



# XIX JORNADAS DE INGENIERÍA QUÍMICA

## **Los indicadores de calidad en Ingeniería Química**

Departamento de Ingeniería Química  
y Química Inorgánica

# UC

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

E.T.S.I.I. y T.

**EDITORES**

Inmaculada Ortiz Uribe  
J. Ángel Irabien Gulías  
Ana María Urtiaga Mendía  
Javier Viguri Fuente

**COLABORADORES**

Ana Andrés Payán  
Asunción Ayerbe de Aragón Aguilera  
Alberto Coz Fernández  
Ignacio Fernández Olmo  
Berta Galán Corta  
Aurora Garea Vázquez  
Raquel Ibáñez Mendizabal  
Olga Olivan Martínez  
Carmen Ruíz Puente  
María Fresnedo San Román San Emeterio

Maquetación  
MZ Comunicación

ISBN: 84-699-5497-0

Depósito Legal: SA-516-2001

# XIX JORNADAS DE INGENIERÍA QUÍMICA

## LOS INDICADORES DE CALIDAD EN INGENIERÍA QUÍMICA

Departamento de Ingeniería Química y Química Inorgánica



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

# Índice

<b>PRÓLOGO</b> .....	9
----------------------	---

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	11
------------------------------	----

<b>PRESENTACIÓN DE JORNADAS</b> .....	13
---------------------------------------	----

## *Sesión 1 - OBJETIVOS*

### **PONENCIAS**

• REUNIONES DE PROFESORES DE INGENIERÍA QUÍMICA .....	17
José Luis Sotelo Sancho • Universidad Complutense.	
• APROVECHAMIENTO POR LAS PYMES DE LAS CAPACIDADES DE I+D EN EL ÁREA DE INGENIERÍA QUÍMICA .....	21
Agustín Escardino Benlloch • Director del Instituto de Tecnología Cerámica ITC de Castellón. Universitat Jaume I.	
• EL PERFIL DEL INGENIERO EN LA INDUSTRIA QUÍMICA .....	25
José Luis Zárate Bengoechea • Director del Complejo SOLVAY en Torrelavega.	
• DEMANDAS DE UNA INDUSTRIA DEL SECTOR QUÍMICO ANTE LA TITULACIÓN DE LA INGENIERÍA QUÍMICA .....	27
Oscar Pérez Barrio • Director de Calidad de Derivados del Flúor, S.A.	
• EL RETO DE LOS NUEVOS MODELOS DE COLABORACIÓN UNIVERSIDAD- EMPRESA .....	31
Guillermo Calleja Pardo • Universidad Rey Juan Carlos.	

## *Sesión 2 – TENDENCIAS E INDICADORES DE CALIDAD DE LA I+D+I*

### **PONENCIAS**

• LA CALIDAD EN EL PLAN NACIONAL DE PROCESOS QUÍMICOS .....	41
Félix García-Ochoa Soria • Universidad Complutense.	
• INDICES DE CALIDAD EN LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA .....	45
Juan Ortega Saavedra • Coordinador de la ANEP del Area de Tecnología Química y Tecnologías del Medio Ambiente, Universidad de las Palmas.	
• EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA EN INGENIERÍA QUÍMICA .....	49
Fernando J. Beltrán Novillo • Universidad de Extremadura.	
• EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA EN QUÍMICA .....	53
Javier Bilbao Elorriaga • Universidad del País Vasco-EHU.	

## COMUNICACIONES

<b>I-1. ÍNDICES DE ACTIVIDAD INVESTIGADORA EN LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> .....	57
Joaquim Casal Fàbrega y Ana María Sastre Requena Universitat Politècnica de Catalunya.	
<b>I-2. PRESENTACIÓN DEL 4º CONGRESO EUROPEO DE INGENIERÍA QUÍMICA</b> .....	67
José Costa López • Universitat de Barcelona Leopoldo Martínez Nieto • Universidad de Jaén.	
<b>I-3. ANALISIS ESTRATEGICO DE LOS TEMAS DE INVESTIGACION EN EL CAMPO DE LOS TENSIOACTIVOS</b> .....	69
Encarnación Jurado Alameda - Rafael Bailón Moreno • Universidad de Granada Rosario Ruiz Baños • Biblioteca de Andalucía, Granada.	
<b>I-4. APLICACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD A LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA</b> .....	79
Manuel Rubio Torres • Universidad de Murcia.	

### *Sesión 3 – INDICADORES DE CALIDAD EN LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA QUÍMICA*

## PONENCIAS

• <b>APLICACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE CALIDAD EN LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</b> .....	85
Laurentino Salvador Blanco • Director de la Unidad de Evaluación de la Calidad Institucional Federico Gutiérrez-Solana Salcedo • Vicerrector de Planificación y Desarrollo Jorge Medina López • Director Secretaría Técnica Universidad de Cantabria.	
• <b>PLAN DE EDUCACION EN INGENIERÍA QUÍMICA EN LA UNIVERSIDAD DE CARNEGIE MELLON</b> .....	93
Ignacio E. Grossmann, Myung S. Jhon, Robert D. Tilton University Carnegie Mellon, Pittsburgh, USA.	
• <b>OBJETIVOS DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA QUÍMICA HOMOLOGADO EN ESPAÑA</b> .....	101
Arturo Romero Salvador • Universidad Complutense.	
• <b>EL PLAN NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS UNIVERSIDADES</b> .....	107
Manuel Galán Vallejo • Universidad de Cádiz.	
• <b>ELEMENTOS DE CALIDAD EN LA TITULACIÓN DE INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, ESPECIALIDAD EN QUÍMICA INDUSTRIAL</b> .....	111
Juan José Rodríguez Jiménez • Universidad Autónoma de Madrid.	
• <b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROFESIONAL DEL INGENIERO QUÍMICO EN CANTABRIA</b> .....	115
Rubén Aldaco, María Fernández de Velasco, Raquel Onandía, Marta Sebastia Garcia Asociación Cántabra de Ingenieros Químicos.	

## COMUNICACIONES

<b>E-1. EVALUACIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE CASTILLA- LA MANCHA</b> .....	121
José Luis Valverde Palomino • Universidad de Castilla-La Mancha.	
<b>E-2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN INGENIERÍA QUÍMICA: EL ASPECTO MÁS CRÍTICO</b> .....	125
Antonio López Cabanes • Universidad de Murcia.	
<b>E-3. UN SISTEMA DE CALIDAD EN LAS PRÁCTICAS DE INGENIERÍA QUÍMICA</b> .....	131
Jaime Jiménez Farreras - José María Gutiérrez González Universidad de Barcelona.	
<b>E-4. APLICACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD A LA TITULACIÓN DE INGENIERO QUÍMICO</b> .....	133
Manuel Rubio Torres • Universidad de Murcia.	
<b>E-5. EVALUACIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. REVISIÓN CRÍTICA</b> .....	137
Ana Urtiaga Mendía - Angel Irabien Gulías - Berta Galán Corta - Raquel Ibañez Mendizábal Universidad de Cantabria.	
<b>ANEXO. LISTADO DE DEPARTAMENTOS DE INGENIERÍA QUÍMICA EN ESPAÑA</b> .....	147

# ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE LOS TEMAS DE INVESTIGACIÓN EN EL CAMPO DE LOS TENSIOACTIVOS

Encarnación Jurado Alameda  
Rafael Bailón Moreno

Universidad de Granada

Rosario Ruiz Baños

Biblioteca de Andalucía. Granada

## INTRODUCCIÓN

*El conocimiento Científico-Técnico y los documentos escritos.*

La investigación científica y técnica se caracteriza, entre otras cosas, por la continua producción de documentos escritos. La difusión de los nuevos conocimientos requiere siempre el soporte documental para llegar al resto de la comunidad científica y en última instancia al conjunto de la Sociedad. Según el Centro de Sociología de la Innovación de la Escuela de Minas de París la actividad científica y técnica puede analizarse según cinco dimensiones principales que ellos denominan "la rosa de los vientos" de la investigación (figura 1).

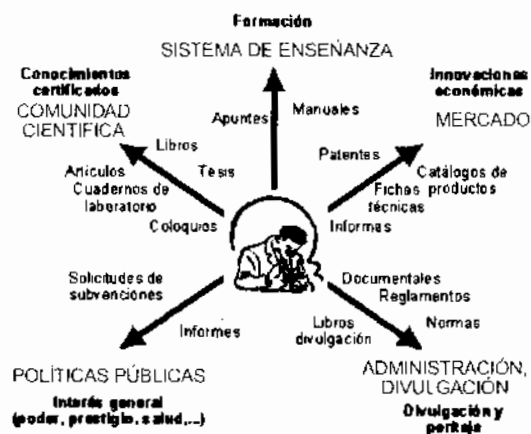


Figura 1. "Rosa de los vientos" de la investigación

### *El Análisis de Palabras Asociadas*

El Análisis de Palabras Asociadas es la única técnica que evalúa el contenido de cualquiera de los documentos que los científicos y tecnólogos generan en su trabajo diario. Los índices de actividad clásicos dedican sus esfuerzos al recuento de documentos o al análisis de las citas, pero en ningún caso estudian la Ciencia y la Técnica en sí, sino sólo de forma tangencial. En cambio el Análisis de Palabras Asociadas presenta una enormes ventajas:

1. Lo que se **muestra es la estructura y la dinámica del conocimiento científico y técnico en sí**: Las teorías emergentes, los métodos empleados, las categorizaciones y las relaciones existentes entre ellas.
2. **El análisis se puede realizar en "tiempo real"**: No hace falta que pase un tiempo, como en los análisis de citas y co-citas, sino que es aplicable en el momento en que se plasma el conocimiento científico en los documentos.
3. **Los métodos matemáticos son genuinos y diseñados especialmente para este análisis**. Además proporcionan un conjunto de índices propios suficientemente compactos y fiables.
4. **El objetivo es determinar la posición estratégica**. No se pretende poner de manifiesto la calidad como una cuestión de cantidad, sino que se pretende identificar la situación más ventajosa dentro del mundo científico y técnico: "Cómo ser la persona adecuada en el momento adecuado", para así cosechar un mayor éxito.

5. **Permite hacer predicciones a corto y medio plazo.** Sobre todo por la ventaja añadida de trabajar con el conocimiento en sí, sin retraso alguno y sabiendo dónde se está situado.
6. **Está justificado por dos teorías sociológicas:** La teoría actor-red y la teoría de la traducción. El análisis de Palabras Asociadas no es simplemente un artificio matemático, sino la cuantificación razonada del comportamiento social y antropológico de los científicos.

## OBJETO

Se va a estudiar, bajo esta nueva perspectiva del Análisis de palabras Asociadas, el campo de los tensioactivos en el periodo 1995-2000 con la finalidad de comprobar la validez de la metodología en este campo. Se dibujará el mapa temático de la investigación básica sobre tensioactivos, la estructura de algunos de los temas resultantes y la evolución de algunas líneas investigadoras.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Los documentos*

El cuerpo documental ha sido extraído de la base de datos SCI mediante la consulta con la palabra clave "SURFACTANT" en el periodo 1995-2000. Con el programa de gestión bibliográfica Pro-Cite, versión 3.2, se ha procedido a hacer una depuración para eliminar las revistas de medicina, ajenas a nuestro interés, fundamentalmente las de pediatría y las de medicina del pulmón. Con los artículos resultantes se ha realizado una normalización superficial de los descriptores, controlando masculinos y femeninos, por un lado y singulares y plurales por otro.

El conjunto de documentos se ha dividido en tres periodos bianuales. El primero (1995-1996) consta de 1021 artículos, el segundo (1997-1998) de 1326 y el tercero (1999-2000) de 1517, siendo por tanto el total de documentos analizados de 3864.

En el análisis se han empleado las palabras clave de los documentos propuestas por los autores y por los indicadores del SCI.

### *Índices relacionales empleados*

Se dice que dos palabras clave están asociadas o enlazadas si aparecen juntas en un mismo documento. El grado de asociación se ha determinado mediante el Índice de Equivalencia,  $e_{ij}$ , definido por:

$$e_{ij} = \frac{C_{ij}^2}{C_i C_j}$$

Donde:  $C_{ij}$  es la co-ocurrencia de los descriptores  $i$  y  $j$   
 $C_i$  es la ocurrencia del descriptor  $i$  y  
 $C_j$  es la ocurrencia del descriptor  $j$

Los valores del índice de equivalencia oscilan entre 0 (no hay asociación) y 1 (asociación máxima). Los temas de investigación se han puesto de manifiesto empleando el algoritmo de agrupación mediante centros simples y definiéndose para cada uno de ellos los índices siguientes:

- a) **Densidad,  $d$ .** Se define como el grado medio de asociación existente entre todas las palabras de un tema dado. Es una medida del grado de cohesión interna de ese tema.

b) **Centralidad, c.** Es la suma de todas las asociaciones del tema con el resto de la red científica. Representa la posición más o menos central o periférica del tema dentro del campo considerado.

c) **Índice de Similitud Dinámica, SD.** Mide el grado de parecido que conserva un tema de investigación cuando pasa de un periodo a otro.

La medida de las asociaciones se ha realizado con la ayuda del grupo de programas Leximappe del Centro de Sociología de la Innovación (Francia) y la Universidad de Keele (Reino Unido), más otros módulos programados por los propios autores. Como parámetros de Leximappe se ha empleado una ocurrencia y co-ocurrencia mínimas de 3 y un tamaño de tema entre 6 y 12 descriptores. Para la detección de series temáticas la similitud mínima se ha fijado en 0.026.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### *Los temas de investigación en el campo de los tensioactivos*

Con las condiciones antedichas, Leximappe detectó para cada periodo estudiado el número de temas que se especifican en la tabla I. El periodo 1997-1998 es especialmente prolífico, a pesar de que el número de trabajos publicados es inferior al del periodo siguiente. La Ciencia en su crecimiento tiende, en general, a incorporar nuevas líneas de investigación, aunque como se observa aquí, a veces hay periodos con una diversidad temática diferente a la esperada.

Tabla I.- Temas de la Red Científica "Tensioactivos"

Periodo	Artículos	Temas
1995-1996	1021	12
1997-1998	1326	25
1999-2000	1517	22

Quizás, lo que más llame la atención son las palabras que constituyen el tema: son tan rotundamente evidentes que podríamos decir que "para obtener este resultado no me hace falta ninguna técnica especial". Precisamente la rotundidad de su evidencia justifica la solidez y pertinencia de los resultados obtenidos con el Análisis de Palabras Asociadas. Partiendo de un conjunto de documentos y mediante un análisis puramente matemático hemos llegado a las mismas conclusiones que un experto en la materia. El Análisis de Palabras Asociadas "lee" los documentos y saca las conclusiones adecuadas. En otros casos, los temas resultantes en primera instancia no parecen tan evidentes, pero el experto inmediatamente encuentra que tras los resultados inesperados hay un conjunto de relaciones que estaban ocultas y que con este análisis se hacen claras y muy explicativas.

A título de ejemplo, en la figura 2, se representa el tema 19 del periodo 1999-2000 que denominaremos "Liposomas", ya que la palabra central y más enlazada es "liposomes". Es un ejemplo con pocos descriptores (tan solo 7) y un bajo enlazamiento entre ellos. La densidad es de 11 y la centralidad de 5, situándose con estos valores en la novena posición de los 22 en cuanto a densidad y en la última en cuanto a centralidad. Esto indica que el tema liposomas está bien desarrollado y cohesionado internamente (lugar 9º de 22), pero muestra poca relación con el resto de temas: es una disciplina periférica respecto de los tensioactivos.

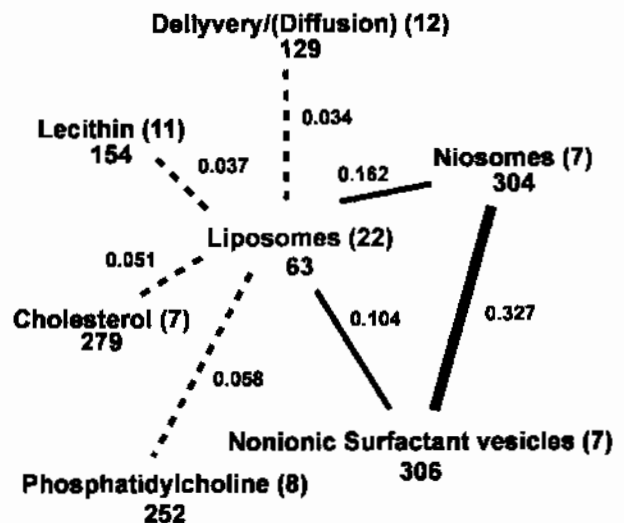


Figura 2. Tema "Liposomas", periodo 1999-2000

*Recuperación de documentos pertinentes*

Una de las aplicaciones más inmediatas de este método consiste en facilitar en gran manera la búsqueda de artículos en la base de datos: nos sugiere qué combinaciones de palabras clave debemos emplear en la consulta para obtener resultados y cuáles no serán fructíferas. Volviendo a la figura 2, el número entre paréntesis indica cuántos documentos contienen la palabra considerada y el inferior el rango de la misma según una ordenación por frecuencias. El valor indicado sobre los enlaces representa el índice de equivalencia, que será mayor cuanto mayor sea la asociación y por tanto la probabilidad de que para un documento con una palabra dada, éste contenga además la otra palabra. Por ejemplo, si buscamos documentos que contengan exactamente la palabra "liposomas" y la palabra "lecithin", y teniendo en cuenta la ecuación del índice de equivalencia encontraremos:

$$C_{i,j} = \sqrt{22 \times 11 \times 0.037} = 3$$

**Tabla II.** Artículos pertinentes con "liposomas" y "lecithin". Periodo 1999-2000.

Documentos
Heldt, N.; Zhao, J.; Friberg, S.; Zhang, Z.; Slack, G., and Li, Y. Controlling the Size of Vesicles Prepared from Egg Lecithin Using a Hydrotrope. TETRAHEDRON. 2000; 56(36). HYDROTROPE/ VESICLES/ LIPOSOMES/ LECITHIN/ SODIUM-XYLENESULFONATE/ MICELLES/ LAMELLAR-LIQUID-CRYSTALS/ PHASE-DIAGRAMS/ LIPIDS/ SURFACTANT/ MICROEMULSION.
Park, K. M.; Lee, M. K.; Hwang, K. J., and Kim, C. K. Phospholipid-Based Microemulsions of Flurbiprofen by the Spontaneous Emulsification Process. INTERNATIONAL JOURNAL OF PHARMACEUTICS. 1999; 183(2). PHOSPHOLIPID-DISTEAROYL PHOSPHATIDYL ETHANOLAMINE -N- POLY (ETHYLENEGLYCOL)- 2000/ SPONTANEOUS-EMULSIFICATION/ FLURBIPROFEN/ PARENTERAL-DOSAGE-FORM/ PHYSICO-CHEMICAL-CHARACTERIZATION/ POLY(ETHYLENEGLYCOL)/ CYCLOSPORINE-A/ EMULSIONS/ PHASE/ LECITHIN/ SURFACTANT/ LIPOSOMES/ DELIVERY/ SYSTEM
Yamada, N.; Iijima, M.; Vongbupnimit, K.; Noguchi, K., and Okuyama, K. Formation of Giant Liposomes from Crystalline Complexes of Monoalkylammonium Surfactants and 4-Hydroxybiphenyl. ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION. 1999; 38(7). AGGREGATION/ LIPOSOMES/ MICELLES/ SURFACTANT/ CATIONIC-SURFACTANT/ LECITHIN/ TRANSFORMATION/ MORPHOLOGY/ MOLECULES/ MEMBRANE/ SALTS/ CHAIN

En efecto, los 3 documentos asociados son los mostrados en la tabla II. En cambio, no buscaremos nunca documentos con los términos "lecithin" y "cholesterol", por muy lógica y natural a simple vista que pueda parecer la asociación: en este periodo y con la base de datos empleada, la asociación no existe, no hay ningún documento común. Como comprobación, se ha realizado la búsqueda y ésta, como era de esperar ha sido negativa. Con el Análisis de palabras Asociadas **sabremos a priori qué podemos buscar y cuántos documentos encontraremos en una base de datos**. Cuando se investiga o cuando se hacen prospectivas de futuras investigaciones, es muy importante conocer la bibliografía pertinente. **Con esta técnica se está seguro de lo encontrado y el ahorro de tiempo es enorme:** se evita divagar inútilmente.

*Relaciones entre temas.*

Tradicionalmente, cuando se evalúa un campo científico con los índices de actividad clásicos, partimos siempre de que ya sabemos cuáles son las fronteras de ese campo científico. Este es un grave error, ya que estas fronteras nunca están perfectamente definidas y, como veremos más adelante, se modifican con enorme facilidad. Hacer Ciencia consiste en ir siempre "un poco más allá de lo anterior", por lo que los límites son siempre cambiantes. Además, el investigador se apoya en el trabajo de otros investigadores de su mismo campo o cuando es necesario incluso de campos bastante alejados en busca de la técnica, la metodología o la doctrina que pueda serle útil. Siempre es necesario hacer "incursiones" en otras áreas para progresar. El Análisis de Palabras Asociadas permite encontrar con éxito estas fronteras difusas, y una vez halladas emplear los índices de actividad que se deseen y sin restricción.

Para ilustrar esto, se ha elegido a título de ejemplo el tema 10 del periodo 1999-2000, cuya palabra central es “solubilization” (Solubilización). Se desea saber qué temas son los fronterizos con él. Leximappe, en su análisis, nos indica que el tema 10 está fundamentalmente enlazado con el tema 18 de palabra central “biodegradation” y con el tema 2 de palabra central “surfactant partition coefficient” y dedicado especialmente a la investigación de los liposomas y la irritación dérmica. Con el resto de temas, en este periodo, apenas si mantiene relación. Esto no significa que esta situación sea permanente, ya que con toda seguridad, estas fronteras cambiarán y las relaciones con otros temas podrán aparecer más tarde en función de las necesidades que la investigación misma vaya exigiendo. En la figura 3 se muestra el mapa del tema considerado y su relación con los más cercanos. El tema 2 no se ha desarrollado totalmente en el dibujo porque tiene relaciones muy complejas y no cabrían con claridad en la figura.

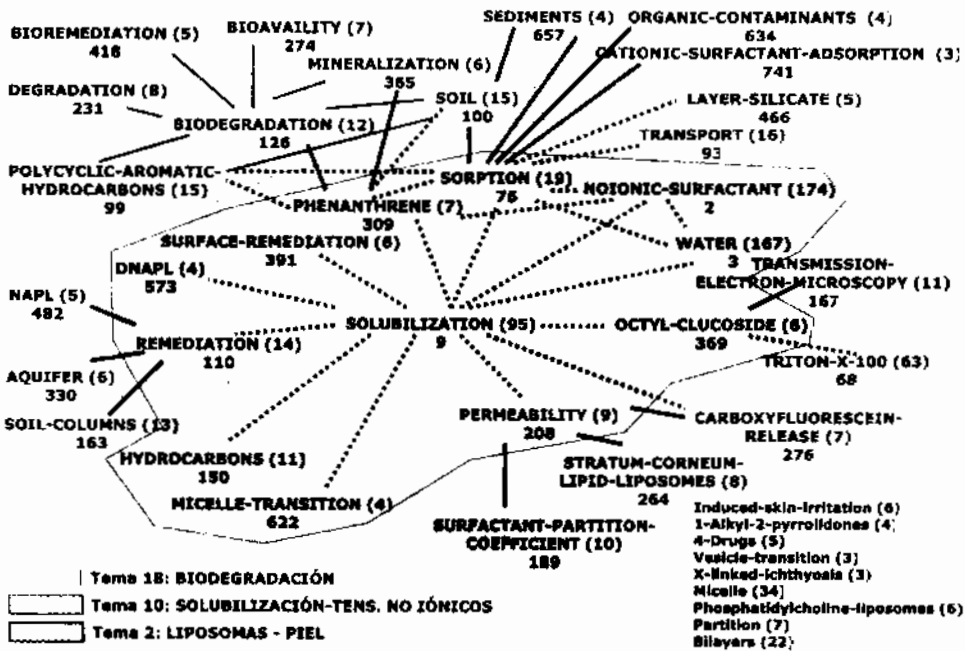


Figura 3. Tema solubilización - tensioactivos no iónicos y sus relaciones.

El término “solubilization” está unido a “nonionic surfactant” y a “sorption”. Éste a su vez con “phenanthrene” y “soil” que se unen fuertemente con “biodegradation”. Estas uniones aparentemente con poco sentido, se clarifican y encuentran su razón consultando la base de datos y empleando como descriptores éstos que están enlazados. Se comprueba que hay en estos dos años un cierto número de investigaciones dedicadas a resolver la cuestión de la polución de los hidrocarburos aromáticos policíclicos, y en especial del fenantreno, cuando éstos caen sobre el suelo y es adsorbido por él (éste sería el caso de un derrame de petróleo sobre una playa). Los investigadores que han trabajado en esta cuestión han encontrado que mediante la adición de tensioactivos no iónicos, con la concurrencia de procesos biológicos favorecidos y mediante un mecanismo que implica la solubilización es posible retirar los hidrocarburos del suelo contaminado, llegándose a una recuperación (bioremediation) adecuada.

Paralelamente, el fenómeno de la solubilización en este periodo ha sido frecuentemente correlacionado con la permeabilidad (“permeability”) del estrato córneo de la piel, la irritación dérmica y el coeficiente de partición de los tensioactivos. Es más, se ha empleado preferentemente la técnica de relajación de la carboxyfluoresceína (“carboxyfluorescein release”).

Si bien el tema 10 solubilización – tensioactivos no iónicos está relacionado con el de biodegradación por una parte y con el de liposomas – piel, por otra, estos últimos no guardan relación directa entre sí. El tema 10 hace de puente entre el 18 y el 2, es un **tema de los denominados de "encrucijada"**, ya que sobre él confluyen temas dispares, tales como la biodegradación y la irritación dérmica y los liposomas. Este fenómeno se manifiesta muy bien a través del índice de cohesión externa o **centralidad**, que en el caso de la solubilización es muy elevada (4ª posición de entre los 22 temas del periodo). Por otra parte se observa que los enlaces de este tema se han dibujado tenuemente con líneas discontinuas, ya que su densidad es muy baja. En cambio, y por ejemplo, el tema biodegradación sí muestra un fuerte enlazamiento interno y por tanto una mayor **densidad**.

*La posición estratégica de los temas*



Figura 4. Diagrama estratégico

Supongamos un grupo de investigación que viene descrito por una serie de palabras clave que se asemejan a un tema de investigación descrito por Leximappe. Ese grupo de investigación se asimila entonces al tema, heredando su densidad y su centralidad. La posición estratégica del grupo será la del tema. Si el grupo de investigación comparte aspectos de varios temas, su posición será el centro de gravedad de los temas a los que se parece. La posición más indeseable es la del cuadrante inferior izquierdo, ya que es muy indefinida y muy alejada de la red. Interesa situarse en el cuadrante superior izquierdo si se hacen metodologías o mejor en los cuadrantes derechos, como temas "puente" o como temas "motor". Esta última posición es muy difícil de mantener, ya que exige investigar muchos aspectos en profundidad, que implica numerosos medios humanos y materiales perfectamente aprovechados.

En la figura 5 se muestra el diagrama estratégico del campo de los tensioactivos para el tercer bienio 1999-2000. Se observa que los temas se distribuyen homogéneamente por los cuatro cuadrantes. Esto significa, desde un punto de vista global, que los tensioactivos son un campo muy desarrollado, muy evolucionado, con temas en todas las posiciones: los hay nacientes, en proceso de desaparición, se hacen uso de otras disciplinas auxiliares, hay temas muy bien estructurados que llevan el peso del área y los hay que sirven de cohesión intertemática. No es de esperar que esta disciplina vaya a deshacerse a medio ni incluso a largo plazo. En comparación con valores de densidad y centralidad encontrados en otros campos científicos, los de los tensioactivos son especialmente elevados y consistentes.

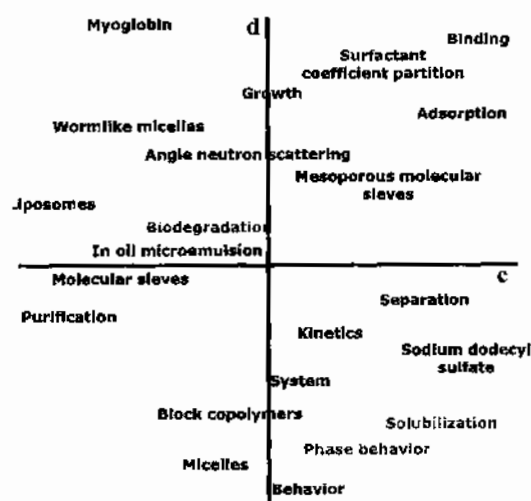


Figura 5. Diagrama estratégico de los tensioactivos (1999-2000)

La dinámica de la investigación: las series temáticas

Como ya se ha comentado anteriormente, el Análisis de Palabras Asociadas es capaz de detectar eficazmente las fronteras cambiantes de los temas de investigación. Si realizamos mapas en periodos sucesivos y comparamos los temas obtenidos, comprobaremos que éstos evolucionan muy rápidamente, redefiniéndose tanto en la desaparición de palabras antiguas y aparición de otras nuevas, como por la variación de su posición en el diagrama estratégico. Si planteamos un umbral mínimo de similitud entre temas de periodos sucesivos es posible detectar temas encadenados en el tiempo o series temáticas. En la figura 6 se muestran algunas de las 11 series que se han detectado empleando un índice de similitud dinámica de 0.026.

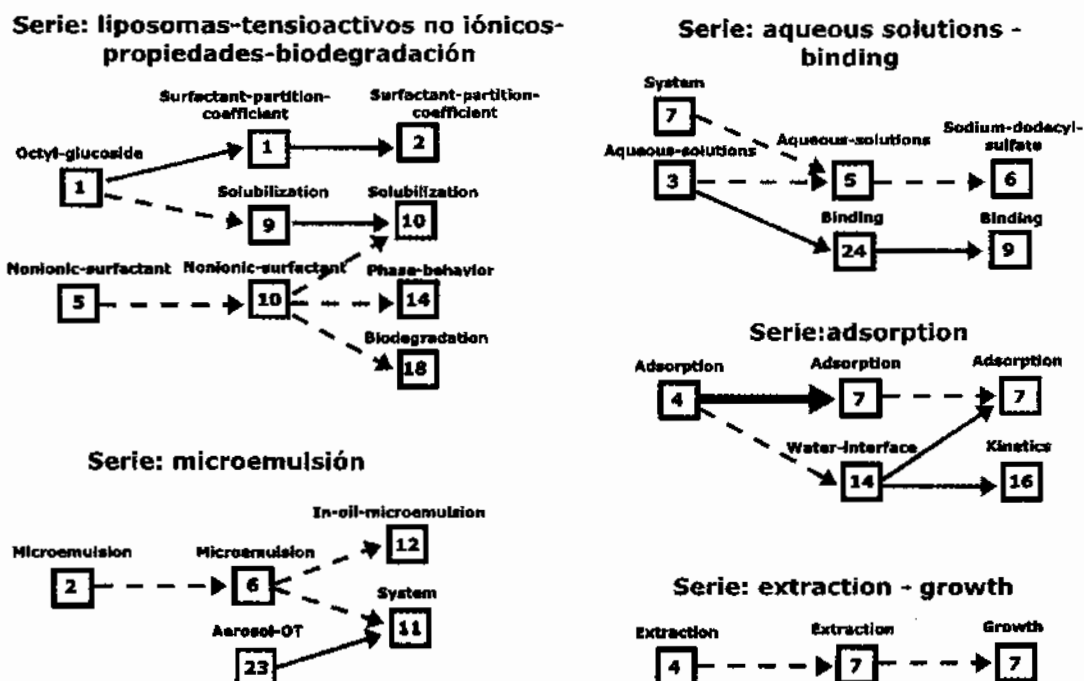


Figura 6. Algunas series temáticas en el campo de los tensioactivos. Bienes 95-96, 97-98 y 99-2000.

Se observa que aunque hay persistencia en los descriptores, éstos pueden cambiar con el tiempo. Igualmente aparecen bifurcaciones en las líneas de investigación, así como convergencias. En otros casos, la serie temática es una simple cadena lineal.

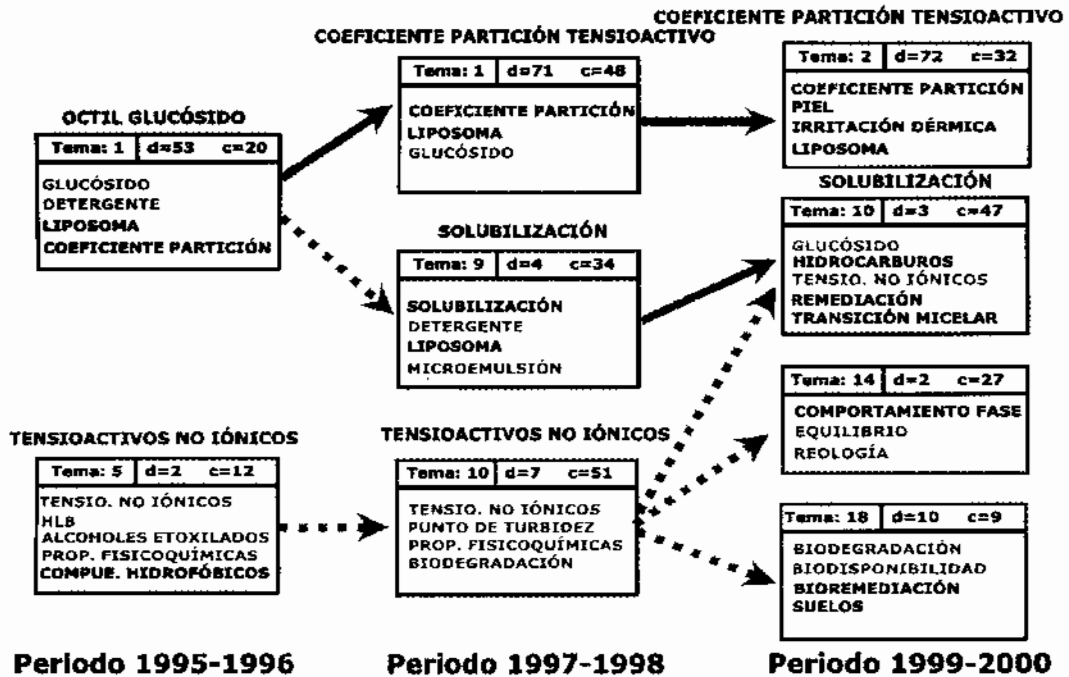


Figura 7. Serie temática liposomas - tensioactivos no iónicos - propiedades - biodegradación

El caso más complejo es la serie que se ha denominado liposomas – tensioactivos no iónicos – propiedades – biodegradación. En la figura 7 se desarrolla más específicamente esta serie. Se comprueba que consiste inicialmente en dos líneas paralelas, una con la palabra central “octyl-glicoside” y la otra “nonionic-surfactant”. Un resumen de las palabras de que consta aparecen en la figura, así como los valores de densidad y centralidad. La línea de los glucósidos, consta también de conceptos como detergente, liposoma o coeficiente de partición. Muestra una centralidad y una densidad muy elevadas. La otra rama en cambio, a pesar de tener una centralidad alta, su densidad es mínima. En el bienio 1997-1998, la primera rama se bifurca en dos (temas 1 y 9), ambas de centralidad creciente, pero en detrimento de la densidad de la segunda. La rama de los tensioactivos no iónicos se mantiene en cambio muy estable, incorporando de forma destacada la cuestión de la biodegradación: consigue centrarse más en la red, pero la cohesión interna es muy baja. Por último, en el tercer bienio, 1999-2000, aparece una elevada proliferación de líneas de investigación abiertas. De ellas, sólo la del tema 2 presenta una elevada densidad. El resto son más bien centrales. La biodegradación se mantiene en una situación media.

**CONCLUSIONES**

El estudio realizado ha puesto de manifiesto conclusiones de doble naturaleza: por una parte de orden metodológico y de otra de aplicación ciencimétrica a la disciplina “tensioactivos”. Se ha comprobado que:

1. El Análisis de Palabras Asociadas es adecuado para estudiar un campo científico a partir del contenido de los documentos que los investigadores publican.
2. Ha sido posible generar mapas temáticos del campo de los tensioactivos, con descripción detallada de los temas aislados, así como sus relaciones fronterizas.
3. Como aplicación práctica inmediata de los mapas es la posibilidad de optimizar búsquedas bibliográficas, bien para el trabajo diario de investigación como para la preparación de nuevos proyectos. Los resultados son altamente pertinentes y ahorran tiempo y esfuerzos.

4. El uso de los diagramas estratégicos nos permite igualmente saber dónde se sitúa estratégicamente un tema de investigación o un grupo investigador. El objetivo no es determinar la calidad en sí, difícil de medir, sino la posición ventajosa que permita mantenerse en posiciones de éxito para el futuro.
5. El análisis dinámico de las series temáticas, nos ponen de manifiesto los rápidos avances del desarrollo científico y la variabilidad de la definición de las disciplinas científicas.
6. En cuanto al campo de los tensioactivos, como globalidad, se ha puesto de manifiesto que es una disciplina muy dinámica, de desarrollo maduro y con temas en todas las posiciones estratégicas.
7. El desarrollo de una mayor cohesión interna, manteniendo una elevada centralidad, sólo puede conseguirse mediante una correcta gestión de unos cada vez más cuantiosos recursos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Callon, M; Courtial, J.P. y Penan, H. *Cienciometría. El estudio cuantitativo de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. Gijón: Trea, 1995. ISBN 84-87733-94-8.
2. Callon, M.; Courtial, J.P. y Laville, F. Co-word análisis as tool for describing the network of interactions between basic and technological research: the case of polymer chemistry. *Scientometrics*, 1991, vol. 22, nº 1, p. 155-205.
3. Ruíz-Baños, R. y Bailón-Moreno, R. El método de las palabras asociadas (I): La estructura de las redes científicas. *Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios*, 1998, vol 13, nº 53, p. 43-60.
4. Ruíz-Baños, R. y Bailón-Moreno, R. El método de las palabras asociadas (II): Los ciclos de vida de los temas de investigación. *Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios*, 1998, vol 13, nº 53, p. 43-60.

Departamento de Ingeniería Química  
y Química Inorgánica

**UC**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

E.T.S.I.I. y T.