/historia.asp](http://www.fundacionpobreza.cl/programas/redes_sociales/asp/historia.asp) [Consultado: 22 de diciembre de 2005.]
2. Borgatti Conceptos básicos de redes sociales. Disponible en: <http://www.analytictech.com/networks> [Consultado: 22 de diciembre de 2005.]
3. Velásquez-Álvarez, Aguilar Gallegos. Manual de introducción al análisis de redes sociales. México DF: Universidad Autónoma del Estado de México, 2005.
4. Peña Complutense. Análisis de redes sociales. Disponible en <http://www.ucm.es/info/pecar/historia.htm> [Consultado: 22 de diciembre de 2005.]
5. Sanz Menéndez L. Análisis de redes sociales: o como representar las estructuras sociales subyacentes. **Apuntes de Ciencia y Tecnología**, 7, 20-29, 2003.
6. Gil J. y Schmidt S. Análisis de redes. Aplicación en ciencias sociales. México DF, Universidad Autónoma del estado de México, 2002.
7. Moya Anegón F., Herrero Solana V., Vargas Quesada B., et al. Atlas de ciencia española: propuesta de un sistema de información científica. **Revista Española de Documentación Científica**, 27, 11-28, 2004.
8. Borner K., Boyack K., and Chen C.M. Visualizing knowledge domains. **Annual Review of Information Science**, 49, 327-355, 1998.
9. White H, McCain K. Visualizing a discipline: an autor cocitation analysis of information science, 1972-1995. **Journal of the American Society for Information Science**, 49, 327-355, 1998.
10. McCain K. Mapping author in intellectual space: a technical overview. **Journal of the American Society for Information Science**, 41, 433-443, 1990.
11. Moya Anegón F., Vargas Quesada B., Herrero Solana V., Chinchilla Rodríguez Z., Corera Alvarez E., Muñoz Fernandez J. A new technique for building maps of large scientific domains based on the cocitation of classes and categories. **Scientometrics**, 61, 29-145, 2004.
12. Thompson Scientific. ISI. Enanote X. Disponible en: <http://www.endnote.com> [Consultado: 17 de diciembre de 2005.]
13. Persson O. Bibexcel. [En línea] Disponible en: <http://www.umu.se/inforsk/Bibexcel/> [Consultado: 4 de enero de 2005.]
14. Price D.S. and Beaver D.B. Collaboration in an invisible college. **American Psychologist**, 21, 1011-8, 1966.
15. Beaver D. and Rosen R. Studies in scientific collaboration. Part III. **Scientometrics**, 1, 231-245, 1979.
16. Subramanyam K. Bibliometric studies of research collaboration: A review. **Journal of Information Science**, 6, 33-38, 1983.
17. Braam R.R., Moed H.F. and van Raan A.F.J. Mapping of science by combined co-citation and word analysis I: structural aspects. **Journal of the American Society for Information Science**, 42, 233-251, 1991.
18. Arencibia R., Araujo J.A., Collymore A., Leyva Y. Estudio bibliométrico de la producción científica de la Revista CENIC Ciencias Químicas. 1996-2005. **Revista CENIC Ciencias Químicas**, 38, 262-267, 2007.