

Evaluación a través del análisis de las palabras asociadas (y II)

Evaluación de la investigación en el campo de los tensioactivos

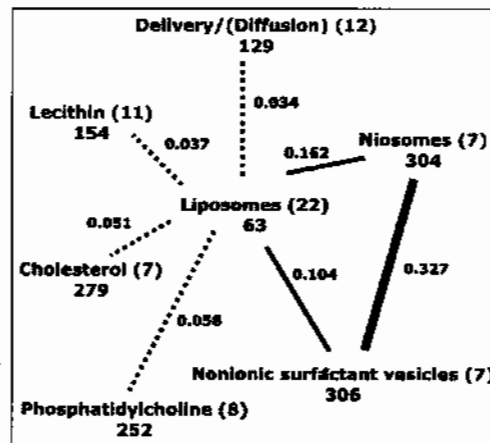
E. Jurado-Alameda, R. Bailón-Moreno
 Dpto. de Ingeniería Química
 Universidad de Granada
 y R. Ruiz-Baños
 Biblioteca de Andalucía (Granada)

8. Campo documental

Los documentos empleados han sido extraídos 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 bi-anales. El primero (1995-1996) consta de 1.021 artículos, el segundo (1997-1998) de 1.326 y el tercero (1999-2000) de 1.517, siendo, por tanto, el total de documentos analizados de 3.864.

Figura 9.
 Tema
 "liposomas",
 periodo
 1999-2000



Las aplicaciones del análisis de las palabras asociadas son múltiples. En esta segunda parte se han ilustrado para el caso particular de la investigación básica en el campo de los tensioactivos.

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

9. 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.

A título de ejemplo, en la figura 9, se representa el tema 19 del periodo 1999-2000 que denominaremos "liposomas", ya que la palabra central y más enlazada es "liposomas". Es un ejemplo con pocos

Tabla I. Temas de la red científica "Tensioactivos"

descriptores (tan sólo 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 están 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.

Quizás, lo más llamativo son las palabras que constituyen el tema: son tan sumamente 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.

10. 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 9, 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 los documentos asociados indicados en la Tabla II.

$$C_{ij} = \sqrt{22 \times 11 \times 0,037} = 3$$

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.

11. Relaciones entre temas

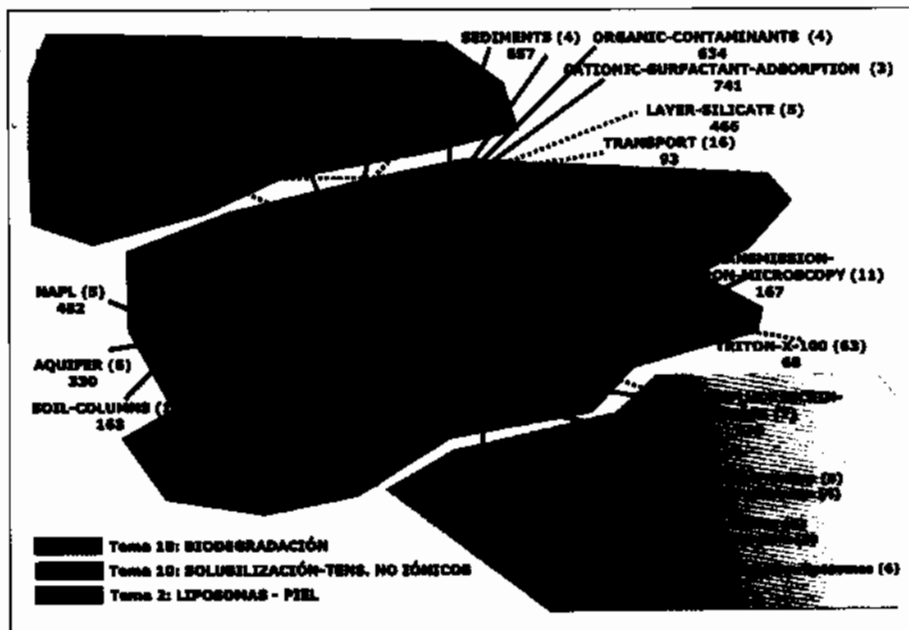
Tradicionalmente, cuando se evalúa un campo científico con los índices de actividad clásicos, partimos siempre de que ya sabemos cuáles son las fronteras de ese campo científico. Este es un grave error, ya que estas fronteras nunca están perfectamente definidas y, como veremos más adelante, se modifican 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,

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

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 10 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.

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, llegando 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.

Figura 10. Tema solubilización - tensioactivos no iónicos y sus relaciones

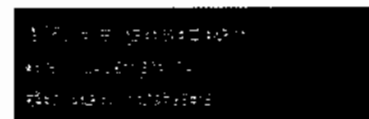
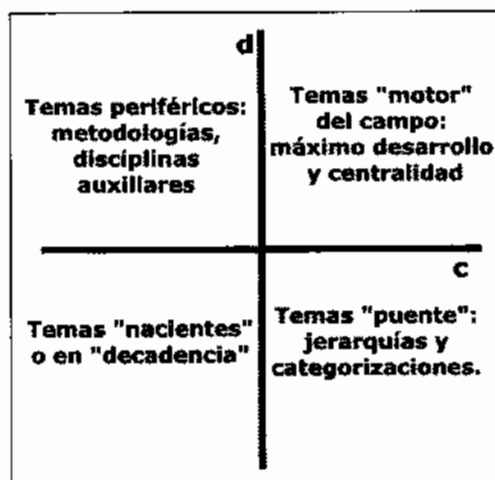


Figura 11. Diagrama estratégico

Como se ha visto en el ejemplo anterior, los conceptos de centralidad y densidad están relacionados con la posición y desarrollo de los temas de una red científica determinada. En el análisis de palabras asociadas se recurre frecuentemente a situar los temas en un diagrama cartesiano, cuyo eje de abscisas es el rango del tema según su centralidad y el de ordenadas según su densidad (el rango es la posición del tema en una lista en la que los temas se han ordenado de mayor a menor centralidad o densidad). Este diagrama se denomina diagrama estratégico y nos permite conocer la posición



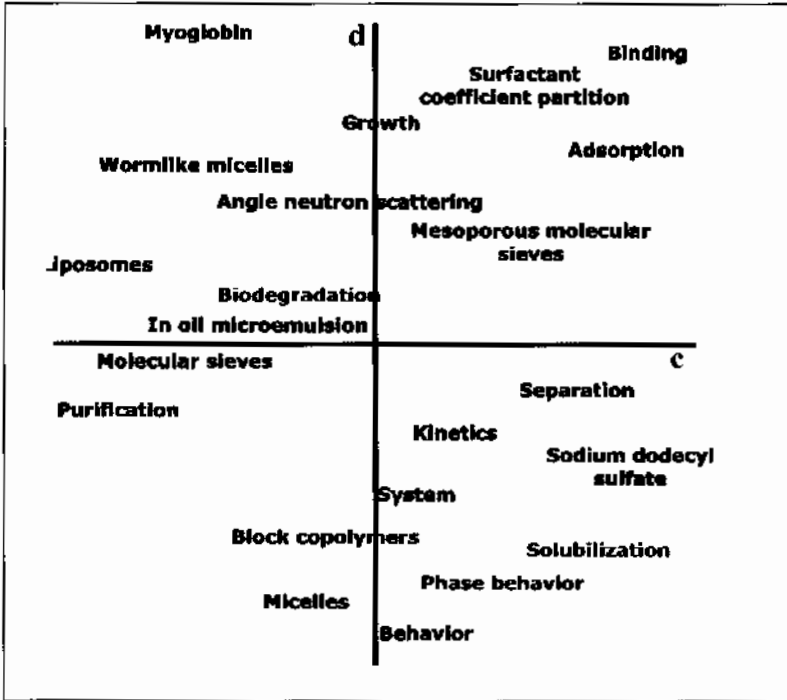


Figura 12. Diagrama estratégico de los tensioactivos (1989-2000)

más o menos "estratégica" de los temas en un campo científico, dependiendo del cuadrante en que se sitúe el tema en cuestión (Fig. 11).

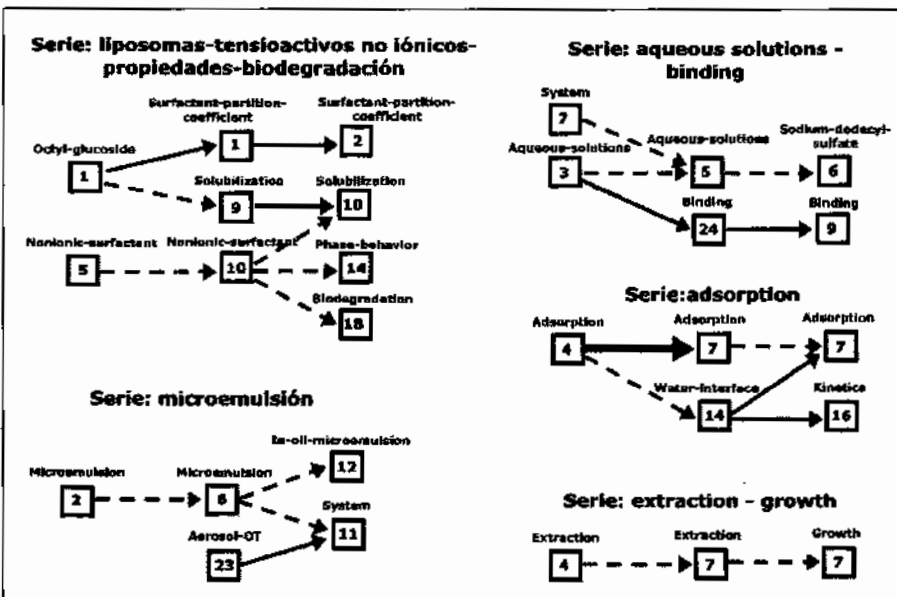
Supongamos un grupo de investigación que viene descrito por una serie de palabras clave que se asemejan a un tema de investigación descrito por Leximappe. Ese grupo de investigación se asimila entonces al tema, heredando su densidad y su centralidad. La posición estratégica del grupo será la del tema. 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.

13. 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.

Figura 13. Algunas series temáticas en el campo de los tensioactivos. Bienes 95-96, 97-98 y 99-2000



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 13 se muestran algunas de las 11 series que se han detectado empleando un índice de similitud dinámica de 0.026.

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.

El caso más complejo es la serie que se ha denominado liposomas – tensioactivos no iónicos – propiedades – biodegradación. En la figura 14 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.

14. Conclusiones

El estudio realizado ha puesto de manifiesto conclusiones de doble naturaleza: por una parte, de orden metodológico y, de otra, de aplicación cuantitativa 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 está 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.

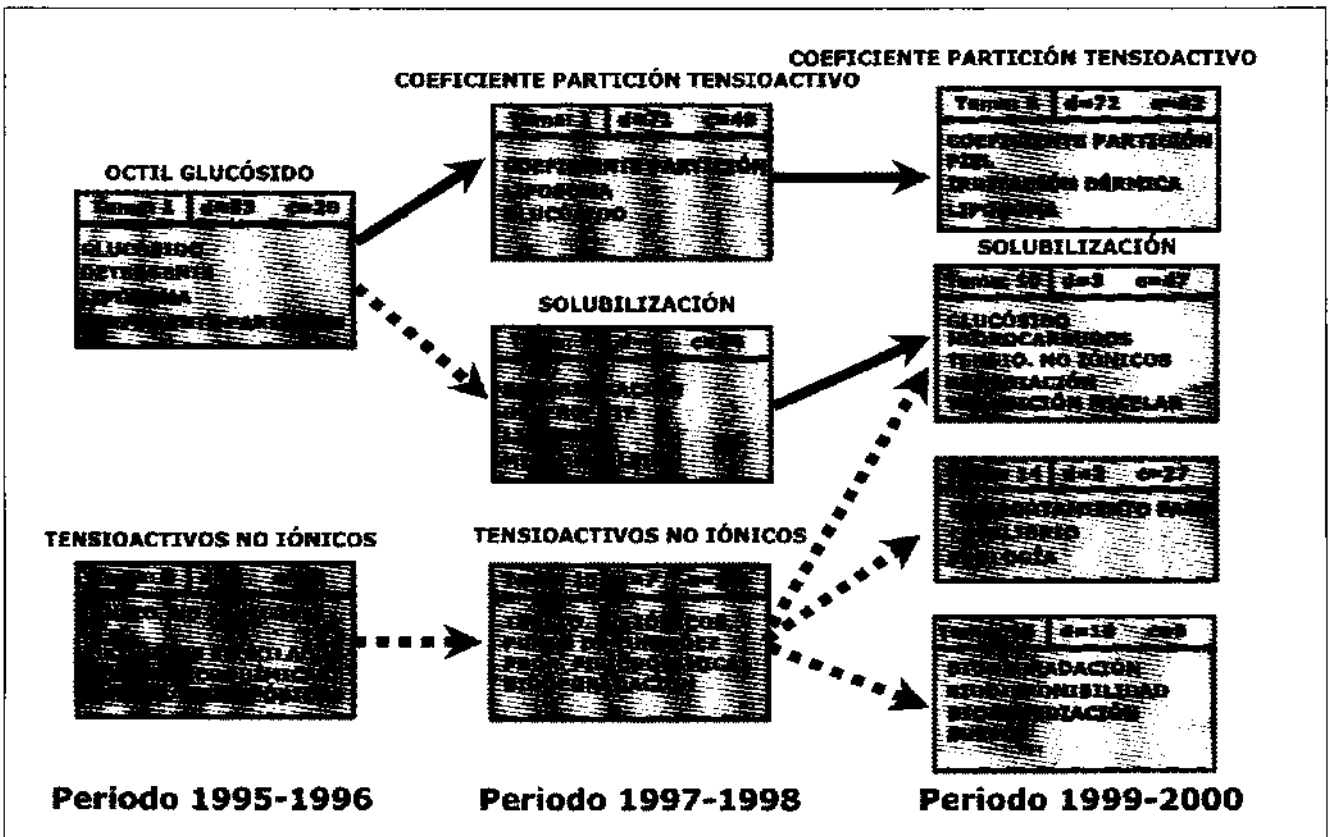
5.- El análisis dinámico de las series temáticas nos ponen de manifiesto los rápidos avances del desarrollo científico y la variabilidad de la definición de las disciplinas científicas.

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.

15. Bibliografía

[1] Bastide, F., Courtial, J. P. y Callon, M. "The

Figura 14. Serie temática liposomas - tensioactivos no iónicos - propiedades - biodegradación



use of review articles in the analysis of a research area". *Scientometrics*. 15(5-6):535-562 (1989).

[2] Bradford, S. C. "Sources of informations on specific subjects". *Engineering*. 137:85-86 (1934).

[3] Brookes, B. C. "Bradford's law and the bibliography of science". *Nature*. 224:653-656 (1969).

[4] Brookes, B.C. "Obsolence of special library periodicals: sampling errors and utility contours". *Journal of the American Society for Information Science*. (Sept-oct.):320-329 (1970).

[5] Callon, M. "Representing nature, representing culture". En. *Conference pour l'ouverture du Centre for Social Theory and Technology*; 24; University of Keele (1995).

[6] Callon, M. ed. "La science et ses réseaux: gènes et circulation des faits scientifiques". Paris, etc.: Découverte. etc. ISBN: 2-7071-1808-7 (1989).

[7] Callon, M., Courtial, J. P., y Penan, H. "Ciencometría". La medición de la actividad científica: De la bibliometría a la vigilancia tecnológica. Gijón: Trea. ISBN: 84-87733-94-8 (1995).

[8] Callon, M., Law, J., y Rip, A., eds. "Mapping the dynamics of science and technology: Sociology of science in the real world". London: The McMillan Press LTD.; ISBN: 0-333-37223-9 (1995).

[9] Courtial, J. P. "Introduction à la scientométrie: de la bibliométrie à la veille technologique". Paris: Anthropos. ISBN: 2-7178-1935-5. (1990).

[10] Courtial, J. P., Cahlik, T., y Callon, M. "A model for social interaction between cognition and action through a key-word simulation of knowledge growth". *Scientometrics*. 31(2):173-192. (1994).

[11] Egghe, L. "On the influence of growth on obsolescence". *Scientometrics*. 27(2):195-214. (1993).

[12] Ferreiro-Alaez, L. y Mendez, A. "Linealidad de las dispersiones Bradford". *Revista Española De Documentación Científica*. 3(3):201-211 (1980).

[13] Gaillard, J. "¿Es visible la ciencia en el tercer mundo?". *Mundo Científico*. 9(93):764-768. (1989).

[14] Gómez-Caridad, I. y Bordons-Gangas, M. "Limitaciones en el uso de los indicadores bibliométricos para la evaluación científica". *Política Científica*. 46 (diciembre):21-26 (1996).

[15] Groos, O. V. "Bradford's law y the Keenan-Atherton data". *American Documentations*. 18:46 (1967).

[16] Latour, B. "Ciencia en acción: Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad". Barcelona: Labor; ISBN: 84-335-5009-8 (1992).

[17] Lotka, A. J. "The frequency distribution of scientific productivity". *Journal of the Washington Academy of Science*. 16(12):317-323 (1926).

[18] Martín, B. R. y Irvine, J. "Assesing basic research: some partial indicators of research progress in Ratio Astronomy". *Research Policy*. 12:61-90 (1983).

[19] McRobert, M. H. y McRobert, B. R. "Problems of citation analysis: a critical review". *Journal of the American Society for Information Science*. 40(5):342-349 (1989).

[20] Moed, H. y otros. "On the measurement of research performance: The use of bibliometric indicators". Leyden: State University of Leyden (1984).

[21] Ruiz-Baños, R. "Las traducciones dinámicas de las series temáticas". Propuesta de una nueva clasificación. *International Society for Knowledge Organization*; Granada (1999).

[22] Ruiz-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*. 53(diciembre):43-60 (1998).

[23] Ruiz-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*. 54(enero):59-71 (1999).

[24] Ruiz-Baños, R. y Bailón-Moreno, R. "Métodos para medir experimentalmente el envejecimiento de la literatura científica". *Boletín De La Asociación Andaluza De Bibliotecarios*. 46(marzo):57-75. ISSN: 0213-6333 (1997).

[25] Sancho, R. "Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología". *Revisión bibliográfica. Revista Española De Documentación Científica*. 13(3-4):842-865 (1990).

[26] Sen, B. K. y Shailendra, K. "Evaluation of recent scientific research output by a bibliometric method". *Scientometrics*. 23(1):31-46 (1992).

[27] Small, H. y Sweeney, E. Clustering the Science Citation Index using co-citations. I. A comparison of methods. *Scientometrics*. 7(3-6):391-409 (1985).

[28] Small, H., Sweeney, E., y Greenlee, E. "Clustering the Science Citation Index using co-citations". II. Mapping science. *Scientometrics*. 8(5-6):321-340 (1985).

IQ

Más información gratuita y rápida marcando en la última página el nº 84

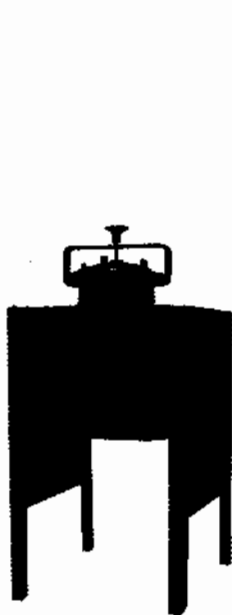
EVAPORADORES CONDENSADORES DE LÍQUIDOS

Problemas:

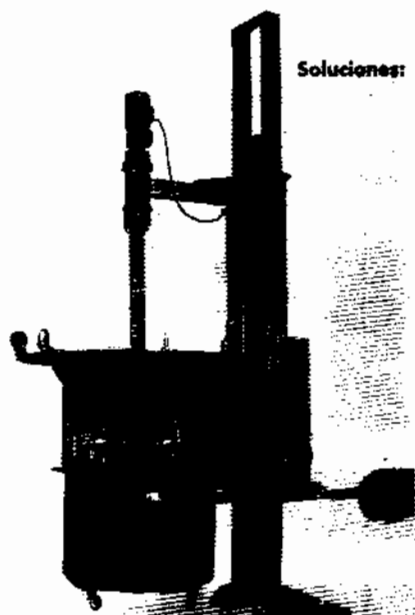
- ROTURA DE EMULSIONES • ALCALINIDAD • ACIDEZ • COLORACIÓN (TINTAS Y PINTURAS)
- SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN • METALES PESADOS • DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO
- MATERIAS ORGÁNICAS • TALADRINAS-ACEITES DE CORTE

Soluciones:

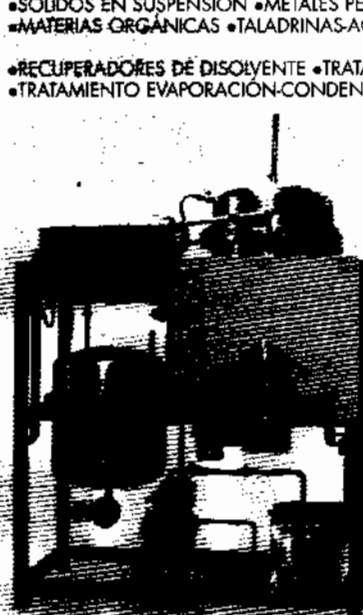
- RECUPERADORES DE DISOLVENTE • TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO • ABSORCIÓN
- TRATAMIENTO EVAPORACIÓN-CONDENSACIÓN • TRATAMIENTO PRE-BIOLÓGICO



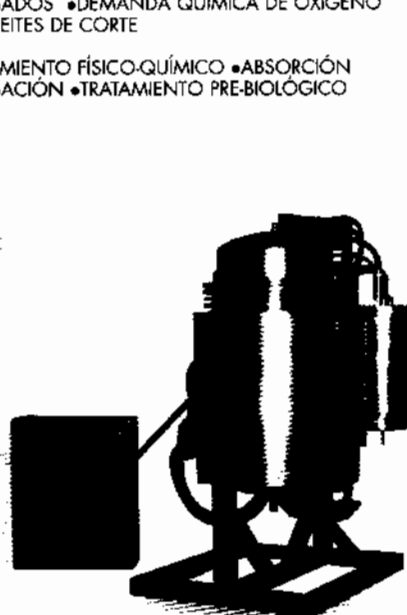
Evaporador Modelo Eva-12/30-Vac en continuo



Máquina para lavar recipientes de pintura



Recuperador de disolventes D-150 Vac Robotizado



Recuperador de disolventes D-30 V

MODELO	D/50/Vac.	D/150/Vac.
CONSUMO	6Kw/h	9Kw/h
RENDIMIENTO(*)	50/80 litros/h	70/120 litros/h
CAPACIDAD(**)	50 litros	100 litros

	D-30-V	D-50-V	D-100-V
Dimens. ext.	600x600x600	750x750x1200	1000x1000x1450
Pot. calefac.	3 Kw	5.2Kw	7.2 Kw
Cap. aceite	25 lts	50 lts	80 lts
Rendimiento	20-25 lts/h	34-45 lts/h	60-65 lts/h



CORVAC, S.L.

Av. Can Cabanyes, 15, local 2 - 08191 RUBÍ (Barcelona) Tel/fax: 935 883 859 - Tel: 936 974 237