

“VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE GRANDES DOMINIOS CIENTÍFICOS MEDIANTE REDES PATHFINDER (PFNET)”

TESIS DOCTORAL

Doctorando: Benjamín Vargas Quesada

Director: Félix de Moya Anegón



DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECONOMÍA Y DOCUMENTACIÓN

FACULTAD DE BIBLIOTECONOMÍA Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Granada, marzo 2005

**“VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE GRANDES DOMINIOS
CIENTÍFICOS MEDIANTE REDES PATHFINDER (PFNET)”**

Memoria que presenta

Benjamín Vargas Quesada

para optar al Grado de Doctor

Dirigida por

Dr. D. Félix de Moya y Anegón

Granada, marzo de 2005

"*Pluralitas non est ponenda sine neccesitate*"

"La pluralidad no se debe postular sin necesidad"

La Navaja de Occam

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Benjamín Vargas Quesada
D.L.: Gr. 615 - 2005
ISBN: 84-338-3320-0

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento y gratitud al Dr. Félix de Moya Anegón, de quien he aprendido lo poco que sé sobre esta materia, y porque siempre tiene cafés y respuestas para todas mis preguntas.

Quiero dar también las gracias:

A Yoly, por su comprensión e infinita paciencia.

A todos mis compañeros del grupo SCImago y en concreto a: Nonete, Zaida, Elena, Franjo, Víctor y Yusef, porque han estado ahí siempre que los he necesitado. Incluso cuando no era necesario.

Al Ministerio de Educación Cultura y Deporte, por su beca de Formación de Personal Universitario (FPU) durante los pasados últimos cuatro años, gracias a la cual he podido realizar esta tesis.

A la Universidad de Granada, y en especial al Departamento de Biblioteconomía y Documentación, por haberme acogido como un miembro más del mismo, y por poner a mi disposición todos los recursos que he necesitado.

A todos los profesores de la Facultad de Biblioteconomía y Documentación, de quienes he recibido amistad, ayuda, apoyo y respeto.

Índice Temático

1.....	<u>INTRODUCCIÓN</u>
	<u>- 16 -</u>
1.1. ANTECEDENTES	- 18 -
1.2. OBJETIVOS	- 25 -
1.3. FUENTES UTILIZADAS.....	- 26 -
1.4. ESTRUCTURA DE LA TESIS	- 26 -
PARTE TEÓRICA	<u>- 30 -</u>
2. <u>VISUALIZACIÓN.....</u>	<u>- 31 -</u>
2.1. TECNOLOGÍA DE LA VISUALIZACIÓN.....	- 32 -
2.2. PRINCIPIOS DE LA VISUALIZACIÓN	- 33 -
2.3. VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	- 38 -
3. <u>VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE DOMINIOS</u>	<u>- 41 -</u>
3.1. ANÁLISIS DE DOMINIOS	- 42 -
3.2. REDES SOCIALES.....	- 49 -
3.2.1. NOCIONES BÁSICAS	- 50 -
3.2.2. CONCEPTO DE RED SOCIAL.....	- 57 -
3.2.3. BREVE REVISIÓN HISTÓRICA.....	- 58 -
3.2.4. ANÁLISIS DE REDES SOCIALES	- 62 -
3.3. SCIENTOGRAFÍA.....	- 65 -
3.4. SCIENTOGRAFÍA Y ANÁLISIS DE DOMINIOS.....	- 67 -
4. <u>ASPECTOS METODOLÓGICOS PREVIOS A LA SCIENTOGRAFÍA.....</u>	<u>- 69 -</u>
4.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	- 70 -
4.2. UNIDADES DE ANÁLISIS.....	- 71 -
4.3. UNIDADES DE MEDIDA	- 72 -
4.3.1. COCITACIÓN DE DOCUMENTOS	- 74 -

4.3.2.	COCITACIÓN DE AUTORES	- 74 -
4.3.3.	COCITACIÓN DE REVISTAS.....	- 78 -
4.3.4.	COCITACIÓN DE CLASES Y CATEGORÍAS	- 79 -
4.4.	REDUCCIÓN DEL ESPACIO N-DIMENSIONAL	- 82 -
4.4.1.	MÉTODOS DE ANÁLISIS MULTIVARIANTE	- 83 -
4.4.1.1.	Análisis de Clusters	- 83 -
4.4.1.2.	Escalamiento Multidimensional (MDS)	- 84 -
4.4.1.3.	Análisis Factorial	- 87 -
4.4.1.4.	Modelización de Bloques o Blockmodeling.....	- 91 -
4.4.2.	TÉCNICAS CONEXIONISTAS	- 93 -
4.4.2.1.	Redes Neuronales Artificiales. SOM.....	- 94 -
4.4.3.	TÉCNICAS BASADAS EN REDES SOCIALES.....	- 96 -
4.4.3.1.	Redes Pathfinder (PFNETs).....	- 96 -
4.5.	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA INFORMACIÓN	- 102 -
4.5.1.	ALGORITMO DE <i>KAMADA-KAWAI</i>	- 104 -
4.5.2.	ALGORITMO DE FRUCHTERMAN Y REINGOLD	- 106 -
4.5.3.	EVALUACIÓN DE LOS ALGORITMOS.....	- 107 -
4.6.	VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	- 108 -
4.6.1.	SCALABLE VECTOR GRAPHICS (SVG).....	- 109 -
4.6.2.	VENTAJAS DE SVG COMO FORMATO DE REPRESENTACIÓN	- 110 -
<u>PARTE EMPÍRICA</u>		- 113 -
<u>5. MATERIAL UTILIZADO</u>		- 114 -
5.1.	EXTRACCIÓN DE DATOS	- 117 -
5.2.	ANÁLISIS Y TRAMIENTO DE LOS DATOS.....	- 118 -
5.2.1.	NORMALIZACIÓN DE TÍTULOS DE REVISTAS	- 118 -
5.2.2.	MULTIDISCIPLINARIDAD DEL CONTENIDO DE LAS REVISTAS	- 118 -
5.2.3.	CONTROL DE LAS CITAS.....	- 119 -
5.2.4.	CONTROL DE AUTORES.....	- 119 -
5.3.	GENERACIÓN DE LA FUENTE SECUNDARIA	- 120 -

6. METODOLOGÍA.....- 122 -

6.1. COCITACIÓN DE CATEGORÍAS.....	- 122 -
6.1.1. COCITACIÓN LATENTE.....	- 124 -
6.1.2. VALORES DE COCITACIÓN PUROS Y NORMALIZADOS.....	- 125 -
6.2. REDUCCIÓN DE LA DIMENSIÓN: ESTRUCTURA BÁSICA DE UN DOMINIO.	- 128 -
6.3. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA INFORMACIÓN	- 134 -
6.4. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS.....	- 140 -
6.4.1. ENLACES DÉBILES	- 140 -
6.4.2. NODOS AISLADOS	- 145 -
6.4.3. RECUPERACIÓN DE INFORMACIÓN.....	- 146 -
6.5. VISUALIZACIÓN DE DOMINIOS.....	- 148 -
6.5.1. EVALUACIÓN	- 150 -
6.6. SCIENTOGRAFÍA DE GRANDES DOMINIOS CIENTÍFICOS	- 153 -
6.7. ÍNTER CITACIÓN.....	- 156 -
6.7.1. ÍNTER CITACIÓN DE REVISTAS	- 156 -
6.7.2. ÍNTER CITACIÓN DE DOCUMENTOS.....	- 159 -
6.7.3. ÍNTER CITACIÓN VS SCIENTOGRAMAS DE DOMINIOS	- 162 -
6.8. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE DOMINIOS	- 165 -
6.8.1. AGRUPACIONES INTELECTUALES.....	- 168 -
6.8.2. ANÁLISIS DE UN DOMINIO	- 171 -
6.8.2.1. Macroestructura	- 171 -
6.8.2.2. Microestructura.....	- 172 -
6.8.2.3. Columna Vertebral.....	- 173 -
6.8.2.4. Análisis de Superficie	- 173 -
6.8.3. COMPARACIÓN DE DOMINIOS.....	- 174 -
6.8.3.1. Macroestructura	- 175 -
6.8.3.2. Microestructura.....	- 177 -
6.8.3.3. Columna Vertebral.....	- 178 -
6.8.3.4. Comparación de Superficies	- 178 -
6.8.4. EVOLUCIÓN DE UN DOMINIO	- 180 -

PARTE ANALÍTICA- 181 -

7. RESULTADOS- 182 -

7.1. SCIENTOGRAFÍA Y ANÁLISIS DEL MUNDO 2002.....	- 182 -
7.1.1. SCIENTOGRAMA.....	- 182 -
7.1.2. ANÁLISIS FACTORIAL.....	- 187 -
7.1.2.1. Scientograma Factorial.....	- 197 -
7.1.3. ANÁLISIS DE UN DOMINIO.....	- 210 -
7.1.3.1. Macroestructura.....	- 211 -
7.1.3.2. Microestructura.....	- 216 -
7.1.3.3. Columna Vertebral de un Dominio.....	- 229 -
7.2. SCIENTOGRAFÍA Y COMPARACIÓN DE DOMINIOS.....	- 232 -
7.2.1. SCIENTOGRAMAS.....	- 232 -
7.2.2. ANÁLISIS FACTORIAL.....	- 239 -
7.2.2.1. Scientogramas Factoriales.....	- 242 -
7.2.3. COMPARACIÓN DE DOMINIOS.....	- 247 -
7.2.3.1. Macroestructura.....	- 247 -
7.2.3.2. Microestructura.....	- 252 -
7.2.3.3. Columna Vertebral.....	- 265 -
7.3. SCIENTOGRAFÍA Y EVOLUCIÓN DE DOMINIOS.....	- 268 -
7.3.1. SCIENTOGRAMAS.....	- 268 -
7.3.2. ANÁLISIS FACTORIAL.....	- 278 -
7.3.2.1. Scientogramas Factoriales.....	- 279 -
7.3.3. EVOLUCIÓN DE UN DOMINIO.....	- 285 -
7.3.3.1. Macroestructura.....	- 285 -
7.3.3.2. Microestructura.....	- 291 -
7.3.3.3. Columna Vertebral.....	- 307 -

8. DISCUSIÓN- 311 -

8.1. IMPORTANCIA Y CALIDAD DE LOS RESULTADOS.....	- 312 -
---	---------

9. CONCLUSIONES- 318 -

LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN - 322 -
BIBLIOGRAFÍA - 324 -

ANEXOS- 347 -

ANEXO I - 348 -
PAÍSES PRODUCTORES DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA, SEGÚN EL IS - 348 -
CATEGORÍAS JCR 2002 - 349 -
CATEGORÍAS JCR 1990-2002..... - 351 -
ANEXO II - 353 -
CATEGORÍAS CON ENLACES COINCIDENTES EN LOS MAPAS DE ESPAÑA 2002 Y JCR
CONSTRUIDOS A PARTIR DE SUS REVISTAS - 353 -
CATEGORÍAS CON ENLACES NO COINCIDENTES EN LOS MAPAS DE ESPAÑA 2002 Y JCR
CONSTRUIDOS A PARTIR DE SUS REVISTAS - 355 -
CATEGORÍAS CON ENLACES COINCIDENTES EN LOS MAPAS DE ESPAÑA 2002 Y JCR
CONSTRUIDOS A PARTIR DE LA ÍNTER CITACIÓN SUS DOCUMENTOS - 358 -
CATEGORÍAS CON ENLACES NO COINCIDENTES EN LOS MAPAS DE ESPAÑA 2002 Y JCR
CONSTRUIDOS A PARTIR DE LA ÍNTER CITACIÓN SUS DOCUMENTOS - 360 -
ANEXO III - 362 -
FACTORES EXTRAÍDOS DEL DOMINIO UE 2002 - 362 -
FACTORES EXTRAÍDOS DEL DOMINIO USA 2002 - 365 -
ANEXO IV - 368 -
FACTORES EXTRAÍDOS DEL DOMINIO ESPAÑOL 1990-1994 - 368 -
FACTORES EXTRAÍDOS DEL DOMINIO ESPAÑOL 1995-1998 - 371 -
FACTORES EXTRAÍDOS DEL DOMINIO ESPAÑOL 1999-2002 - 374 -
ANEXO V - 377 -
CLASES ANEP - 377 -
RELACIÓN ENTRE CLASES ANEP Y CATEGORÍAS JCR - 378 -

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Actores y enlace no direccional.....</i>	<i>- 51 -</i>
<i>Ilustración 2. Loop o autoenlace</i>	<i>- 51 -</i>
<i>Ilustración 3. Grupo de actores de una red.....</i>	<i>- 51 -</i>
<i>Ilustración 4. Subgrupo nodos amarillos en una red.....</i>	<i>- 52 -</i>
<i>Ilustración 5. Relaciones y adyacencias del actor dos</i>	<i>- 52 -</i>
<i>Ilustración 6. Vecindario del actor dos</i>	<i>- 53 -</i>
<i>Ilustración 7. Uno de los posibles paths entre los actores uno y cinco</i>	<i>- 53 -</i>
<i>Ilustración 8. Una de las posibles distancias entre los actores uno y once.....</i>	<i>- 54 -</i>
<i>Ilustración 9. Diámetro entre los actores uno y once</i>	<i>- 54 -</i>
<i>Ilustración 10. Red con un actor aislado.....</i>	<i>- 54 -</i>
<i>Ilustración 11. Gráfico conectado y gráfico desconectado con dos componentes</i>	<i>- 55 -</i>
<i>Ilustración 12. Nodo o actor intermediario de una red.....</i>	<i>- 55 -</i>
<i>Ilustración 13. Enlace que actúa como puente entre dos componentes.....</i>	<i>- 56 -</i>
<i>Ilustración 14. Red social de nodos y enlaces o sociograma.....</i>	<i>- 60 -</i>
<i>Ilustración 15. Fases de las que se compone el proceso de visualización de información.....</i>	<i>- 70 -</i>
<i>Ilustración 16. Proceso del análisis de cocitación de autores.....</i>	<i>- 76 -</i>
<i>Ilustración 17. Esquema de Cocitación de Clases y Categorías</i>	<i>- 80 -</i>
<i>Ilustración 18. MDS de los 75 autores principales de Biblioteconomía y Documentación.....</i>	<i>- 86 -</i>
<i>Ilustración 19. MDS de los frentes de investigación en Biblioteconomía y Documentación.....</i>	<i>- 86 -</i>
<i>Ilustración 20. Mapa de la Documentación española</i>	<i>- 90 -</i>
<i>Ilustración 21. Grupos detectados en una red PFNET.....</i>	<i>- 91 -</i>
<i>Ilustración 22. Matriz original y su correspondiente red.....</i>	<i>- 92 -</i>
<i>Ilustración 23. Matriz de bloques reordenada.....</i>	<i>- 92 -</i>
<i>Ilustración 24. Matriz imagen y su correspondiente red de bloques</i>	<i>- 93 -</i>
<i>Ilustración 25. Ejemplo de SOM procedente de NeuroISOC.....</i>	<i>- 95 -</i>
<i>Ilustración 26. Principio de desigualdad del triángulo.....</i>	<i>- 98 -</i>
<i>Ilustración 27. Red de categorías pertenecientes a las Ciencias Sociales, del dominio español</i>	<i>- 99 -</i>
<i>Ilustración 28. Red de categorías PFNETs con valores $q=n-1$ y $r = \infty$</i>	<i>- 100 -</i>
<i>Ilustración 29. Grafo típico del algoritmo de Kamada-Kawai.....</i>	<i>- 105 -</i>
<i>Ilustración 30. Grafo típico del algoritmo de Fruchterman y Reingold.....</i>	<i>- 106 -</i>
<i>Ilustración 31. Estructura de la base de datos de carga</i>	<i>- 121 -</i>
<i>Ilustración 32. Modelo de cocitación de categorías adaptado de</i>	<i>- 123 -</i>
<i>Ilustración 33. PFNETs de cocitación de categorías con valores normalizados</i>	<i>- 131 -</i>
<i>Ilustración 34. PFNETs de cocitación de categorías con valores de cocitación puros.....</i>	<i>- 132 -</i>
<i>Ilustración 35. PFNETs de cocitación de categorías con los valores normalizados y puros.....</i>	<i>- 133 -</i>
<i>Ilustración 36. PFNETs realizada con el algoritmo de Fruchterman Reingold.....</i>	<i>- 137 -</i>

<i>Ilustración 37. PFNETs realizada con el algoritmo de Kamada-Kawai</i>	- 138 -
<i>Ilustración 38. Scientograma PFNETs de un dominio ficticio</i>	- 142 -
<i>Ilustración 39. Listado de los veinte primeros documentos españoles de la categoría LIS 2002</i>	- 147 -
<i>Ilustración 40. Veintitrés primeros documentos españoles que cocitan a las categorías Information Sciences & Library Sciences y Computer Sciences Information Systems, en el año 2002</i>	- 148 -
<i>Ilustración 41. Ampliación de un área de un dominio PFNETs ficticio</i>	- 151 -
<i>Ilustración 42. Scientograma PFNET del dominio científico español en el año 2002</i>	- 155 -
<i>Ilustración 43. Scientograma de la Estructura del JCR 2002 construida a partir de sus revistas</i>	- 157 -
<i>Ilustración 44. Scientograma de la Estructura del JCR 2002 construida a partir de sus documentos</i> -	161 -
<i>Ilustración 45. Red social del dominio científico español 2002, con todas sus relaciones</i>	- 167 -
<i>Ilustración 46. Scientograma Factorial del Dominio Científico Mundial 2002</i>	- 170 -
<i>Ilustración 47. Scientograma mundial, 2002</i>	- 183 -
<i>Ilustración 48. Scientograma de factores del mundo, 2002</i>	- 198 -
<i>Ilustración 49. Scientograma de centróides de las áreas temáticas del mundo 2002</i>	- 212 -
<i>Ilustración 50. Scientograma de áreas temáticas del mundo, 2002</i>	- 213 -
<i>Ilustración 51. Áreas temáticas más prominentes del mundo 2002</i>	- 216 -
<i>Ilustración 52. Scientograma de distancias del mundo, respecto a su categoría central</i>	- 221 -
<i>Ilustración 53. Scientograma de centralidad de grado, mundo 2002</i>	- 224 -
<i>Ilustración 54. Scientograma de las categorías más prominentes del mundo</i>	- 226 -
<i>Ilustración 55. Scientograma de vertebración de la ciencia del mundo 2002</i>	- 231 -
<i>Ilustración 56. Scientograma del dominio UE, 2002</i>	- 233 -
<i>Ilustración 57. Scientograma del dominio USA, 2002</i>	- 236 -
<i>Ilustración 58. Scientograma factorial del dominio UE, 2002</i>	- 245 -
<i>Ilustración 59. Scientograma factorial del dominio USA, 2002</i>	- 246 -
<i>Ilustración 60. Scientograma de distancias del dominio UE, respecto a su categoría central</i>	- 256 -
<i>Ilustración 61. Scientograma de distancias del dominio USA, respecto a su categoría central</i>	- 259 -
<i>Ilustración 62. Scientograma de las categorías más prominentes del dominio UE</i>	- 263 -
<i>Ilustración 63. Scientograma de las categorías más prominentes del dominio USA</i>	- 264 -
<i>Ilustración 64. Scientograma de vertebración de la ciencia del dominio UE 2002</i>	- 266 -
<i>Ilustración 65. Scientograma de vertebración del dominio USA 2002</i>	- 267 -
<i>Ilustración 66. Scientograma del dominio geográfico español, 1990-1994</i>	- 269 -
<i>Ilustración 67. Scientograma del dominio geográfico español, 1995-1998</i>	- 272 -
<i>Ilustración 68. Scientograma del dominio geográfico español, 1999-2002</i>	- 275 -
<i>Ilustración 69. Scientograma factorial del dominio español 1990-1994</i>	- 282 -
<i>Ilustración 70. Scientograma factorial del dominio español 1995-1998</i>	- 283 -
<i>Ilustración 71. Scientograma factorial del dominio español 1999-2002</i>	- 284 -
<i>Ilustración 72. Scientograma de distancias de españa 1990-1994, respecto a su categoría central</i> ..	- 294 -
<i>Ilustración 73. Scientograma de distancias de españa 1995-1998, respecto a su categoría central</i> ..	- 297 -
<i>Ilustración 74. Scientograma de distancias de españa 1999-2002, respecto a su categoría central</i> ..	- 300 -

<i>Ilustración 75. Scientograma de las categorías más prominentes del dominio español 1990-1994 ...</i>	<i>- 304 -</i>
<i>Ilustración 76. Scientograma de las categorías más prominentes del dominio español 1995-1998 ...</i>	<i>- 305 -</i>
<i>Ilustración 77. Scientograma de las categorías más prominentes del dominio español 1999-2002 ...</i>	<i>- 306 -</i>
<i>Ilustración 78. Columna vertebral de la investigación española 1990-1994</i>	<i>- 307 -</i>
<i>Ilustración 79. Columna vertebral de la investigación española 1995-1998</i>	<i>- 308 -</i>
<i>Ilustración 80. Columna vertebral de la investigación española 1999-2002</i>	<i>- 309 -</i>
<i>Ilustración 81. Scientograma factorial de clases ANEP del dominio español 1990-1994</i>	<i>- 314 -</i>
<i>Ilustración 82. Scientograma factorial de clases ANEP del dominio español 1995-1998</i>	<i>- 315 -</i>
<i>Ilustración 83. Scientograma factorial de clases ANEP del dominio español 1999-2002</i>	<i>- 316 -</i>

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Matriz de cocitación de datos.....</i>	<i>- 60 -</i>
<i>Tabla 2. Ejemplo de matriz de cocitación de 9 por 9 categorías.....</i>	<i>- 127 -</i>
<i>Tabla 3. Categorías cocitadas con Philosophy.....</i>	<i>- 143 -</i>
<i>Tabla 4. Relación categorías JCR y producción mundial 2002</i>	<i>- 185 -</i>
<i>Tabla 5. Eigenvalues de los dieciséis primeros factores correspondientes al dominio mundial, 2002.....</i>	<i>- 188 -</i>
<i>Tabla 6. Factores 1 y 2 con factor loadings mayores o iguales a 0.5</i>	<i>- 189 -</i>
<i>Tabla 7. Factores 3 y 4 con factor loadings mayores o iguales a 0.5</i>	<i>- 190 -</i>
<i>Tabla 8. Factores 5 y 6 con factor loadings mayores o iguales a 0.5</i>	<i>- 191 -</i>
<i>Tabla 9. Factores 7, 8 y 9 con factor loadings mayores o iguales a 0.5</i>	<i>- 193 -</i>
<i>Tabla 10. Factores 10 y 11 con factor loadings mayores o iguales a 0.5.....</i>	<i>- 194 -</i>
<i>Tabla 11. Factores 12 y 13 con factor loadings mayores o iguales a 0.5.....</i>	<i>- 195 -</i>
<i>Tabla 12. Factores 14 y 15 y 16 con factor loadings mayores o iguales a 0.5.....</i>	<i>- 195 -</i>
<i>Tabla 13. Centralidad de grado de áreas temáticas del mundo</i>	<i>- 214 -</i>
<i>Tabla 14. Prominencia de las áreas temáticas del mundo</i>	<i>- 215 -</i>
<i>Tabla 15. Dieciséis primeras categorías de mayor grado del mundo</i>	<i>- 218 -</i>
<i>Tabla 16. Distancias de las categorías del mundo, respecto a su categoría central.....</i>	<i>- 220 -</i>
<i>Tabla 17. Prominencia de las dieciséis primeras categorías del mundo.....</i>	<i>- 225 -</i>
<i>Tabla 18. Relación de categorías JCR y producción del dominio UE 2002.....</i>	<i>- 235 -</i>
<i>Tabla 19. Relación de categorías JCR y producción del dominio USA 2002.....</i>	<i>- 238 -</i>
<i>Tabla 20. Factores extraídos del dominio UE 2002</i>	<i>- 239 -</i>
<i>Tabla 21. Factores extraídos del dominio USA 2002</i>	<i>- 240 -</i>
<i>Tabla 22. Categorías no factorizadas por ninguno de los dos dominios.....</i>	<i>- 243 -</i>
<i>Tabla 23. Categorías no factorizadas en el dominio UE.....</i>	<i>- 243 -</i>
<i>Tabla 24. Categorías no factorizadas en el dominio USA.....</i>	<i>- 244 -</i>
<i>Tabla 25. Centralidad de grado de áreas temáticas en los dominios UE y USA.....</i>	<i>- 248 -</i>
<i>Tabla 26. Prominencia de áreas temáticas en los dominios UE y USA</i>	<i>- 249 -</i>
<i>Tabla 27. Categorías con doble adscripción temática de los dominios UE y USA</i>	<i>- 251 -</i>
<i>Tabla 28. Categorías con doble adscripción temática del dominio UE</i>	<i>- 251 -</i>
<i>Tabla 29. Categorías con doble adscripción temática del dominio USA</i>	<i>- 252 -</i>
<i>Tabla 30. Centralidad de grado de las quince primeras categorías de los dominios UE y USA</i>	<i>- 253 -</i>
<i>Tabla 31. Distancias de las categorías del dominio UE, respecto a su categoría central</i>	<i>- 255 -</i>
<i>Tabla 32. Distancias de las categorías del dominio USA, respecto a su categoría central</i>	<i>- 258 -</i>
<i>Tabla 33. Diferencias de distancias geodésicas entre los dominios UE y USA.....</i>	<i>- 260 -</i>
<i>Tabla 34. Prominencia de categorías en los dominios UE y USA.....</i>	<i>- 262 -</i>
<i>Tabla 35. Relación de categorías JCR y producción española entre 1990 y 1994.....</i>	<i>- 271 -</i>

<i>Tabla 36. Relación de categorías JCR y producción española entre 1995 y 1998.....</i>	<i>- 274 -</i>
<i>Tabla 37. Relación categorías JCR y producción española entre 1999 y 2002</i>	<i>- 277 -</i>
<i>Tabla 38. Factores extraídos del dominio geográfico español 1990-1994.....</i>	<i>- 278 -</i>
<i>Tabla 39. Factores extraídos del dominio geográfico español 1995-1998.....</i>	<i>- 278 -</i>
<i>Tabla 40. Factores extraídos del dominio geográfico español 1999-2002.....</i>	<i>- 279 -</i>
<i>Tabla 41. Categorías sin factorizar en cada uno de los tres periodos del dominio español</i>	<i>- 280 -</i>
<i>Tabla 42. Categorías sin factorizar de los tres periodos del dominio español.....</i>	<i>- 280 -</i>
<i>Tabla 43. Centralidad de grado de las áreas temáticas del dominio español.....</i>	<i>- 286 -</i>
<i>Tabla 44. Prominencia de las áreas temáticas del dominio español.....</i>	<i>- 287 -</i>
<i>Tabla 45. Categorías multitemáticas del dominio español 1990-1994.....</i>	<i>- 289 -</i>
<i>Tabla 46. Categorías multitemáticas del dominio español 1995-1998.....</i>	<i>- 289 -</i>
<i>Tabla 47. Categorías multitemáticas del dominio español 1999-2002.....</i>	<i>- 290 -</i>
<i>Tabla 48. Centralidad de las quince primeras categorías del dominio español en sus tres periodos .</i>	<i>- 291 -</i>
<i>Tabla 49. Distancias de las categorías de españa 1990-1994, respecto a su categoría central</i>	<i>- 293 -</i>
<i>Tabla 50. Distancias de las categorías de españa 1995-1998, respecto a su categoría central</i>	<i>- 296 -</i>
<i>Tabla 51. Distancias de las categorías de españa 1999-2002, respecto a su categoría central</i>	<i>- 299 -</i>
<i>Tabla 52. Veinte primeras categorías de carácter más universal, del dominio español 1990-2002 ...</i>	<i>- 301 -</i>
<i>Tabla 53. Categorías más prominentes del dominio español 1990-2002.....</i>	<i>- 302 -</i>

Índice de Ecuaciones

<i>Ecuación 1. Medida de Cocitación normalizada(Salton, G. y Bergmark, D., 1979).....</i>	<i>- 82 -</i>
<i>Ecuación 2. Ecuación paramétrica de Minkowski.....</i>	<i>- 97 -</i>
<i>Ecuación 3. Medida de Cocitación de Salton y Bergmark modificada.....</i>	<i>- 126 -</i>

1. Introducción

La consecución de un gran mapa de la ciencia, es una idea persistente de la era moderna. Esta necesidad, viene avalada por la convicción de que la imagen o representación gráfica de un dominio, favorece y facilita el acceso y recuperación de la información, así como su análisis. Independientemente de que quien realice estas tareas, sea un neófito en dicho dominio, o bien se trate de alguien ya iniciado, o sea experto en el mismo.

Como ya advirtieron *White, H. D. y McCain, K. W. (1997)*, las nuevas generaciones de documentalistas, están por un lado, tecnológicamente condicionadas por la creciente necesidad de la visualización de dominios, mientras que por otro, se encuentran limitados al tener que hacer de puente entre las técnicas y métodos utilizados hasta ahora, y las nuevas tecnologías de visualización de la información. Pero esta no es la única limitación a la que deben hacer frente, pues cada vez resulta más difícil generar nuevo conocimiento a partir de una misma disciplina, por lo que hay que recurrir a otras que permitan el desarrollo de estas. Como consecuencia de esta *globalidad de la ciencia*, fruto del alto flujo de información que se produce entre unas disciplinas y otras, la estructura científica se está haciendo cada vez más compleja y difícil de representar y analizar.

Por ello y desde hace algún tiempo, se recurre a herramientas sociológicas como son las redes sociales, pues posibilitan el estudio de la ciencia a partir de las relaciones de sus componentes. Es decir, gracias a los sociogramas o grafos, que es como se denomina a las representaciones gráficas de las redes sociales, y a la teoría de grafos, que proporciona la base conceptual para el análisis estructural y de las mismas, se hace posible la visualización de las relaciones entre disciplinas, así como su interpretación.

Pero incluso las redes sociales se están viendo desbordadas por el aumento en la complicación de la estructura de la ciencia, fruto del incremento de relaciones entre disciplinas, a lo largo de los últimos años. Por ejemplo en España, la *Biblioteconomía y la Documentación*, comparte fuentes con otras sesenta y una disciplinas en el año 1990; en 1996, lo hace con 124; y en el 2002, intercambia conocimientos con otras ciento sesenta y seis disciplinas más; la *medicina general e interna*, se relaciona con ciento treinta y tres disciplinas en 1990, con ciento sesenta y nueve en 1996, y con doscientas cinco en el año 2002; etc. Esta misma evolución se está produciendo en cualquier dominio geográfico y en cualquiera de las disciplinas que componen la ciencia moderna. Resulta pues absolutamente necesario, realizar alguna simplificación de estas superestructuras.

Investigando en la literatura propia de las redes sociales y de la visualización de la información, nos hemos encontrado con *Pathfindernetworks*. Se trata de un algoritmo de poda de enlaces, por el que una red pierde sus relaciones superfluas, y sólo mantiene aquellas más esenciales. Favoreciendo así su visualización y análisis.

Este proceso de simplificación de la ciencia no es algo nuevo de nuestros días, pues se trata de un principio de razonamiento formulado al final de la edad media, que se conoce bajo varios nombres: *principio de economía*, *principio de parsimonia* o de *simplicidad*, o simplemente como *navaja de ockham u occam*, por atribuírsele al monje franciscano y filósofo Guillermo de Ockham, aunque ya era conocido antes de él.

En su formulación original del siglo XV y en latín, este principio de simplicidad reza como: *pluralitas non est ponenda sine necessitate*, es decir, que *las cosas esenciales no se deben multiplicar sin necesidad*. En un lenguaje más cotidiano, esta frase vendría a significar algo así como que no se deben multiplicar las causas, es decir, las hipótesis en un razonamiento, por lo que un raciocinio basado en premisas menos numerosas, será más verosímil.

En el campo científico se dice que hay que favorecer la hipótesis más sencilla que explique las observaciones, o que al menos sea compatible con ellas. Con frecuencia, este principio se ha llevado mucho más lejos, sobre todo desde que se empezó a admitir que las leyes físicas se escribían en el lenguaje de las matemáticas: la *hipótesis más sencilla* es, a priori, la que tiene una formulación matemática más fácil.

En el caso de la visualización y análisis de la estructura científica, aplicamos este mismo principio minimalista: ¿por qué visualizar y analizar una estructura densa y compleja, si podemos obtener y estudiar otra más sencilla y con las relaciones más significativas o esenciales?

1.1. Antecedentes

Aunque la idea de que la ciencia podía ser visualizada o *mapeada*, fue apuntada por autores tan significativos como *Vannevar Bush* y su dispositivo futurista *Memex*(Bush, V., 1945), o *Bradford* al referirse a ella como *un gráfico del universo en el que los discursos aparecen distribuidos en un esfera, en una confusión promiscua, mutuamente relacionados, y separados de las cosas que vemos o que pensamos* (Bradford, S. C., 1948), el primero en articular esta necesidad fue *Doyle* en 1961, destacando la importancia de los ordenadores para producir mapas similares a los que genera el cerebro, indicando cómo estos pueden ser proyectados en espacios multidimensionales y dando su opinión sobre el objetivo de dichos mapas y cómo construirlos(Doyle, L. B., 1961).

Realizar la visualización de un gran dominio científico, o *the big picture* como también se le ha denominado, ha sido un anhelo perseguido durante mucho tiempo. *Garfield*, en un artículo publicado en *American Documentation*, mostraba su gran interés por la construcción de mapas históricos mediante el uso de citas(Garfield, E., 1963). Interés que, junto a *Irv Sher* en 1964, se plasmó en la realización de un mapa histórico en el

que se mostraba el desarrollo del ADN desde *Mendel* hasta *Niremberg*. Ese mismo año, *Garfield* junto con *Sher* y *Torpie*, generan manualmente distintos mapas histórico topológicos de la ciencia, a partir de las citas de la producción científica sobre la investigación en el ADN, utilizando como variable el emparejamiento bibliográfico –bibliographic coupling– (Garfield, E., Sher, I. H., y Torpie, R. J., 1964). Sin embargo, el primero en demostrar que los patrones de citas utilizados por los autores de artículos científicos definían los frentes de investigación, y que éstos podían ser aprovechados para delinear una topología que reflejase la estructura de la producción científica de un dominio, fue *Price, D. d. S.* (1965). Pudiendo considerársele por ello, como el padre de la representación de dominios científicos científicos, tal y como la entendemos hoy día. No obstante, el verdadero avance para el diseño de mapas o gráficos de un dominio, desde nuestro punto de vista, vino de la mano de *Small, H.* (1973) y *Marshakova, I. V.* (1973), al proponer de forma independiente la cocitación de documentos como variable de estudio en los análisis de citas de la producción científica. Los mapas de la ciencia, en donde se muestran todas las especialidades de las ciencias naturales (Small, H. y Griffith, B. C., 1974), (Griffith, B. C. [et al.] , 1974), utilizando como fuente de información el *Science Citation Index* (SCI) y la cocitación como variable de relación, se convierten en un hito fundamental en el desarrollo de la representación de dominios científicos. Lo verdaderamente importante de la metodología utilizada por los autores anteriormente citados, es que identificaba perfectamente los grupos de documentos que tenían intereses intelectuales comunes, mostrando la prueba de que la ciencia es una red de especialidades interconectadas entre sí, que se pueden contemplar utilizando como base el análisis cuantitativo de la producción escrita. En 1975, haciéndose eco de los trabajos de los autores anteriormente citados, *Aaronson* radiografía la biomedicina de los años 1972 y 1973, pudiéndose apreciar su evolución en el tiempo y observar, en el mapa de 1973, lo que el autor llamó el *supercluster*, al mostrar la convergencia de otras especialidades (Aaronson, S., 1975). Los mapas de *Aaronson* son también un hito en la historia de la representación gráfica de un dominio, no sólo por reflejar la evolución del mismo a través

del tiempo, o por mostrar como las distintas disciplinas interactúan entre sí, también lo son por la información que suministran, pues los documentos aparecen agrupados conformando un mapa de *clusters*, en donde cada *cluster* tiene su propia denominación y número de documentos que lo componen, así como el grado de conexión entre ellos, representado por líneas acompañadas del valor de cocitación que los conectan. Además, permiten detectar los *cluster* más importantes, pues son aquellos que tienen un mayor número de relaciones con el resto. Poco después de la aparición de los mapas de *Aaronson, Garfield*, informa de que el *Institute for Scientific Information (ISI)*, está trabajando en la elaboración de un *Atlas de la Ciencia*(Garfield, E., 1975). Pero hubo que esperar seis años para que este deseo se hiciera realidad. Fue en 1981(Garfield, E., 1981) cuando aparecieron los dos primeros volúmenes del *Atlas*, en concreto los referentes a la bioquímica y a la biología molecular. Las técnicas utilizadas para la generación de los mapas del *Atlas* no difieren mucho de las utilizadas por *Small y Griffith* en 1974. Es decir, generación de *clusters* a partir de los datos obtenidos por la cocitación de documentos en una disciplina concreta, aunque incorporan la novedad de un nuevo posicionamiento espacial de los *clusters*, mediante el uso de técnicas de escalamiento multidimensional (MDS). Con el paso de los años han ido apareciendo distintos volúmenes del *Atlas de la Ciencia: Biotecnología y genética molecular*(Garfield, E., 1984), *Bioquímica, inmunología y biología animal y vegetal*(Garfield, E., 1988). Quedando paralizada la producción del mismo, hasta la fecha, con el volumen referente a *Farmacología*(Seiden, L. S. y Swanson, D. R., 1989).

Mientras tanto, *Small*, ha seguido trabajando en el diseño de mapas de dominios científicos, depurando y mejorando las técnicas utilizadas en sus primeros mapas, convirtiéndose en el principal especialista del ISI en la investigación y elaboración de mapas de la ciencia. Los siguientes trabajos no son más que una breve muestra de su magno trabajo: (Small, H., 1981; Small, H. y Garfield, E., 1985; Small, H. y Sweeney, E., 1985; Small, H.,

Sweeney, E., y Greenlee, E., 1985; Small, H., 1993; Small, H., 1994; Small, H., 1999; Small, H., 2000).

A partir de los años 90, con la aparición de nuevos métodos de recopilación de información, así como de nuevas técnicas para el análisis, visualización y posicionamiento espacial, de la información, que *Börner, Chen y Boyack* revisan de forma magistral (Börner, K., Chen, C., y Boyack, K. W., 2003), comienzan a proliferar los estudios basados en técnicas de visualización de la estructura de pequeños dominios científicos, que a la vez permitan la clasificación y/o recuperación de la información que contienen, dejando a un lado, o aplazando hasta que las herramientas sean lo suficientemente consistentes, la elaboración de mapas de grandes dominios científicos o *The big picture*. Así, por ejemplo, y mencionando sólo a algunos: (Braam, R. R., Moed, H. F., y van Raan, A. F. J., 1991a; Braam, R. R., Moed, H. F., y van Raan, A. F. J., 1991b; Brandenburg, F. J., Himsolt, M., y Rohrer, C., 1995), proponen el uso combinado de la cocitación con el análisis de palabras —co-word análisis—, para la generación de mapas de la ciencia, haciendo hincapié en su estructura y aspectos dinámicos. *Lin, Soergel y Marchionini*, desarrollan un mapa autoorganizativo (SOM) que representa de forma gráfica y esquemática las relaciones semánticas entre los documentos, pudiendo ser utilizado como interfaz bibliográfica para la recuperación online de la información que representa (Lin, X., Soergel, D., y Marchionini, G., 1991). *White y McCain*, utilizando como base el análisis de dominios (Hjørland, B. y Albrechtsen, H., 1995), proponen la representación gráfica o visualización, como modelo para el análisis y recuperación de la información que el usuario estime oportuna (White, H. D. y McCain, K. W., 1997). Para corroborar su teoría, en 1998 realizan el análisis de un dominio concreto: la Documentación, utilizando como unidad de análisis los autores de las 12 revistas que, según su criterio, fueron consideradas más importantes en el período de tiempo comprendido entre 1972 y 1995 (White, H. D. y McCain, K. W., 1998). *Garfield* dice que las nuevas técnicas de visualización hacen posible la generación de mapas globales de la ciencia que, al hacer zoom sobre ellos o representar distintos períodos de tiempo,

permiten identificar los frentes de investigación emergentes, que no son más que el reflejo de las preocupaciones de los investigadores en sus trabajos científicos, por lo que es posible asociar nombres de autores a cada frente (Garfield, E., 1998). *White, Lin, y McCain*, comparan el modo tradicional de visualizar los dominios científicos, es decir MDS, con los mapas auto-organizativos (SOM), llegando a la conclusión de que los resultados son muy similares, pero con la diferencia de que el último permite una más fácil integración entre información bibliográfica y recuperación de la misma (White, H. D., Lin, X., y McCain, K. W., 1998). *Chen*, y esto es otro hito en la historia de la visualización de la información, incorpora las redes *Pathfinder* (PFNET) al campo de la Documentación, para su visualización (Chen, C., 1998b; Chen, C., 1998a). Para *Ding, Chowdhury, Foo y Qiang*, el uso de las técnicas bibliométricas permite la simplificación de un área de conocimiento a sus elementos principales, la representación gráfica de dichas áreas y de sus correspondientes subáreas, así como su utilización para una mejor comprensión del dominio por parte del usuario (Ding, Y., Chowdhury, G. G., y Foo, S., 1999). *Merton*, sostiene que lo que en un principio sólo fue concebido por *Garfield*, para recuperar información, es en realidad una magnífica herramienta para el estudio de la Sociología de la ciencia (Merton, R. K., 2000). *White*, da a conocer las redes centradas en un sujeto, argumentando que, hasta ahora, los mapas de un dominio siempre se habían hecho a partir de los autores más citados de un grupo seleccionado de publicaciones, proponiendo como alternativa que éstos se hagan a partir del nombre de un autor, que suministraría el usuario (CAMEO) (White, H. D., 2000). Consiguiéndose así una menor carga cognitiva por parte del que realiza la consulta, el desarrollo de interfaces para usuarios inexpertos que faciliten la recuperación de la información a partir de información bibliográfica, así como la posibilidad de que dichos interfaces se puedan generar de forma dinámica. Para *Noyons, E. C. M., Moed, H. F., y Luwel, M.* (1999), *Buter y Noyons Buter, R. K. y Noyons, E. C. M.* (2001), y *Noyons, E. C. M.* (2001), el uso de los mapas como metáforas de una disciplina científica tienen un gran potencial como interfaz para la recuperación de la información, no obstante, éstos tienen algunas

limitaciones como consecuencia de que el usuario no comprende bien lo que está viendo, por lo que aportan algunas soluciones que permiten una mejor exploración del dominio. *Chen y Paul*, describen cómo, para hacer mapas de conocimiento claros y fáciles de interpretar, han desarrollado un método que amplía y transforma el análisis tradicional de coautores en patrones estructurales de la literatura científica que pueden ser representados en mapas 3D(Chen, C. y Paul, R. J., 2001). Para *Chen, Paul y O'keefe*, la proliferación de las técnicas de visualización de la información, han permitido representar la esencia del conocimiento, jugando un papel fundamental en el proceso de modelización y representación de la estructura o mapa intelectual de un determinado dominio, ya sea geográfico, temático o intelectual(Chen, C., Paul, R. J., y O'keefe, B., 2001). De nuevo *Ding, Chowdhury y Foo*, hacen un mapa de la estructura intelectual del campo de la recuperación de la información que cubre un período de 10 años (1987-1997), mostrando modelos, patrones y tendencias de dicho campo, así como distintas medidas del grado de asociación entre los términos más relevantes de los documentos producidos bajo el epígrafe *recuperación de información*(Ding, Y., Chowdhury, G. G., y Foo, S., 2001). *Ingwersen y Larsen*, investigan las ventajas de la visualización gráfica de la producción científica de un área geográfica, con respecto a los métodos tradicionales. Para ello, utilizando *MDS*, hacen un mapa de la producción científica de diecisiete países europeos, en nueve áreas de las ciencias sociales(Ingwersen, P. y Larsen, B., 2001). *Guerrero Bote, Moya Anegón y Herrero Solana*, describen un método en el que los documentos de una base de datos pueden ser clasificados de forma automática mediante un *SOM* y de cómo éste puede ser utilizado para el *browsing* y la recuperación de información en dicha base de datos(Guerrero Bote, V. P., Moya Anegón, F. d., y Herrero Solana, V., 2002b). *White, Buzydlowski y Lin*, basándose en la experiencia acumulada por *White* en los trabajos anteriormente citados y en sus *CAMEOs*(White, H. D., 2001), implementan un sistema dinámico de visualización: *Authorlink*, basado en la cocitación de autores, que permite el *browsing* y la recuperación de información en una base de datos constituida por los registros de diez años

del *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI), en tiempo real(White, H. D., Buzydlowski, J., y Lin, X., 2000; Buzydlowski, J., White, H. D., y Lin, X., 2002; Lin, X., White, H. D., y Buzydlowski, J., 2003). *Small*, teoriza sobre el diseño de una herramienta *web* capaz de detectar y monitorizar en tiempo real, los cambios que se producen en los frentes de investigación, como consecuencia de sus interacciones(Small, H., 2003). *White*, adopta Pathfinder Networks (PFNET) como técnica para la construcción de mapas de cocitación de autores (ACA), detallando sus ventajas(White, H. D., 2003). *Chen y Kuljis*, mediante el uso de la citación y la cocitación en el campo de la física, estudian la aparición y evolución de nuevos frentes de investigación a través del tiempo(Chen, C. y Kuljis, J., 2003). *Morris, Yen, Wu y Asnake*, trabajan en la visualización, detección e identificación de los cambios temporales en los frentes de investigación(Morris, S. A. [et al.] , 2003). *Boyack y Börner*, con fines evaluativos, generan mapas de publicaciones científicas subvencionadas, haciendo visible la relación entre financiación gubernamental y número de citas recibidas(Boyack, K. W. y Börner, K., 2003). En resumen, los mapas o visualizaciones de dominios se están utilizando en la actualidad para mostrar relaciones entre documentos, detectar los autores más importantes de una determinada disciplina, o analizar la estructura de un área de conocimiento, y su evolución mediante su representación en sucesivos espacios temporales. Las técnicas que se están utilizando son *clustering*, *MDS*, análisis de factores, o redes sociales basadas en modelos de grafos, cada una de ellas por separado o combinadas de forma indistinta.

El objetivo fundamental que se persigue hoy día, es el de conseguir una primera representación gráfica o mapa de un dominio que sea lo suficientemente general e informativo para que el usuario tome conciencia del área en la que trabaja, y luego hacer zoom o ir descendiendo niveles en cada una de las disciplinas resultantes, ya sea mediante el uso de técnicas multivariantes, o por medio de trazadores de redes.

En resumen, podemos decir que desde que surge la idea de la visualización o mapeo de la ciencia hasta nuestros días, existen fundamentalmente tres corrientes. La primera está compuesta por autores como Marshakova, Griffith, Garfield, White, McCain y Van Raan, entre otros, que utilizan la visualización como medio para el análisis de pequeños campos científicos. Por otro lado está Small, que con sus trabajos es el primero en plantearse la visualización de grandes dominios científicos, y cuyas ideas son seguidas y desarrolladas por el grupo SCImago. Finalmente, a medio camino entre las dos líneas se situaría Chaomei Chen, y su propuesta del *knowledge domain*, o visualización del conocimiento.

1.2. Objetivos

Los objetivos que nos marcamos cubrir con la presente tesis son esencialmente dos. Aunque la consecución de estos, nos lleva a un tercero más general, que engloba a ambos.

Por una parte, pretendemos proponer una metodología que sea útil para la visualización de grandes dominios científicos, tal y como los definieron Hjørland, B. y Albrechtsen, H. (1995). Es decir, como el reflejo de las interacciones entre los autores y su papel en la ciencia, por medio de sus citas. Por otra parte y a partir de las visualizaciones obtenidas mediante la metodología anterior, acometemos el desarrollo de un nuevo método que nos permita acceder, recuperar, y con ello analizar de una forma adecuada, la información del dominio que se representa.

A partir de este doble propósito, tratamos de alcanzar el *aboutness* u objetivo genérico y fundamental de la Documentación (White, H. D. y McCain, K. W., 1997): que sea la propia Documentación, *la interfaz entre los usuarios y la literatura*.

1.3. Fuentes Utilizadas

La bibliografía utilizada para la realización de esta tesis se puede dividir en tres grandes grupos.

El primer conjunto está constituido fundamentalmente por publicaciones periódicas pertenecientes al área de la Biblioteconomía y la Documentación. Entre las más utilizadas y por este orden, destacamos las siguientes: *Journal of the American Society for Information Science & Technology* (JASIST), *Scientometricss*, *Information Processing and Management* (IPM), y *Current Contents*.

El segundo grupo está formado por publicaciones relacionadas con la la visualización informática de la información. Se trata principalmente de publicaciones periódicas como: *IEEE Transaction on Systems Man and Cybernetics*; así como de actas de congresos del tipo: *IEEE Computer*, e *IEEE Internacional Conference on Information Visualization*.

El tercer grupo lo integran monografías y publicaciones periódicas relacionadas con las redes sociales y su análisis estructural. Entre las últimas, destaca con notoriedad: *Social Networks*.

1.4. Estructura de la Tesis

La estructura de esta tesis se divide en tres partes. La primera es la base teórica sobre la que se apoya nuestro trabajo. La segunda consiste en una aportación metodológica-empírica, sobre la que que basamos nuestra investigación. Y la tercera, es la parte donde se presentan y discuten los resultados, extrayendo a partir de ellos, una serie de conclusiones generales.

La parte teórica consta de tres capítulos: 2, 3 y 4. En el Capítulo 2: *Visualización*, analizamos la importancia de las imágenes en la vida del ser humano. Relacionamos la percepción visual con la visualización informática

y estudiamos sus principios. Finalmente abordamos la visualización de la información, definición, características y su relación con la Documentación. En el Capítulo 3: *Visualización y Análisis de Dominios*, mediante la visualización de redes sociales basadas en estudios bibliométricos, planteamos el análisis de dominios desde un punto de vista holístico y objetivo de la ciencia. En el Capítulo 4: *Aspectos Metodológicos Previos a la Scientografía*, revisamos los procesos, técnicas y métodos relacionados con la visualización de la información. Para ello, describimos las unidades de medida comúnmente más utilizadas, los métodos y técnicas más frecuentemente empleados para la reducción del espacio n-dimensional, así como los más habitualmente utilizados para la distribución y visualización de la información.

El desarrollo empírico de esta tesis, se extiende a lo largo de dos capítulos: cinco y seis. En ellos, afrontamos la problemática de como construir scientogramas de grandes dominios científicos a partir de información bibliográfica. Para ello, desarrollamos una metodología en diez etapas que abarca desde la recogida de la información bibliográfica, hasta el análisis y comparación de los propios dominios. Esta metodología consta de las siguientes líneas básicas:

1. Recopilación de información bibliográfica de bases de datos de citas (*ISI Web of Science*).
2. Análisis y tratamiento de los datos.
3. Construcción de la fuente secundaria a partir de la cual es posible transformar la información bibliográfica en información relacional.
4. Generación de matrices utilizando las categorías como unidad de análisis y su cocitación como unidad de medida.

5. Preservación de las relaciones semánticas más significativas de un dominio por medio de PFNETs, e identificación de sus principales agrupaciones intelectuales.
6. Máximo aprovechamiento del espacio disponible a la par que se generan visualizaciones atractivas mediante el uso de algoritmo específicamente diseñados para ello.
7. Descripción de las particularidades propias de las visualizaciones obtenidas, al tiempo que las dota de la capacidad de recuperar información bibliográfica, convirtiéndolas en interfaces gráficos.
8. Utilización de un *software* que genere la visualización gráfica de los dominios y evaluación de las representaciones obtenidas.
9. Presentación de los scientogramas de grandes dominios científicos y sus características.
10. Metodología para el análisis y comparación de scientogramas de grandes dominios científicos.

En el Capítulo 5: *Material Utilizado*, tratamos los tres primeras etapas. En ellas abordamos el origen, tipología, características, ventajas e inconvenientes de los datos utilizados, así como la justificación de su uso. En el Capítulo 6: *Metodología*, desarrollamos cada una de las siete etapas restantes, al tiempo que hacemos frente a una de las posibles críticas que podría recibir nuestra metodología.

La parte analítica se compone de tres capítulos: siete, ocho y nueve. En el Capítulo 7: *Resultados*, ofrecemos el producto que se obtiene como consecuencia de aplicar la metodología anterior sobre los datos seleccionados. En él, analizamos, comparamos y estudiamos la evolución de diferentes grandes dominios científicos. En el Capítulo 8: *Discusión*,

comentamos las ventajas y limitaciones de la metodología propuesta, a la vista de los resultados obtenidos en el capítulo anterior. En el Capítulo 9: *Conclusiones*, revisamos el trabajo realizado en esta tesis y su grado de adecuación a los objetivos iniciales. Finalizamos proponiendo nuevas líneas de investigación, las cuales han ido surgiendo de forma paralela al desarrollo de esta tesis.

PARTE TEÓRICA

2. Visualización

La necesidad de representar las cosas de una forma más inteligible para la mente humana no es algo nuevo. *Hacer visible, especialmente para nuestra mente (aquello que no es visible para nuestros ojos)... crear una imagen mental de algo (aquello que no se ve a simple vista, una abstracción, etc.)* (Owen, G. S., 1999), son dos definiciones del concepto visualización que ponen de manifiesto la necesidad intrínseca al ser humano, de representar la realidad de una forma más natural y fácil de comprender por él mismo.

Pero, ¿qué hace que una imagen realizada por un individuo pueda ser comprendida por otro, sin ningún tipo de explicación o proceso de aprendizaje anterior? ¿Por qué el ser humano en general prefiere una imagen antes que mil palabras, o que una tabla de datos numéricos? ¿Por qué un invidente de nacimiento al relatar sus sueños, describe imágenes si nunca ha visto alguna? Vivimos en un mundo gráfico, visual, en el que interactuamos con las personas y objetos que nos rodean, al tiempo que percibimos su imagen y características a través de la vista. Y es que el cerebro humano está acostumbrado a procesar imágenes, a ver la realidad de forma gráfica.

En el periodo de la historia comprendido desde los asentamientos de las primeras comunidades humanas hasta la sociedad actual, la visualización ha jugado un papel fundamental. Intimamente relacionada con el pensamiento y el lenguaje, la visualización ha sido crucial en la mayoría de nuestros comportamientos y determinante en la historia de la humanidad. La escritura, uno de los pilares del desarrollo humano, en realidad no es más que el intento de visualizar el lenguaje hablado. Si nos dedicamos a analizar históricamente los grandes hitos de nuestra cultura, observaremos que muchos de ellos están relacionados con la visualización: la imprenta, el dibujo en perspectiva, el telescopio, el microscopio, la fotografía, el cine, la televisión y recientemente, las generadas por ordenador.

Aunque relativamente joven, la visualización informática se ha expandido en múltiples direcciones. Es utilizada para hacer visible al ojo humano aquello que es muy pequeño y/o complejo de ver, como la estructura molecular; o demasiado grande para comprenderlo, como es la imagen de nuestro planeta. Para visualizar aquello que sólo existe en nuestra mente, la informática se ha valido de técnicas como la denominada realidad virtual. Incluso se recurre a la visualización informática para poner de manifiesto fenómenos que no son visibles por sí mismos, como es el caso de la visualización de la información, así como las relaciones entre los elementos que la componen (Araya, A. A., 2003).

2.1. Tecnología de la Visualización

Auspiciada por el desarrollo de la informática junto con el de otras disciplinas, la visualización generada por ordenador, o visualización informática, toma un gran auge a mediados de la década de los ochenta a raíz de un informe de la *National Science Foundation* (NSF). En el que se pretende hacer frente a varios problemas relacionados con el contexto de la comunidad científica. El principal problema, también conocido como el *dilema de la información sin interpretación*, hace referencia a la diversidad de fuentes de datos tales como: satélites, escáneres médicos, radares, etc., y a la complejidad de la información que estos suministran, haciendo muy difícil su procesamiento e interpretación. Otras dos cuestiones tratadas en el informe fueron: cómo favorecer la comunicación de resultados entre los científicos, y la forma de conseguir una mayor interacción entre los investigadores y el análisis informático de los datos. La solución a estos problemas vino dada por el desarrollo de una tecnología de la visualización:

Los investigadores necesitan una alternativa a los números. La necesidad técnica de hoy y el imperativo cognitivo del mañana, es el uso de la imagen. La habilidad que tengan los investigadores para visualizar cálculos informáticos

complejos, así como simulaciones, es esencial para asegurar la integridad del análisis, al mismo tiempo que para provocar la aparición de nuevo conocimiento que pueda ser transmitido a otros (McCormick, B. H., DeFanti, T. A., y Brown, M. D., 1987).

Sin embargo, para utilizar la tecnología de la visualización en beneficio de la comunidad científica y de la ciencia en general hay que dar respuesta antes a una serie de preguntas tales como: ¿cuáles son los principios subyacentes en la visualización informática o generada por ordenador?, ¿cuál es la base sobre la que se sustenta esta disciplina, que hace posible que la visualización pueda ser utilizada como elemento de análisis e interpretación de datos e información? A continuación, siguiendo el trabajo de (Araya, A. A., 2003), nos disponemos a desvelarlos.

2.2. Principios de la Visualización

La visualización , ha sido descrita como *el uso que se hace de los ordenadores, de la interacción y de la representación gráfica de datos, para "amplificar" el conocimiento* (Card, S. K., Mackinlay, J. D., y Shneiderman, B., 1999).

Una visualización puede ser una figura, como por ejemplo un mapa adecuadamente coloreado para asegurar su correspondencia con la idea que representa, o una imagen obtenida mediante la combinación de fotografías e imágenes generadas por ordenador, o un diagrama tridimensional representado en un espacio bidimensional que puede ser rotado y ampliado o reducido, o cualquier otro tipo de representación visual. Lo importante de una visualización o imagen, es que sea posible interactuar con ella, aunque sea por medio de dispositivos informáticos. Pues tal interacción nos permite manipular, tratar y gestionar, las visualizaciones de la misma forma que manipulamos, tratamos y gestionamos otros objetos de la realidad. Con el

valor añadido de que con las imágenes, además es posible interactuar de una forma más amplia y compleja de la que normalmente nos permiten los objetos o hechos de la realidad, gracias a la realidad virtual.

Esta interacción entre visualizaciones informáticas e individuos y consecuentemente, entre ordenadores y personas, es conocida como *Human Computer Interaction* (HCI) o *Interacción Persona Ordenador* (IPO), que ha sido muy bien estudiada por (Shneiderman, B., 1983; Shneiderman, B., 1996; Shneiderman, B., 1998) y, en nuestro área de conocimiento, por (Herrero Solana, V., 1999). Por lo que nos remitimos a sus trabajos para un estudio más profundo sobre esta materia.

La visualización favorece la adquisición de nuevo conocimiento. Las aptitudes y habilidades humanas que se utilizan para el análisis e interpretación de la información, están directamente relacionadas con la capacidad cognitiva de los individuos, y son consideradas como una más de las operaciones que realiza el cerebro para el procesamiento de información. La visualización puede favorecer la adquisición de nuevo conocimiento de varias formas:

La visualización puede aumentar la capacidad de procesamiento, recurriendo directamente a los recursos del sistema visual. O puede actuar indirectamente descargando de trabajo al proceso cognitivo, o reducir las tareas memorísticas haciendo que parte de estas sean externas y visuales... La visualización permite realizar inferencia de una forma fácil, que de otra forma no serían posibles(Card, S. K., Mackinlay, J. D., y Shneiderman, B., 1999).

La interacción con imágenes es muy importante para la comprensión de objetos y sistemas complejos. En el caso de las imágenes generadas por ordenador —gráficos, mapas o diagramas de tres dimensiones—, tienen que poder ser desplazadas y rotadas en cualquier dirección, o ampliadas y

reducidas, de tal forma que sea fácilmente comprensible, lo que en un principio no pueda parecer más que una maraña de líneas, rótulos y planos. Este tipo de tareas fueron introducidas por (Shneiderman, B., 1983), bajo el concepto general de *Direct Manipulation*.

Card, S. K., Mackinlay, J. D., y Shneiderman, B. (1999), describen el propósito de la visualización, como el *uso de la visión para pensar*. Donde *pensar* es entendido como un elemento central del conocimiento, y de donde se deriva el principio de *adquisición de conocimiento mediante imágenes* de (Araya, A. A., 2003), que hace referencia a la importancia que tiene la interacción de los individuos con las imágenes o visualizaciones, para la generación de nuevas ideas o conocimiento. Auspiciada por este principio surge la idea de que la visualización tiene la habilidad especial de activar, de una forma controlada, los refinados mecanismos de la percepción visual humana.

Cada vez parece más obvio que existe una estrecha relación entre imagen y cerebro, a partir de la cual se activan los mecanismos visuales de nuestro subconsciente, favoreciendo la adquisición de conocimiento, así como las aptitudes y habilidades para el análisis e interpretación de la información. Y hasta cierto punto, esto es lo que consiguen las técnicas de visualización hoy día.

Bajo el nombre de visualizaciones informáticas, que es una de las tecnologías más avanzadas para la generación y percepción de imágenes, podemos encontrar dos principios que subyacen bajo cualquier visualización.

El primero es el *principio de fusión*. Es decir, la idea de que las capacidades cognitivas pueden verse favorecidas y aumentadas por la integración, e incluso fusión entre el cerebro humano y el de silicio de los ordenadores, gracias a la utilización de visualizaciones interactivas.

El segundo es el *principio de la transformación del conocimiento*, que se basa en la idea de que mediante el uso de visualizaciones interactivas, se pueden activar los procesos visuales situados en nuestro subconsciente, de tal forma que se generen de forma automática nuevas ideas, que a su vez, produzcan nuevo conocimiento.

El sistema visual está especialmente adaptado para realizar cierto tipo de tareas y por tanto, las visualizaciones informáticas deben estar orientadas hacia ese tipo de tareas. Esto conduce a lo que *Friedhoff* y *Benzon* llaman *objetivización*, que consiste en que cualquier fenómeno, independientemente de que sea visual o no, debe ser representado como algo que tenga forma, color, textura, movimiento, así como otras cualidades propias de los objetos (Friedhoff, R. M. y Benzon, W., 1989). A esta idea se le conoce con el nombre de *principio de objetivización*, y su fin es el de hacer visible aquello que no lo es. Muy relacionado con este principio, está también el *principio del naturalismo*. Su propósito es sustituir las mal dimensionadas, distribuidas y coloreadas imágenes utilizadas hasta ahora, y sustituirlas por imágenes mucho más reales y parecidas a lo que hoy consideramos como fotografías. El principio del naturalismo se puede considerar complementario al de objetivización, en el sentido de que una vez que algo ha sido objetivado, tiende a alcanzar un alto grado de realismo.

Hemos identificado cinco principios de la visualización: el principio de adquisición de conocimiento por medio de imágenes, el de fusión, el de transformación del conocimiento, el de objetivización y el del naturalismo, los cuales son típicos del área de la visualización informática. Todos ellos pueden ser integrados de la siguiente forma: mientras que el principio fundamental de la adquisición de conocimiento mediante imágenes es aumentar, extender o mejorar las aptitudes y habilidades humanas que se utilizan para el análisis e interpretación de la información, el principio de fusión, promueve la interacción hombre-máquina mediante el binomio individuo-imagen, especificando así la forma de adquirir el conocimiento.

Los principios de objetivización y naturalismo detallan exactamente las formas en que la fusión hombre-máquina y su binomio correspondiente —individuo-imagen—, tiene que ser realizada. Por último, el principio de transformación del conocimiento sugiere la posibilidad de que el conocimiento no sólo puede ser aumentado, extendido y mejorado a partir del análisis e interpretación de la información, sino que puede ser transformado, por cualquiera de los otros cuatro principios.

Una vez detectados y explicados los principios que rigen las visualizaciones informáticas, surgen dos nuevas preguntas interrelacionadas. En primer lugar, ¿podrá esta nueva tecnología informática implementarse como una herramienta común en otras disciplinas? Y en segundo lugar, si se produce el traslado de los centros de investigación a la vida cotidiana, ¿podrá esta tecnología dar el salto, como ya han hecho los ordenadores? De nuevo, *Card*, *Mackinlay* y *Shneiderman* nos ofrecen la respuesta, aunque esta vez se trata más de un deseo:

La tecnología de la visualización consiste en un conjunto de técnicas que con el tiempo, formarán parte de las principales aplicaciones informáticas... En algunos casos, los nuevos desarrollos tecnológicos cruzan las barreras de la eficacia y los costes, haciendo que nuevas técnicas puedan ser ampliamente utilizadas, lo cual tiene grandes efectos sobre las actividades en que se aplica. Creemos que esto es lo que ocurrirá con la tecnología de la visualización y las técnicas de la visualización de la información. La visualización es un nuevo paso hacia adelante en el viejo juego de utilizar los recursos que nos rodean, para incrementar nuestra forma de adquirir conocimiento (Card, S. K., Mackinlay, J. D., y Shneiderman, B., 1999).

Como consecuencia del desarrollo tecnológico e informático, la cantidad de datos y por tanto de información, está creciendo a pasos agigantados. Esto provoca que el dilema al que antes hacíamos referencia,

cada vez sea mayor. La visualización de la información puede ayudar a resolver este problema.

Pero hay que tener en cuenta que existen distintas fuentes de datos, que podemos englobar en dos grandes grupos: por un lado entidades físicas que no podemos ver porque, o bien son muy pequeñas, o bien son muy grandes, por el otro tenemos entidades no físicas cuyas relaciones no adquieren una forma visual. La visualización de la información consistiría en hacer apreciable al ojo humano estas últimas.

2.3. Visualización de la Información

La representación gráfica de la información para su posterior visualización, es una actividad común en la mayoría de las disciplinas científicas en los últimos tiempos (Klovdhal, A. S., 1981), (Crosby, A. W., 1997). Pero el uso de las representaciones gráficas, en combinación con la tecnología informática, para conseguir una adecuada visualización de la información, es una tarea relativamente nueva, que se ha convertido en uno de los principales objetos de estudio de los últimos años.

La visualización de la información no es el resultado implícito del acto de ver, no es un producto espontáneo del individuo que recibe la información ya visualizada. La visualización de la información es una tarea del comunicador visual, que transforma datos abstractos y fenómenos complejos de la realidad en mensajes visibles, haciendo posible que los individuos vean con sus propios ojos, datos y fenómenos que son directamente inaprensibles, y que por tanto comprendan la información que yace oculta (Costa, J., 1998). El dominio de los lenguajes gráficos para visualizar estos *efectos invisibles*, esta información inaprensible, configuran una nueva ciencia de la comunicación visual, la esquemática, a la que *Costa* ha definido como el *tercer lenguaje*, después de la imagen y el signo, y que ha sido muy bien estudiada por *Herrero-Solana* en el campo de la

Documentación, aplicándola al desarrollo de interfaces basados en representaciones bidimensionales(Herrero Solana, V., 1999).

Por otro lado, la visualización de la información consiste en un acto de transferencia de conocimiento. La visualización se justifica en el hecho de que el mundo es multifacético, multidimensional, multifenomenico y se presenta como un continuum. Por tanto, para visualizar la información, hay que conseguir la intersección de la imagen, la palabra, el número y el arte. Los instrumentos necesarios para conseguir este objetivo, son aquellos relacionados con la escritura y la tipografía, la gestión de grandes cantidades de datos y el análisis estadístico, los gráficos, su distribución y el color. Y los estándares de calidad imprescindibles se derivan de los principios visuales que nos dicen qué poner en el sitio adecuado(Tufte, E. R., 1994). La dificultad surge en el momento de transferir la complejidad del mundo, su dinamismo y multidimensionalidad, a un formato comprimido, reducido, estático y plano o sin relieve, como es el papel o la pantalla de un ordenador. Para contrarrestar estas limitaciones, *Tufte* propone seis ideas:

1. Evitar en todo momento las representaciones planas y recurrir a los gráficos tridimensionales o al menos bidimensionales con perspectiva (2.5D).
2. Realizar micro y macro representaciones de una misma realidad; evitar los agrupamientos desordenados de elementos, descubriendo los detalles y elementos complejos por medio de la distribución adecuada de la información y su visualización estratificada.
3. Conseguir distintas imágenes de una misma realidad desde diferentes perspectivas.
4. Asociar colores a la información.

5. Conseguir gráficos en cuatro dimensiones, los cuales consisten en la combinación de gráficos tridimensionales con información temporal relativa a los mismos.

Fusionando las ideas de *Costa* y *Tufte*, podemos decir que la visualización, es el proceso de comunicación que se produce entre una representación reducida de la realidad y quien la observa, a partir de la cual es posible percibir por medio de la vista, hechos y fenómenos de la realidad multidimensional y cambiante del mundo, que de otra forma pasarían totalmente desapercibidos. Siguiendo con la fusión de ideas, diremos que la visualización de la información consiste en la intersección de la imagen, la palabra, el número y el arte, a través de la escritura y la tipografía, la gestión de grandes cantidades de datos y el análisis estadístico, los gráficos, su distribución y el color, todo ello con el fin de conseguir una representación gráfica y reducida de la realidad multidimensional y cambiante, que comunique a aquel que la observa, hechos y fenómenos de una determinada porción de la realidad, los cuales sin su mediación, serían inapreciables y pasarían totalmente desapercibidos.

La visualización de la información no es una práctica nueva en el campo de la Documentación. Incluso se podría considerar a la Documentación como una de las pioneras en estas lides. Sugerida hace más sesenta años por (Bush, V., 1945) y puesta en práctica hace ahora poco más de cuarenta por (Garfield, E., Sher, I. H., y Torpie, R. J., 1964), la visualización de la información ha sido utilizada para poner al descubierto y divulgar la esencia y estructura de la ciencia. Pese a sus años de existencia, aún hoy día se encuentra en fase de evolución y desarrollo. Prueba de ello es su aplicación en nuevos campos o actividades, como por ejemplo el análisis de dominios.

3. Visualización de la Información y Análisis de Dominios

El análisis de dominios es uno de los nuevos frentes de investigación que han surgido como consecuencia de la proliferación de las técnicas de visualización de la información, ayudando a revelar la esencia del conocimiento científico(Chen, C., Paul, R. J., y O'keefe, B., 2001). Por ejemplo, se ha utilizado para mostrar visualizaciones animadas sobre la extinción de la literatura de masas y demostrar el potencial de la visualización basada en la citación(Chen, C. [et al.] , 2002); para explorar y acceder al contenido de las bibliotecas digitales(Chen, C., 1999); así como para estudiar la evolución de los patrones de citación en patentes(Chen, C. y Hicks, D., 2004), entre otros.

Existe una profunda conexión entre la visualización de dominios y lo que *Hjørland, B. y Albrechtsen, H.* (1995) denominan como análisis de dominios. La visualización de dominios puede aportar técnicas de apoyo para el análisis de dominios, especialmente en las áreas de conocimiento multidisciplinares, y en aquellas que cambian y avanzan rápidamente(Börner, K., Chen, C., y Boyack, K. W., 2003).

Aunque la relación entre visualización y análisis de dominios o visualización del conocimiento, como también se la conoce, ha sido sugerida por autores como *Garfield, Small, White, y Chen*, entre otros, ninguno de ellos ha explicado el porqué de esta relación tan necesaria. ¿Qué herramientas, o técnicas de apoyo puede aportar la visualización de dominios al análisis de dominios, o viceversa? Creemos que ha llegado el momento de realizar este estudio, al menos desde la perspectiva que se aborda en esta tesis. Es decir, desde el análisis de dominios basado en su visualización, a través de su representación mediante redes sociales.

3.1. Análisis de Dominios

En 1995 *Hjørland y Albrechtsen* formularon una nueva aproximación o perspectiva, a partir de la cual poder estudiar el campo de la Documentación —*information science*—: el análisis de dominios. Según este nuevo punto de vista, el análisis de dominios se basa en el paradigma dominio-analítico que establece que la mejor forma de comprender la información, consiste en estudiar los dominios de conocimiento como parte del discurso de las comunidades de las que proceden, las cuales no son sino el reflejo de la división social y laboral de la sociedad. Esto es debido a que la organización del conocimiento, estructura, patrones de cooperación, lenguaje y formas de comunicación, y criterios de relevancia, no son más que el reflejo del trabajo de estas comunidades y del papel que juegan en la sociedad. Además, la psicología individual de cada persona, su conocimiento, las necesidades informativas, así como los criterios subjetivos de relevancia de cada persona, son tenidos en cuenta. El paradigma dominio-analítico es en primer lugar un paradigma social, pues fomenta una perspectiva psicológica, sociolingüística y sociológica de la ciencia. En segundo lugar es una aproximación funcionalista, pues intenta comprender los aspectos implícitos y explícitos de la ciencia, al tiempo que resalta o hace visibles los mecanismos subyacentes de comunicación. Y en tercer y último lugar, es una aproximación filosófico-realista, pues intenta establecer la base científica de un dominio, a través de factores externos a la percepción individualista y subjetiva de los usuarios, en contraposición por ejemplo, a los paradigmas cognitivo y conductivista (Hjørland, B. y Albrechtsen, H., 1995).

Esta perspectiva no tiene porqué quedar reducida ni ser exclusiva del área de la Documentación, sino que como objeto de estudio, puede ser aplicada a cualquier dominio, independientemente de su naturaleza o tamaño. En nuestra opinión, lo importante, no es desarrollar una nueva teoría o paradigma que permita realizar el análisis de dominios para cada una de las diferentes disciplinas existentes, sino establecer una base conceptual a partir de la cual esto sea posible en cualquiera de ellas. Ya sea

por separado, en combinación, o en su conjunto. Esto se consigue mediante una visión holística y objetiva de dichos dominios.

Tanto en la Filosofía como en la teoría de la ciencia, existe un movimiento procedente de las teorías fundamentalistas y empíricas, que defiende que la ciencia se basa en postulados de verdad absoluta obtenidos por medio de los sentidos —empirismo y positivismo— y del razonamiento —racionalismo—. Esta visión positivista y racionalista de la ciencia, considera al lenguaje como algo nominalista, cuya única utilidad es la de etiquetar el conocimiento percibido mediante los sentidos o adquirido por la razón. Considera, por tanto, que el lenguaje no interviene en el proceso de la percepción de la realidad, simplemente es el vehículo por el que se comunica el conocimiento ya existente entre los individuos. Este enfoque, enfatiza la percepción individual del conocimiento libre de las tradiciones culturales. Se trata de una filosofía desfasada por su visión objetiva de las cosas. Por ello, esta perspectiva tradicional de la epistemología y de la Filosofía de la ciencia, está siendo reemplazada por una corriente más holística, que reconoce la importancia del lenguaje en la percepción de la realidad y que consecuentemente está introduciendo una dimensión histórica, cultural, social y objetiva en la teoría del conocimiento y de la ciencia. La realidad no puede ser captada ni comprendida inocentemente, por un individuo aislado y sin preparación. Es el propio conocimiento del individuo construido a partir de la historia y la cultura, incluido aquel que se haya podido desarrollar sobre un determinado dominio de conocimiento, el que ofrece la posibilidad de percibir la realidad. En definitiva, el individualismo metodológico que considera al conocimiento como un estado mental del individuo, está siendo reemplazado por un colectivismo metodológico u holístico, que entiende el conocimiento como un proceso social o cultural, o como un producto cultural(Hjørland, B. y Albrechtsen, H., 1995).

Desde este punto de vista, podríamos decir que la mejor forma de estudiar una disciplina o dominio de conocimiento, se consigue mediante el análisis de dominios, que consiste en el análisis del discurso de la comunidad en que se forma dicha disciplina, así como su relación con la sociedad en la que se gesta. De esta manera, se acentúa la naturaleza social, ecológica e informativa del dominio de conocimiento objeto de estudio.

Ahora bien, ¿qué herramientas, métodos, técnicas, etc., son necesarios para poder llevar a cabo el análisis de un dominio? Es de nuevo *Hjørland*, quien da respuesta a esta pregunta, proponiendo once métodos para el análisis de dominios en Documentación (Hjørland, B., 2002). No obstante, consideramos que esos métodos no tienen por qué ser exclusivos de la Documentación y que pueden ser utilizados para el análisis de todo tipo de dominios, aportando una visión holística y objetiva de los mismos.

De los once métodos que *Hjørland* propone para el análisis de dominios, consideramos que uno de ellos, en concreto los estudios bibliométricos, se constituyen como la mejor aproximación con la que comenzar el análisis de un dominio, y que los otros diez pueden ser utilizados como apoyo de éste, complementando de esta forma su visión holística.

Hasta no hace mucho tiempo, los sociólogos pensaban que las citas bibliográficas eran como una especie de sistema de control de la propiedad intelectual, recogido en las publicaciones científicas. No se habían percatado de la importancia que tenían, además, para reflejar las conexiones cognitivas y sociales entre los investigadores (Merton, R. K., 2000). Pero en el campo de la Documentación, pronto hubo autores que empezaron a valorar este hecho. Las redes de citas de documentos científicos podían ser perfectamente utilizadas para detectar los nuevos frentes de investigación científica (Price, D. d. S., 1965), al mismo tiempo que para obtener información etnográfica referente a la presencia y naturaleza de las

relaciones sociales, como por ejemplo, descubrir mediante las citas a un colega muy cercano que no se conocía(White, H. D., 2001). El uso de esta técnica no tiene porqué ser exclusiva de bibliómetras o sociólogos. A los fines del presente trabajo, consideraremos a la bibliometría como una noción general en la que confluyen diferentes subdisciplinas tales como: Cienciometría, Informetría, y Bibliometría en un sentido estricto (CIB). Para nosotros será un sinónimo de estudios métricos de la ciencia. La bibliometría es una disciplina con una larga tradición, que ha venido adoptando diferentes técnicas con el paso del tiempo. Si en un principio se trabajaba con distribuciones matemáticas, creación de *rankings*, incluso con análisis bivariante, en los últimos tiempos, ha introducido una amplia gama de técnicas de análisis multivariante. Entre estas técnicas encontramos: estadísticas, conexionistas, y redes sociales, las cuales trataremos más en detalle en el apartado 4.4.

El análisis de citas, también debería ser utilizada por profesionales de la Documentación que quieran saber cómo se relaciona un determinado autor con el resto de la comunidad científica en una determinada área de trabajo o dominio, que deseen conocer y estudiar la estructura de un dominio científico, que pretendan conocer sus avances, etc. Además, sería muy deseable para la Documentación en general, el poder combinar el análisis de citas con el análisis de las redes sociales, con el fin de explorar cómo la estructura social, penetra o se ve reflejada en la estructura intelectual de los individuos. Pero es que hasta ahora, los bibliómetras no tenían o no conocían las herramientas para realizar el análisis de redes, y los sociólogos no conocían o no utilizaban las citas para recopilar información, ni las técnicas de visualización(White, H. D., 2000).

Es el propio *Hjørland* quien manifiesta, que la bibliometría puede ser considerada como herramienta y método para el análisis de dominios de muy diferentes formas. Por ejemplo, como herramienta puede ser utilizada para la generación de mapas bibliométricos por medio del análisis de cocitación. Este es el caso de los mapas para la visualización de una

disciplina(White, H. D. y McCain, K. W., 1998), cuyas representaciones sacan a la luz factores externos a la percepción subjetiva del usuario, por medio de la ruptura de los esquemas mentales apriorísticos y como consecuencia, la representación de una realidad que no se percibe de antemano. Además, la bibliometría puede ser utilizada como método para el análisis de dominios, pues muestra las relaciones reales entre los documentos individuales y revela el reconocimiento explícito que unos autores hacen a otros, al mismo tiempo que refleja las relaciones entre los distintos campos científicos(Garfield, E., 1976).

La bibliometría puede mostrar y describir tendencias en distintas áreas de conocimiento, pero por sí misma es incapaz de realizar interpretaciones sobre la utilidad, ajustes, ventajas e inconvenientes de esas tendencias. Para ello tiene que recurrir a otras disciplinas más amplias, como son la Sociología y la Filosofía, que permitan una interpretación sociocultural de los datos y visualizaciones bibliométricas(Hjørland, B. y Albrechtsen, H., 1995). Haciendo así necesario el enfoque holístico del análisis de dominios(Garfield, E., 1992). En este trabajo no trataremos la percepción que los individuos tienen de las representaciones visuales. Para esta cuestión, se recomienda el estudio de *Polanco, X., Francois, C., y Keim J. P. (1998)*.

Desde el punto de vista bibliométrico, la visión holística en el análisis de dominios, viene dada por los autores de la comunidad científica. Son los propios autores de cada dominio, los que constituyen y construyen parte del discurso de dicho dominio. Son responsables de su pasado, de sus intereses, de las relaciones e interacciones entre dominios. Y todo ello por medio de su lenguaje, es decir a través de las referencias o citas de sus trabajos. Por todo ello, el discurso de la comunidad en que se gesta el dominio, es aportado por el intercambio de pareceres que se produce entre los propios autores que constituyen esa comunidad. La cual es el reflejo de la división social y laboral de la sociedad. La visión objetiva en el análisis de dominios, viene dada por el lenguaje de los autores al que antes hacíamos

referencia, es decir por la citación, y en concreto por una variante suya que es la utilizada para la generación de mapas bibliométricos o visualizaciones de dominios: la cocitación. Aunque no negamos que las citas de los autores puedan tener en un principio un cierto grado de subjetividad e intencionalidad, ambas limitaciones, desaparecen en el momento que se utilizan las cocitas. Esto se debe a que la agrupación de los distintos puntos de vista de los autores, conseguida por medio de las cocitas, hace que en el conjunto no prevalezca la opinión de un autor, sino el consenso de todos ellos. Además, la cocitación suministra una información de valor incalculable sobre el modo en que los autores, como expertos de un dominio, perciben la interconectividad del propio dominio por medio de los trabajos publicados. De esta forma, un subcampo o frente de investigación puede ser rápidamente identificado por autores o investigadores relacionados con el dominio.

Esta visión general y objetiva que aporta el enfoque bibliométrico, con respecto al análisis de dominios, ha sido abordada por otros autores dedicados al análisis y visualización de dominios, aunque hasta ahora no se había postulado de una forma tan patente. Su finalidad ha estado más orientada a la justificación de los mapas o visualizaciones obtenidas, que al propio análisis de dominios. Por ejemplo, *Small* considera que la cocitación es una relación establecida por los autores citantes y que cuando se mide su fuerza, lo que hacemos es calcular el grado de relación o asociación entre documentos, tal y como lo perciben la comunidad de autores citantes. Además, debido a su dependencia de las citas de los autores, los patrones de relación pueden cambiar con el tiempo en la medida en que las coocurrencias de citas también lo hacen, haciendo así evolucionar un determinado campo o área de conocimiento. Esto puede conducir a una forma más objetiva de analizar la estructura de las especialidades científicas. Los cambios producidos en los patrones de cocitación, vistos a través del tiempo, pueden suministrar indicios para comprender los mecanismos de desarrollo de una determinada especialidad (Small, H., 1973). Para *Franklin y Johnston*, el modelo bibliométrico de cocitación, al

tiempo que agrupa trabajos de autores, documentos o revistas según sus afinidades temáticas, permite medir la interacción entre los distintos frentes de investigación hasta convertir el conjunto en una jerarquía de especialidades científicas que se relacionan entre sí (Franklin, J. J. y Johnston, R., 1988). Esta jerarquía no sería una clasificación a priori del conocimiento, como las que ya conocemos, sino que sería una clasificación auto-organizada basada en el trabajo de toda la comunidad científica. *Ding, Chowdhury* y *Foo* sostienen que desde el punto de vista de la Sociología de la ciencia y de la Filosofía de la ciencia, la cocitación contribuye a poner de manifiesto el avance acumulativo de la ciencia, repitiendo anteriores y creando nuevas conexiones en la misma (Ding, Y., Chowdhury, G. G., y Foo, S., 1999). Para *White*, las cocitas agrupan automáticamente materias, metodologías y afinidades sociales tal y como son percibidas por los citantes. El sentido de una mayor o menor afinidad entre pares de citas, se pone de manifiesto por medio de la cuenta de las cocitas —agregación conjunta de la que ningún autor citante es directamente responsable— (White, H. D., 2003).

Finalmente, para una adecuada aproximación del enfoque bibliométrico desde la perspectiva del análisis de dominios, deberán de tener en cuenta, además, cuatro factores:

1. El primero es la selección y tipo de documentos que constituyen la base empírica para la construcción de los mapas bibliométricos. El posible sesgo que puedan introducir los datos como consecuencia de su falta de cobertura, tipología documental, clasificaciones establecidas de antemano, etc., hay que tenerlo en cuenta en el momento de analizar un dominio e interpretar su información.
2. El segundo factor a tener en cuenta, es que cada mapa bibliométrico está determinado por los patrones de citación de cada disciplina.

3. El tercero aborda los métodos empleados por los investigadores a la hora de analizar los datos.
4. El cuarto y último a considerar es el carácter dinámico de las bases epistemológicas de la ciencia(Hjørland, B., 2002).

Pero existe además un quinto factor que no se menciona y sobre el que hay que reflexionar. Se trata del bagaje necesario por parte de quien realiza la interpretación. Este conocimiento debe versar sobre el propio dominio, así como sobre la historia de la ciencia, la Sociología de la ciencia, etc., pues es la base para una interpretación adecuada de la evolución y cambios paradigmáticos del dominio, si los hubiera. Este quinto factor puede ser considerado como un refuerzo de la perspectiva bibliométrica, y es el encargado de cerrar el círculo de la visión holística de la misma, pues conecta el conocimiento aportado por el discurso de las comunidades que componen el dominio, con el del propio individuo que, independientemente de que forme parte de la comunidad o no, intenta analizarlo.

Como hemos dicho anteriormente, una de las técnicas más utilizadas en la actualidad en el análisis de dominios, son las denominadas redes sociales. Pues permiten una visión holística y objetiva de un dominio, favoreciendo así su interpretación. Por ello, a continuación las tratamos con más detalle.

3.2. Redes Sociales

Pese a sus largos años de existencia y de su uso internacionalmente aceptado, en el ámbito de la Documentación, las redes sociales y su análisis son una aproximación prácticamente desconocida tanto en el ámbito teórico como metodológico. No obstante esta tendencia está cambiando. Las redes sociales y su análisis pueden significar un salto cuantitativo y cualitativo en la representación y análisis de la estructura de todo tipo de dominios científicos, ya sean geográficos, temáticos o institucionales.

Como dicen *Lieberman y Wolf*, la comunidad científica estructura sus relaciones conforme a modelos de redes sociales, donde los nodos o actores representan individuos, disciplinas científicas, etc., y los enlaces, al conocimiento que intercambian dichos actores (Lieberman, S. y Wolf, K. B., 1997). Para una revisión profunda y detallada de lo que supone el análisis de redes sociales y la teoría de grafos, nos remitimos al trabajo de *Wasserman, S. y Faust, K.* (1998).

3.2.1. Nociones Básicas

A lo largo del tiempo, las redes sociales han desarrollado una terminología propia que ha ido creciendo de forma paralela a la gran variedad de estudios realizados desde distintas disciplinas y perspectivas. Como consecuencia, fuera de algunas nociones en torno a las que hay establecido un consenso básico, es fácil apreciar la proliferación de conceptos e ideas diferentes bajo términos aparentemente bien establecidos. Esto da lugar a una gran confusión en torno a conceptos clave para el análisis de las redes sociales (Herrero, R., 1999). Por ello, a continuación se recogen los conceptos básicos necesarios para la comprensión teórica y metodológica de los siguientes apartados que le preceden.

Actor. En las redes sociales, hay dos elementos fundamentales para su comprensión y uno de ellos es el actor. Este nombre se le da a cada una de las entidades u objetos de estudio que componen la red. En la red social o grafo, también recibe el nombre de nodo, vértice o punto. El actor no tiene por qué representar a una unidad concreta o individuo, puede ser también una empresa, institución, colectivo social, etc.

Enlace. Es el otro elemento fundamental para la comprensión del análisis gráfico de las redes y es el encargado de unir o conectar a unos actores con otros. También recibe el nombre de conexión o línea, y puede ser direccional o no direccional. Un enlace será de un tipo u otro en función

de que indique la dirección del mismo —de un actor a otro— por medio de una flecha, o sin ella. En el primer caso, el enlace recibe el nombre de flecha, arco —*arc*— o enlace direccional, en el segundo caso también se le llama no direccional o recíproco. A su vez, los enlaces pueden ser ponderados o no, dependiendo de si indican de forma numérica el grado de la conexión.



Ilustración 1. Actores y enlace no direccional

Hay un tipo especial de enlace que es el auto enlace o *loop*, que se produce cuando un actor hace referencia o conecta consigo mismo.



Ilustración 2. Loop o autoenlace

Grupo. Conjunto finito de actores y enlaces que por motivos teóricos, conceptuales o empíricos, son tratados como un conjunto finito de individuos.

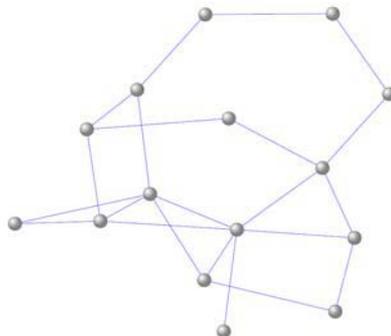


Ilustración 3. Grupo de actores de una red

Subgrupo. Subconjunto o agrupación finita de actores y enlaces que forman parte de una unidad mayor o red.

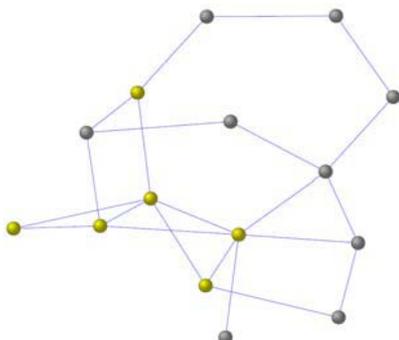


Ilustración 4. Subgrupo *nodos amarillos* en una red

Relación. Conjunto de enlaces que existen entre actores de un grupo o conjunto de actores concreto.

Actores adyacentes. Actores que se encuentran relacionados o conectados directamente por un enlace.

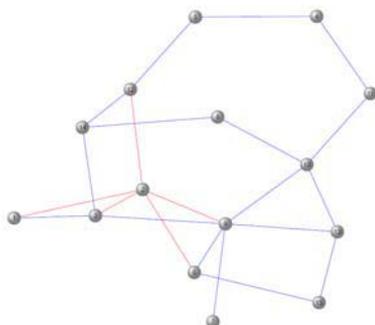


Ilustración 5. Relaciones y adyacencias del actor dos

Conexiones directas. Son aquellas que se producen entre actores adyacentes, es decir, sin ningún nodo intermediario. También reciben el nombre de enlaces directos. Es por ejemplo la relación de adyacencia —de color rojo— que existen entre el actor dos y sus vecinos, en la ilustración 5.

Vecindario. Conjunto de actores con los que un actor o nodo concreto es adyacente.

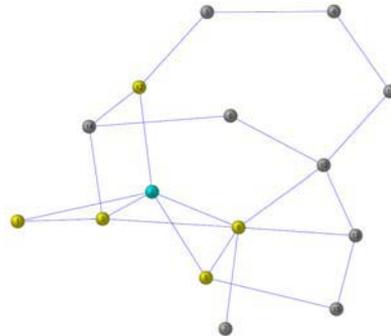


Ilustración 6. Vecindario del actor dos

Conexiones indirectas. Son las que se realizan entre nodos no adyacentes, es decir, a través de actores intermediarios. También se les denomina enlaces indirectos.

Path o camino. Se trata de la secuencia de enlaces y actores que conectan dos actores no adyacentes, sin que se repita ninguno de ellos. La longitud del *path* está determinada por el número de enlaces. Pone de manifiesto la existencia de una conexión indirecta.

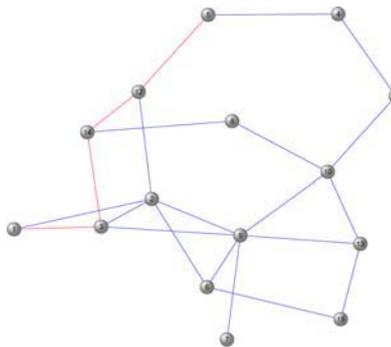


Ilustración 7. Uno de los posibles *paths* entre los actores uno y cinco

Distancia geodésica. Es el *path* más corto entre dos nodos o actores de una red. También se le llama longitud geodésica, o simplemente distancia.

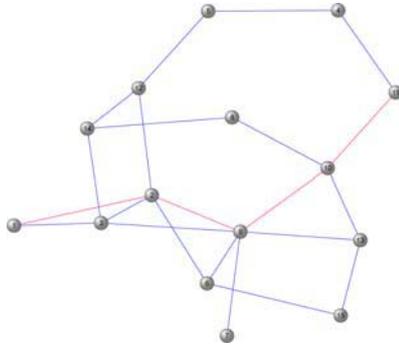


Ilustración 8. Una de las posibles distancias entre los actores uno y once

Diámetro. Es el *path* más largo entre dos nodos o actores.

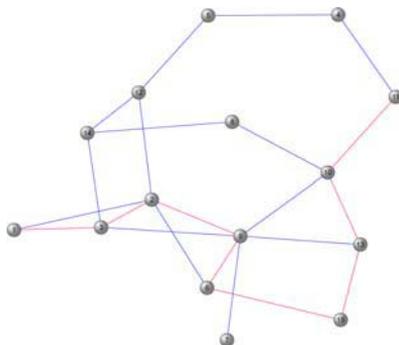


Ilustración 9. Diámetro entre los actores uno y once.

Actores aislados. Actores que no tienen enlace o relación con ningún otro actor de la red. También reciben el nombre de actores desconectados.

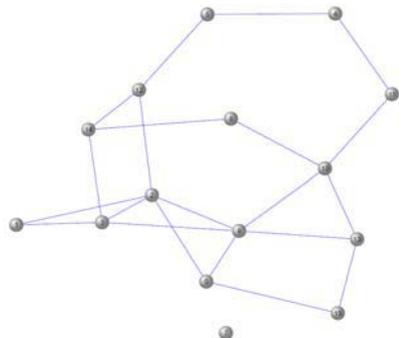


Ilustración 10. Red con un actor aislado

Conectividad de un Gráfico. Se dice que un gráfico está conectado si existe un *path* entre cada par de nodos. Cuando el gráfico no está conectado, se dice que está desconectado.

Componentes. Reciben este nombre cada uno de los subgráficos o subgrupos que componen una red.

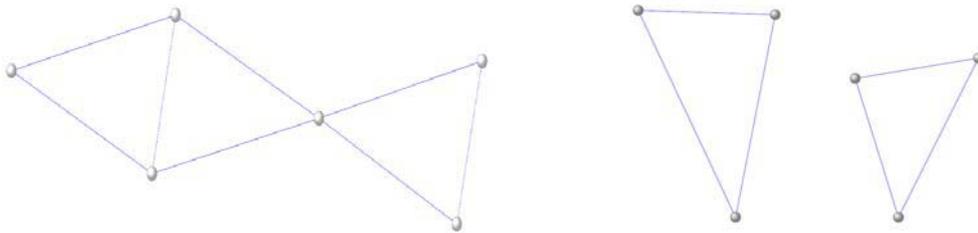


Ilustración 11. Gráfico conectado y gráfico desconectado con dos componentes

Punto de corte. Un nodo o actor se considera punto de corte si al eliminar dicho nodo, y por tanto los enlaces que inciden en él, el gráfico queda desconectado o aumenta su número de componentes. Otras denominaciones utilizadas para los puntos de corte son: intermediario y *broker*.

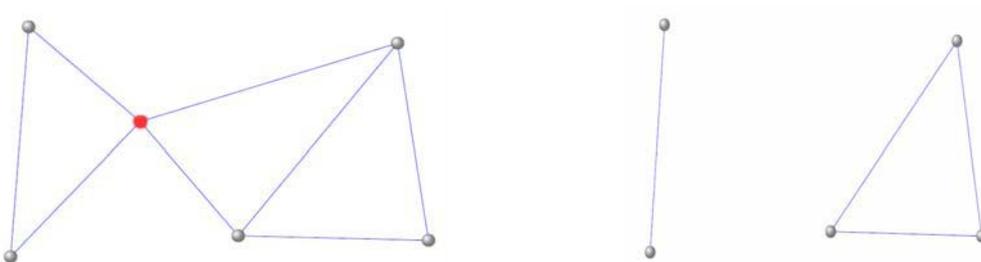


Ilustración 12. Nodo o actor intermediario de una red

Puente. Es un elemento crítico en la conectividad de un gráfico. Si al eliminar un enlace concreto entre dos actores, el gráfico queda desconectado, o aumenta su número de componentes, ese enlace representa un puente en la red.

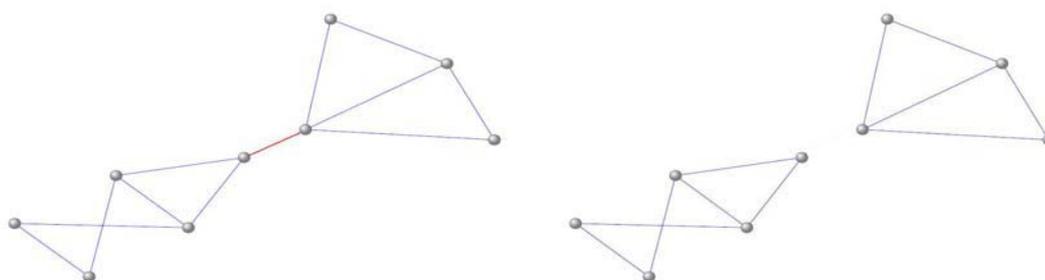


Ilustración 13. Enlace que actúa como puente entre dos componentes

Medidas de Centralidad. Medidas destinadas a la detección e identificación de los actores centrales o más importantes de una red. Este tipo de medidas se basan en la teoría de grafos. La idea de centralidad no hace referencia a la posición de un actor, sino a su grado de integración o cohesión en la red. Siguiendo a *Freeman, L. C. (1979)*, las medidas de centralidad son tres: grado, cercanía o *closeness*, y nivel de intermediación o *betweenness*. Dentro de ellas podemos distinguir:

- a) Centralidad de Grado.** También conocida simplemente como grado, es la unidad más simple de centralidad. Se define como el número de enlaces directos que tiene un actor. Un actor con un grado de centralidad elevado tendrá un amplio vecindario, ocupará posiciones centrales, se hará más visible y se convertirá en un elemento importante para la interconexión de la red.
- b) Centralidad de Cercanía o Closeness.** Este tipo de medida se basa en la cercanía o distancia y mide cuánto está de cerca un actor del resto de actores de la red. Cuanto más central sea un actor, mayor será su capacidad de interacción con el resto de actores.

c) Centralidad de Intermediación o *Betweenness*. La interacción entre dos actores no adyacentes puede depender de otros actores de la red, en concreto, de aquellos situados en el *path* de dichos nodos no adyacentes. Este tipo de actores o intermediarios de *paths* entre actores, son los encargados de controlar las interacciones en la red. La centralidad por intermediación o *betweenness* mide el grado en que un actor concreto —intermediario— forma parte del *path* más corto o distancia geodésica entre otros actores.

3.2.2. Concepto de Red Social

Muchos de los términos habituales empleados en la teoría y análisis de redes sociales provienen de la antropología. Precisamente, es a un antropólogo: *Barnes, J. A.* (1954) a quien se le atribuye el honor de haber sido el creador del concepto de red social (*social network*). Para *Barnes*, una red social consiste en un conjunto de lazos que vinculan a los miembros del sistema social a través y más allá, de las categorías sociales y los grupos cerrados.

Según *Wasserman y Faust*, una red social consiste en un conjunto finito de elementos —actores— y de relaciones definidas entre ellos, donde la presencia de estas últimas es una característica crítica y definitoria de la red, pues lo importante en las redes sociales no es el individuo, sino la estructura, la cual se define como el conjunto de individuos y sus conexiones (Wasserman, S. y Faust, K., 1998).

Molina, Muñoz y Losego, afirman que las redes sociales se centran en la identificación y análisis de estructuras a partir del estudio de las relaciones existentes entre determinados elementos, independientemente de sus atributos o características. Se asume que esas estructuras ejercen

algún tipo de influencia en el comportamiento de los elementos que componen el sistema (Molina, J. L., Muñoz, J., y Losego, P., 2000).

No existe un acuerdo por parte de los autores dedicados al estudio de las redes sociales sobre su definición, sin embargo, sí que existe un amplio consenso acerca de los principios más destacados de las redes sociales que *Wasserman, S. y Faust, K. (1998)* resumen en cuatro:

- Los individuos y sus acciones son contemplados como elementos independientes.
- Las conexiones entre los individuos son estudiadas como canales de transferencia.
- Las redes centradas en individuos muestran una estructura de red en la que éstos se muestran como fuente de oportunidades o limitaciones en la acción individual.
- Los modelos de redes, conceptualizan estructuras como si fuesen patrones fijos de relaciones entre individuos.

3.2.3. Breve Revisión Histórica

Las raíces de las redes sociales hay que buscarlas a mediados de los años treinta del siglo XX en la Psiquiatría y en la Antropología social (Moreno, J. L., 1934), al iniciar ambas por separado el estudio de pequeños grupos de individuos por medio de sus componentes: actores y enlaces. Pero su verdadero desarrollo vino propiciado de la mano de la Psicología, al introducir medidas destinadas a obtener los patrones de las conexiones sociales que enlazan conjuntos de actores (Freeman, L. C., 2000a). El objetivo perseguido era detectar grupos sociales —actores que están estrechamente interrelacionados—, o bien posiciones sociales —actores que dentro de un sistema social, están relacionados de forma similar—. El medio

utilizado para representar las conexiones entre los actores y en el que aplicar las medidas con las que obtener patrones de comportamiento, fueron las matrices de coincidencia de datos. Aunque tosco y poco informativo a simple vista, se constituyó como el método más adecuado con el que detectar y estudiar las relaciones entre individuos y grupos.

La representación gráfica de la información para el análisis de este tipo de patrones fue propuesta por primera vez por *Moreno* mediante el sociograma:

...el sociograma es más que un mero sistema de representación. ...es un método que hace posible la exploración de hechos sociométricos, donde el emplazamiento propio de cada individuo y sus interrelaciones con otros individuos, puede ser mostrado. Hasta ahora, es el único esquema posible para realizar el análisis estructural de una comunidad.

El sociograma aporta la gran ventaja de transformar la información matemática contenida en matrices numéricas —matrices—, en información visual —grafos—. Desde el punto de vista de la abstracción, la información visual tiene grandes ventajas sobre la información meramente numérica, pues permite una mejor transmisión de la información estructural de la red y destacar la relevancia de los distintos actores, tal como hemos visto en el aparato 2.3.

En una matriz, los actores sociales son representados mediante filas —casos— y columnas —variables—, y los enlaces son los valores existentes en la correspondencia entre ambos —tabla 1—.

	1	2	3	4	5	6
1	0	1	0	0	0	0
2	1	0	0.525	0	0.33	0
3	0	0.525	0	0	0.217	0.609
4	0	0	0	0	0.139	0
5	0	0.33	0.217	0.139	0	0
6	0	0	0.609	0	0	0

Tabla 1. Matriz de cocitación de datos

En un sociograma, los actores son representados mediante nodos o vértices y los enlaces son las relaciones existentes entre los actores que interactúan entre sí —ilustración 14—.

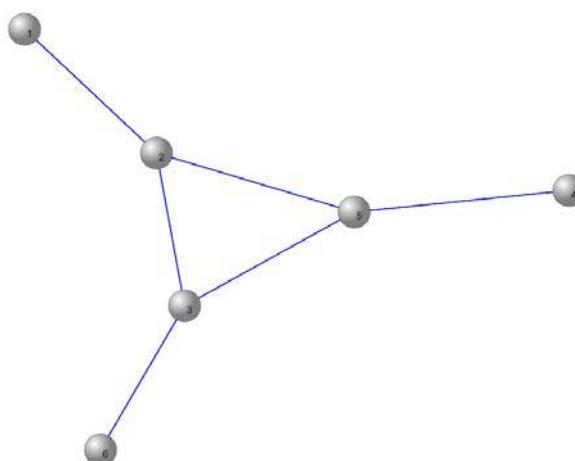


Ilustración 14. Red social de nodos y enlaces o sociograma

El sociograma desarrollado por *Moreno* fue el precursor y marcó el inicio de la *Sociometría*: la precursora del análisis de redes sociales mediante la medición de las relaciones interpersonales en grupos reducidos.

En un principio, los sociogramas se dibujaban a mano, por lo que los resultados estaban supeditados en gran medida a las dotes artísticas del encargado de hacer la representación de la red. Con el desarrollo de los ordenadores a partir de los sesenta, se libera a los investigadores de la gestión de grandes volúmenes de datos y se logran unos resultados

comparables a los que se obtenían de forma manual, pero con un mayor grado de validez científica y fiabilidad(Corman, S. R., 1990).

La incorporación de la informática a las redes sociales supuso un gran impulso para éstas, permitiendo según *Freeman, L. C. (2000b)*:

- la representación y análisis de estructuras complejas,
- la obtención de gráficos en 2 o 3 dimensiones, y
- la aplicación a las redes sociales de técnicas de análisis multivariante, tales como el análisis factorial, para el posicionamiento y reducción espacial de las representaciones.

A partir de los setenta, con el progreso de las matemáticas discretas y en concreto de la *teoría de grafos*, se establece un marco conceptual que proporciona al análisis de redes sociales:

...el lenguaje formal para la descripción de las redes y sus características. La posibilidad de interpretar los datos de una matriz como conceptos formales y teoremas, los cuales se pueden relacionar directamente con las características propias de las redes sociales(Scott, J., 1992).

Si el sociograma se constituía en la forma de representar gráficamente una matriz de datos relacionales, el lenguaje de la teoría de grafos se establece como otra forma mucho más general de hacerlo. La teoría de grafos no es una teoría matemática más, sino que es el punto de partida de la mayoría de las ideas para el análisis de redes sociales. De acuerdo con esto, podemos decir que un sociograma es la representación gráfica de una matriz de datos que recibe el nombre de grafo o gráfico, el cual por medio de la teoría de grafos, se transforma en conceptos y

teoremas, dando como resultado una red social compuesta por actores y enlaces.

A partir de los años ochenta, con la introducción de los ordenadores personales, se hace posible la representación gráfica de las redes sociales en la pantalla de un ordenador. De esta forma, se consigue el tan ansiado objetivo de los investigadores de poder aplicar las distintas técnicas de agrupamiento y detección de posicionamiento social en un soporte distinto al papel. A su vez se facilita la validación de los sociogramas por otros investigadores independientes, para contrastar su validez.

Desde entonces hasta ahora, las redes sociales y su análisis han sido utilizadas en una amplia gama de problemáticas, entre otras: estudios de la movilidad laboral, impacto residencial en los individuos, sistemas políticos y económicos, toma de decisiones, apoyo social, comunidades, grupos para la resolución de problemas, difusión, relaciones corporativas, creencias, percepción y cognición, mercado, Sociología de la ciencia, poder e influencia, consenso e influencia social, formación, comunicaciones entre ordenadores, estructuras organizativas, salud y enfermedad (SIDA), estudios de citación y cocitación de artículos y revistas, visualización de dominios científicos, como interfaces para la recuperación de la información, y desde no hace mucho, en el análisis y estructura de la ciencia.

3.2.4. Análisis de Redes Sociales

La aparición de las redes sociales como herramienta de estudio del comportamiento social de grupos pequeños de individuos, el desarrollo del sociograma como técnica para la representación gráfica de las relaciones y la aparición de la teoría de grafos como marco conceptual para la descripción y estudio de las redes sociales, no tenían otro objetivo que el realizar de una forma profunda y adecuada el análisis estructural de las redes sociales. Pero, ¿cuál es el objetivo de dicho análisis?

Cassi opina que puesto que la red social se basa en la interdependencia entre los actores y sus acciones, su análisis debe centrarse por tanto más en las relaciones que en las características o atributos de los elementos que la componen(Cassi, L., 2003).

Para *Freeman* el análisis de redes sociales es una especialidad interdisciplinar de las ciencias del comportamiento, cuyo objetivo es la observación de los elementos interdependientes objeto de estudio —actores— y de cómo las interacciones —relaciones— que se producen entre ellos, afectan a cada actor. El análisis de redes sociales implica la elaboración de modelos teóricos y empíricos con el fin de descubrir patrones de relaciones entre los actores, así como los antecedentes y consecuencias de dichos patrones(Freeman, L. C., 2000a).

Molina afirma que el análisis de redes sociales estudia relaciones específicas entre una serie definida de elementos y que a diferencia de los análisis tradicionales, se centra en el análisis de las relaciones y no en los atributos de los elementos. Trata, por tanto, con datos relacionales y es capaz por medio de ellos, de identificar y describir una estructura de una forma operativa y no metafórica(Molina, J. L., 2001).

Rodríguez, sostiene que el análisis de redes intenta explicar el comportamiento de elementos de la red y del sistema en su conjunto. Esto implica el rechazo de los intentos de explicar los procesos sociales o el comportamiento de los individuos basándose exclusivamente en los atributos de los actores. Frente a este tipo de análisis individualista, tan típico de las ciencias sociales, el análisis de redes intenta explicar el comportamiento de los individuos como el resultado de sus relaciones sociales.(Rodríguez, J. A., 1995).

Wasserman y Faust opinan que el análisis de redes sociales integra teorías, modelos y aplicaciones que se expresan en términos de relaciones conceptuales. Es decir, consideran que las relaciones son el componente fundamental de la teoría de redes (Wasserman, S. y Faust, K., 1998).

De estas definiciones, se deduce que el análisis de redes aporta un nuevo método para el examen de procesos con respecto a los utilizados hasta ahora. **Su principal diferencia con respecto al resto estriba en que no se basa en un análisis individualista de las características de los actores, sino que se sustenta en la información relacional de los actores que componen la estructura de la red.**

El análisis de redes sociales, también conocido como análisis estructural, ha desconcertado a muchos investigadores. Como dice *Welman, B.* (1988): algunos lo han desestimado por ser una mera metodología que carece de los méritos suficientes para tratar cuestiones sustantivas. Algunos han huído de sus extraños términos y técnicas, pues no juegan con bloques y gráficos desde la escuela primaria. Algunos han desechado una parte del todo, señalando, por ejemplo, que sus estudios acerca de la estructura de clases no requieren concentrarse en los lazos de amistad enfatizados por el análisis de redes. Y otros lo han desdeñado como algo que no tiene nada de novedoso, aduciendo que ellos también estudian la *estructura social*. Otros se han "atornillado" a variables tales como la *densidad* de red, como a un termocompresor, con el fin de impulsar la varianza explicada. Todavía otros, atraídos por la posibilidad de estudiar estructuras no jerárquicas, no grupales, han ampliado el análisis estructural a una ideología de redes que aboga por comunidades igualitarias y abiertas. Algunos hasta han llegado a emplear *network* (red) como verbo, o *networking* como sustantivo, para propugnar la creación y uso deliberado de redes sociales con fines deseables —tales como conseguir empleos o integrar comunidades—. Estas (pseudo)concepciones han surgido debido a que muchos analistas y profesionales han (pseudo)usado (sic) el análisis de redes sociales como un cajón de sastre de términos y técnicas. Algunos lo han *congelado* hasta

reducirlo a un método, mientras que otros lo han suavizado en una metáfora. Muchos han limitado el poder del enfoque al tratar todas las unidades como si tuvieran los mismos recursos, a todos los lazos como si fueran simétricos, y como si los contenidos de todos los lazos fueran equivalentes. Sin embargo, el análisis estructural no obtiene su poder de la aplicación parcial de tal concepto o de tal medida. Es una forma comprensiva y paradigmática de considerar la estructura social de una manera seria, a partir del estudio directo de la forma en que los patrones de vinculación asignan los recursos en un sistema social. Por tanto, su fuerza radica en la aplicación integrada de conceptos teóricos, maneras de obtener y analizar los datos, y en un creciente y acumulativo corpus de hallazgos sustantivo.

3.3. Scientografía

La información científica se encuentra diseminada por disciplinas que, para los no especialistas en la materia, e incluso a veces para ellos mismos, tienen poco en común, o están poco relacionadas entre sí. Es por esto, que al estudiar un dominio perteneciente a un campo de conocimiento concreto siguiendo los métodos tradicionales, en la mayoría de los casos, siempre queda la sensación de no comprender el dominio en su conjunto. Es decir, percibimos el dominio como algo desgajado de la totalidad y sin ningún tipo de relación con el resto. Es algo así como si estuviésemos completando un puzzle y al tener una pieza de él en la mano, frente a nosotros, no supiéramos el lugar donde colocarla, ni con qué otras piezas se relaciona.

La nueva generación de documentalistas se ve irremediabilmente abocada a dirigir sus esfuerzos a la visualización de las disciplinas científicas (White, H. D. y McCain, K. W., 1997). La información científica esta distribuida entre disciplinas que tradicionalmente tienen poco en común. Para un científico, la puesta al día sobre una determinada disciplina no es posible mediante la mera revisión de la misma. Si así lo hiciera, necesitaría invertir una gran cantidad de tiempo y esfuerzo para finalmente,

no poder alcanzar, de todas formas, una adecuada comprensión de la misma en su totalidad. Conseguir representar el mapa del conocimiento científico, —*the big picture*— como elemento de apoyo, estudio, análisis, puesta al día, etc. de la ciencia, ha sido algo muy ansiado y deseado por muchas razones y durante mucho tiempo, como ya se ha comentado.

Los mapas de la ciencia pueden convertirse en una herramienta muy adecuada para resolver este problema y permitir navegar por la literatura científica por medio de la representación de sus relaciones espaciales (Garfield, E., 1986). Dichos mapas, pueden ser también utilizados como el medio más adecuado para representar la distribución de las áreas de investigación y ofrecer al mismo tiempo información adicional, gracias a la posibilidad de poder contemplar sus relaciones (Small, H. y Garfield, E., 1985). Desde un punto de vista general, estos mapas reflejan las relaciones entre disciplinas. Las etiquetas identificativas de cada una de ellas, revelan las conexiones semánticas al tiempo que sirven de indicio para conocer porqué unas están conectadas con otras. Es más, estos mapas revelan qué dominios de la ciencia o especialidades son objeto de investigación hoy día, y qué individuos, publicaciones, instituciones, regiones o países son los más prominentes (Garfield, E., 1994).

A la construcción de mapas a partir de información bibliométrica, también se le conoce como scientografía (scientography). Según el propio *Garfield*, el término scientografía fue acuñado por el responsable de investigación básica del *Institute for Scientific Information (ISI)*, *George Vladutz*, para denominar los gráficos o mapas que se obtienen como consecuencia de la combinación de la scientometría con la geografía (Garfield, E., 1986). Entendiendo por scientometría como aquella especialidad basada en la citación cuyo objetivo es el estudio cuantitativo de la producción científica, mediante la aplicación de las técnicas bibliométricas a la literatura científica.

Aunque scientografía es un término poco utilizado, posiblemente debido a la aparición y proliferación de otros como visualización de dominios o visualización del conocimiento, que hacen referencia a la misma idea, en nuestra opinión, se trata de una locución muy adecuada para referirse al hecho de cartografiar la ciencia mediante grafos, —scientogramas— para que pueda ser visualizada —visualización de dominios científicos— y analizada —análisis de dominios—.

3.4. Scientografía y Análisis de Dominios

La scientografía puede ser considerada como herramienta y método para el análisis de dominios, afianzando así el enfoque holístico y objetivo de este tipo de análisis. Es herramienta en tanto que permite la generación de mapas bibliométricos, y a la vez es método, porque favorece y facilita el análisis de dominios al mostrar de forma gráfica la estructura y relaciones de los elementos que se representan en el dominio. La scientografía es por tanto, una herramienta holística en tanto que permite construir mapas bibliométricos basados en el discurso de la comunidad que se pretende representar, y una herramienta objetiva, en cuanto que dichos mapas se construyen a partir del conjunto de opiniones y pareceres de las personas que conforman esa comunidad.

Además, la scientografía es un método holístico, entre otras razones, porque permite analizar el dominio a partir del discurso de la comunidad en que se forma y es un método objetivo, porque posibilita el análisis de la estructura no subjetiva, por medio del consenso intelectual de las relaciones existentes entre los elementos que lo representan.

Esta síntesis entre herramienta-metodología/holisticismo-objetivismo de la scientografía, se ve aún más reforzada mediante el uso de redes sociales en la representación gráfica de los mapas bibliométricos. Pues gracias a ellas, es posible representar los dominios no como grupos de elementos aislados en los que sólo se estudian sus características, sino

como conjuntos completos en los que además se estudian sus relaciones y se establecen conclusiones sobre ellas.

La representación gráfica de las redes sociales, ofrecen la posibilidad de descubrir y demostrar teorías sobre los propios gráficos y por tanto, sobre los modelos a los cuales representan. Por ello, han sido muy utilizados en el análisis de redes sociales como medio para la representación formal de las relaciones sociales, así como para detectar y cuantificar las propiedades estructurales de las mismas. Pues este tipo de representación visual de los datos que ofrecen el grafo o sociograma, permite a los investigadores descubrir patrones, estructuras, pautas, etc., que de otra forma, permanecerían ocultos.

En el área de la Documentación, la visualización de la información por medio de la representación gráfica de las redes sociales, se ha convertido en una de las principales técnicas a partir de la cual, poner de manifiesto las relaciones intelectuales y la estructura del conocimiento científico. Esta nueva aproximación, no sólo magnifica las posibilidades del análisis de dominios tradicional, así como la explicación de las distintas disciplinas científicas, sino que además se constituye como una herramienta fundamental con la que poder estudiar la interacción y evolución de la ciencia por medio de las disciplinas y especialidades que la constituyen.

En conclusión, podemos decir que la scientografía —mapas bibliométricos representados mediante redes sociales— es una herramienta, al mismo tiempo que un método para el análisis de dominios científicos, pues permite visualizar las relaciones reales entre los distintos autores, trabajos, revistas, disciplinas científicas, etc. Así mismo, revelan el reconocimiento explícito que unos hacen de otros y por tanto, las interacciones y evolución del dominio objeto de estudio, como mostraremos en el capítulo siguiente.

4. Aspectos Metodológicos Previos a la Scientografía

White y McCain en su obra *Visualization of literature*, distinguieron cinco modelos de información: bibliográfica, editorial, bibliométrica de usuarios y sintética(White, H. D. y McCain, K. W., 1997).

Hoy día, como consecuencia del desarrollo de la tecnología de la información y de las técnicas para el tratamiento y representación de la información, las fronteras entre esos modelos, se muestran difusas e indeterminadas. El modelo que utilizan hoy los investigadores podría ser definido como un *metamodelo de usuario*. Es un *modelo de usuario* en la medida que representa una reducción de la base informativa, atendiendo a las consultas, necesidades o perfiles propios del usuario, por medio de procesos informáticos complejos. Y es un metamodelo porque contiene metadatos tales como: autor, título, fecha, categorías, etc., que pueden ser utilizados para mostrar las relaciones entre las unidades objeto de estudio, así como para la generación de mapas. Además, estos datos contienen o pueden ser utilizados para generar información bibliométrica: número de citas, cocitas, factores de impacto, etc. Este *metamodelo de usuario* está muy relacionado con los procesos y técnicas utilizados para la generación de mapas o visualización de dominios(Börner, K., Chen, C., y Boyack, K. W., 2003).

A continuación, ofrecemos una sinopsis de estos procesos con sus posibles variaciones en la ilustración 15. Se trata de una simplificación basada en la propuesta realizada por los autores citados anteriormente, en la que hemos eliminado algunos elementos para hacer un especial hincapié en otros, concretamente, en aquellos que serán utilizados en nuestra propuesta de visualización de grandes dominios científicos, la cual detallaremos en el Capítulo 6.

4.2. Unidades de Análisis

Las unidades de análisis más comúnmente utilizadas para la representación de dominios científicos son: revistas, documentos, autores, términos y palabras. Aunque recientemente, a este grupo se les han añadido también otras unidades más amplias como son: países, ámbitos temáticos de diferentes niveles, instituciones y categorías ISI.

La elección de una unidad u otra, depende del grado de profundidad de análisis que se quiera alcanzar en la representación del dominio. En función de la unidad de análisis seleccionada, cada representación del dominio presentará diferentes facetas, facilitando a su vez diferentes tipos de análisis y accesos.

No es muy común encontrar visualizaciones de dominios en las que se conjugan varias unidades de análisis a la vez. Es perfectamente viable y de hecho, no hay ninguna regla que lo impida. Pero posiblemente, el alto esfuerzo cognitivo necesario para el análisis de representaciones de dominios con estas características, sea el motivo que las hace tan escasas. No obstante, si que es posible encontrar sucesiones de visualizaciones de un mismo dominio, en las que las unidades de análisis que se utilizan en cada una de ellas son distintas. Utilizando las unidades con una mayor capacidad de aglomeración para representar la estructura general de un dominio, y las unidades más pequeñas o menos aglutinadoras para ir descendiendo en niveles de especificidad mucho más detallados.

Un aspecto relacionado con las unidades de análisis y que hay que tener en cuenta, es la cantidad de información de que se dispone y, subsidiariamente, el tamaño total del dominio a representar. Si el número de variables o ítems con los que vamos a trabajar es muy reducido, será posible construir visualizaciones de dominios con unidades muy pequeñas, como palabras o descriptores. Si no es así, habrá que plantearse el uso de otras unidades de análisis mayores, como los documentos o los autores. Pero si la cantidad de información a tener en cuenta es elevada o muy

elevada, habrá que recurrir a unidades de análisis que cuenten con la capacidad de concentrar unidades más pequeñas, como es el caso de las revistas que agrupa a documentos, autores y términos, o el de categorías, que los engloba a todos ellos a la vez. Esta consideración no es nueva en el campo de la visualización de la información, y está originada por la limitación física que supone la representación de la información en un espacio reducido de poca resolución. Por ello, autores como *Tufte, E. R.* (1994; 2001), llevan dedicados más de una década estudiando este aspecto y sugiriendo soluciones.

4.3. Unidades de Medida

El objetivo de las unidades de medida, consiste en cuantificar la relación entre cada uno de los miembros de la unidad de análisis seleccionada con el resto de sus componentes. El resultado son matrices de datos multidimensionales que ponen de manifiesto la existencia de dichas relaciones y su grado.

Las unidades de medida han sido muy bien estudiadas por *White* y *McCain*. Por ello, consideramos que es recomendable utilizar la terminología por ellos propuesta, en lugar de desarrollar una propia.

Utilizamos cierta terminología técnica como ínter citación, ínter documental, coasignación, coclasificación, cocitación y copalabras. El prefijo "inter" implica relaciones entre documentos [o unidades]. Así, la ínter citación de revistas, cuenta el número de veces que una revista cualquiera, cita a otras revistas, incluida ella misma, en una matriz. (Las citas aparecen en artículos, por supuesto). Lo opuesto, es el número de veces que cualquier revista es citada por otras revistas. El mismo tipo de matriz puede formarse con autores, reemplazándolos por las revistas.

La coasignación significa la asignación de dos términos de indización al mismo documento por un indizador (los términos pueden ser cotérminos, codescriptores, o coclasificaciones). La cocitación se produce cuando dos trabajos cualesquiera, aparecen en las referencias de un tercer trabajo. Los autores de dos trabajos cocitados, son autores cocitados. Si los trabajos cocitados aparecen en dos revistas diferentes, estas se convierten en revistas cocitadas. Copalabras son palabras que aparecen juntas en trozos del lenguaje natural, como por ejemplo título o resumen. Tanto las relaciones "inter" como las "co" son explícita y potencialmente calculables por el ordenador. Por lo tanto, ambas son susceptibles de suministrar información básica para la visualización de la información científica(White, H. D. y McCain, K. W., 1997).

Desde el punto de vista de la visualización de dominios, son varias las unidades de medida utilizadas para poner de manifiesto las relaciones existentes entre las unidades de análisis, y así, evidenciar la estructura intelectual que constituyen. Este es el caso de la citación, el *bibliographic coupling* o emparejamiento bibliográfico, y la cocitación. De todas ellas, hoy por hoy, la cocitación es la técnica más ampliamente aceptada, al mismo tiempo que la más empleada para la visualización de dominios científicos.

La cocitación puede ser definida como la frecuencia con la que dos unidades de medida, —autores, documentos, revistas, etc.—, son citadas por otros documentos que han sido publicados con posterioridad a ellas. En palabras de *Small*, una definición más formal de cocitación es la siguiente: si A es el conjunto de documentos que cita el documento a , y B el conjunto que cita el documento b , entonces $A \cap B$ es el conjunto que citan tanto a a como a b . El número de elementos de $A \cap B$, es decir $n(A \cap B)$, es la frecuencia de cocitación. La frecuencia de cocitación relativa, puede ser definida como $\frac{n(A \cap B)}{n(A \cup B)}$ (*Small*, H., 1973).

A continuación, realizamos una breve reseña de las combinaciones más utilizadas entre la cocitación y sus correspondientes unidades de análisis, orientadas a la visualización de dominios.

4.3.1. Cocitación de Documentos

Conocida también como cocitación de trabajos, es la precursora de la cocitación del resto de unidades de medida. Se define como la frecuencia con la que dos documentos o trabajos, —libros, revistas, etc. — son citados por otros trabajos o documentos que han sido posteriormente publicados.

La idea básica de la cocitación de documentos se basa en el principio de que dos documentos son cocitados por un tercero, porque tienen algún tipo de relación, y que dicha relación será mayor cuanto superior sea el número de cocitas. Las relaciones entre documentos pueden ser utilizadas para representar la estructura científica de un dominio e incluso para la detección de sus frentes de investigación.

Pese a aportar un análisis granular de la ciencia más fino que el que se obtiene con otras unidades de medida, no es el más utilizado para la representación de dominios. No obstante, los primeros mapas de la ciencia y algunos posteriores, se han realizado mediante el uso de estas unidades. Entre otros trabajos podemos señalar: (Small, H. y Griffith, B. C., 1974; Griffith, B. C. [et al.] , 1974; Garfield, E., 1981; Small, H. y Garfield, E., 1985; Small, H., 1997; Garfield, E., 1998), entre otros.

4.3.2. Cocitación de Autores

De los métodos de coasignación o coocurrencia, el de autores es el más extendido. La cocitación de autores se produce cuando un autor cita, en un nuevo documento, cualquier trabajo de otro autor junto con los trabajos de otros autores.

La idea básica de la cocitación de autores se basa en que los trabajos citados conjuntamente por dos de ellos cualesquiera (llamados cocitados), ponen de manifiesto la existencia de una relación intelectual entre los autores cocitados. Cuanto mayor es el número de cocitas, mayor es la relación entre los autores.

Desde su aparición(White, H. D. y Griffith, B. C., 1981a; White, H. D. y Griffith, B. C., 1981b; White, H. D. y Griffith, B. C., 1982), el análisis de cocitación de autores (ACA) se ha caracterizado por su uso frecuente en la construcción de representaciones bidimensionales. En dichas representaciones, las cocitas agrupan automáticamente materias, metodologías y afinidades sociales, tal y como son percibidas por los citantes. Las matrices que recogen las cuentas de las cocitas, cuyos valores varían a lo largo del tiempo de cero a miles, son la base de la visualización de dominios, los cuales se constituyen por sí mismos en un tipo de análisis de dominios(White, H. D., 2003).

El ACA, ha sido muy bien explicado y sintetizado gráficamente por McCain, ilustración 16(McCain, K. W., 1990).

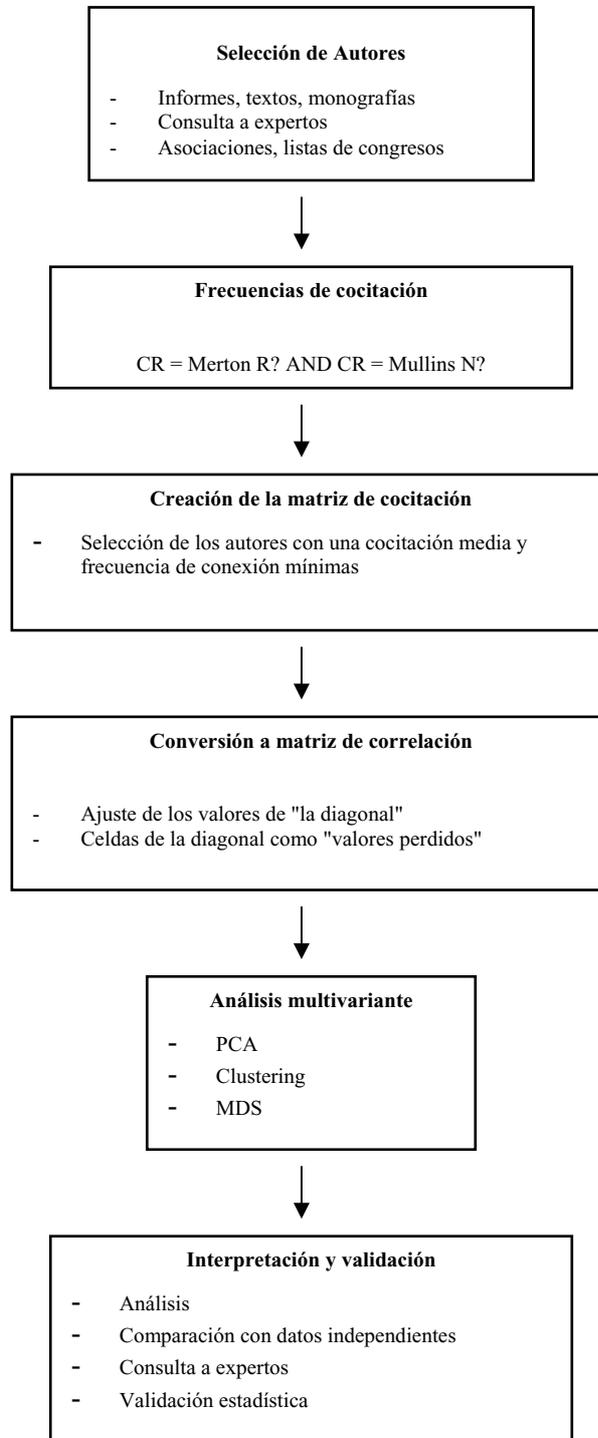


Ilustración 16. Proceso del análisis de cocitación de autores

A lo largo de los últimos veinte años, se ha utilizado distintas técnicas para la construcción de visualizaciones basadas en el ACA. Como entrada de datos, se han recurrido tanto a valores de cocitación en su estado puro, como a la cuenta del número de pares de autores normalizados por algún tipo de medida de similaridad tales como: el coeficiente de correlación de *Pearson*, *Salton* o *Coseno*, etc. Para la representación, o distribución espacial de la información, se ha recurrido a diversas técnicas provenientes de distintas disciplinas tales como: al escalamiento multidimensional (MDS), *clustering*, análisis factorial (AF), mapas auto-organizativos (SOM), mapas geográficos y *Pathfinder Networks* (PFNETs). De todas ellas, las representaciones bidimensionales obtenidas con PFNETs, realizadas con valores puros de cocitación y visualizadas mediante programas del tipo insertadores de muelles —*spring embedders*—, son las que parecen ofrecer mejores resultados (Lin, X., White, H. D., y Buzydlowski, J., 2003). Como veremos más adelante.

Aún siendo esta la técnica más utilizada, también tiene sus detractores. El punto más débil radica en la necesidad de una interpretación subjetiva de los resultados, pues requiere que la persona que va a hacer la interpretación del mapa tenga un fuerte bagaje de conocimiento sobre el dominio que se estudia. Al mismo tiempo, también se le reprocha su dificultad para la identificación de grupos dentro de los mapas de dominios (Ding, Y., Chowdhury, G. G., y Foo, S., 1999).

Lo cierto es que el ACA es una herramienta de gran potencial para la visualización de la estructura intelectual de las diferentes disciplinas científicas, pues muestra y valida la estructura intelectual del dominio que representa, por medio del consenso de sus principales autores, que son los que al fin y al cabo la componen. Prueba de esto, es la gran cantidad de trabajos que se apoyan en él como unidad de análisis: (White, H. D. y McCain, K. W., 1998; Chen, C. y Carr, L., 1999c; Chen, C. y Carr, L., 1999b; Chen, C. y Paul, R. J., 2001; Chen, C., Paul, R. J., y O'keefe, B.,

2001; White, H. D., Buzydlowski, J., y Lin, X., 2000; White, H. D., 2000; White, H. D., 2001; Lin, X., White, H. D., y Buzydlowski, J., 2003; White, H. D., 2003), y un largo etc.

4.3.3. Cocitación de Revistas

La idea básica de la cocitación de revistas es la misma que la del resto de unidades de medida ya comentadas. Es decir, cuantas más veces aparezcan cocitadas dos revistas, mayor será la relación que exista entre ellas.

Al igual que documentos y autores, las revistas también se pueden distinguir por diversas características: su amplia o reducida especialización temática, orientaciones metodológicas, filiación institucional, prestigio profesional, así como por otros atributos. Dentro de la cocitación de revistas, la cocitación de artículos conecta las revistas en que dichos artículos han sido publicados. Por tanto, dos revistas serán cocitadas cuando al menos dos artículos, que pueden pertenecer a la misma o a distintas revistas, aparecen referenciados en la bibliografía de un nuevo artículo. De acuerdo con este principio, las revistas de carácter general, tendrán más posibilidades de cocitación con un gran número de publicaciones, mientras que las especializadas, serán cocitadas con otras revistas de temática más reducida (McCain, K. W., 1991b).

Los datos de cocitación procedentes de los artículos de revistas, ofrecen información crucial sobre los investigadores y de las disciplinas en las que publican, es decir, sobre la cobertura temática de las revistas en las que los autores publican sus artículos. Al igual que ocurría con el ACA, el análisis de cocitación de revistas (ACR) tiene un gran interés por la posibilidades que ofrece para la construcción de visualizaciones que hagan surgir la estructura científica de un determinado dominio, que para el caso de las revistas, hacen referencia a las disciplinas que en ella se recogen o se publican.

EL ACR ha dado lugar a estudios que ponen de manifiesto la estructura de diferentes disciplinas científicas, mediante la representación gráfica de sus dominios: Psicología(Doreian, P., 1985), Geografía(Doreian, P., 1988), Ciencias de la comunicación(Rice, R. E., Borgman, C. L., y Reeves, B., 1988), Economía(McCain, K. W., 1991b), Genética(McCain, K. W., 1991a), Informática médica(Morris, T. A., 1998), Ingeniería informática(Marion, L. S. y McCain, K. W., 2001), Medicina cardiovascular(Jarneving, B., 2001), Biblioteconomía y Documentación(Bonnevie, E., 2003; Ding, Y., Chowdhury, G. G., y Foo, S., 2000), y Semiconductores(Tsay, M. Y., Xu, H., y Wu, C. W., 2003), entre otros.

Del mismo modo que el ACR puede aplicarse a una disciplina en su conjunto, también puede ser utilizado en las referencias bibliográficas correspondientes a una sola revista(Moya Anegón, F. d. y Herrero-Solana, V., 2001). Representando así la estructura intelectual de la propia revista, por medio de los trabajos que se publican en ella.

4.3.4. Cocitación de Clases y Categorías

La cocitación de clases y categorías, fue propuesta por un grupo de investigadores de la Universidad de Granada(Grupo SCImago, 2002), como técnica para la construcción de mapas de grandes dominios científicos. Se basa en la prolongación o extensión del esquema de cocitación tradicional y en el uso de unidades de análisis superiores a las utilizadas hasta ahora(Moya Anegón, F. d. [et al.] , 2004).

Las unidades superiores propuestas por orden ascendente son: las categorías del *Journal Citation Report* (JCR)(The Thomson Corporation, 2005a) —versiones *Science Citation Index* (SCI) y *Social Science Citation Index* (SSCI)—, y las clases de la *Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva*(ANEP, 2004). La extensión del esquema de cocitación es el siguiente:

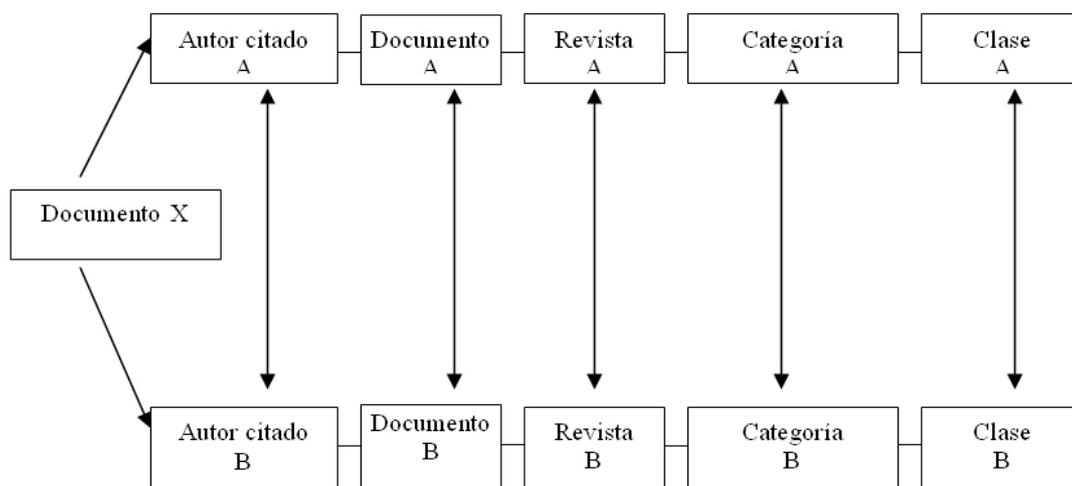


Ilustración 17. Esquema de Cocitación de Clases y Categorías

Es un hecho aceptado por la comunidad investigadora, en el área de la visualización y representación de la información, que la frecuencia con la que dos documentos cualesquiera son citados conjuntamente —cocitados—, representa el grado de afinidad de los mismos según el punto de vista del autor/es citantes, que mide su grado de relación o asociación, tal y como es percibida por dicho autor/es y que representa, de forma esquemática, la estructura del objeto de estudio. Por tanto, la cocitación y con ella su valor, refleja el número de veces en que dos unidades de cocitación —autores, revistas, palabras, categorías JCR, clases ANEP— han sido citadas juntas en trabajos posteriores.

El JCR, dependiendo de las disciplinas que cada revista declara abarcar, asigna a cada una de ellas una o varias categorías temáticas. Así, por ejemplo, la revista *Journal of the American Society for Information Science and Technology* (JASIST), está adscrita por el JCR a las categorías *Computer Science and Information System* e *Information Science and Library Science*. Por tanto, si seguimos el orden del modelo de cocitación de la ilustración 17, es decir, autores, documentos, revistas, categorías JCR, clase ANEP, deduciremos que las dos últimas, también pueden ser utilizadas

fácilmente como unidades de cocitación y análisis válidas para la representación de la estructura intelectual de un dominio. Volviendo a la ilustración 17, si los documentos A y B, que aparecen publicados en la revista *Journal of the American Society for Information Science and Technology* (JASIST), son cocitados por el documento X, dicha cocitación pone claramente de manifiesto que existe una relación entre las categorías *Computer Science and Information System* e *Information Science and Library Science*, con una intensidad que estará en función del número de veces que ambas categorías sean cocitadas. Del mismo modo, si el documento A se ha publicado en la revista anteriormente citada y por tanto tiene asignadas las categorías ya mencionadas, y el documento B ha sido publicado en la revista *European Journal of Operational Research*, que tiene asignadas por el JCR las materias *Management* y *Operations research & Management Science*, se nos estará indicando así, que existe una relación entre las categorías *Computer Science and Information System*, *Information Science and Library Science*, *Management* y *Operations research & Management Science*. La fuerza o intensidad de esa relación, dependerá del número de veces en que dichas categorías sean cocitadas, o lo que es lo mismo, del número de veces en que documentos publicados en revistas pertenecientes a esas categorías sean cocitados.

Siguiendo el razonamiento utilizado en las categorías JCR, las clases ANEP pueden ser perfectamente utilizadas como unidades de cocitación, y como unidades de medida mayor para representar la estructura intelectual de un dominio

Resumiendo, según el modelo de cocitación expuesto, las referencias del documento X ponen de manifiesto la relación de cocitación existente entre los documentos citados y entre sus respectivos autores. Por extensión, podemos decir lo mismo de las revistas en que esos documentos han sido publicados, así cómo de las categorías temáticas asignadas por el JCR a cada una de esas revistas. De esta forma, resulta fácil y evidente la

traslación de la cocitación de documentos a la cocitación de categorías, e incluso si se desea, a niveles superiores de agrupación.

Para poner de manifiesto las relaciones intelectuales existentes entre las diferentes disciplinas recogidas en el SCI, SSCI y A&HCI, o lo que es lo mismo: entre las ciencias puras, las ciencias sociales y el arte y las humanidades, como si de una sola entidad se tratase; y para resolver el problema de la normalización de los distintos grados de citación entre disciplinas que aparecen en las distintas bases de datos, Moya y su grupo de investigadores, siguen el ejemplo de *Small* y *Garfield* en su trabajo: *The geography of science: disciplinary and national mappings* (Small, H. y Garfield, E., 1985). Es decir, normalizan la cocitación de clases y categorías, dividiendo la cocitación por la raíz cuadrada del producto de la frecuencia de las citas de las categorías cocitadas.

$$MCN(ij) = \frac{Cc(ij)}{\sqrt{c(i) \cdot c(j)}}$$

Ecuación 1. Medida de Cocitación normalizada (Salton, G. y Bergmark, D., 1979)

Donde:

- Cc es Cocitación
- c citación.
- i, j son categorías

4.4. Reducción del Espacio n-Dimensional

Las matrices multidimensionales a las que hacíamos referencia al comienzo del apartado 4.3, y que eran las encargadas de mostrar las relaciones entre los distintos elementos que componen un dominio, necesitan ser interpretadas. Esto es necesario ya que, debido a su riqueza informativa, la mente humana requiere de mucho esfuerzo y energía para descifrar dichas

matrices, cuando esto es posible. Por ello, en la mayoría de los casos es necesario recurrir a métodos que permitan transformar un espacio n-dimensional en otro de dos o tres dimensiones.

En este apartado revisamos algunas de las técnicas utilizadas para la reducción del espacio n-dimensional. En concreto, aquellas que puedan ser de utilidad para representar la estructura de un dominio en un papel, o en la pantalla de un ordenador. Distinguiremos tres grandes grupos: los de naturaleza estadística multivariante, los de origen conexionista, y los basados en el análisis de redes sociales.

4.4.1. Métodos de Análisis Multivariante

Como venimos señalando, la complejidad de los fenómenos de la ciencia hace que los investigadores se vean obligados a recoger medidas múltiples para poder captar de forma adecuada su naturaleza. Esto ha llevado a una rápida implantación de los métodos multivariantes o multivariantes, que son los que permiten analizar simultáneamente conjuntos amplios de variables. La parte de la estadística o del análisis de datos que recoge los métodos para analizar variables múltiples, es el denominado análisis multivariante (AM). En un sentido amplio, el AM puede definirse como: el conjunto de métodos que analizan las relaciones entre un número razonablemente amplio de medidas, tomadas sobre cada objeto o unidad de análisis, en una o más muestras simultáneamente (Martínez Arias, R., 1999). Existen muchos tipos de AM, en este trabajo nos detendremos en tres.

4.4.1.1. Análisis de Clusters

El término análisis de *clusters* fue utilizado por primera vez en 1939 (Tyron, R. C., 1939). También conocido como análisis de conglomerados o taxonomía numérica, consiste en una técnica estadística multivariante, cuya finalidad consiste en dividir un conjunto de objetos en grupos —*clusters*—, de forma que los perfiles de los objetos en un mismo grupo sean muy similares entre sí —cohesión interna del grupo—, y los perfiles de los

objetos de clusters diferentes, sean distintos —aislamiento externo del grupo—.

Mediante el análisis de clusters —*clustering*—, es posible reducir el volumen de la información, por medio de la agrupación de los datos con características similares. El producto del análisis de *clusters*, es una imagen bidimensional llamada dendrograma, que muestra los *clusters* o agrupaciones de diferentes objetos a partir de las relaciones subyacentes, contenidas en la matriz de datos. Existen alrededor de 150 técnicas diferentes de *clustering*, las cuales se agrupan en función del principio de aglomeración utilizado. Cualquier técnica de análisis de *clusters*, utiliza dos elementos esenciales: la función de distancia y las reglas de aglomeración (Faba-Pérez, C., Guerrero Bote, V. P., y Moya Anegón, F. d., 2004). La más comúnmente utilizada en el campo del CIB es el llamado *Método Ward*.

Desde la perspectiva del análisis y la visualización de dominios, el análisis de *clusters* suele aparecer combinado con análisis factorial y con escalamiento multidimensional, como veremos a continuación. El *clustering* produce agrupaciones de objetos o variables, mientras que el escalamiento multidimensional genera visualizaciones n-dimensionales donde se disponen y ordenan las variables, poniendo de manifiesto las características estructurales y las relaciones internas entre las mismas.

4.4.1.2. Escalamiento Multidimensional (MDS)

El escalamiento multidimensional (*Multidimensional Scaling* –MDS), consiste en un conjunto de técnicas también conocidas como *mapping perceptivo*, que permiten al investigador determinar las imágenes objetivas relativas que los sujetos tienen de un conjunto de objetos y las dimensiones en las que se basan dichos juicios (Martínez Arias, R., 1999). Resulta muy útil cuando se quieren poner de manifiesto las dimensiones latentes no observables por el ojo humano. Así como también, para comparar variables cuando no existen criterios claros de comparación. Aunque esto último

supone a su vez un inconveniente, ya que tampoco existen criterios claros y objetivos de cómo interpretar un MDS.

El MDS se utiliza para la identificación de las dimensiones que mejor muestran las similitudes y distancias entre variables, y su objetivo es generar un mapa de objetos. Las aplicaciones en las que se ha implementado alguno de los procedimientos de cálculo MDS, utilizan como entrada una matriz de similitudes o distancias y calculan de forma iterativa unas coordenadas en un espacio de dos o tres dimensiones. De esta forma que las distancias o similitudes obtenidas se parecen lo más posible a las que contiene la matriz. Con el fin de asegurar que se ha conseguido el mejor ajuste posible entre unas distancias y otras, se utiliza una medida estadística denominada *stress*, que mide el grado de ajuste entre similitudes observadas y calculadas (Herrero Solana, V., 1999).

En el campo de la visualización de la información, el MDS ha sido ampliamente utilizado para la representación gráfica de análisis de cocitación de autores (White, H. D. y McCain, K. W., 1998), análisis de dominios (White, H. D., Lin, X., y McCain, K. W., 1998), visualización de mapas de la ciencia (Small, H., 1999), visualización de frentes de investigación (Moya Anegón, F. d., Jiménez Contreras, E., y Moneda Carrochano, M. d. I., 1998; Ingwersen, P. y Larsen, B., 2001), indización de documentos (Ingwersen, P., 2001), evaluación de catálogos de bibliotecas (OPACs) (Herrero Solana, V. y Moya Anegón, F. d., 2001), etc.

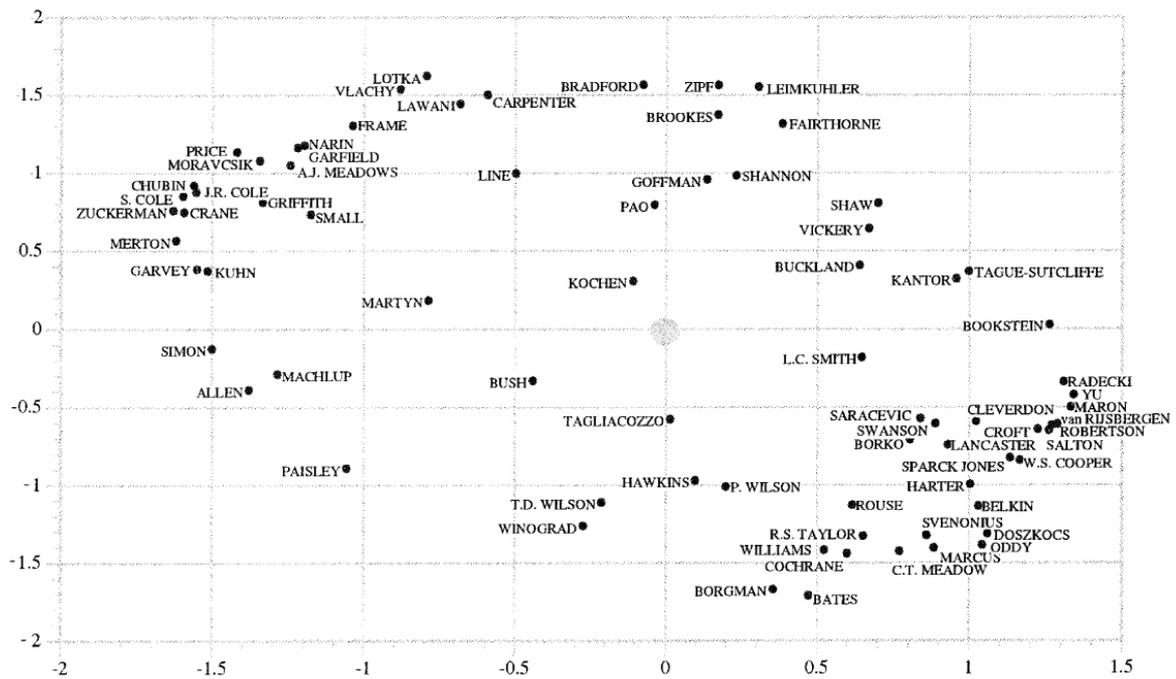


Ilustración 18. MDS de los 75 autores principales de Biblioteconomía y Documentación(White, H. D. y McCain, K. W., 1998)



Ilustración 19. MDS de los frentes de investigación en Biblioteconomía y Documentación(Persson, O., 1994)

La ilustración 19, muestra un MDS de los frentes de investigación construido a partir de los artículos de la revista *Journal of The American Society for Information Science* (JASIS), procedentes de la base de datos del *Social Science Citation Index* (SSCI) y publicados desde el año 1986 al 1990.

4.4.1.3. Análisis Factorial

El término análisis factorial (AF) fue utilizado por primera vez en 1931(Thurstone, L. L., 1931). El análisis factorial es una técnica exploratoria multivariante que puede ser utilizada para examinar una amplia gama de conjuntos de datos. Su principal aplicación práctica es la de reducir el número de variables, detectar la estructura por medio de sus relaciones, así como clasificarlas. Por tanto, el análisis factorial es utilizado como una técnica de reducción de datos y para la detección estructural(Börner, K., Chen, C., y Boyack, K. W., 2003).

En esencia, podemos decir que el análisis factorial intenta *explicar* las relaciones existentes entre las variables originales, por medio de la creación de un número menor de variables o factores.

El análisis de factores principales (AFP), es una técnica de análisis multivariante que por medio de un modelo lineal intenta explicar un conjunto extenso de variables observables mediante un número reducido de variables hipotéticas, llamadas factores comunes. Se pone en juego pues, el principio o la estrategia de la parsimonia científica o economía de la descripción. Este principio asume que las variables son susceptibles de ser reducidas a factores comunes, lo cual supone que cada variable se relaciona con ellos, es decir, tiene dentro de sí en mayor o menor grado a cada uno de los factores, o lo que es lo mismo, cada factor esta presente en mayor o menor grado en las variables(Herrero Solana, V., 1999).

Un elemento fundamental del análisis factorial es el análisis de componentes principales (ACP). Se basa en el hecho de que cada factor debe explicar el máximo de la variabilidad inicial sin diferenciar entre factores comunes y específicos. La premisa básica del ACP es que la mejor forma de representar la relación lineal entre dos variables, es a través de la recta de regresión. Así las dos variables se combinan dando lugar a una tercera que se denomina factor. En otras palabras, el ACP transforma un conjunto de variables correladas en otro conjunto de variables —componentes— incorreladas. Los nuevos componentes que surgen del ACP, representan combinaciones lineales de las variables originales y son derivados en orden decreciente a su importancia, de acuerdo con el grado de variación con respecto a los datos originales. El ACP puede ser utilizado para reducir el número de dimensiones entre pares de variables, con el fin de simplificar la representación gráfica de los elementos incluidos en la matriz. Cada una de las nuevas dimensiones se denomina *factor* o *componente principal*, y van desde el primer factor o componente principal, hasta el último. El primer componente principal o factor, es el que acumula una mayor cantidad de varianza, el segundo un poco menos y así sucesivamente hasta llegar al último (Faba-Pérez, C., Guerrero Bote, V. P., y Moya Anegón, F. d., 2004).

En el análisis de cocitación, cada factor se compone de un determinado número de unidades con una carga —*factor loading*— asociada al factor. Por ejemplo, en el análisis de cocitación de categorías (ACC) cada una de las categorías que conforman un factor, están dotadas de una determinada carga. Además, cada factor puede ser caracterizado —etiquetado—, teniendo en cuenta las categorías que superan un determinado umbral, no siendo usualmente etiquetados aquellos factores residuales cuyas categorías tienen una carga que está por debajo del umbral preestablecido.

Una de las ventajas que ofrece el análisis factorial frente a otros métodos, es que no fuerza a las variables a pertenecer a un único grupo,

sino que permite que se clasifiquen en diferentes factores, reforzando la idea de que lo verdaderamente importante de un trabajo, es su carácter universal.

En el análisis factorial, el número total de factores que es posible extraer, es igual al número total de variables con las que se trabaja. No obstante, y debido a la necesidad de reducir el número de dimensiones para poder interpretar la información, se tienen en cuenta solamente aquellos factores que supera un determinado valor de umbral. Este valor es un número que expresa el porcentaje de varianza acumulada por cada factor —*eigenvalue*— con respecto al resto. Generalmente, los primeros factores, es decir, aquellos con un mayor *eigenvalue*, acumulan un porcentaje muy alto de varianza, lo que significa que por sí mismos, pueden representar la totalidad del espacio n-dimensional. El resto de factores residuales suelen acumular poca o muy poca varianza, por lo que no se tienen en cuenta. Aún a riesgo de perder información. Pues la cantidad que representan es ínfima con respecto a los primeros.

Aunque el AF ha sido principalmente utilizado como técnica para la reducción y análisis de factores: (White, H. D. y McCain, K. W., 1997; Ding, Y., Chowdhury, G. G., y Foo, S., 1999; Chen, C. y Carr, L., 1999a; Chen, C., 1998a; Chen, C., 1999; Chen, C. y Carr, L., 1999b; Chen, C. y Carr, L., 1999c; Chen, C. y Paul, R. J., 2001; Chen, C., Paul, R. J., y O'keefe, B., 2001), entre otros, desde el punto de vista de la visualización de dominios, también se ha utilizado para la detección e identificación de grupos o factores, contenidos en visualizaciones obtenidas mediante otros métodos de reducción espacial. Este es el caso de las ilustraciones 20 y 21, que muestran como la superposición del AF sobre un gráfico MDS y una red PFNET respectivamente, detecta las agrupaciones intelectuales y favorece el análisis de dominios, al hacer a estas visualizaciones más informativas y comprensibles.

La ilustración 20, es la representación que se obtiene mediante el MDS del ACA realizado sobre la disciplina Documentación en España, entre los años 1985 al 1994. Los autores se distribuyen en el espacio por afinidad. Es decir en función de sus coincidencias o similitudes. Los frentes de investigación detectados mediante CA y FA coinciden en ambos casos, y se muestran por medio de círculos agrupando a los autores. En función a las agrupaciones y al conocimiento de la actividad de los propios autores, los autores han podido establecer cuatro frentes de investigación: bibliotecas, informetría, universidad 1 y universidad 2.

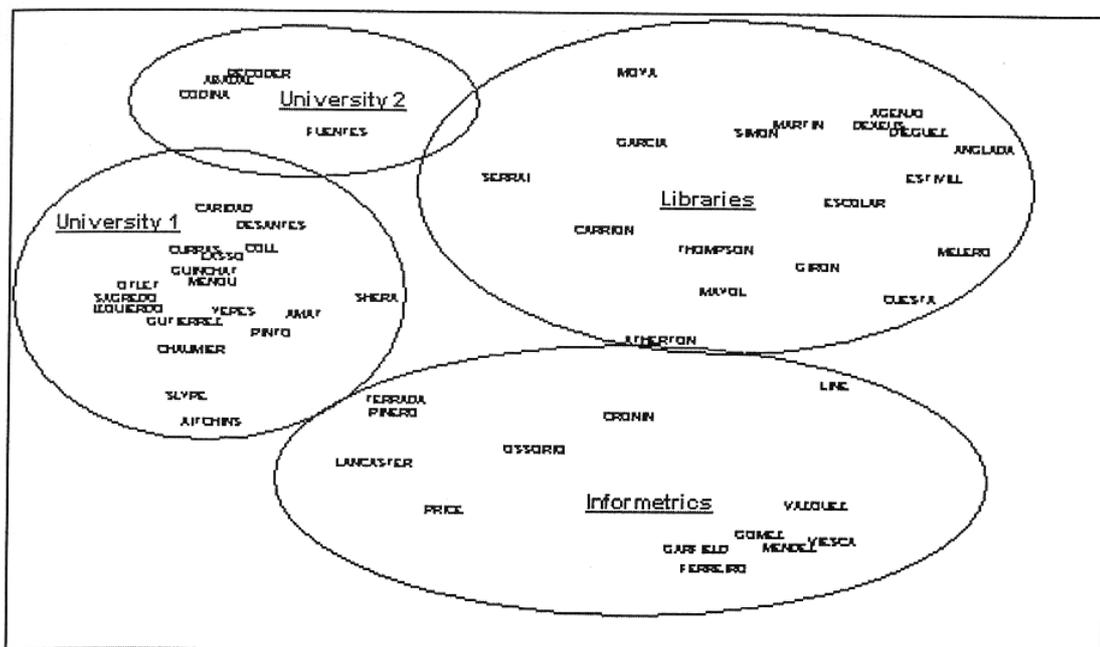


Ilustración 20. Mapa de la Documentación española (Moya Anegón, F. d., Jiménez Contreras, E., y Moneda Carrochano, M. d. I., 1998)

En el ejemplo de la ilustración 21, en cambio se destacan los distintos grupos intelectuales detectados mediante AF, identificándolos por un mismo color.

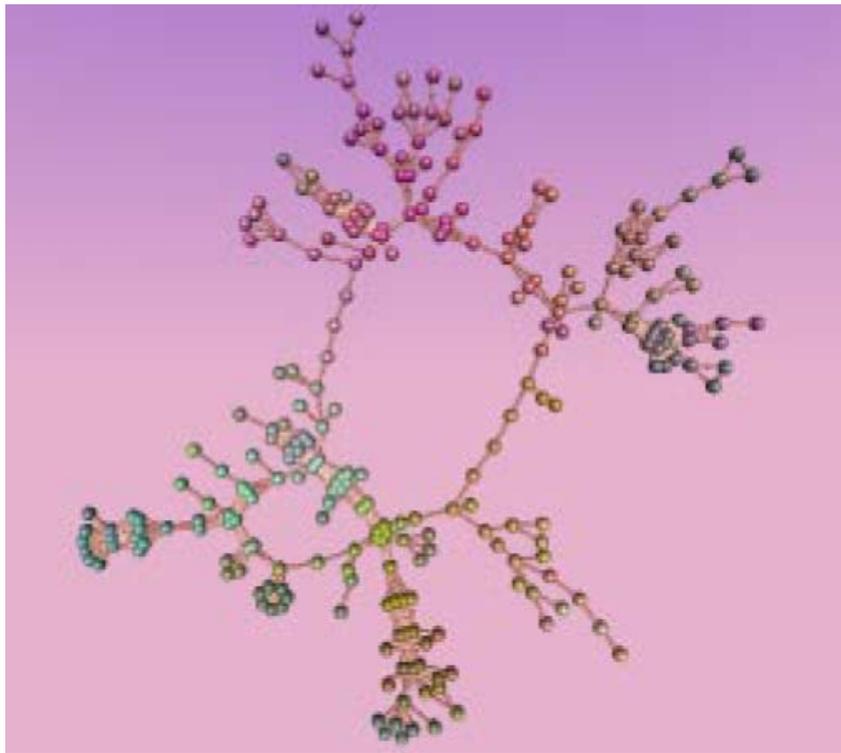


Ilustración 21. Grupos detectados en una red PFNET(Chen, C. y Carr, L., 1999a)

4.4.1.4. Modelización de Bloques o Blockmodeling

Los *blockmodels* son representaciones gráficas de agrupaciones de actores redundantes —similares— en una red, con el objeto de aclarar los patrones de relaciones entre dichos actores(Borgatti, S. P. y Everett, M. G., 1992). El *blockmodeling*, que es como se le denomina a la técnica para la generación de los *blockmodels*, tiene como fin mejorar la captura de la estructura de una red y optimizar su proceso.

El *blockmodeling* se realiza a partir de una matriz imagen, que como su propio nombre indica, es una matriz que representa la imagen simplificada de la matriz original, mediante la agrupación de los actores en posiciones y de sus relaciones en roles. En la matriz imagen, cada posición ocupa una celda de la matriz y su valor será cero o uno en función de que existan o no relaciones entre dichas posiciones.

Se utiliza para la simplificación de las redes sociales por medio de la sustitución de la información compleja de actores y sus relaciones, por posiciones y relaciones equivalentes. El resultado que se obtiene puede ser representado de forma matricial mediante las denominadas matrices de imagen, o gráficamente por medio de su modelización en bloques o *blockmodeling*. El proceso de simplificación se consigue mediante la adopción de una medida de equivalencia —normalmente estructural— y la ejecución de técnicas estadísticas: *clustering* jerárquico o correlación por convergencia (CONCOR), que permitan la identificación de los grupos de actores estructuralmente equivalentes.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	10	0	0	0	0
2	0	0	4	0	11	0	0	0
3	0	4	0	12	5	5	0	0
4	10	0	12	0	0	21	0	0
5	0	11	5	0	0	16	19	15
6	0	0	5	21	16	0	25	14
7	0	0	0	0	19	25	0	23
8	0	0	0	0	15	14	23	0

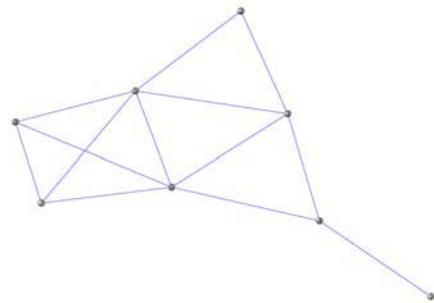


Ilustración 22. Matriz original y su correspondiente red

	1	3	2	4	5	6	7	8
1				1				
3			1	1	1	1		
2		1			1			
4	1	1				1		
5		1	1			1	1	1
6		1		1	1		1	1
7					1	1		1
8					1	1	1	

Ilustración 23. Matriz de bloques reordenada

	1	2	3
1	0	1	0
2	1	0	0
3	0	0	1

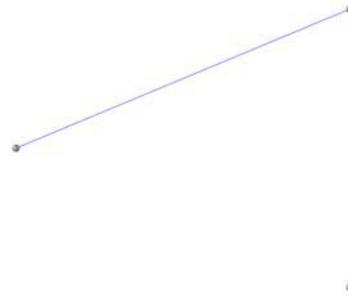


Ilustración 24. Matriz imagen y su correspondiente red de bloques

Aunque utilizada con cierta asiduidad por la Sociología y Psicología como técnica de simplificación de la información, no se conoce su uso en el campo de la Documentación y aún menos en el de la visualización de dominios. La causa posiblemente radica en la parquedad de sus representaciones y en su falta de información. Además, no es una técnica muy buena para la detección de la estructura principal de un dominio, pues *no son pocos los autores que han utilizado estas técnicas para la detección de posiciones estructurales ya conocidas y no han conseguido detectar, ni identificar dichas posiciones*(Wasserman, S. y Faust, K., 1998).

4.4.2. Técnicas Conexionistas

Otro grupo de técnicas que permiten la reducción de la dimensión, son las llamadas técnicas conexionistas. Estas constituyen una aproximación muy diferente a las anteriores, ya que provienen del campo de la informática, específicamente de una línea de investigación denominada *soft computing*. Esta línea, aborda la resolución de problemas mediante algoritmos no tradicionales. Dentro de ellos encontramos las denominadas redes neuronales artificiales.

Referidas habitualmente de forma más sencilla como redes de neuronas o redes neuronales, las redes de neuronas artificiales (RNA) son un paradigma de aprendizaje y procesamiento automático inspirado en la forma en que funciona el sistema nervioso de los animales. Consisten en simular las propiedades observadas en los sistemas neuronales biológicos, a

través de modelos matemáticos recreados mediante mecanismos artificiales —como un circuito integrado o un ordenador—. El objetivo es conseguir que las máquinas den respuestas similares a las que es capaz de dar un cerebro básico, que se caracterizan por su generalización y su robustez.

Una red neuronal puede definirse como un sistema de procesamiento de información, compuesto por un gran número de elementos de procesamiento (neuronas) profusamente conectados entre sí a través de canales de comunicación(Regueiro, C. [et al.] , 1995). Estas conexiones establecen una estructura jerárquica y permiten la interacción con los objetos del mundo real. A diferencia de la computación tradicional basada en algoritmos predecibles, la computación neuronal permite desarrollar sistemas que resuelven problemas complejos cuya formalización matemática es sumamente difícil(Guerrero Bote, V. P., 1997).

4.4.2.1. Redes Neuronales Artificiales. SOM

Una variante de las RNA es el conocido comúnmente como "mapa auto-organizativo" (*Self-Organizing Map*) o SOM. Su particularidad fundamental consiste en que trabaja con salidas bidimensionales(Moya Anegón, F. d., Herrero-Solana, V., y Guerrero Bote, V. P., 1998). Precisamente, una de las contribuciones más importantes de las redes neuronales artificiales al campo de la visualización de dominios, es la de este tipo de mapas auto-organizativos o SOM(Kohonen , T., 1985; Kohonen , T., 1997; Kaski, S. [et al.] , 1998). *Teuvo Kohonen*, que fue el responsable de su desarrollo, demostró que una información de entrada por sí sola, suponiendo una estructura propia y una descripción funcional del comportamiento de la red, era suficiente para forzar la formación de mapas topológicos.

Lo más característico de este tipo de redes es que presenta una capa competitiva que clasifica las entradas de entrenamiento. La principal diferencia con otras capas competitivas se debe a que cada neurona ejerce

una influencia competitiva sobre sí misma y sobre las neuronas topológicamente cercanas o vecinas.

Los SOM parecen ser uno de los algoritmos más prometedores para la organización de grandes volúmenes de información por su escalabilidad, aunque presentan el inconveniente de la falta de una base teórica para la elección de los parámetros de aprendizaje (Moya Anegón, F. d. y Herrero Solana, V., 1999).

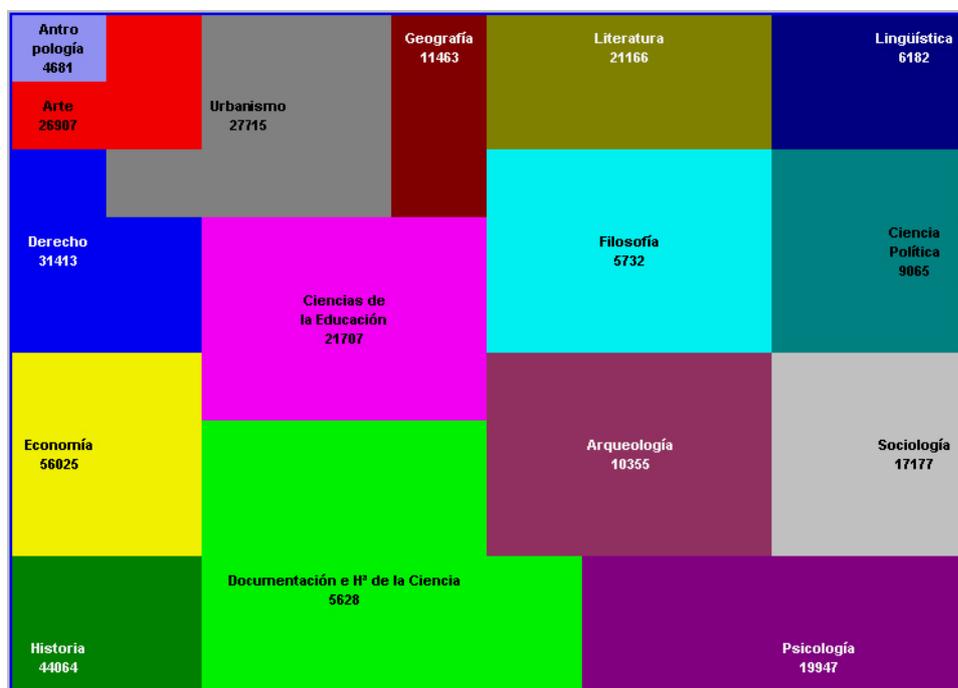


Ilustración 25. Ejemplo de SOM procedente de NeuroISOC (Moya Anegón, F. d. [et al.] , 1999)

El primero en utilizar los SOM aplicados a la visualización de la información fue *Xia Lin*, aplicándolos a mapas topológicos de documentos (Lin, X., Soergel, D., y Marchionini, G., 1991; Lin, X., 1997). Posteriormente se ha recurrido a ellos para la categorización automática de grandes cantidades de documentos (Chen, H., Schuffels, C., y Orwig, R. E., 1996; Orwig, R. E., Chen, H., y Nunamaker, J. F. Jr., 1997; Chen, H. [et al.] , 1997), para la visualización, búsqueda y recuperación de información (Chen, H. [et al.] , 1998b; Chen, H. [et al.] , 1998a; Moya

Anegón, F. d., Herrero Solana, V., y Guerrero Bote, V. P., 1998; Moya Anegón, F. d. [et al.] , 1999; Guerrero Bote, V. P., Moya Anegón, F. d., y Herrero Solana, V., 2002b), para la extracción automática y análisis de relaciones terminológicas(Guerrero Bote, V. P., Moya Anegón, F. d., y Herrero Solana, V., 2002a).

Pese a ser más difícil de interpretar, el SOM es mucho más apropiado que el MDS o el *clustering* para un uso en entornos interactivos(Lin, X., Soergel, D., y Marchionini, G., 1991), puede ser utilizado como herramienta de *browsing*(Chen, H. [et al.] , 1998a) y hace más visibles las relaciones o vecindades entre grupos que cualquiera de los otros dos(Moya Anegón, F. d. y Herrero Solana, V., 1999).

4.4.3. Técnicas Basadas en Redes Sociales

Las redes sociales intentan representar el comportamiento de las unidades de análisis y del sistema en su conjunto, por medio de las relaciones o interacciones entre sus elementos o nodos. No obstante y en la mayoría de los casos, las relaciones entre las unidades de análisis —nodos— forman tal amasijo o maraña de enlaces, que es imposible ver las relaciones principales. Resolver este problema no es fácil. Con tal fin, se han desarrollado distintas técnicas y algoritmos (llamados de poda) destinados a *aclarar* la red mediante la eliminación de los enlaces menos significativos o importantes. El resultado, es una red simplificada que, en función del método utilizado, representa con más o menos acierto y con mayor o menor grado de inteligibilidad, la estructura y esencia de la red original.

4.4.3.1. Redes Pathfinder (PFNETs)

El algoritmo *Pathfinder* es un algoritmo de poda que se desarrolló en el seno de la ciencia cognitiva con el fin de poder determinar cuáles eran los enlaces más relevantes de una red(Schvaneveldt, R. W., 1990). Su objetivo es la extracción de la estructura principal de una red por medio del análisis de la proximidad entre sus variables. El resultado es una estructura muy

típica que se conoce con el nombre de redes *Pathfinder* o PFNETs (*Pathfindernetworks*).

En una red social asociado a sus enlaces, suele existir un número que indica la distancia entre los nodos o la magnitud de la relación. Este valor, puede ser utilizado para realizar una poda de los enlaces menos significativos. Sin embargo, dicha poda está lejos de tener una solución trivial, puesto que los enlaces que para una determinada estructura no son importantes, si pueden serlo para otra.

Las redes *Pathfinder* se basan principalmente en dos elementos: la distancia de *Minkowski*, y en una extensión de la desigualdad triangular.

La distancia de *Minkowski* se utiliza para calcular la distancia entre dos puntos a través de varios enlaces, y se define mediante una ecuación paramétrica que subsume a la distancia euclidiana para $r = 2$. Esta distancia admite que se haga tender r hasta infinito, en cuyo caso sería equivalente a hallar el máximo de las distancias intermedias.

$$D = \left(\sum_i d_i^r \right)^{1/r}$$

Ecuación 2. Ecuación paramétrica de *Minkowski*

Donde:

- r = parámetro asociado a la distancia

El segundo elemento que entra en juego en las redes PFNETs, es el principio de la desigualdad triangular. Este principio se basa en que uno de los lados de un triángulo nunca puede ser mayor que la suma de los otros dos. En las redes PFNET, este principio se aplica eliminando todos aquellos enlaces que tengan asociada una distancia menor que otro camino, que una los mismos puntos pasando por otros nodos intermedios. Es decir, prevalecen los enlaces con mayor distancia o coste, o lo que es lo mismo,

los de mayor importancia o peso de la red. La distancia, a través de estos nodos intermedios, se calcula mediante la ecuación de *Minkowski*.

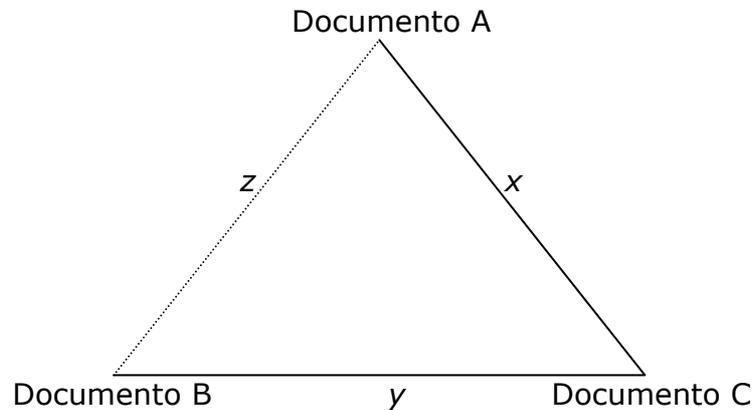


Ilustración 26. Principio de desigualdad del triángulo. Los enlaces x e y son más importantes que el enlace z

El algoritmo de *Pathfinder* está definido por dos parámetros: r , asociado a la distancia de *Minkowski* empleada; y q , relacionado con la longitud, en número de enlaces, de los caminos que se comparan (Raya Vergara, R. y Hidalgo Ruiz, E. M., 2004). Por tanto, todos los enlaces que violen la desigualdad triangular, teniendo asociada una distancia menor que otro camino entre los mismos puntos compuesto de hasta q enlaces, y calculada esta distancia global del segundo camino mediante la ecuación paramétrica de *Minkowski* con el parámetro r , serán eliminados. El máximo valor posible de q es $n-1$, donde n el número de nodos.

Las redes procedentes de análisis de citas, cocitas, o coocurrencias de términos, tanto de autores, como de revistas, o categorías ISI, suelen ser redes muy conectadas y con una similaridad asociada a cada enlace en lugar de una distancia. Por este motivo el algoritmo de *Pathfinder* se suele emplear con $r = \infty$, dando lugar a que la similaridad asociada a un grupo de enlaces sea la mínima de las asociadas a los enlaces individuales. De esta forma se eliminan los enlaces cuya similaridad es menor que la asociada a

un camino que conecta los mismos nodos a través de otros nodos intermedios, que es a su vez la menor de todos los enlaces que forman el camino.

El resultado que se obtiene mediante la aplicación del algoritmo PFNETs, es el de una red con todos los nodos originales, pero sólo con sus enlaces más destacados. Como se puede observar al comparar las ilustraciones 27 y 28, PFNETs efectúa una *poda* selectiva de enlaces, que elimina mucha complejidad y ruido visual.

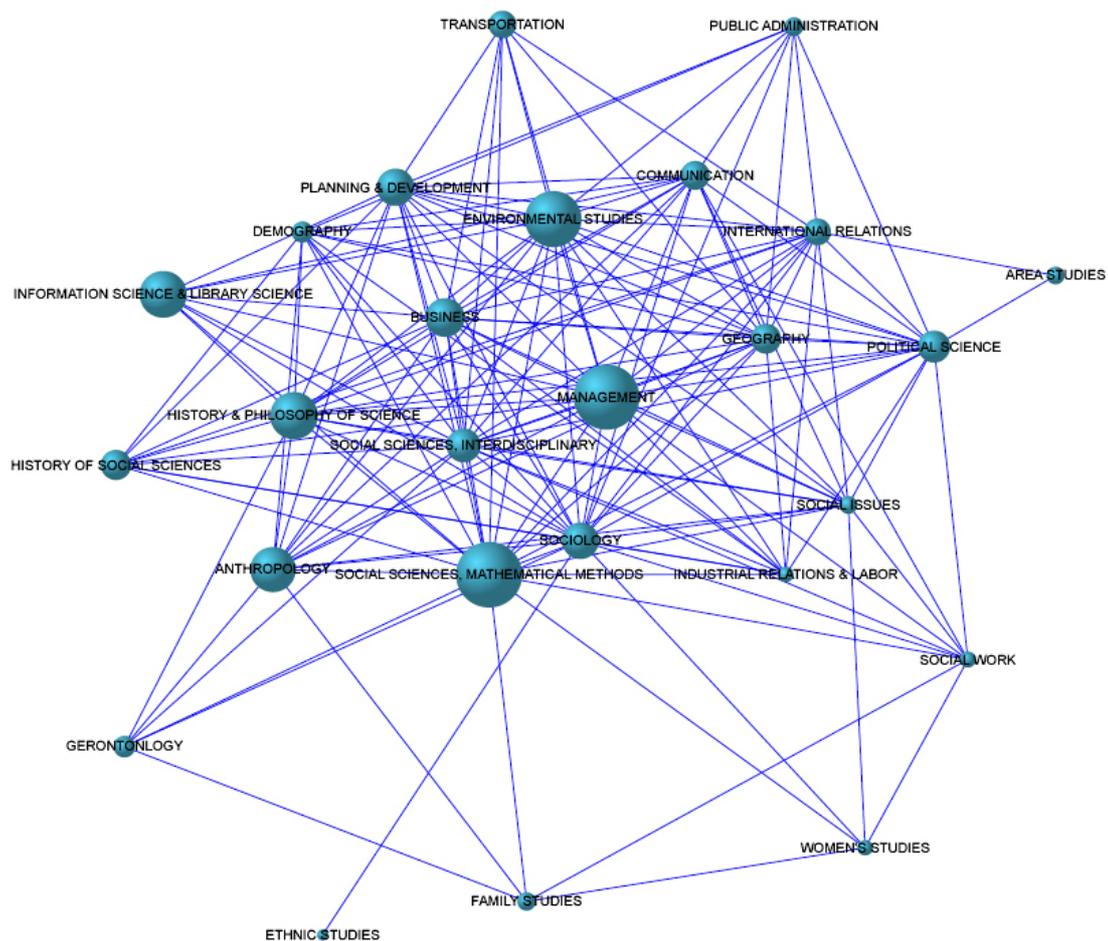


Ilustración 27. Red de categorías pertenecientes a las Ciencias Sociales, del dominio español 1998- 2002

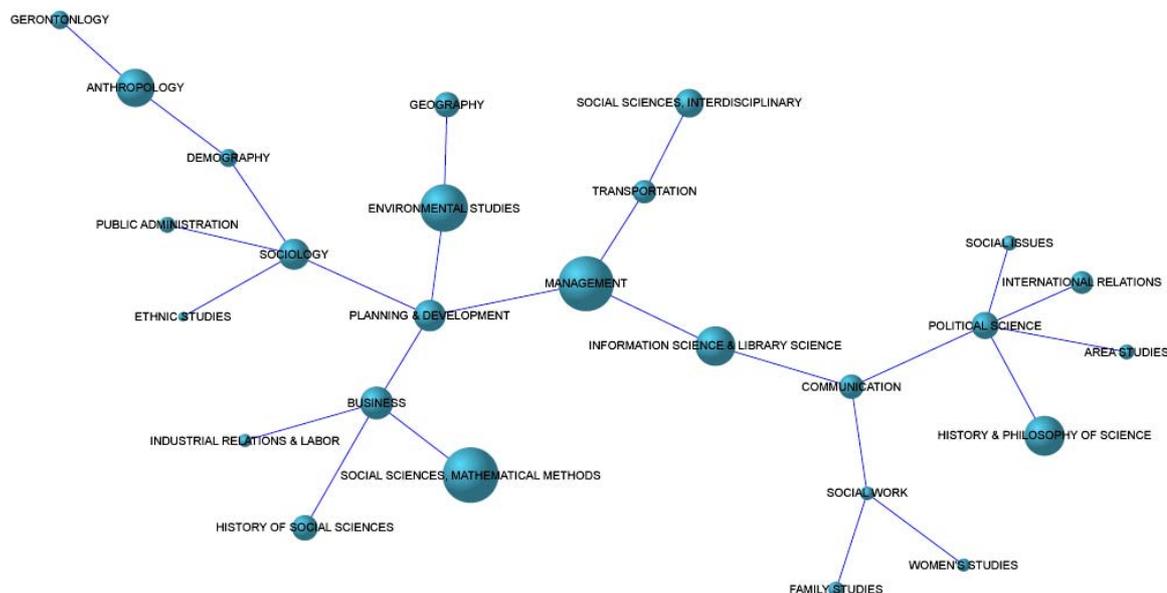


Ilustración 28. Red de categorías PFNETs con valores $q=n-1$ y $r = \infty$, pertenecientes a las Ciencias Sociales, del dominio español 1998- 2002

Aunque las redes PFNET se vienen utilizando en el campo de la *Documentación* desde 1990 (Fowler, R. H. y Dearhold, D. W., 1990), el primero en plantearse su uso en la citación fue *Chen*, que en un principio y a partir de información hipertextual, planteó una nueva forma de organizar, visualizar, y acceder a dicha información por medio de lo que llamó *Generalised Similarity Análisis* (GSA) (Chen, C., 1998a; Chen, C., 1998b).

Hasta el día de hoy y en el campo que nos ocupa, las redes PFNETs se han utilizado para el estudio y representación de pequeños dominios o comunidades científicas, como por ejemplo: (Chen, C., 1998b; Chen, C., 1998a; Chen, C., 1999; Chen, C. y Carr, L., 1999b; Chen, C. y Paul, R. J., 2001; Chen, C., Paul, R. J., y O'keefe, B., 2001; Chen, C. y Kuljis, J., 2003; Kyvik, S., 2003; White, H. D. y McCain, K. W., 1999; White, H. D., Buzydlowski, J., y Lin, X., 2000; White, H. D., 2000; White, H. D., 2001; Buzydlowski, J., White, H. D., y Lin, X., 2002; White, H. D., 2003; Lin, X., White, H. D., y Buzydlowski, J., 2003). En estos estudios se ha conseguido, bien por utilizar poblaciones pequeñas, bien por recurrir a medidas de normalización en la cocitación, o bien por ambas cosas, representaciones

claras o inteligibles en cuanto al número de enlaces, al tiempo que amigables desde el punto de vista de su facilidad de comprensión y de manejo, por parte de usuarios inexpertos.

Para realizar visualizaciones de dominios, *White, Buzydloski y Lin*, muestran sus preferencias por PFNETs. Dicen que tanto SOM como PFNETs pueden incluir más elementos en sus representaciones que MDS o el *clustering*. Pero que además, el SOM, el MDS y el dendrograma, sólo muestran los elementos similares como vecindades en el espacio, mientras que PFNETs los empareja mediante enlaces, indicando además su grado de relación. Asimismo, argumentan que las agrupaciones obtenidas mediante PFNET, son más fáciles de interpretar por los expertos, que mediante cualquier otro tipo de mapa o representación(White, H. D., Buzydlowski, J., y Lin, X., 2000).

Para *Chen y Paul*, PFNETs es mejor alternativa que MDS para la representación y reducción del espacio, pues MDS no representa las relaciones entre los nodos, haciendo difícil la interpretación de la naturaleza de cada una de las dimensiones representadas. Mientras que PFNETs, incorpora explícitamente las conexiones más significativas, por lo que la interpretación de los gráficos recae sobre los enlaces que conectan los distintos elementos que componen el gráfico, y no en las posiciones relativas de cada una de las dimensiones(Chen, C. y Paul, R. J., 2001).

Buzydlowski compara las principales técnicas que existen hoy día para la reducción del espacio y visualización de la información. Pero considera que MDS está a medio camino entre el SOM y PFNETs, y que es muy similar a PFNETs en cuanto a la metodología para mostrar la información, por lo que deshecha MDS y realiza un estudio pormenorizado de las ventajas e inconvenientes del SOM y PFNETs. Para ello somete a la evaluación exhaustiva de un grupo de expertos, las visualizaciones online obtenidas mediante los SOM, contra las conseguidas de la misma forma mediante PFNETs, en el proceso de análisis y recuperación de la

información (Buzydlowski, J., 2002). La conclusión a la que llega es que tanto el SOM como PFNETs son técnicas complementarias. Ambos ofrecen resultados similares en cuanto a la forma de presentar la información. Pero PFNETs tiene la ventaja de mostrar, no sólo las posiciones de los nodos, sino también sus conexiones más significativas. Además de ser mejor para la generación de mapas en tiempo real.

Lin, White y Buzydlowski, a raíz de sus anteriores trabajos, descartan totalmente MDS y SOM como elementos de visualización y se decantan claramente por PFNETs al utilizarlo como interfaz gráfico en combinación con ACA para la búsqueda y recuperación de información (Lin, X., White, H. D., y Buzydlowski, J., 2003).

White, añade un elemento más a tener en cuenta en la visualización de dominios, como es el uso de valores puros en las matrices. Y considera que de las representaciones o mapas bidimensionales obtenidos con valores de cocitación puros, el que mejor resultado obtiene es PFNETs, pues no sólo mantiene las ventajas de otras técnicas, sino que además las mejora (White, H. D., 2003).

4.5. Distribución Espacial de la Información

Como hemos visto anteriormente, los atributos o relaciones entre variables, pueden ser interpretados mediante matrices de distancia o similitud, a través de las técnicas de análisis multivariante. Del mismo modo, dichas matrices pueden ser representadas por medio de procedimientos de distribución espacial, de tal forma que las distancias/similaridades entre variables se utilicen para la generación de mapas en 2 o 3D, donde las variables similares aparezcan juntas, y las diferentes lo hagan separadas. En la mayoría de los casos, el resultado de estas técnicas de ordenación dan lugar a redes sociales o grafos.

Básicamente, el problema al que se enfrentan los investigadores y analistas desde hace casi veinticinco años, es a la generación automática de grafos, sin que conste ningún criterio general adoptado de cómo hacerlo. No obstante, sí que existen dos requerimientos comúnmente admitidos. Uno es el de reducir al máximo el número de cruces en los enlaces, tal y como ya había propuesto *Moreno* cincuenta años antes (Moreno, J. L., 1953), el otro es el de distribuir los actores y los enlaces de manera uniforme en la red. Sin embargo, una aplicación severa del primer requerimiento puede ir en detrimento del segundo. Es decir, una reducción excesiva del número de cruces en los enlaces puede influir en el equilibrio de la estructura de la red y por tanto en su uniformidad, lo que termina siendo contraproducente para la comprensión humana de la estructura de la red.

Existen muchos métodos para la generación automática de grafos. En algunos de ellos las posiciones de los vértices están limitadas. Por ejemplo, estando situadas en unas determinadas coordenadas (Batini, C., Nardelli, E., y Tamassia, R., 1986; Tamassia, R., Batista, G., y Batini, C., 1988), formando círculos concéntricos (Carpano, M., 1980), o líneas paralelas (Sugiyama, K., Tagawa, S., y Toda, M., 1981). En otros casos, el grafo se interpreta como un sistema físico con fuerzas —energía— entre los vértices, donde estos se mueven libremente por el espacio disponible para reducir la energía del sistema y obtener una buena representación.

De las muchas propuestas que existen para dibujar los grafos, a continuación describiremos brevemente dos del tipo *spring embedders* —insertadores de muelles—, que son los más utilizados en el área de la Documentación, y en concreto en la visualización de dominios.

Los *spring embedders*, son algoritmos dedicados a la representación y visualización de la información. Reciben este nombre por las técnicas y procedimientos que utilizan para distribuir la información en el espacio asignado. Se trata de programas cuyo objetivo principal es el de realizar grafos atractivos siguiendo una serie de principios estéticos como por

ejemplo, utilizar el máximo espacio disponible, forzar la posición de los nodos y reducir el número de enlaces cruzados, entre otros. Así se obtienen obteniendo resultados muy exitosos con grafos de pequeño tamaño, de unos cincuenta nodos como máximo. Los *spring embedders* comienzan asignando coordenadas a los nodos de modo que el grafo final sea estéticamente agradable al ojo humano. A este proceso se le conoce como *embedding*(Eades, P., 1984) y ha sido muy bien estudiado por *DiBattista*(Di Battista, G., 1998).

Las dos principales extensiones al algoritmo propuesto por *Eades* han sido desarrolladas por *Kamada, T. y Kawai, S.* (1989) y *Fruchterman, T. y Reingold, E.* (1991).

4.5.1. Algoritmo de *Kamada-Kawai*

Kamada, T. y Kawai, S. (1989) proponen un algoritmo en el que la posición de los vértices no está restringida, y los enlaces son dibujados como líneas rectas. Así, el propósito del algoritmo es determinar únicamente la posición de los nodos o vértices.

La idea básica del algoritmo es la siguiente. Se considera que la distancia deseable –geométrica o euclidiana– entre dos nodos es la misma que la representada en el gráfico, y para ello se basa en el algoritmo de *Floyd-Warshall*(Gosper, J. J., 1998). Se introduce un sistema dinámico virtual formado por anillos –los nodos– y muelles –los enlaces–, de modo que se hace evolucionar el sistema con el fin de disminuir la energía acumulada por los muelles. Algorítmicamente, para evitar problemas de computación, se calcula la evolución de cada nodo por separado, en lugar de todo el conjunto. Es decir, se fiján todos los nodos salvo aquel que más energía acumula, lo dejamos evolucionar hasta que la energía acumulada sea menor que un determinado límite y lo volvemos a fijar. A continuación, se vuelve a escoger el nodo que acumula más energía, se le hace

evolucionar, y se vuelve a fijar. Y así sucesivamente hasta que ninguno de los nodos que componen la red, acumule una energía superior al límite.

En pocas palabras, este algoritmo asigna coordenadas a los nodos tratando de ajustar al máximo las distancias existentes entre ellos, a distancias teóricas. Su uso está muy generalizado en la representación de redes sociales, mediante la asignación de una distancia unitaria a cada enlace, pues ofrece unos resultados estéticos muy buenos, paralelamente a unos tiempos de computación asequibles, para su aplicación en tiempo real.

La ilustración siguiente muestra el ejemplo típico del grafo que se obtiene al utilizar el algoritmo de (Kamada, T. y Kawai, S., 1989). Si el algoritmo está bien programado y cumple todos los principios establecidos por sus autores, al aplicar el algoritmo al grafo de la izquierda, se debe obtener la representación de la derecha.

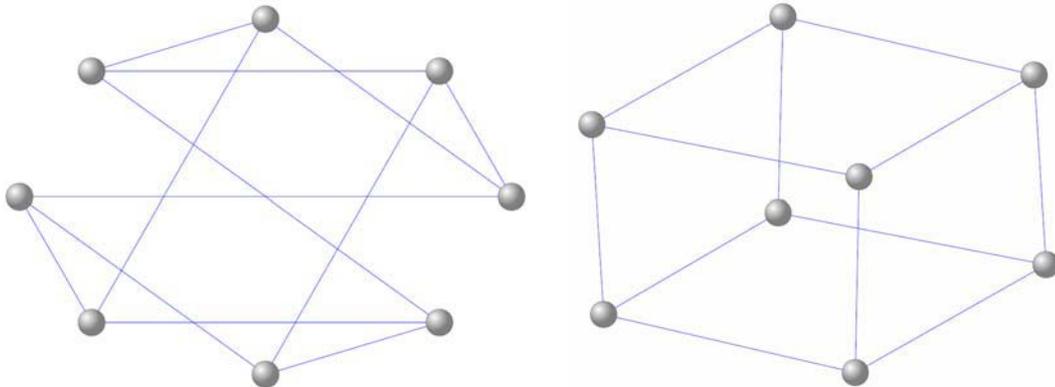


Ilustración 29. Partiendo del grafo de la izquierda, el algoritmo de Kamada-Kawai, obtiene el grafo de la derecha

Este algoritmo ha sido profusamente utilizado en el campo de la visualización de dominios por autores como *Chen, White, Lin y Buzydlowski*.

4.5.2. Algoritmo de Fruchterman y Reingold

Propuesto para grafos no dirigidos cuyos enlaces se dibujan como líneas rectas, este algoritmo produce dibujos de grafos en dos dimensiones mediante simulaciones simplificadas de sistemas físicos.

Se trata de un algoritmo para la colocación de los nodos basado en la fuerza-dirigida. Este método compara un grafo a una colección mecánica de anillos cargados eléctricamente —nodos— y conectados mediante muelles —enlaces—. Básicamente, su funcionamiento es el siguiente: cada dos nodos se rechazan entre sí mediante una fuerza repulsiva, y los nodos adyacentes, que son aquellos que están conectados por un enlace, son atraídos entre sí mediante una fuerza atractiva. Durante una serie de iteraciones, se van recalculando las fuerzas que modelan cada uno de los enlaces y los nodos se van moviendo para reducir dichas fuerzas.

La ilustración siguiente muestra en la parte derecha, la representación final que se obtiene al aplicar el algoritmo de *Fruchterman, T. y Reingold, E.* (1991) al grafo de la izquierda, que es el mismo que se le proporcionó al algoritmo de *Kamada, T. y Kawai, S.* (1989).

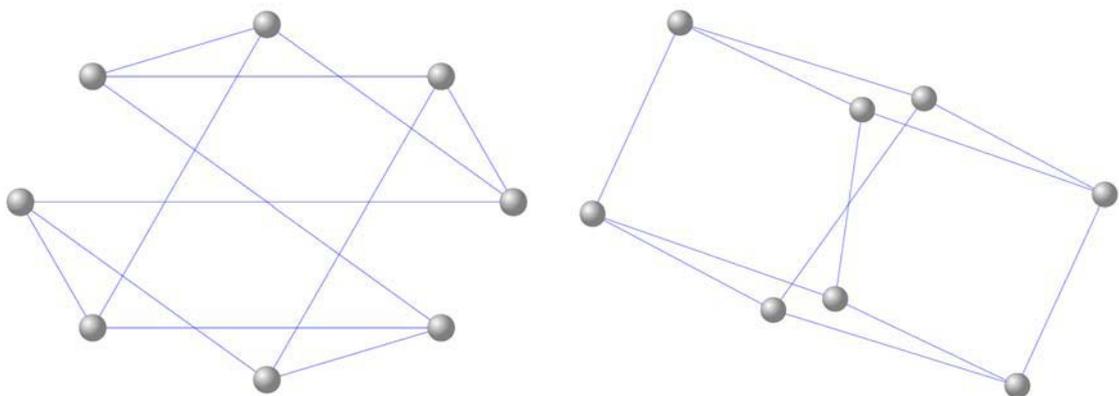


Ilustración 30. Partiendo del grafo de la izquierda, el algoritmo de *Fruchterman y Reingold*, obtiene el grafo de la derecha

El resultado final que se obtiene tanto con el algoritmo de *Kamada-Kawai* y *Fruchterman y Reingold*, no es muy diferente. Los dos producen estructuras muy similares, aunque el primero muestra superposición en dos enlaces, mientras que el segundo lo hace en tres. Además, por la perspectiva en que se muestra el objeto y por el lugar en que se cruzan los enlaces, la representación obtenida mediante el algoritmo de *Kamada-Kawai*, es mucho más clara y fácil de entender por el ojo humano, que la que se consigue a través del otro algoritmo. Posiblemente, este hecho puede ser el responsable de que *Kamada-Kawai* sea el algoritmo más utilizado para la visualización de dominios.

4.5.3. Evaluación de los Algoritmos

Los criterios para evaluar este tipo de algoritmos son principalmente estéticos. La simetría, la distribución uniforme de nodos, la longitud uniforme de los enlaces, la reducción del número de cruces de los mismos, etc., juegan un papel fundamental en la decantación por un algoritmo u otro.

Aunque por ejemplo, estudios como el de *Brandenburg, F. J., Himsolt, M., y Rohrer, C.* (1995) no detectan la preponderancia de un algoritmo sobre otro, la mayor parte de la comunidad científica se decanta por el algoritmo de *Kamada-Kawai*. Los motivos que llevan a esta elección son tales como su comportamiento ante los mínimos locales, el intento de minimizar las diferencias con las distancias teóricas en todo el gráfico, los buenos tiempos de computación, o que subsume al escalamiento multidimensional, cuando este último utiliza la técnica de *Kruskal, J. B. y Wish, M.* (1978). Como indican *Cohen, J.* (1997), y *Krempel, L.* (1999), el algoritmo de *Kamada, T. y Kawai, S.* (1989) utiliza un criterio –energía– similar al del escalamiento multidimensional –stress– como medida de la adaptación a las distancias teóricas.

4.6. Visualización de la Información

Una vez que se han conseguido los datos esenciales de las variables, así como sus representaciones espaciales, es necesario generar visualizaciones que puedan ser fácilmente comprendidas de una forma intuitiva, eficaz y adecuada a la realidad.

Como ya hemos señalado en el apartado 2.3, la visualización de la información mejora la capacidad de interacción con grandes volúmenes de información y ayuda a los investigadores a detectar las estructuras subyacentes en sus campos de investigación. La visualización hace referencia al diseño de la apariencia visual de las variables y a sus relaciones. Para considerar que la visualización de un dominio está bien diseñada tiene que ofrecer (Börner, K., Chen, C., y Boyack, K. W., 2003):

- Habilidad para representar grandes cantidades de información, tanto a gran como a pequeña escala.
- Reducción del tiempo de búsqueda visual de la información.
- Una buena comprensión de las estructuras complejas de datos.
- Poner de manifiesto relaciones que de otra forma no serían apreciadas.
- El conjunto de datos se podrá observar desde distintas perspectivas.
- Favorecerá la formulación de hipótesis.
- Será objeto de análisis, debate y discusión.

La consecución de estos requerimientos se consigue mediante el uso de técnicas como el filtrado, vistas panorámicas, ampliación y reducción de

las visualizaciones, distorsión de las mismas para un mejor análisis de la información, búsqueda textual, etc. y deben ser implementados uno a uno como herramientas independientes para el análisis y visualización de dominios. No obstante, se puede recurrir a formatos gráficos comerciales o de libre distribución, que lleven incorporados algunas de las técnicas necesarias para la consecución de los requerimientos mencionados.

No existe una adopción o decantación clara de un formato, por parte de los investigadores dedicados a la visualización de dominios. Al contrario, se utilizan una amplia variedad de formatos como por ejemplo: GIF, JPG, *Postscript* (PS), *Encapsulated Postscript* (EPS), Virtual Reality Modeling Language (VRML), o *Scalable Vector Graphics* (SVG), entre otros. En la mayoría de los casos la elección se encuentra condicionada por el formato de salida que ofrecen los programas utilizados por los propios investigadores. Sin embargo, puesto que lo importante es obtener imágenes de calidad con un bajo peso de *bits*, para que puedan ser fácilmente transportadas por la red, a lo largo de los últimos años, se ha despertado un creciente interés por los gráficos vectoriales y su animación.

4.6.1. Scalable Vector Graphics (SVG)

Con seguridad, el formato gráfico vectorial más utilizado y conocido es *Flash*(Macromedia, 2004), de la compañía *Macromedia*. *Flash* plantea el inconveniente de ser un formato compilado y extrínseco con respecto al *HiperText Markup Language* (HTML)(W3C, 2003b) o *Extensible Markup Language* (XML)(W3C, 2003a), además de ser un sistema propietario, es decir, que está sujeto a las necesidades e intereses de una compañía. Por ello, en 1999, el *World Wide Web Consortium* (W3C)(W3C, 2003d), auspició el desarrollo de *Scalable Vector Graphics* (SVG)(W3C, 2003c).

La especificación SVG 1.1(W3C, 2004) que el W3C publicó en enero de 2003 y que sustituye a la especificación *SVG 1.0*(W3C, 2001) de septiembre de 2001, ofrece las mismas funcionalidades gráficas y de

animación que otros sistemas propietarios, además de características adicionales. Como aplicación XML que es, SVG 1.1 tiene una perfecta integración en el mundo Web, al mismo tiempo que un importante apoyo por parte de la industria del sector, pues *Adobe, Apple, Canon, Corel, Hewlett Packard, Macromedia, Microsoft, Kodak, Sun*, entre otros, han contribuido al desarrollo de dicha especificación (Jackson, D., 2002).

Hoy día, las aplicaciones de SVG alcanzan campos tan variados como: la telefonía móvil, la impresión, aplicaciones web, diseño gráfico aerospacial, Sistemas Geográficos de Información (GIS), etc. En su versión 1.2, aún en estado de borrador, SVG incluye: desarrollo de tecnología para teléfonos móviles del tipo SVG Basic y SVG Tiny, centrados específicamente en el diseño de dispositivos de bajo consumo, como parte de la plataforma 3GPP (*The 3rd Generation Partnership Project*), para la construcción de la tercera generación de teléfonos móviles; elaboración de directrices y pautas para la consecución de formatos de impresión finales en XML (SVG Print), apropiados para el almacenamiento e impresión de información; y un lenguaje para la definición y presentación interactiva de etiquetas específicas para SVG: sXBL (SVG's XML Binding Language).

4.6.2. Ventajas de SVG como Formato de Representación

Entre las muchas ventajas con la que cuenta SVG, las principales con respecto a sus competidores son:

- Utiliza XML como lenguaje de descripción. Los fabricantes de software están comenzando a utilizar este lenguaje como formato nativo en sus aplicaciones. Por tanto, SVG será compatible con cualquier aplicación que reconozca XML.
- El tamaño del fichero es muy compacto. Su dimensión es menor que el de sus equivalentes codificados en mapas de bits.

- Permite la representación de tres tipos de objetos en un mismo gráfico: gráficos vectoriales —por ejemplo *paths* compuestos por líneas rectas y curvas—, imágenes y texto.
- Tiene todas las ventajas asociadas a un formato vectorial: es escalable, compacto, con formas siempre editables a través de curvas Bézier, con contornos suavizados y transparencias.
- Los objetos gráficos se pueden diseñar, agrupar, transformar y combinar con otros objetos incluidos en el formato, e incluso incrusta mapas de bits.
- El texto que incluyen es editable: admite las fuentes escalables más comunes, como *TrueType* o *Type 1*. Esto supone una diferencia enorme con los actuales GIF o JPG: el texto que contienen se puede editar, seleccionar, buscar, indicar (motores de búsqueda)...
- La calidad de los gráficos es independiente de la resolución y su tamaño se puede aumentar o reducir a través del zoom, sin que por ello disminuya la calidad de los mismos.
- La calidad de color es excelente; el color del gráfico se puede calibrar con los sistemas estándar de gestión de color.
- Aunque está especialmente indicado para el diseño de gráficos bidimensionales, también puede ser utilizado para simular gráficos tridimensionales.
- Los gráficos se pueden generar de forma dinámica en un servidor web como respuesta a instrucciones *Java*, *JavaScript*, *Perl*, *ASP*, *PHP*, etc.

Una vez expuesta la base teórica sobre la que se basa nuestra propuesta metodológica, a continuación pasamos a desarrollarla de una forma práctica.

PARTE EMPÍRICA

5. Material Utilizado

La base informativa para la elaboración del prototipo utilizado en esta tesis, se cimenta en la información recopilada y almacenada en el *Web of Knowledge* (The Thomson Corporation, 2005b) a través de sus distintas bases de datos. Las razones para utilizar estas fuentes de datos se detallan a continuación.

Los productos ISI¹, cuentan con una estructura diferente a la mayoría de las bases de datos comerciales, ya que incluyen las referencias o citas bibliográficas en las que los autores apoyan o justifican sus afirmaciones.

En lo referente a su grado de representatividad temática, debemos decir que la fuente es totalmente apropiada y resulta excelente para los objetivos marcados en nuestro trabajo. Lo ideal sería conseguir la cobertura total de una disciplina. No obstante, estas bases de datos, como fuentes multidisciplinarias, son el referente más homogéneo disponible hoy día, para realizar representaciones equilibradas.

Una de las limitaciones de estas bases de datos es la multicategorización de sus documentos. El JCR asigna una o varias categorías temáticas a cada una de las revistas vaciadas en sus bases de datos, en función de la temática que cada revista declara abarcar. Esto implica que cualquier trabajo que se publique en una revista con asignación multitemática, adquirirá automáticamente dicha peculiaridad, lo cual provoca un efecto multiplicador en la cocitación de categorías, ya que estas son cocitadas tantas veces como el número de categorías a las que está adscrito el documento cocitado. La consecuencia final es que todas las categorías, en mayor o menor medida, aparecen cocitadas entre sí, perdiendo así una de las características propias de las distribuciones bibliométricas: presentar una distribución del grado de los nodos desigual

¹ Actualmente registrados como *Thomson Scientific*

por la derecha —*power-law*(Chen, C. y Hicks, D., 2004)—, así como la posibilidad de que las representaciones gráficas de dichas matrices de cocitación mediante redes sociales, puedan ser consideradas como redes del tipo *small-world*(Watts, D. J. y Strogatz, S. J., 1998).

Otra de sus limitaciones es su cobertura documental. Estas bases de datos, indizan una gran cantidad de revistas, tanto nacionales como internacionales, pero no presentan el mismo porcentaje para cada uno de los distintos países, al tiempo que tampoco cubren monografías ni informes. Estas limitaciones afectan más a las humanidades y a las ciencias sociales que a las ciencias duras y por otro lado, a las ciencias aplicadas más que a las ciencias básicas. En países periféricos, la utilización de estas bases de datos, no convence a toda la comunidad científica, ya que una parte considera que se penaliza a aquellos investigadores que publican en revistas escritas en otros idiomas que no sean el español, así como a aquellos con líneas de investigación de interés local o regional que difícilmente encuentran huecos en las revistas de mayor impacto(García-Guinea J. y Ruis J.D., 1998). Incluso, hay científicos que cuestionan la selección de revistas especializadas realizada por el ISI, pues consideran que no son más que el reflejo de la investigación básica y no de la aplicada(Sanz E., Aragón I., y Méndez, A., 1995). Por tanto, debemos decir que las limitaciones de estas bases de datos, se centran fundamentalmente en las Ciencias Sociales y en las Humanidades, pues dado su carácter más localista, su producción está menos controlada en las bases de datos internacionales(Kyvik, S., 2003). Aunque el ISI argumenta que el objetivo de sus bases de datos es el de ofrecer un panorama representativo de la ciencia a nivel internacional, el carácter más local se encuentra poco representado y la internacionalidad de los campos es más afín a las ciencias experimentales que a las Ciencias sociales y a las Humanidades, donde la investigación desarrollada tiene ese carácter local. Además, se suma el hecho de la mayor influencia de los factores lingüísticos y culturales, lo que hace que las publicaciones nacionales tengan mayor relevancia en estos campos que en las áreas científicas y tecnológicas(Bordons, M. y Gómez Caridad, I., 1997).

La historia de las bases de datos ISI ha estado plagada de críticas relacionadas con el sesgo en la cobertura de las revistas en términos de disciplinariedad y nacionalidad. No obstante, estudios recientes (Braun, T., Glanzel, W., y Schubert, A., 2000) que comparan la cobertura del SCI con la del *Ulrich's International Periodicals Directory (U-S&T)*, demuestran que esto no es así. El conjunto de revistas SCI presenta un balance equilibrado con respecto al del U-S&T a nivel macro, por lo que afecta al menos a países y disciplinas.

En contra de la creencia general, este estudio demuestra que no existe un sesgo en estas bases de datos a favor de Estados Unidos o de la biomedicina, en algunos casos, incluso existe una infra-representación. Las excepciones en cuanto a cobertura por disciplinas se centran en Alemania y en concreto en la agricultura y en lo referente a editores, destaca *Elsevier*. En general hay una sobre-representación de los principales editores en el SCI, pero en cualquier caso, este fenómeno no afecta a los objetivos de este trabajo (Moya Anegón, F. d. [et al.] , 2004).

Para el caso concreto de la ciencia española, la selección de esta fuente es coherente con la normativa actual vigente² donde se establecen los criterios de la evaluación de la investigación española en todos los campos científicos excepto en Derecho y Jurisprudencia, Historia, Arte, Filosofía, Filología y Lingüística. Esto ha provocado que los científicos españoles dirigieran sus publicaciones a revistas científicas recogidas en las bases de datos ISI, ya que son las indicadas por la *Comisión Nacional Evaluadora (CNEAI)* como referente en los procesos evaluativos para la concesión de incentivos de investigación (Jiménez Contreras, E., Moya Anegón, F. d., y Delgado López-Cózar, E., 2003).

² Resolución de 28 de agosto de 1989, modificada y completada por el Real Decreto 1325/2002

Lo cierto es que, pese a sus lagunas, las bases de datos ISI son hoy por hoy la mejor herramienta para la obtención de datos que puede ser esgrimida con ciertas garantías. Este es el motivo fundamental de que sean el referente utilizado por todos los gobiernos e instituciones occidentales y de que se utilicen ampliamente en todo el mundo, para la evaluación de la actividad investigadora.

Por todo lo dicho, consideramos que la fuente de información es la adecuada, que los datos que suministra, reflejan consistentemente la investigación mundial con visibilidad internacional y que por tanto, pueden ser aplicados para obtener la representación gráfica y análisis estructural de la misma.

5.1. Extracción de Datos

Con fines estrictamente investigadores, el dos de agosto de 2004, terminamos de descargar del *Web of Science* (The Thomson Corporation, 2005c), en concreto del *Science Citation Index-Expanded* (SCI-EXPANDED), *Social Science Citation Index* (SSCI) y *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI), todos los registros de la producción científica mundial publicados en el año 2002. Es decir, todos aquellos que en el campo *Year* de las bases de datos, contenían la cadena de caracteres correspondientes a 2002.

El *Journal Citation Report* (JCR) (The Thomson Corporation, 2005a), asigna a cada una de las revistas una o varias categorías temáticas. Con el fin de poder adjudicar una materia —categoría ISI—, a cada documento, hemos extraído del JCR, tanto en su edición *Sciences* como *Social Sciences* para 2002, dicha información.

Con posterioridad a la extracción, realizamos una serie de tareas relacionadas con el control de calidad de los datos. Las cuales se detallan a continuación.

5.2. Análisis y Tramamiento de los Datos

Las bases de datos ISI, como consecuencia de su amplio período de cobertura: 1945 hasta el presente para SCI, 1956 hasta el presente para SSCI y 1975 hasta el presente para (A&HCI); así como a su evolución temporal y a los distintos soportes en los que han ido apareciendo, plantean una serie de inconvenientes que en algunos casos es posible asumir y en otros, es necesario solventar.

5.2.1. Normalización de Títulos de Revistas

El primer problema a solventar fue la inconsistencia de algunos títulos abreviados de revistas en el listado del JCR, y la forma en la que se presentan en las referencias de los artículos citados. Esto deriva en una pérdida de información a la hora de trabajar en el análisis de citas y cocitas, que asumimos de antemano.

En nuestro caso, de las 7.590 revistas incluidas en el JCR 2002, 98 títulos abreviados con al menos una cita, no encuentran correspondencia. Es decir, solamente un 1,29% del total de títulos abreviados, con al menos una cita, no coinciden con los títulos recogidos en el JCR 2002. Para el caso del dominio español 1990-2002, la proporción es similar, e incluso menor. Consideramos, que un porcentaje tan bajo, es perfectamente asumible.

5.2.2. Multidisciplinaridad del Contenido de las Revistas

Otro punto a tener en cuenta en las bases de datos ISI, es la adjudicación de la categoría *Multidisciplinaries Sciences*, a un determinado grupo de revistas de naturaleza multidisciplinar como *Science*, *Nature*, *Endeavour* o *Interciencia*, entre otras. Esto, que en un primer momento parece lo más lógico y acertado, puesto que dan cabida a documentos de todo tipo de disciplinas, no lo es tanto si analizamos de forma detallada las consecuencias que esa decisión puede tener. Pues trabajos que tratan de una determinada disciplina o categoría, como podría ser por ejemplo la

genética, aparecen desgajados del resto de sus similares al haber sido publicados en una revista multidisciplinar y haber sido etiquetados por tanto como tales.

Este problema no es fácil de resolver. *La Comisión Europea*, en su *Tercer Informe Europeo sobre Indicadores Científicos y Tecnológicos* (European Commission, 2003), elimina directamente la categoría *Multidisciplinaries Sciences* y por tanto, los indicadores derivados de los documentos albergados bajo esta materia.

En este trabajo, para evitar pérdidas de información de este tipo, sustituimos la categoría de los documentos que tienen asignada *Multidisciplinaries Sciences*, por la categoría más citada por las referencias de cada uno de esos documentos. Sólo en aquellos casos en los que la categoría *Multidisciplinaries Sciences* coincide con la más citada por los documentos referenciados, hemos recuperado cada uno de esos documentos fuente, y a partir de su título y abstract, le hemos asignado de forma manual una categoría JCR, en función de su contenido.

5.2.3. Control de las Citas

Con respecto al control de las citas hay que indicar que en las bases de datos ISI, sólo se registra al primer autor de la referencia. Para salvar esta deficiencia, se añadió información relacionada con los demás coautores. Es decir, se recoge el orden de los autores en la referencia. De esta manera, podemos realizar un recuento completo en el análisis de citas.

5.2.4. Control de Autores

El ISI no efectúa ningún tipo de control de autoridades sobre sus bases de datos. Esto provoca la aparición de distintas entradas para un mismo autor. La solución de este problema, además de ser difícil, requiere de un gran esfuerzo y tiempo. No obstante, este inconveniente no afecta a esta tesis,

pues trabajamos en niveles de agregación superiores en los que los nombres de los autores no son utilizados en ningún tipo de proceso.

Un problema similar al de los nombres de los autores, es el de la adscripción del país de trabajo de los mismos. La información que estos ponen sobre su ciudadanía, es directamente trasladada sin ningún tipo de comprobación ni cotejo, al campo *country* de la base de datos. Así por ejemplo, no aparecen países como Reino Unido (*United Kingdom*) y sí lo hacen otros como por ejemplo Gibraltar.

Esta última dificultad se plantea principalmente en el momento de seleccionar los documentos de un dominio geográfico concreto. Para evitarla, no queda más remedio que comprobar si la unidad geográfica o dominio que pretendemos analizar, se corresponde con el nombre del país recogido en las bases de datos (anexo I). Si no es así, hay que combinar las unidades geográficas que el ISI considera países, hasta constituir la unidad geográfica adecuada.

5.3. Generación de la Fuente Secundaria

Una vez detectados y resueltos los posibles problemas relacionados con la consistencia de los datos en su estado original, estamos en disposición de generar la fuente secundaria, que se convierte en uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de nuestro trabajo. Para ello, los datos bibliográficos de origen, requieren un tratamiento previo en parte automático y en parte manual. Con este fin, se ha utilizado un software *ad-hoc*, suministrado por el Director de esta tesis, por el que se vuelcan los registros a una base de datos relacional (véase estructura del modelo en la ilustración 31).

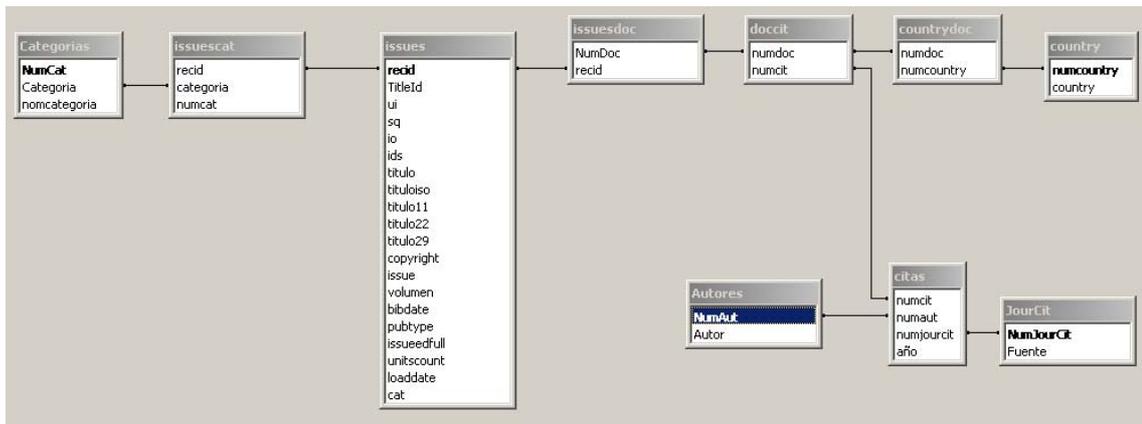


Ilustración 31. Estructura de la base de datos de carga

El resultado final es una de base de datos relacional, con la información estructurada de los documentos y con las relaciones establecidas a priori. Dicha base de datos recoge 1.751.996 autores de 206 países distintos —anexo I—, los cuales, de forma autónoma o en colaboración, han publicado 901.493 documentos (articles, biographical items, book reviews, corrections, editorial materials, letters, meeting abstracts, news items y reviews) recogidos en 8.628 revistas aceptadas por el JCR y a las que se les han hecho corresponder las 219 categorías contempladas por el propio JCR del año 2002 —anexo I—, con la excepción de *Multidisciplinary Sciences*, donde se ha procedido según el método explicado en el apartado 4.2.2. El número total de citas recogidas en esta base de datos es de 25.682.754.

Para el estudio evolutivo-temporal de un dominio, se ha utilizado una base de datos relacional con las mismas características de la anterior, pero que recoge exclusivamente la producción científica española desde 1990 a 2002. Dicha base de datos cuenta con 1.095.210 autores que de forma autónoma o en colaboración, han publicado 294.778 documentos en 10.404 revistas aceptadas por el JCR y a las que se les han hecho corresponder las 240 categorías contempladas por el propio JCR desde el año 1990 al 2002 —anexo I—, con la excepción de *Multidisciplinary Sciences*. El número total de citas recogidas en esta base de datos es de 7.364.747.

6. Metodología

La metodología para la realización de representaciones offline no ha variado mucho desde los años 80 hasta ahora: se elige el área de conocimiento a estudiar, se seleccionan las unidades de análisis (palabras, documentos, obras de un autor, revistas, país de publicación, etc.) se capturan los datos y se trasladan a una matriz de coocurrencia que luego es transformada en una matriz de proximidad. Las visualizaciones se obtienen mediante la representación de *clustering*, análisis de factores y/o MDS sobre matrices de coocurrencias, por ejemplo de autores; de tal forma que la estructura jerárquica de los *clusters* produce agrupamientos y el MDS ordenación de los items en un espacio de N dimensiones (White, H. D. y McCain, K. W., 1997).

Apenas han pasado ocho años desde que *White* y *McCain* hicieron esa afirmación y desde entonces hasta ahora, han aparecido nuevas aportaciones metodológicas que han mejorado las ya existentes. Aunque con el tiempo, surgirán más. A continuación desarrollamos la nuestra.

6.1. Cocitación de Categorías

Hasta ahora, la cocitación de clases y categorías (Moya Anegón, F. d. [et al.] , 2004), junto con la combinación de *Clustering* y *Escalamiento Multidimensional* (Small, H. y Garfield, E., 1985), han sido los dos únicos modelos propuestos para la representación de grandes dominios.

En esta tesis, adoptaremos el modelo de cocitación de clases y categorías como modelo de representación. No obstante, propondremos y adoptaremos algunas modificaciones al mismo.

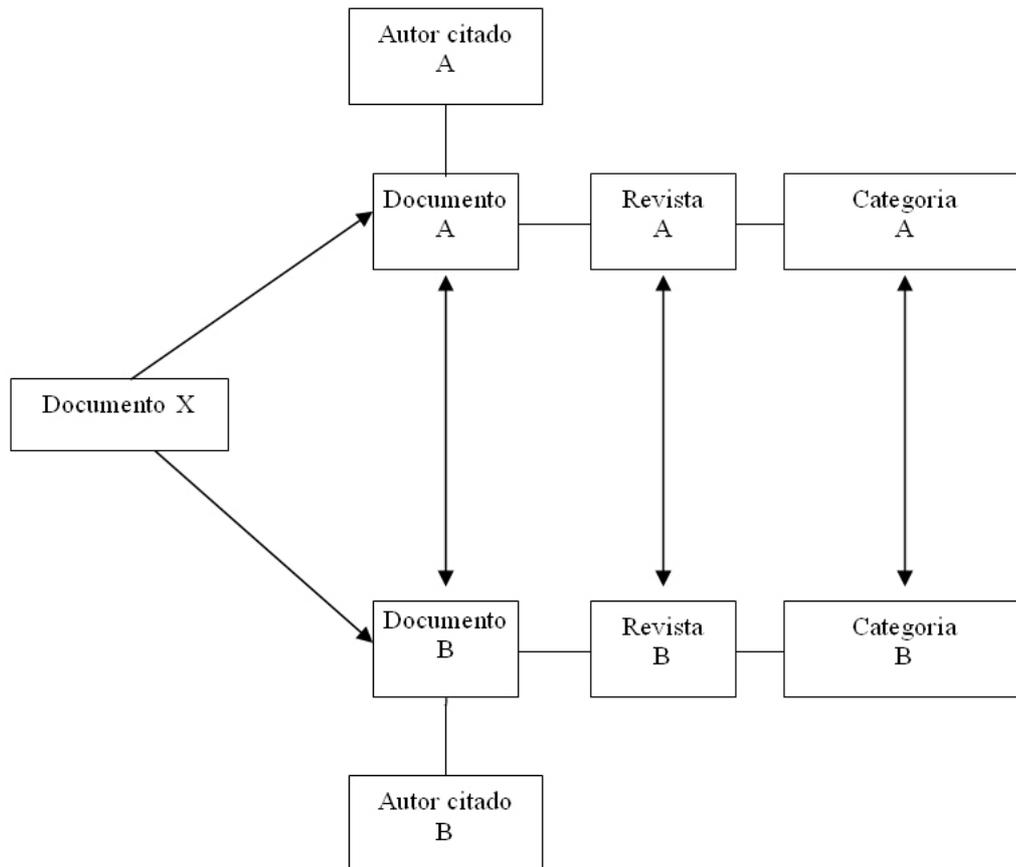


Ilustración 32. Modelo de cocitación de categorías adaptado de (Moya Anegón, F. d. [et al.] , 2004)

Consideramos que las categorías JCR, por sí solas, son unidades informativas lo suficientemente explícitas como para poder ser utilizadas en la representación de las distintas disciplinas que componen la ciencia en general. Estas categorías, en combinación con las adecuadas técnicas de reducción del espacio y de representación de la información, permiten la construcción de scientogramas de la ciencia o de grandes dominios, mucho más informativos, claros y amigables desde el punto de vista de su facilidad de comprensión y de manejo, por parte de usuarios inexpertos, que los que se obtienen mediante la cocitación de clases. Además, la representación fragmentada de un dominio, a la que obliga la utilización de las clases ANEP, hace que las conexiones o relaciones existente entre las categorías de distintas clases no puedan ser estudiadas ni analizadas, al ser imposible

representarlas. Por todo ello, utilizaremos el modelo ampliado de cocitación de (Moya Anegón, F. d. [et al.] , 2004), pero sólo hasta el nivel de las categorías. Asimismo, realizamos una serie de consideraciones y modificaciones, que según nuestra opinión, lo mejoran.

El modelo de cocitación de categorías tal y como fue descrito por sus autores, adolece de dos problemas que se han ido revelando con el uso y en la medida en que esta técnica se ha ido haciendo extensible a todo tipo de dominios.

- 1) El primer problema, en realidad es un vicio o defecto implícito, que aparece como consecuencia de la adopción de las Categorías del JCR como unidades de medida y de cocitación.
- 2) El segundo, está relacionado con la normalización del valor de cocitación de las distintas bases de datos —utilizadas para constituir la fuente de datos— y con la necesidad de ofrecer dichos valores de cocitación en su estado puro. A continuación pasamos a describirlos a la vez que proponemos su solución.

6.1.1. Cocitación Latente

El esquema de cocitación adoptado —ilustración 32—, junto con la propia idiosincrasia de la clasificación del JCR puede provocar errores de acumulación en el cómputo de las cocitas entre categorías. Este fenómeno se produce como consecuencia de lo que nosotros denominamos como *cocitación latente*. Es decir, la simple referencia a un documento que haya sido publicado en una revista que tenga asignadas varias categorías en el JCR, desencadenará la cocitación automática de esas categorías, aunque no hayan sido citadas por distintos documentos. Por ejemplo, volviendo de nuevo al esquema de la ilustración 32 y utilizando como muestra la revista *Journal of the American Society for Information Science and Technology* (JASIST): la referencia de un documento X a otro que ha sido publicado en

dicha revista, provocará automáticamente la cocitación de las dos categorías JCR, a las que dicha revista ha sido asignada. En otras palabras, una sola referencia a un documento perteneciente a JASIST supondrá, involuntaria e implícitamente, la cocitación de las categorías *Computer Science and Information System* e *Information Science and Library Science*, con el consecuente sobredimensionamiento de la cocitación –relación– entre ambas categorías y el correspondiente error en la representación de la estructura del dominio.

Eliminar la *latencia* en la cocitación es algo relativamente fácil. Sólo es necesario agrupar las categorías citadas por cada uno de los documentos fuente y sobre esa propia agrupación, realizar el cálculo de cocitación. El resultado es una *cocitación de categorías no latente*, donde la *latencia* inherente a la propia clasificación, no condiciona la representación de la estructura del dominio que se pretende analizar.

Esta *cocitación no latente*, será la que utilizemos para la generación de los scientogramas de grandes dominios que se recogen en esta tesis, y cuando hablemos de cocitación a secas, nos estaremos refiriendo a ella.

6.1.2. Valores de Cocitación Puros y Normalizados

El cálculo de la cocitación produce como resultado una matriz de valores. En esta tesis, trabajaremos con matrices de cocitación de categorías y todas ellas serán cuadradas o simétricas. Es decir, tendrán el mismo número de filas que de columnas y por tanto, la coincidencia de sus elementos –categorías– será siempre recíproca y no direccional.

Para generar la matriz de cocitación de categorías, lanzamos una consulta de referencias cruzadas, que se ejecuta contra la base de datos relacional o fuente secundaria.

El resultado es una matriz simétrica, de N por N categorías, donde N es la cantidad de categorías existentes en la producción del dominio. No nos interesa representar, ni analizar la *autocitación* de categorías, por lo que ponemos a cero los valores de la diagonal de la matriz, eliminando así los ciclos o bucles de cada categoría.

Al igual que *White, H. D. (2003)*, también hemos podido comprobar que la introducción de medidas de normalización en los valores de la matriz, ya sean *Pearson*, la función del *coseno* (*Salton, G., Allan, J., y Buckley, C., 1994*), o la medida de normalización de la cocitación de *Salton, G. y Bergmark, D. (1979)*, provoca distorsiones en la distribución de la información de los mapas. Este es el motivo de que los valores de cocitación con los que trabajamos estén en su estado puro, es decir, sin normalizar. No obstante, es necesario equiparar los distintos grados de citación de las tres bases de datos utilizadas para constituir nuestra fuente de datos. Por ello, a los valores puros de cocitación, les sumamos su correspondiente valor de cocitación ya normalizado. De esta forma, conseguimos trabajar con datos de cocitación puros, al mismo tiempo que normalizamos el grado de cocitación de las distintas categorías. Esto lo logramos con una simple modificación a la fórmula propuesta por *Salton y Bergmark*:

$$MCN(ij) = Cc(ij) + \frac{Cc(ij)}{\sqrt{c(i) \cdot c(j)}}$$

Ecuación 3. Medida de Cocitación de *Salton* y *Bergmark* modificada

Donde:

- *Cc* es Cocitación
- *c* citación.
- *i, j*, son categorías

Estas matrices de cocitación, son la base y el origen de los scientogramas que ponen de manifiesto la estructura del dominio que se representa, así como las relaciones o intercambio de información —conocimiento— que se produce entre las distintas categorías o disciplinas de un dominio científico.

A continuación, mostramos los valores de cocitación puros, a la vez que normalizados, obtenidos como consecuencia de aplicar la fórmula anterior a nueve categorías del JCR de un dominio ficticio y obtener su correspondiente grado de cocitación.

	ENERGY & FUELS	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	ENGINEERING, PETROLEUM	GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	MATHEMATICS	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	MEDICAL INFORMATICS100
ENERGY & FUELS	0	26.31	30.2	0	0	0	2.09	0	0
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	26.31	0	16.1	0	3.02	2.07	2.3.4	1.1	0
ENGINEERING, PETROLEUM	30.2	16.1	0	0	0	0	0	0	0
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	0	0	0	0	36.03	0	248.1	0	1.01
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	0	3.02	0	36.03	0	0	90.04	1.07	7.02
MATHEMATICS	0	2.07	0	0	0	0	0	2	2.01
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	2.09	2.3.4	0	248.1	90.04	0	0	5.01	24.3
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	0	1.1	0	0	1.07	2	5.01	0	0
MEDICAL INFORMATICS	0	0	0	1.01	7.02	2.01	24.03	0	0

Tabla 2. Ejemplo de matriz de cocitación de 9 por 9 categorías

6.2. Reducción de la Dimensión: Estructura Básica de un Dominio.

Como ya indicamos en el apartado 4.4, a lo largo de los últimos veinte años, se han utilizado técnicas muy distintas y variadas para reducir el espacio n-dimensional. Como entrada de datos, se han utilizado, entre otras, valores de cocitación en su estado puro, o normalizados. En cuanto a las técnicas encargadas de la reducción, han sido muy variadas: MDS, *Clustering* mediante *el vecino más lejano*, Análisis Factorial (AF), mapas autoorganizativos de *Kohonen* (SOM) y *Pathfindernetworks* (PFNETs).

En el presente trabajo, hemos optado por PFNETs. Consideramos que es la mejor técnica para preservar las relaciones semánticas más significativas, al tiempo que captura de una forma económica la estructura intelectual de un dominio, desde un punto de vista social. No debemos de olvidar que quienes establecen las relaciones semánticas y su grado, son los propios autores que componen un determinado dominio.

Por primera vez, nos enfrentamos al problema de tener que representar en un plano, ya sea la pantalla de un ordenador o un papel, la estructura de la producción científica de grandes dominios geográficos. Todo ello sin que influya el hecho de que el dominio sea una comunidad autónoma, un país pequeño o grande, que sea un continente, o que incluso sea el mundo.

La adopción de las categorías del JCR como unidades de cocitación, implica también la aceptación de dichos elementos como unidades de representación. Lo cual inevitablemente conlleva, a que los scientogramas resultantes contengan normalmente un número superior a las doscientas categorías. Representar en un gráfico de dos dimensiones, de una forma que sea inteligible y estéticamente agradable para el ojo humano, un número tan elevado de elementos junto con sus correspondientes relaciones, no es nada fácil.

Por ello, y siguiendo el consejo de *Small*

...por motivos de claridad en la visualización es mejor eliminar algunas conexiones... la pérdida de información de la estructura implica la ganancia en simplicidad, por lo que en algunos casos el sacrificio está justificado(Small, H., 2000).

y el de *Hjørland y Albrechtsen*

...si se trata de un sistema con demasiadas posibilidades, en el que no se le hayan dado prioridad a las conexiones esenciales, sólo se obtendrá un exceso de información por parte del usuario, y una falta de efectividad en lo que se refiere al sistema(Hjørland, B. y Albrechtsen, H., 1995)

PFNET aporta soluciones en esta dirección, y es muy útil para sacar a la luz la estructura científica e intelectual de grandes dominios científicos.

Como hemos puesto de manifiesto en el apartado anterior, la utilización exclusiva de medidas de normalización de la cocitación, provoca un efecto de disgregación o desmembración de las agrupaciones científicas en la estructura de las redes tipo PFNET. Para evitarlo, hemos propuesto una modificación de la fórmula de *Salton y Bergmark*, que resuelve dicho problema, al tiempo que hace aflorar a simple vista y de forma automática, como si fueran racimos, las distintas agrupaciones científicas que conforman la estructura del dominio.

Hay que tener en cuenta que trabajamos con valores de cocitación, que en realidad no son más que los valores de los enlaces y que estos tienen un valor que oscilan entre uno y unos pocos miles, en el mejor de los casos, pero que como ocurre en todas las distribuciones bibliométricas, los valores de cocitación bajos son los más abundantes y con más posibilidad

de repetirse. Esto implica que, cuanto mayor sea el número de nodos, mayor será la posibilidad de que el valor de los enlaces que se conectan a un mismo nodo sea igual. Si recordamos que el sistema de poda de enlaces utilizado en las redes PFNET, está basado en el principio de la desigualdad triangular, es posible que el algoritmo no pueda eliminar alguno de los enlaces de un determinado nodo, al encontrar dos *paths* o caminos con la misma distancia. La materialización de esa probabilidad, da lugar a la aparición de bucles en la red y por tanto a un aumento de su densidad, dificultando la claridad de la visualización y comprensión de la misma.

Un valor añadido de la utilización de la fórmula modificada de *Salton* y *Bergmark*, es que evita la aparición de bucles o conexiones cíclicas entre nodos en las representaciones de los dominios. La introducción de esta modificación, nos permite reducir prácticamente a cero la probabilidad de que el valor de los enlaces que conectan a un mismo nodo sea el mismo y que por tanto, aparezcan bucles en los scientogramas. Esto se debe a que los números enteros del valor de la cocitación sin normalizar, pasan a ser reales y con tantos decimales como se estime oportuno, para romper los bucles.

Para ilustrar lo dicho hasta ahora, a continuación mostramos y comentamos tres redes PFNET con valores $r = \infty$ y $q = n - 1$, recogidas en las ilustraciones 33, 34 y 35. Estas se han construido a partir de una misma matriz de cocitación de 215 por 215 categorías, y han dado lugar a tres visualizaciones distintas de un mismo dominio ficticio. En la primera, los valores de cocitación se han normalizado según la fórmula de *Salton* y *Bergmark*. La segunda, utiliza los valores de cocitación en su estado puro, es decir, sin normalizar. Finalmente, la tercera utiliza los valores de cocitación obtenidos con el método propuesto por nosotros en esta tesis.

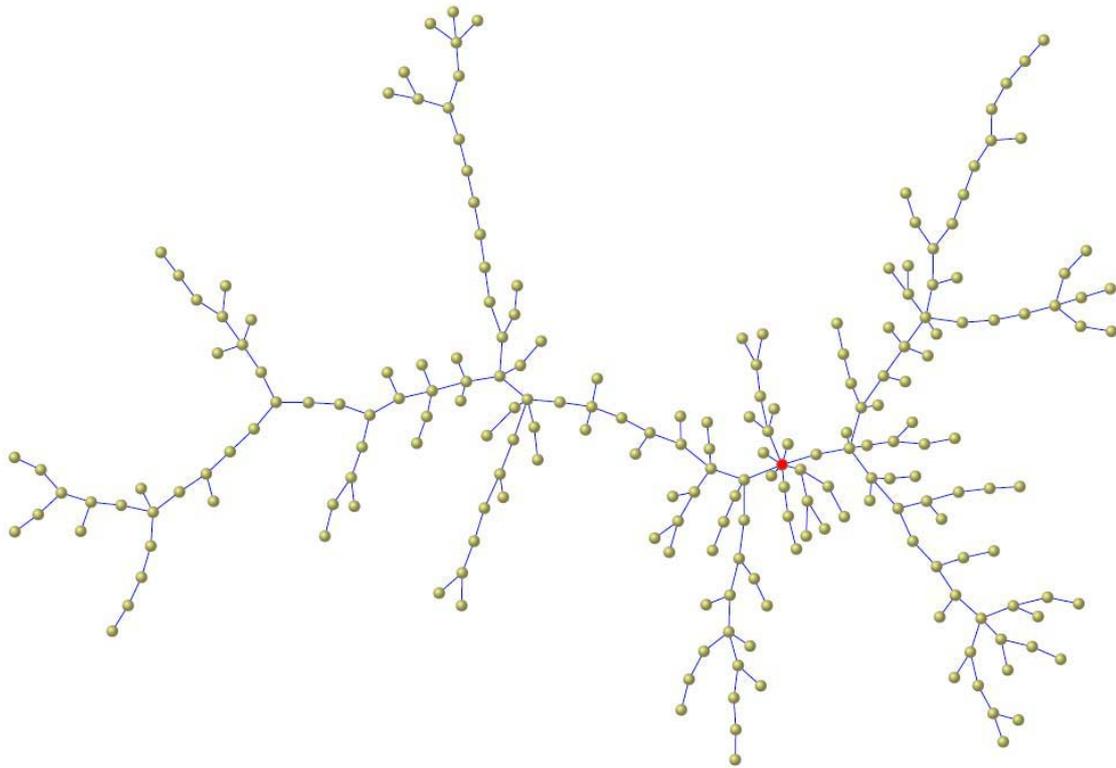


Ilustración 33. PFNETs de cocitación de categorías con valores normalizados según la fórmula de *Salton y Bergmark*

La red PFNET de la ilustración 33, se constituye en un grafo esquemático y amigable desde el punto de vista de su facilidad de comprensión, por parte de usuarios inexpertos. Tiene una baja densidad, es decir, su número de enlaces o conexiones entre nodos es bastante reducido. Y aparece distendida a lo largo del espacio que ocupa. Sin embargo, tiene el inconveniente de presentar la estructura científica del dominio como algo lineal. Salvo en la parte central derecha —marcado en rojo—, que encontramos un nodo que parece constituirse como el punto de confluencia de otros nodos, la red no presenta ningún elemento diferenciador claro que pueda ser considerado como el punto de partida o arranque, para el análisis de de la estructura de la red. La verdad es que, si no fuese por ese punto de confluencia, indicador de un fuerte intercambio de información entre nodos, posiblemente, la mejor forma de comenzar el análisis estructural sería por cualquiera de sus extremos, sin importar cual.

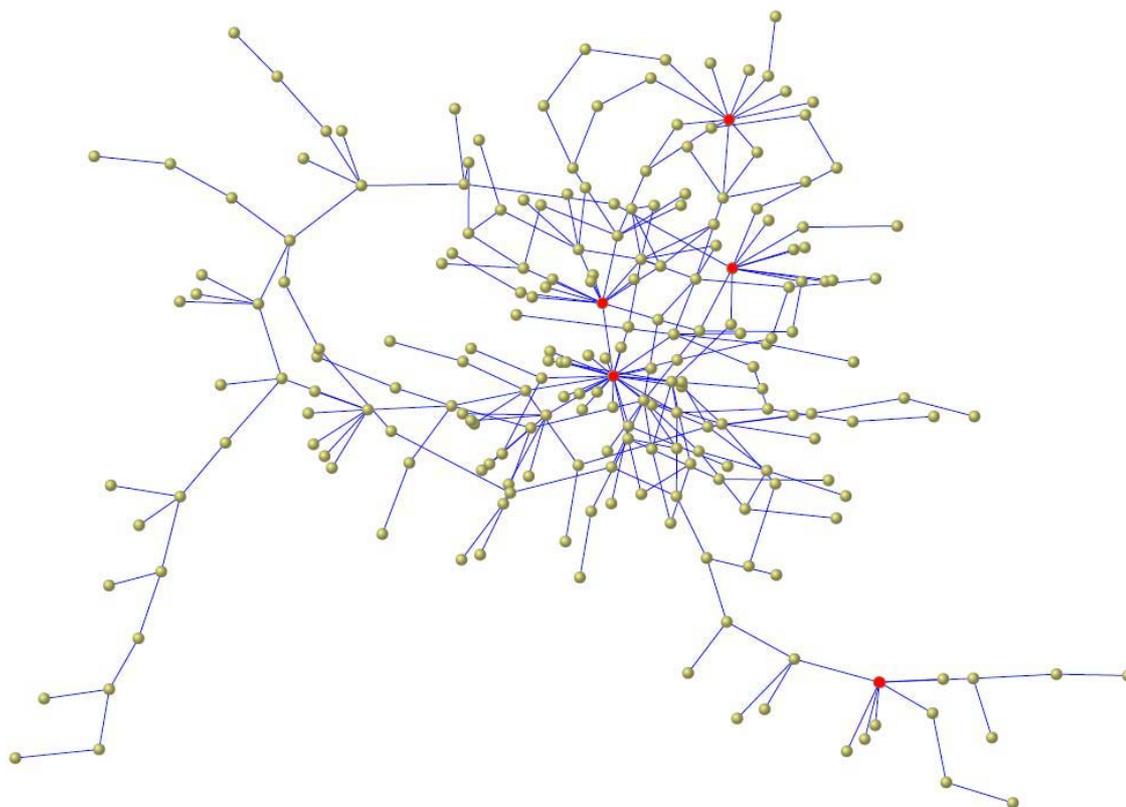


Ilustración 34. PFNETs de cocitación de categorías con valores de cocitación puros

La red PFNET de la ilustración 34, presenta un grafo complicado, enmarañado y difícil de interpretar. Este tipo de representación es la típica que se obtiene cuando se utiliza el valor puro de cocitación. Como hemos comentado anteriormente, es precisamente el uso de este valor sin normalizar, el que provoca que el algoritmo de poda no pueda encontrar, en algunas ocasiones, un *path* o camino más largo para eliminar, provocando así la aparición de bucles o conexiones cíclicas entre nodos. No obstante, y como consecuencia de utilizar valores de cocitación de categorías en su estado puro, provoca la aparición de agrupaciones científicas alrededor de distintos nodos —marcados en rojo—. Pese al alto grado de entrelazamiento de la red, estas son fácilmente detectables a simple vista y pueden ser

utilizadas como punto de partida para el análisis de la estructura científica del dominio.

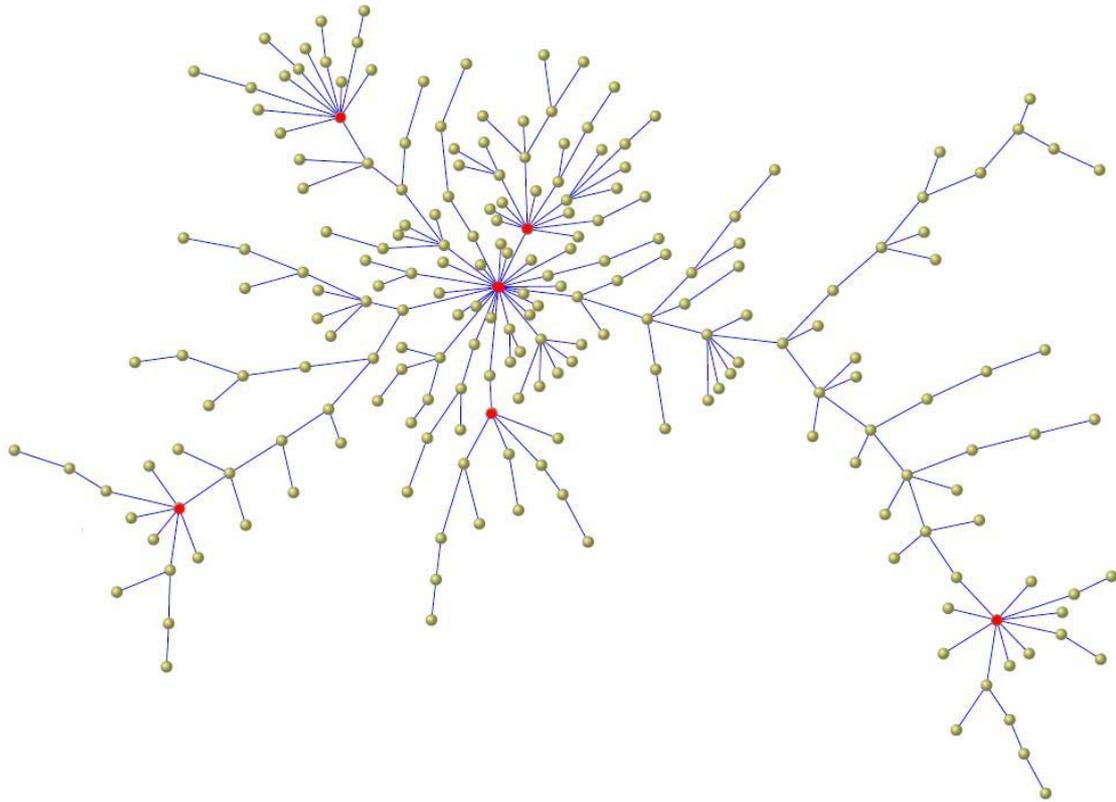


Ilustración 35. PFNETs de cocitación de categorías con los valores normalizados según nuestra propuesta

La red PFNET de la ilustración 35 es una red esquemática, clara y amigable desde el punto de vista de su facilidad de comprensión y de manejo, por parte de usuarios inexpertos. Por sí misma, es capaz de identificar sin ningún tipo de técnica auxiliar, a los núcleos —marcados en rojo— de las principales áreas de investigación del dominio que se representan y que estas puedan ser fácilmente detectadas por el ojo humano. Gracias a dichas áreas y al número de nodos que las integran, podemos descubrir, por ejemplo, sus distintos grados de importancia y comenzar, a partir de ellas, el análisis de la estructura del dominio.

Este tercer tipo de grafo, condensa las virtudes de los dos anteriores: simplicidad por un lado, e identificación automática de las grandes áreas de conocimiento del dominio que se representa, por otro. No podía ser de otra forma, pues es el resultante de la unión de la filosofía de los dos grafos anteriores, pero sin sus inconvenientes.

6.3. Distribución Espacial de la Información

De los algoritmos más populares para realizar las representaciones gráficas de las redes tipo PFNETs, nos hemos decantado por el de *Kamada, T. y Kawai, S.* (1989), al igual que ha hecho la mayor parte de la comunidad científica.

Los motivos que nos han llevado a tomar esta decisión son los siguientes:

- Se trata de un algoritmo sencillo, pero muy adecuado para la generación automática de redes sociales con un coste informático muy bajo.
- Produce buenos resultados en grafos que contienen cientos de vértices, en un tiempo razonable.
- Distribuye los nodos en el espacio de tal forma que los más similares tienden a aparecer juntos, mientras que los que lo son menos, se muestran separados.
- Se puede aplicar de forma sencilla al dibujo de grafos de pesos, asumiendo que la longitud de los enlaces refleja el peso de los mismos.
- Es posible incorporarle distintas variaciones. En nuestro caso:

- Nodos de volumen variable. El uso de volumen en los nodos introduce un factor espacial que el algoritmo de PFNETs no tiene en cuenta, lo que puede provocar el solapamiento de los mismos en la red. Como indican *Harel y Koren*, aunque complicadas, existen distintas opciones de optimización (Harel, D. y Koren, Y., 2002).
- Grosor variable de los enlaces. Esta variación no es problemática para el propio algoritmo. Sólo hay que indicarle que el valor que debe utilizar para representar la anchura de los enlaces, no es igual para todos, sino el de la propia citación.
- Longitud variable de los enlaces. Como se comentó en el apartado 4.4.3.1, este algoritmo fija las coordenadas de los nodos de acuerdo a unas distancias teóricas que establece entre ellos. Lo más habitual es asignar una distancia unitaria L a cada enlace, de modo que la distancia teórica entre dos nodos sea $L \cdot n$, donde n es el número de enlaces entre nodos. También es posible asociar una distancia diferente a los enlaces. Dependiendo de que los valores que se le haya asignado a estos sean distancias o similitudes entre nodos. Pudiendo calcularse la distancia teórica entre dos nodos, mediante la métrica de *Minkowski*.

Para la generación de las visualizaciones, no ejecutamos directamente el algoritmo sobre la red *Pathfinder*. Previamente tenemos en cuenta las variaciones que se le van a incorporar a la propia red y si estas necesitan alguna modificación en su código fuente, o si pueden ser llevadas a cabo por el propio algoritmo a partir de la información de que ya dispone.

La primera variación está relacionada con el tamaño de los nodos. Para hacer más informativos los scientogramas PFNET, a cada nodo le

hacemos corresponder un tamaño proporcional a la totalidad de la producción científica del dominio que se está representando. Para ello, realizamos una serie de modificaciones en el código de la red relacionadas con el tamaño de los nodos, para que estas puedan ser interpretadas por el algoritmo. De esta forma, en la representación obtenida, y a simple vista, es posible detectar qué categorías son más productivas y cuales menos.

La segunda variación va implícita en el algoritmo, es decir es un elemento de configuración, que se puede activar o desactivar. Su objetivo es mostrar el grosor de los enlaces. Al igual que en la modificación anterior, también persigue la mejora de la capacidad informativa de los scientogramas a través de la visualización. En nuestra opinión, es un complemento al algoritmo de poda, ya que gracias al principio de la desigualdad del triángulo, reducimos el número de enlaces de la red a sus conexiones más significativas y mediante esta modificación, mostramos cuáles de esas relaciones son los más fuertes. En otras palabras, podemos detectar a simple vista las categorías con un mayor grado de interacción, a partir de su grosor.

La tercera y última variación también es configurable y está relacionada con la longitud de los enlaces, su espesor, y con el diámetro de los nodos. Con ella, hemos pretendido evitar de forma automática cualquier tipo de solapamiento entre nodos o enlaces, pero con poco éxito estético. Hemos conseguido evitar la superposición de elementos de la red, pero a costa de cierta pérdida de amigabilidad. Por ello, y de momento, hemos decidido desandar el camino avanzado, desactivar esta opción del algoritmo y reposicionar levemente, de forma manual, los solapamientos entre nodos que se produzcan.

Las ventajas propias del algoritmo seleccionado, junto con las modificaciones propuestas, nos ofrecen unas representaciones esquemáticas, claras, inteligibles y atractivas para la mente humana, como era nuestro primer objetivo.

Si comparamos los scientogramas de las ilustraciones 36 y 37, realizadas a partir de la misma red PFNET, rápidamente comprenderemos porqué hemos optado por el algoritmo de *Kamada, T. y Kawai, S. (1989)*, frente al de *Fruchterman, T. y Reingold, E. (1991)*.

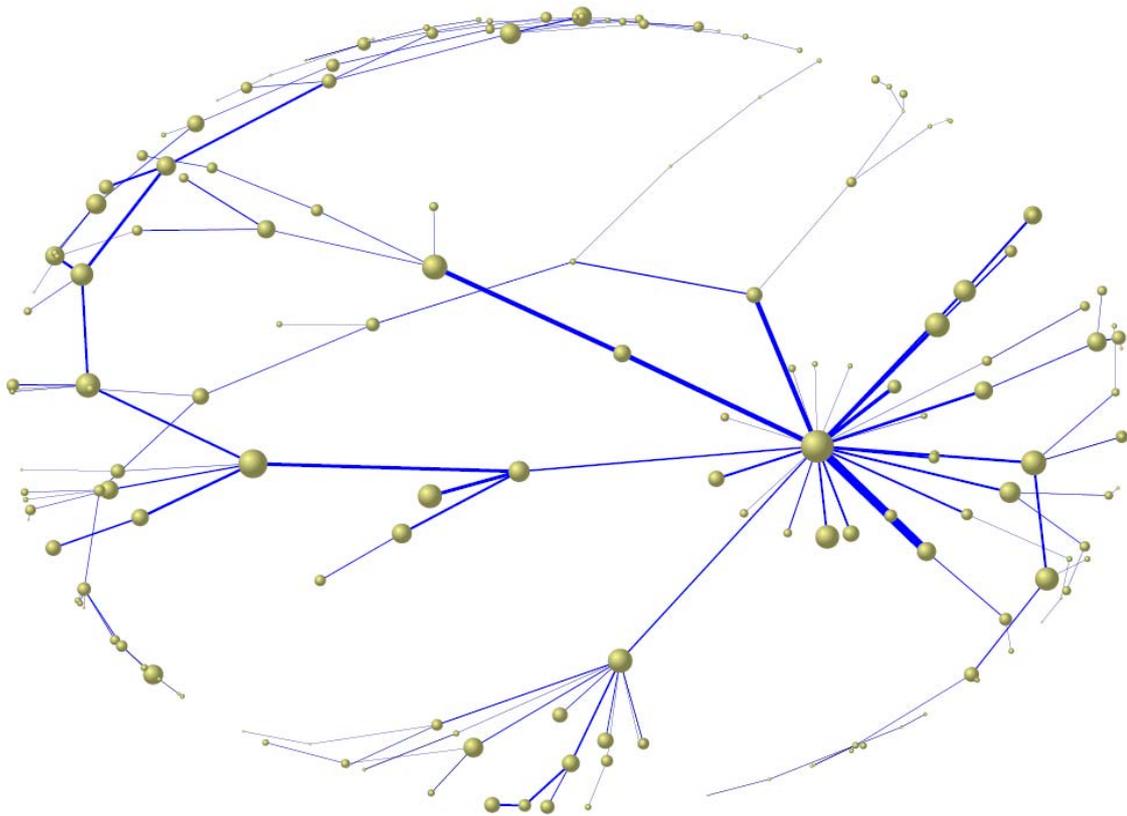


Ilustración 36. PFNETs realizada con el algoritmo de *Fruchterman Reingold*

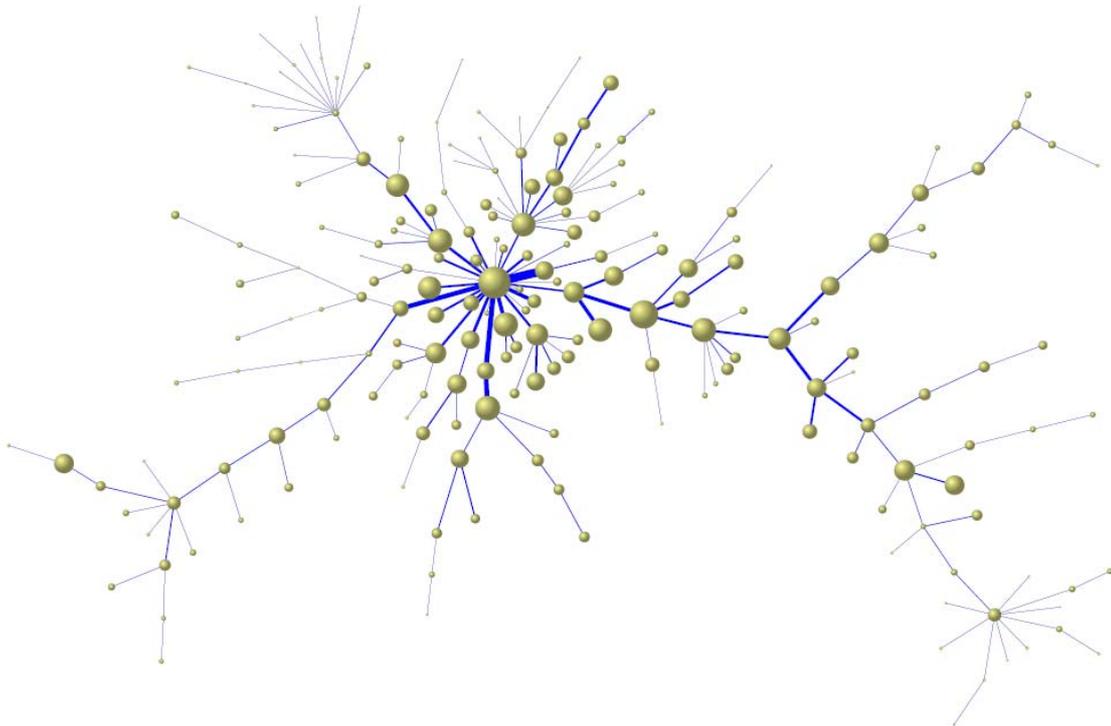


Ilustración 37. PFNETs realizada con el algoritmo de *Kamada-Kawai*

Ambas visualizaciones ocupan todo el espacio disponible, distribuyendo los nodos y los enlaces según los principios establecidos por cada programa, aunque una con más acierto que otra. Las dos incluyen las variaciones comentadas sobre el grosor de los enlaces y tamaño de los nodos. Tanto una como otra, ganan en capacidad informativa, aunque quizá a costa de una pequeña pérdida de claridad en la visualización, si las comparamos por ejemplo con la red de la ilustración 35, en la que no se representaban los tamaños.

La ilustración de la figura 36 presenta un esquema radial, donde los nodos que más se relacionan con el resto se sitúan en posiciones centrales, y los que menos vínculos tienen aparecen en la periferia. Esta estructura es la típica que se obtiene al utilizar MDS como técnica de representación. En casos como este, donde sólo unos pocos nodos tienen un cierto grado de conexión con el resto, se producen representaciones prácticamente vacías en el centro, al tiempo que una fuerte aglomeración en la periferia. Si en

nuestro caso añadimos además un número de nodos muy elevado, se dificulta la visualización en la periferia, al no haber suficiente espacio donde colocar tantas categorías provocando como consecuencia el solapamiento de nodos y enlaces.

La ilustración 37, muestra una red extendida, amigable y muy informativa, sin solapamientos en los enlaces, ni en los nodos. Si bien es verdad que para estos últimos y en algunas ocasiones, pocas, los hemos tenido que reposicionar manualmente para evitar ese problema.

El resultado que se obtiene con el algoritmo de *Kamada, T. y Kawai, S.* (1989) es algo tan espectacular y visualmente informativo, como un mapa de metro o ferrocarril:

- Un simple vistazo ayuda a determinar cual es el centro y los límites de la línea férrea —dominio—.
- Es fácil llegar de una estación —categoría— a otra, siguiendo las vías —enlaces—.
- Se puede determinar qué estaciones son las más importantes en función del número de conexiones que reciben y a su vez, qué estaciones actúan como intercambiadores —intermediarias— con otras líneas férreas, o como punto de bifurcación, según se mire.

El algoritmo de *Kamada, T. y Kawai, S.* (1989), en conjunción con las características propias de PFNETs y con la utilización del valor de la cocitación de categorías en su estado puro, presenta dos características significativas:

- 1) Hace aflorar a simple vista y de forma automática las principales agrupaciones científicas que conforman la estructura de un dominio.
- 2) Posibilita la visualización de cómo dichas agrupaciones se encadenan en secuencias explícitas, donde el orden de los nodos en esas secuencias no es arbitrario, sino que revela el modo en que se conectan las grandes agrupaciones científicas de un dominio y con ellas, deja ver su estructura siguiendo un orden lógico. Estas dos características, en combinación con el Análisis Factorial, al que hacíamos referencia en el apartado anterior, facilitan el análisis y comprensión de un dominio.

6.4. Consideraciones Metodológicas

A continuación, detallamos algunas particularidades propias de nuestros scientogramas de grandes dominios, consecuencia de la metodología y datos utilizados.

6.4.1. Enlaces Débiles

Como ya se ha dicho en el Capítulo 5, uno de los problemas derivados de la utilización de las bases de datos ISI, es su cobertura documental, pues no tienen en cuenta un considerable número de revistas de distintos países y tampoco cubren tipos documentales como monografías ni informes.

Desde el punto de vista de la visualización de la información y en lo que a esta tesis se refiere, esta falta de cobertura hace que la cocitación entre algunas de las categorías del JCR sea sorprendentemente débil en algunos casos y extrañamente fuerte en otros. Este hecho favorece que cuando se aplica *Pathfinder* como algoritmo de poda, conexiones que ponen en contacto a categorías que tienen muy poca relación entre sí, porque son consecuencia de una cocitación tangencial, prevalezcan sobre otras que son

más naturales, pero que tienen una conexión más débil. Por ejemplo y en el caso de la ilustración 38, la categoría *Philosophy* aparece enlazada con la categoría *Medicine General & Interna* —zona central-derecha del scientograma—.

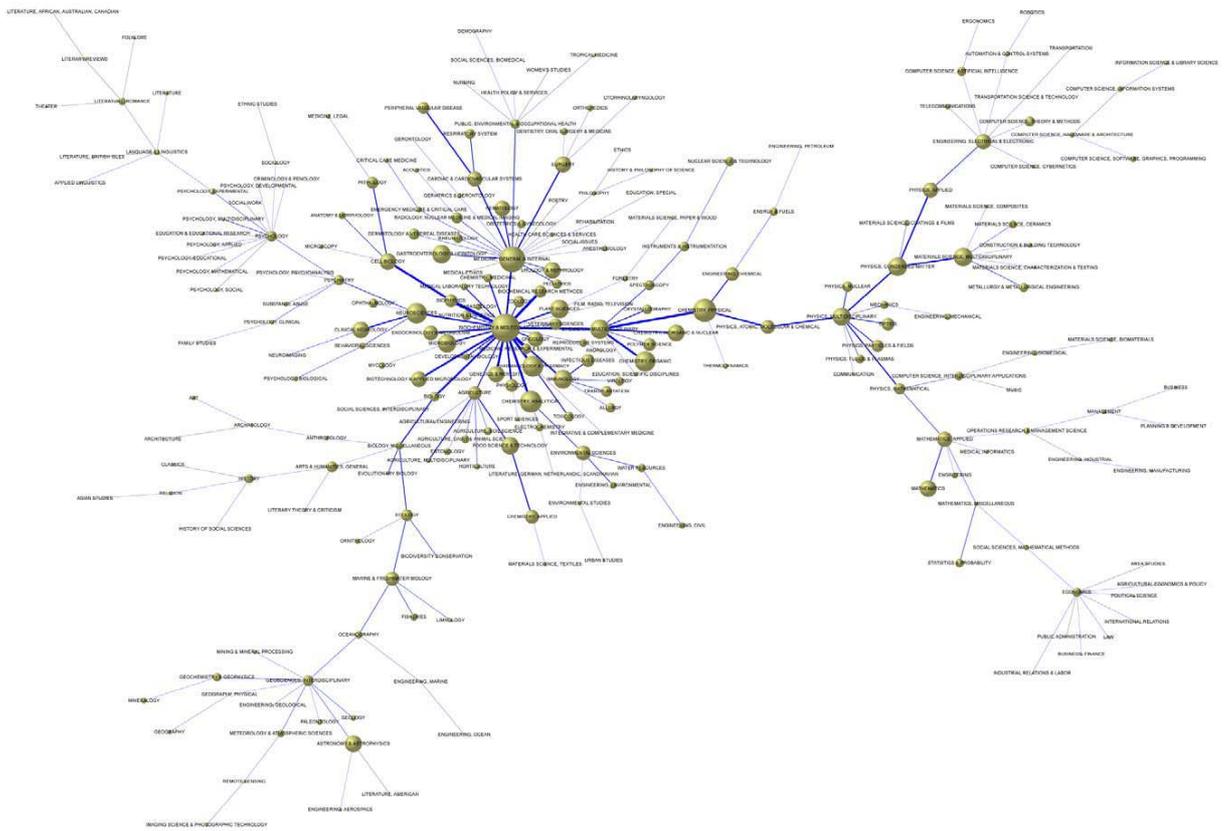


Ilustración 38. Sciograma PFNETs de un dominio ficticio

Aunque dicha conexión entre disciplinas no es muy disparatada, tampoco encaja mucho con el modelo mental que todos tenemos de la interconexión de la ciencia, y mucho menos si lo que estamos representado son los enlaces más significativos de cada categoría. Si estudiamos con profundidad esa conexión, veremos que *Philosophy* aparece cocitada con otras veintiocho categorías, incluida ella misma, tantas veces como indica el número que aparece a su derecha —Tabla 3—.

Categoría	Categoría	Nº de cocitas
PHILOSOPHY	PHILOSOPHY	26
PHILOSOPHY	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	3
PHILOSOPHY	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	2
PHILOSOPHY	ETHIC	2
PHILOSOPHY	PHARMACOLOGY & PHARMACY	2
PHILOSOPHY	CHEMISTRY, MEDICINAL	2
PHILOSOPHY	BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	2
PHILOSOPHY	PSYCHOLOGY	2
PHILOSOPHY	ENGINEERING	2
PHILOSOPHY	MATHEMATICS, APPLIED	2
PHILOSOPHY	CHEMISTRY, ANALYTICAL	2
PHILOSOPHY	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	1
PHILOSOPHY	ENVIRONMENTAL STUDIES	1
PHILOSOPHY	ECOLOGY	1
PHILOSOPHY	MATHEMATICS	1
PHILOSOPHY	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	1
PHILOSOPHY	BIOLOGY	1
PHILOSOPHY	ECONOMICS	1
PHILOSOPHY	HISTORY	1
PHILOSOPHY	INFECTIOUS DISEASES	1
PHILOSOPHY	ZOOLOGY	1
PHILOSOPHY	MEDICINE, LEGAL	1
PHILOSOPHY	PEDIATRICS	1
PHILOSOPHY	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	1
PHILOSOPHY	PLANNING & DEVELOPMENT	1
PHILOSOPHY	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	1
PHILOSOPHY	SOCIAL SIGUES	1
PHILOSOPHY	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	1
PHILOSOPHY	IMMUNOLOGY	1

Tabla 3. Categorías cocitadas con *Philosophy*

La conexión o cocitación más alta de *Philosophy* es consigo misma. Pero como dijimos en el apartado 6.1.2, el valor de la diagonal de la matriz,

o lo que es lo mismo, la autocitación, la ponemos a cero. Descartada la propia categoría como unidad de cocitación, observamos que la siguiente categoría más cocitada con *Philosophy*, es *Medicine General & Internal*, con un valor igual a tres. La siguen el resto de categorías, con valores de cocitación que oscilan entre dos y uno.

Sabemos que desde el punto de vista de la interdisciplinaridad de la ciencia, cualquier tipo de conexión disciplinar es posible. En este caso, lo extraño es que categorías mas afines como por ejemplo *History*, no aparezcan cocitadas con ella, o que otras como *History & Philosophy of Science*, tenga un valor de cocitación inferior al de *Medicine General & Internal*. Esto provoca que al entrar en funcionamiento el algoritmo de *Pathfinder* y buscar los *paths* o caminos más cortos para poderlos, seleccione el de valor más alto. Dando como resultado la conexión *Philosophy* \leftrightarrow *Medicine General & Internal*. La causa de este desbarajuste, como ya hemos dicho, está en la falta de cobertura documental de las bases de datos utilizadas, favorecido quizá por el corto periodo temporal de datos aquí utilizado —2002—, unido a la política de citación de los autores de determinadas áreas.

Este problema, podría ser fácilmente resuelto mediante la citación de revistas como elemento de adscripción temática. Es decir, se averiguaría cual es la revista más citada para cada categoría *extrañamente conectada* y se la vincularía manualmente con ella. Aunque también podría ser resuelto del mismo modo que en otros trabajos que se han encontrado con el mismo problema: eliminándolas a ellas y a sus enlaces.

Fuera de lo estrictamente necesario, no queremos hacer ningún tipo de manipulación en el proceso de construcción de los scientogramas. Para ello, mantendremos las conexiones tal y como las establece el algoritmo de *Pathfinder*. Ahora bien, advertiremos a los usuarios de nuestros scientogramas, de qué enlaces o conexiones entre categorías, son susceptibles de ponerse en duda y cuáles no.

Después de observar cientos de scientogramas PFNETs de grandes dominios y de estudiar sus conexiones una a una, hemos llegado a dos conclusiones. La primera es que un enlace entre categorías será menos dudoso cuanto mayor sea su valor de cocitación. Y la segunda es que el problema de cobertura que provoca los errores de conexión, se produce sobre todo en las categorías pertenecientes a las bases de datos de las ciencias sociales, especialmente, a las de arte y humanidades.

En esta tesis y para el periodo de tiempo que aquí se estudia, consideraremos que los enlaces con un valor inferior a cuatro, pueden ser los responsables de conexiones dudosas entre categorías. Para hacerlo saber a todo aquel que observe estos scientogramas, los colorearemos de rojo.

6.4.2. Nodos Aislados

En una PFNETs, lo importante no es el lugar que ocupan los nodos, *per se*, sino los enlaces entre los mismos (Buzydlowski, J., 2002). Desde nuestro punto de vista, esta afirmación puede ser completada, pues en una PFNETs, lo importante no es el lugar que ocupan los nodos, sino la existencia o ausencia de enlaces entre ellos. Pues son los enlaces quienes suministran la información sobre los nodos y los que determinan su posición.

Del mismo modo que la conexión entre dos categorías pone de manifiesto la relación más significativa —fuerte— que existe entre ellas, y hace que la posición de ambas sea de adyacencia. La ausencia de conexiones en una categoría, indica que dicha categoría no mantiene ningún enlace ni intercambio intelectual con otras categorías y por tanto, su posición no es de adyacencia a ninguna otra, sino que se ubica libremente por el espacio disponible de la red. En resumen, la existencia de enlaces entre nodos es importante e informativa, pero también lo es su ausencia.

No es muy común encontrar un nodo aislado en un scientograma de categorías, pero es posible. Este hecho se produce única y exclusivamente cuando una categoría sólo aparece cocitada con ella misma, y por tanto sin enlaces con el resto. Bien porque así lo determina la comunidad científica mediante sus cocitas, lo cual es un hecho social a tener en cuenta y digno de estudio, o bien, porque la deficiente cobertura documental, hace que no se tenga información de las cocitas con otras categorías. Como veremos en el capítulo de resultados, nuevamente son las categorías de las ciencias sociales y de las artes y humanidades las más proclives a aparecer aisladas, siendo la cobertura, su causa principal.

6.4.3. Recuperación de Información

La visualización *offline* o de representaciones estáticas, se hace más interesante si se orienta a la construcción de prototipos de interfaces de recuperación de información(White, H. D. y McCain, K. W., 1997).

Con el objeto de suscitar la recuperación de información, cada scientograma PFNETs incluye hipervínculos en sus enlaces y categorías. Dichos hipervínculos permiten la consulta vía web de la fuente secundaria.

Son dos las formas de acceder y recuperar la información. La primera está ligada a cada una de las categorías. Se trata de una consulta simple que, para cada scientograma, muestra ordenados por tipo documental los trabajos pertenecientes a cada categoría. La segunda proporciona, ordenados también por tipo documental, los documentos asociados a los enlaces existentes entre dos categorías.

SPAIN - INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE - DOCUMENT LIST

Title	Journal	Year	Nº	Vol	Pag	Type of doc.
Document organization using Kohonen's algorithm	INFORM PROCESS MANAG	2002	38	1	79-99	Article
An algorithm for term conflation based on tree structures	J AM SOC INF SCI TEC	2002	53	3	199-208	Article
A context vector model for information retrieval	J AM SOC INF SCI TEC	2002	53	3	236-249	Article
Advantages and limitations in the use of impact factor measures for the assessment of research performance in a peripheral country	SCIENTOMETRICS	2002	53	2	195-206	Article
Multivariate evaluation of Spanish educational research journals	SCIENTOMETRICS	2002	55	1	87-102	Article
Research productivity of scientists in consolidated vs. non-consolidated teams: The case of Spanish university geologists	SCIENTOMETRICS	2002	55	1	137-156	Article
Methods for the analysis of the uses of scientific information: The case of the University of Extremadura (1996-7)	LIBRI	2002	52	2	99-109	Article
Creating e-books in a distributed and collaborative way	ELECTRON LIBR	2002	20	4	288-295	Article
Participative knowledge production of learning objects for e-books	ELECTRON LIBR	2002	20	4	296-305	Article
Obtaining feedback for indexing from highlighted text	ELECTRON LIBR	2002	20	4	306-313	Article
A system to generate electronic books on programming exercises	ELECTRON LIBR	2002	20	4	314-321	Article
EIS evolution in large Spanish businesses	INFORM MANAGE-AMSTER	2002	40	1	41-50	Article
A test of genetic algorithms in relevance feedback	INFORM PROCESS MANAG	2002	38	6	793-805	Article
Automatic extraction of relationships between terms by means of Kohonen's algorithm	LIBR INFORM SCI RES	2002	24	3	235-250	Article
The effect of team consolidation on research collaboration and performance of scientists. Case study of Spanish university researchers in Geology	SCIENTOMETRICS	2002	55	3	377-394	Article
Spanish personal name variations in national and international biomedical databases: implications for information retrieval and bibliometric studies	J MED LIBR ASSOC	2002	90	4	411-430	Article
Vertical integration of sciences: an approach to a different view of knowledge organization	J INFORM SCI	2002	28	5	397-405	Article
Geographic information systems for science and technology indicators	RES EVALUAT	2002	11	3	141-148	Article
Assessing quality of domestic scientific journals in geographically oriented disciplines: scientists' judgements versus citations	RES EVALUAT	2002	11	3	149-154	Article
Strategies and models for teaching how to use information: Guide for teachers, librarians and archivists	J ACAD LIBR	2002	28	1-2	77-78	Book Review

Ilustración 39. Listado de los veinte primeros documentos españoles de la categoría Library Science & Información Science del año 2002

SPAIN - COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS - INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE

Title	Journal	Year	Vol.	N°	Pages	Doc. type
Automated code generation of dynamic specializations: an approach based on design patterns and formal techniques	DATA KNOWL ENG	2002	40	3	315-353	Article
Dual grid: A new approach for robust spatial algebra implementation	GEOINFORMATICA	2002	6	1	57-76	Article
The power of a pebble: Exploring and mapping directed graphs	INFORM COMPUT	2002	176	1	1-21	Article
Context-sensitive rewriting strategies	INFORM COMPUT	2002	178	1	294-343	Article
Practical algorithms for deciding path ordering constraint satisfaction	INFORM COMPUT	2002	178	2	422-440	Article
A fully syntactic AC-RPO	INFORM COMPUT	2002	178	2	515-533	Article
EIS evolution in large Spanish businesses	INFORM MANAGE-AMSTER	2002	40	1	41-50	Article
Parallel evolutionary algorithms can achieve super-linear performance	INFORM PROCESS LETT	2002	82	1	7-13	Article
Lower bounds on the information rate of secret sharing schemes with homogeneous access structure	INFORM PROCESS LETT	2002	83	6	345-351	Article
Document organization using Kohonen's algorithm	INFORM PROCESS MANAG	2002	38	1	79-89	Article
A test of genetic algorithms in relevance feedback	INFORM PROCESS MANAG	2002	38	6	793-805	Article
Bases for the development of LAST: a formal method for business software requirements specification	INFORM SOFTWARE TECH	2002	44	2	65-75	Article
Derived types and taxonomic constraints in conceptual modeling	INFORM SYST	2002	27	6	391-409	Article
Internet usage and competitive advantage: the impact of the Internet on an old economy industry in Spain	INTERNET RES	2002	12	5	391-401	Article
A context vector model for information retrieval	J AM SOC INF SCI TEC	2002	53	3	236-249	Article
Fuzzy ARTMAP and back-propagation neural networks based quantitative structure-property relationships (QSPRs) for octanol-water partition coefficient of organic compounds	J CHEM INF COMP SCI	2002	42	2	162-183	Article
Using molecular quantum similarity measures under stochastic transformation to describe physical properties of molecular systems	J CHEM INF COMP SCI	2002	42	2	317-325	Article
An integrated SOM-fuzzy ARTMAP neural system for the evaluation of toxicity	J CHEM INF COMP SCI	2002	42	2	343-359	Article
Modeling large macromolecular structures using promolecular densities	J CHEM INF COMP SCI	2002	42	4	847-852	Article
Polarizabilities of solvents from the chemical composition	J CHEM INF COMP SCI	2002	42	5	1154-1163	Article
Molecular Quantum Similarity-based QSARs for binding affinities of several steroid sets	J CHEM INF COMP SCI	2002	42	5	1185-1193	Article
In silico studies toward the discovery of new anti-HIV nucleoside compounds with the use of TOPS-MODE and 2D/3D connectivity indices. 1. Pyrimidin derivatives	J CHEM INF COMP SCI	2002	42	5	1194-1203	Article
Parallel algorithms for graph cycle extraction using the cyclical conjunction operator	J CHEM INF COMP SCI	2002	42	6	1398-1406	Article

Ilustración 40. Veintitrés primeros documentos españoles que cocitan a las categorías *Information Sciences & Library Sciences* y *Computer Sciences Information Systems*, en el año 2002

Por limitaciones del software utilizado en la base de datos relacional, sólo podemos mostrar de forma completa la información del dominio español. Del resto de dominios geográficos, la información más detallada que podemos ofrecer, es la referente a las revistas en las que los documentos han sido publicados.

6.5. Visualización de Dominios

Desde nuestro punto de vista, SVG es una gran idea. Es un formato pequeño, veloz, ingenioso y gratuito. Con un firme soporte técnico y un importante apoyo por parte de la industria del sector y de muchos expertos. Por estas razones lo hemos elegido como formato de visualización de los scientogramas de grandes dominios científicos.

Pensamos que es una decisión acertada. No debemos olvidar que pretendemos representar grandes dominios mediante las categorías del JCR. Y que esto supone *incrustar* al menos doscientos nodos, junto con sus correspondientes enlaces, en un papel tamaño A4 o en la pantalla de un ordenador. Y todo ello de una forma atractiva, inteligible e interpretable por el ojo humano.

Para que las scientogramas PFNETs puedan ser mostradas en formato vectorial, las transformamos a formato SVG mediante un *software* construido *ad hoc*. Este *software*, es el encargado de realizar los retoques estéticos a la par que informativos en dichos scientogramas. Las tareas que realiza este *software* son las siguientes:

- Pinta los nodos con unos colores ya definidos de antemano.
- Colorea los enlaces de rojo o azul en función de que la conexión entre categorías sea *extraña* o no. (Ver apartado 6.4.1)
- Inserta una etiqueta correspondiente nombre de la categoría.
- Incluye los hipervínculos necesarios en enlaces y nodos para realizar la recuperación de la información asociada a los mismos

El resultado que se obtiene son visualizaciones de grandes dominios científicos que facilitan al *browsing* de su estructura y que favorecen el acceso y la recuperación de la información bibliográfica, sobre la que están contruidos.

6.5.1. Evaluación

Para que la visualización de un dominio se considere que está bien diseñada, tiene que cumplir una serie de requisitos (Börner, K., Chen, C., y Boyack, K. W., 2003).

Habilidad para representar tanto grandes, como pequeñas cantidades de información. Gracias a la adopción del algoritmo de *Kamada, T. y Kawai, S. (1989)*, que distribuye la información utilizando el máximo de espacio, reduce el número de cruces en los enlaces, etc., podemos ofrecer scientogramas que contengan tanto grandes, como pequeñas cantidades de información. Hemos comprobado que es posible mostrar de una forma clara e inteligible, bien en la pantalla de un ordenador bien en un papel tamaño A4, hasta doscientos cincuenta nodos con su correspondientes etiquetas. Incluso se puede llegar hasta quinientos si no se incluye ningún rótulo de identificación. La adopción del formato SVG facilita la implementación de ciertas tareas complementarias de la visualización tales como: hacer zoom y ampliar o reducir cualquier área del scientograma, para ver mejor aquellas zonas que nos puedan interesar sin perder ni un ápice de la calidad original del gráfico, al mismo tiempo que hace posible realizar desplazamientos dentro del gráfico en cualquier dirección.

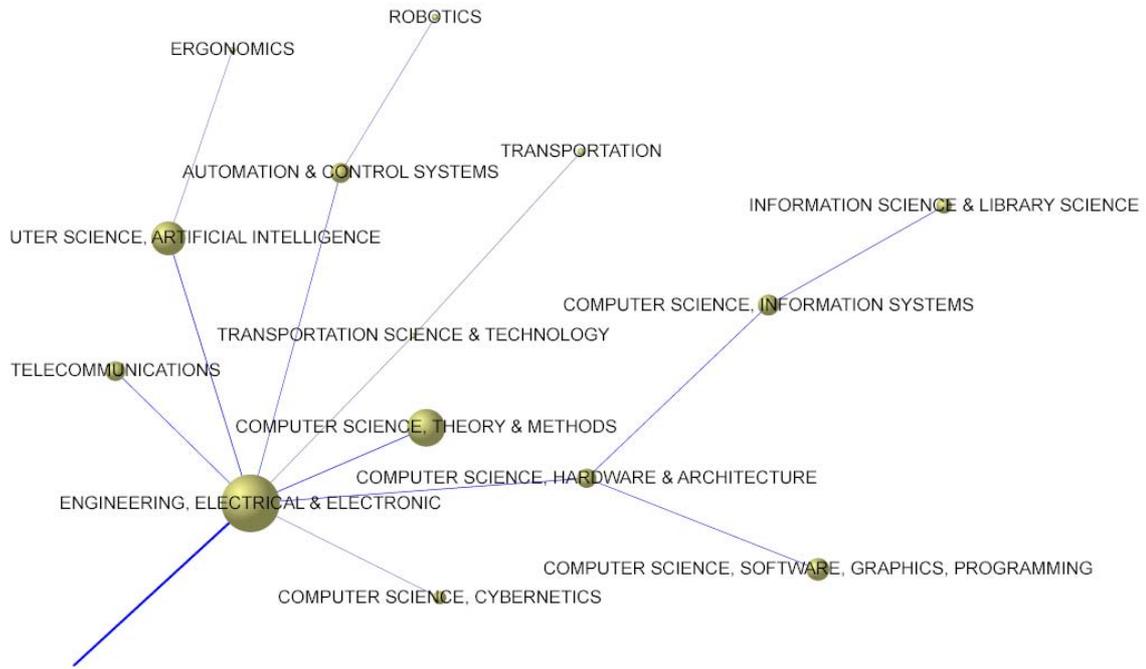


Ilustración 41. Ampliación de un área de un dominio PFNETs ficticio

Reducción del tiempo de búsqueda visual de la información. La distribución espacial de la información ocupando el máximo espacio disponible, junto con el reposicionamiento manual de alguna etiqueta, cuando ha sido necesario, hacen que la búsqueda visual de la información sea muy rápida. Incluso en tamaño real, sin necesidad de tener que recurrir al zoom. Además y de nuevo como consecuencia de la adopción de SVG, se puede localizar rápidamente cualquier cadena de texto que se desee, por medio de una herramienta de búsqueda que lleva incorporado este formato.

Una buena comprensión de las estructuras complejas de datos. El uso de valores de cocitación puros a la vez que normalizados, en combinación con la superposición del Análisis Factorial sobre la estructura de una red PFNET, hace que las visualizaciones informen por sí mismas y apenas tengan que ser interpretadas. Las visualizaciones se constituyen en esquemas gráficos de los dominios que representan. Los racimos de categorías, o agrupaciones en torno a alguna de ellas, muestran la existencia de un alto grado de relación entre disciplinas, al mismo tiempo

que un fuerte intercambio intelectual entre las mismas, produciendo en algunos casos a la identificación de especialidades. El Análisis Factorial, nos permite detectar las grandes agrupaciones de categorías o grandes áreas temáticas de la ciencia, poniendo de manifiesto fácilmente, mediante los distintos colores, sus ubicaciones, vecindades, categorías que lo componen, etc. Finalmente, PFNETs pone de manifiesto la estructura semántica del dominio, haciendo de hilo conductor entre las distintas categorías o disciplinas que componen el dominio, y de elemento diferenciador entre los diferentes grupos intelectuales o áreas temáticas, al ser el responsable, a través de su algoritmo de poda, de las agrupaciones finales resultantes.

Poner de manifiesto relaciones que de otra forma no serían apreciadas. Este objetivo se consigue gracias al uso de las redes sociales, cuya representación gráfica nos permite mostrar las relaciones existentes entre pares de nodos. De nuevo, y otra vez mediante PFNETs, simplificamos las relaciones mostrando sólo las más fuertes o significativas, haciendo que la estructura del dominio sea menos complicada y más fácil de comprender. Además, por medio del grosor de los enlaces y su color, indicamos el grado de relación entre categorías: más grueso cuanto mayor es la relación; y de color azul o rojo, dependiendo de que la conexión entre categorías sea *extraña* o no.

El conjunto de datos se podrá observar desde distintas perspectivas. Se trata del único apartado que no podemos conseguir. SVG no contempla la posibilidad de rotar los gráficos ni de ofrecer vistas panorámicas. Sin embargo, es posible que incorpore estas características en el futuro, pues actualmente aún sigue en desarrollo y sólo ha aparecido una nueva versión —1.1— desde su creación.

Favorecerá la formulación de hipótesis. Las visualizaciones de propuestas al mostrar de una forma atractiva y comprensible la estructura semántica e intelectual de un dominio, invitan incluso a los no especialistas

en el área que se esté visualizando, a aventurar teorías e hipótesis sobre los hechos o interacciones que se puedan producir, en un determinado dominio.

Será objeto de análisis, debate y discusión. Nuestras visualizaciones podrán ser utilizadas por expertos o especialistas, como herramientas para analizar, debatir y discutir el estado actual o pasado de un dominio. De igual modo, se podrá estudiar su evolución a través de visualizaciones temporales.

6.6. Scientografía de Grandes Dominios Científicos

El resultado final de la metodología aquí propuesta, es un scientograma capaz de representar por sí mismo, la estructura de grandes dominios científicos con todas las ventajas descritas hasta ahora, tal y como revela la ilustración 42.

En otras palabras, podemos decir que el producto final de nuestra metodología es un conjunto de scientogramas:

- que muestran la estructura esencial de la ciencia por medio de los enlaces más significativos obtenidos a partir de la cocitación de categorías del JCR,
- que son amigables desde el punto de vista de su facilidad de comprensión y de manejo, por parte de cualquier usuario,
- que hacen surgir las distintas agrupaciones científicas que conforman la estructura de un dominio encadenándolas en secuencias explícitas,
- que ponen de manifiesto la estructura semántica e intelectual del dominio al que representan,

- que añaden información adicional visual, en nodos y enlaces, con respecto a las redes PFNETs realizadas hasta ahora,
- que en la pantalla de un ordenador pueden ser ampliados, reducidos o desplazados en cualquier dirección sin que pierdan calidad,
- que pueden ser fácilmente visualizados en el *web* o enviados por correo electrónico debido a su bajo peso, y
- que por primera vez en la historia de la visualización de la información, hacen posible ver en un espacio tan reducido como es la pantalla de un ordenador o un papel A4, la estructura científica de un gran dominio, geográfico en esta tesis, pero de cualquier otro tipo si así se desea. Así lo demuestra la ilustración 42, que recoge todas las peculiaridades anteriores.

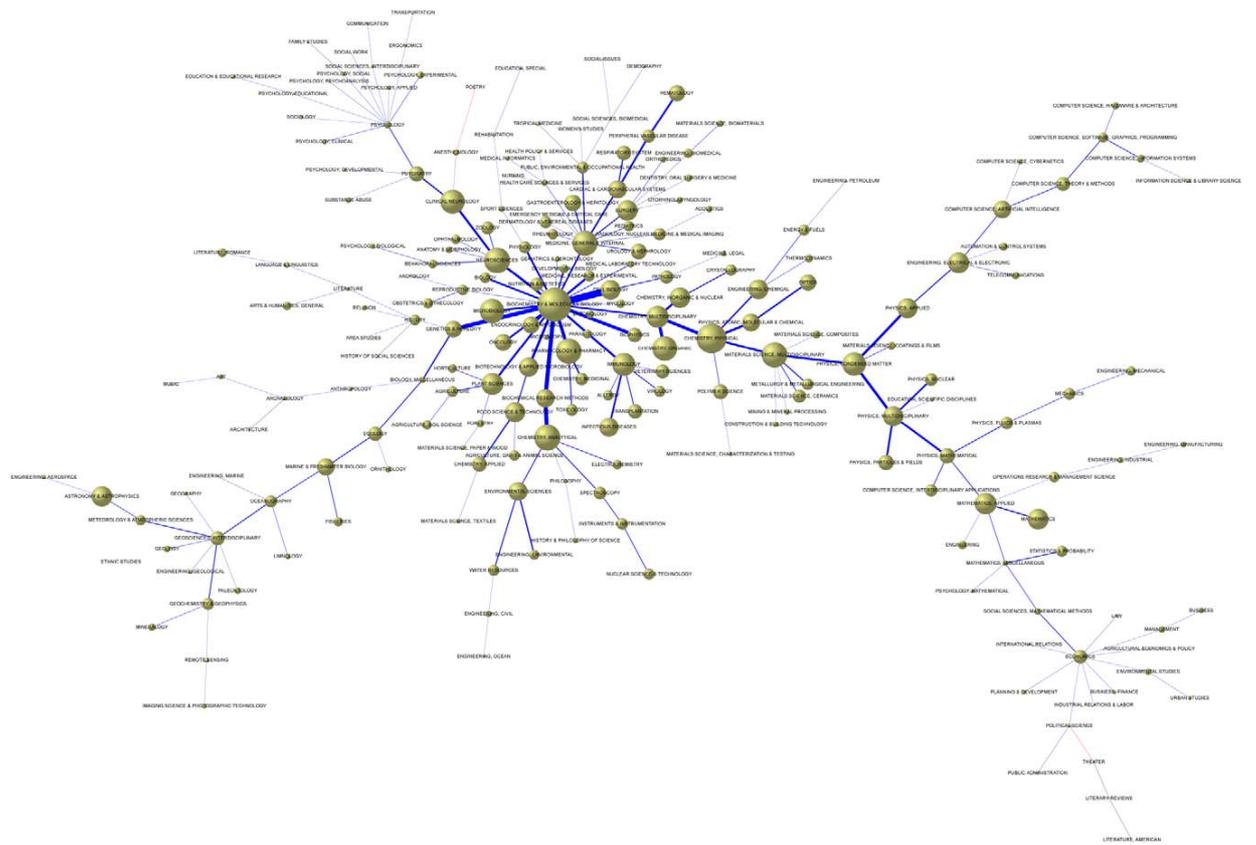


Ilustración 42. Scientograma PFNET de la estructura del dominio científico español en el año 2002

6.7. Ínter Citación

Una de las posibles críticas que podría recibir esta metodología, es que se basa en un sistema de clasificación como es el JCR y en la adscripción temática de sus revistas. Como consecuencia, las representaciones o scientogramas que se obtienen a partir de dicho sistema de clasificación, podrían ser la estructura del propio JCR y no la de la ciencia de un dominio en concreto, que es lo que se ha pretendido conseguir. Esta invectiva, que de ser cierta, echaría por tierra el uso de la cocitación de categorías para la representación de grandes dominios científicos, necesita ser debatida.

Para refutar esta crítica, nos valemos de dos scientogramas contruidos a partir de la cocitación de las categorías del JCR, uno a partir de la cocitación de revistas y otro a partir de la de documentos. Ambos servirán para demostrar que nuestra metodología es totalmente válida y que cumple los objetivos para los que fue propuesta. Además, dichos scientogramas, surgen como herramientas adicionales para el estudio, comparación e interpretación de la ciencia en general.

6.7.1. Ínter citación de Revistas

Siguiendo la metodología propuesta de cocitación de categorías y utilizando la adscripción temática de las revistas del JCR como punto de partida para posteriormente, por medio de PFNETs, mostrar las relaciones más significativas entre categorías, construimos un scientograma que muestra la esencia de la estructura científica pura del JCR —ilustración 43—.

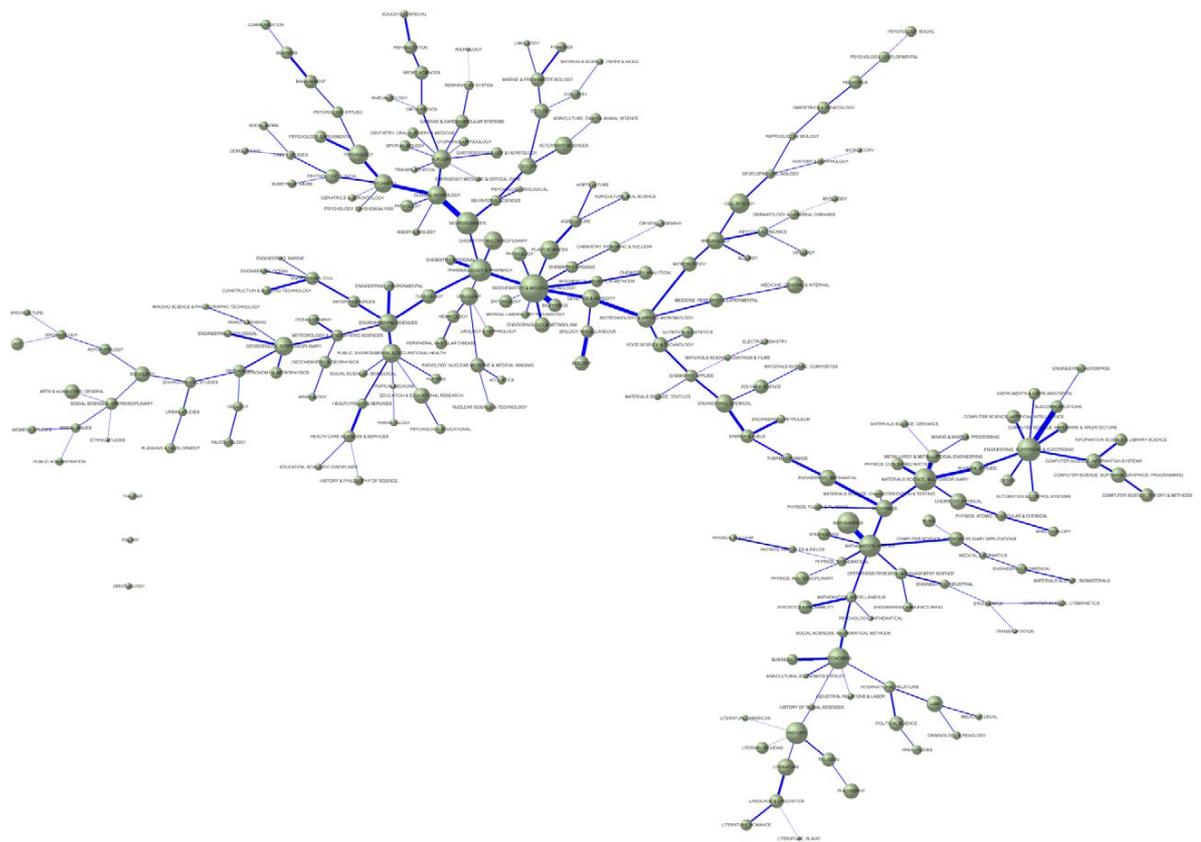


Ilustración 43. Scientograma de la Estructura del JCR 2002 construida a partir de sus revistas

Si comparamos los scientogramas de las ilustraciones 42 y 43, la primera impresión que obtenemos es la de que ambos son estructuralmente distintos. Sin embargo, un análisis más detallado saca a la luz aspectos tales como: que los dos tienen como centro la categoría *Biochemistry & Molecular Biology*; que en ambos scientogramas, algunas ramas de la estructura científica siguen un mismo patrón de conexión, como por ejemplo el caso de: *Neurosciences* \leftrightarrow *Clinical Neurology* \leftrightarrow *Pyichiatry* \leftrightarrow *Psychology*; y que muchas conexiones entre categorías coinciden en ambos scientogramas, aunque no tantas como para decir que los dos son iguales, sino todo lo contrario. De hecho, de las posibles conexiones representadas en los dos scientogramas, el de España coincide con el del JCR en 95 casos, y no lo hace en otros 119 —anexo II—.

Desde el punto de vista de la coincidencia de enlaces, observamos una característica común en los dos scientogramas. Si transponemos las categorías concurrentes a la estructura del JCR, veremos que un gran número de ellas están conectadas por enlaces gruesos, lo que indica una fuerte ínter citación entre las revistas de esas categorías. No sería muy descabellado pensar que el motivo de la coincidencia de enlaces entre categorías se deba a un alto grado de ínter citación entre las revistas, y que la estructura científica de un dominio no es más que el reflejo del propio JCR como consecuencia de la fortaleza de sus relaciones frente a la debilidad de las establecidas por los autores del dominio. Pero esto no es así. Si miramos uno por uno los enlaces coincidentes, veremos que no todos son fuertes, sino que también los hay intermedios y débiles, por lo que el razonamiento anterior no resulta válido.

Lo cierto es que existen una serie de categorías coincidentes en ambos scientogramas y que esto tiene que obedecer a alguna causa. La explicación de la coincidencia de enlaces se debe a que estamos representando un mismo hecho de distintas formas. Es decir, tanto el scientograma de cocitación de revistas como el del dominio español, representan una misma estructura científica, más general para el caso de la

ínter citación y más específica para el caso del dominio, y sus coincidencias en los enlaces, no hacen más que poner de manifiesto las similitudes estructurales que existen desde sus distintos puntos de vista. Por tanto, deducimos que las dos representaciones son distintas estructuralmente distintas, aunque tengan coincidencias puntuales.

Con relación a la no coincidencia de enlaces su explicación es lógica y sencilla. Los autores interactúan con la ciencia por medio de sus citas y nosotros, valiéndonos de la cocitación de categorías, transformamos esa interacción en representaciones gráficas. En el momento en que las interacciones de los autores, y por tanto sus cocitas, contrarrestan a las preestablecidas por la ínter citación de revistas, salen a la luz las relaciones entre categorías tal y como el conjunto de autores de un dominio las entienden y no como las predetermina el JCR.

Hemos demostrado que la estructura de un dominio no es el reflejo de la ínter citación de revistas del JCR. Pero debemos recordar que el método utilizado para construir los scientogramas de dominios comienza por la cocitación de documentos y que se extiende hasta las categorías, por lo que habría que comprobar si la estructura de un dominio conseguida mediante la cocitación de categorías es lo que se pretende, y no un reflejo de la ínter citación de categorías extrapoladas a los documentos.

6.7.2. Ínter citación de Documentos

La crítica a esta metodología, no quedaría del todo rebatida si no comparásemos el scientograma de un dominio obtenido mediante la ínter citación de documentos, con el del mismo dominio logrado por medio de la cocitación de categorías, propuesta en esta tesis.

Utilizando la adscripción temática de los documentos según el criterio del JCR: documento \leftrightarrow revista \leftrightarrow categoría JCR, para posteriormente por medio de PFNETs, mostrar las relaciones más significativas entre categorías,

hemos construido un scientograma que muestra la estructura de la interacción de los documentos del JCR —ilustración 44—.

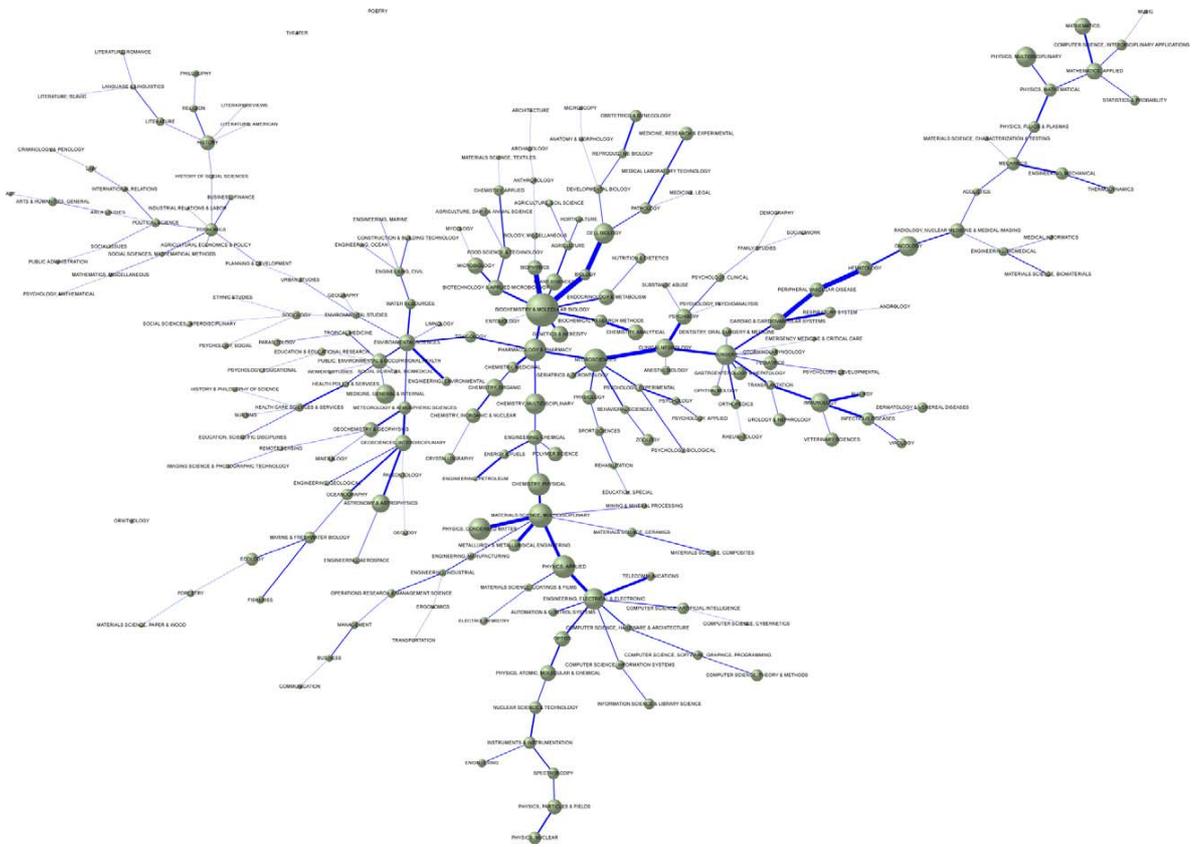


Ilustración 44. Scientograma de la Estructura del JCR 2002 construida a partir de sus documentos

Si comparamos el scientograma de cocitación del dominio científico español —ilustración 42— con el que se obtiene con la íter citación de documentos, rápidamente llegaremos a la conclusión de que también son estructuras distintas. La estructura de uno no tiene prácticamente ningún parecido con la del otro. Resulta curioso que, pese a estar contruidos ambos con la misma metodología y unidades de medida, el resultado sea tan diferente. La característica común de encontrar a la categoría *Biochemistry & Molecular Biology* como centro de los scientogramas, que se apreciaba al comparar el scientograma del dominio español con el de íter citación de revistas, no se produce aquí. Tampoco es fácil encontrar cadenas de conexiones similares entre ambos scientogramas, como sí ocurría en el caso anterior. El número de enlaces comunes entre ambos es de 112, mientras que el de diferentes es de 102 —anexo II—.

Como conclusión, desde el punto de vista de su conectividad tienen más cosas en común que lo que los separa, pero desde el punto de vista de su estructura ocurre lo contrario.

Al igual que en el caso de la íter citación de revistas, si trasladamos las categorías vinculadas en ambos scientograma a la estructura representada por la íter citación de documentos, observaremos que algunas de ellas, pero no todas, están conectadas por enlaces fuertes. Nuevamente, esto no implica la prevalencia de la íter citación sobre la cocitación, sino que como ocurría anteriormente, estamos representando un mismo objeto —la estructura científica de un dominio— desde distintos puntos de vista, y las coincidencias de enlaces entre ambos no son más que el acuerdo existente entre ambos.

6.7.3. Íter citación vs Scientogramas de Dominios

Nos encontramos ante dos formas distintas de representar una misma estructura científica: una representada por la íter citación del JCR, y otra por la cocitación del mismo. Esto da lugar a tres tipos de representaciones o

scientogramas, que nosotros denominamos tangenciales: de ínter citación de revistas, de ínter citación de documentos y de cocitación de categorías. Donde cada uno de ellos ofrece una perspectiva distinta, pero complementaria, de un mismo dominio.

El scientograma de ínter citación de revistas del JCR es un scientograma afianzado y consolidado de la ciencia, que se corresponde con el modelo o esquema mental que la sociedad en general tiene de la misma. Si lo observamos detenidamente, no encontramos enlaces *extraños* o débiles (de color rojo) entre categorías, como ocurre en el de cocitación de categorías de España. Esto sucede así porque representa a la ciencia desde un punto de vista retrospectivo y consolidado. Es decir, muestra las relaciones entre las distintas disciplinas científicas —categorías—, una vez que estas han sido aceptadas y asumidas por la comunidad investigadora, por las revistas científicas y por el propio JCR. Y a partir de ese momento, por toda la sociedad. De ahí que no resulte extraño ninguno de sus enlaces. Por ejemplo, en un principio las revistas de Biblioteconomía y Documentación sólo pertenecía a la categoría *Information Science & Library Science*. Con el paso del tiempo y en la medida en que la publicación de trabajos relacionados con la informática, los sistemas de información, bibliometría, etc., se convirtieron en algo asiduo en muchas de ellas, los investigadores del campo de la Biblioteconomía y Documentación, empezaron a tomarlos como algo inherente a la misma. Hasta tal punto que cuando el JCR clasificó a algunas de las revistas de dicha área como pertenecientes también a otras categorías como *Computer Science and Information System*, a nadie le sorprendió y todo el mundo lo vio como algo lógico y congruente. ¿Quién nos dice que en un futuro, las revistas de biblioteconomía y Documentación no puedan pertenecer también al área de *Computer Science, Software Graphics & Programming*, por su reiterada aparición de artículos en estas revistas de trabajos relacionados con el uso de programas gráficos y programación para la visualización y la recuperación de la información?

En resumen, el scientograma del JCR es el reflejo del consenso científico existente entre investigadores, editores, distribuidores de publicaciones científicas, etc., y en definitiva de la sociedad en general.

El scientograma de ínter citación de documentos, aunque pueda parecer extraño, ofrece una perspectiva de la ciencia desde el punto de vista de las revistas. Muestra las categorías más significativas de los documentos que se publican en ellas. Es decir, pone de manifiesto el contenido multidisciplinar de las revistas en que se publican los documentos, al tiempo que muestra sus categorías y relaciones más esenciales. Este scientograma está a medio camino entre la ínter citación de revistas y la cocitación de categorías. No es un scientograma tan estático ni consolidado como el de ínter citación de revistas, pues evoluciona en la medida en que se van incorporando nuevos contenidos a las revistas. Pero tampoco es un scientograma tan dinámico y cambiante como el de la cocitación de categorías. Su evolución no obedece únicamente a la variación del número de veces que una categoría está adjudicada a las revistas del JCR, como es el caso de la ínter citación de revistas, sino que también depende de la cantidad de documentos que aparezcan publicados bajo una misma revista con una determinada categoría.

El scientograma de cocitación de categorías de un dominio representa la estructura de la ciencia desde el punto de vista de los autores. Refleja el uso que los investigadores hacen del conocimiento científico. Es por tanto un scientograma cambiante y versátil desde el punto de vista relacional. Ideal para el estudio de la evolución de la estructura científica de un dominio y para su comparación con otros. Por otra parte puede abarcar espacios temporales largos, cortos o muy cortos, en función del hecho que se pretenda analizar.

Desde el punto de vista de la comparación de los scientogramas, sus coincidencias estructurales, de enlaces, de patrones de conexión, etc., no hacen más que poner de manifiesto el aspecto más estable de la ciencia, la

que no ha evolucionado y por tanto no ha cambiado en un dominio. Destaca como el modelo más tradicional, representado por la intercitación, persiste con el más evolucionado como es el de la cocitación. Por el contrario, sus diferencias muestran la evolución de la ciencia en general y concretamente qué disciplinas son las que cambian y cómo lo hacen por medio de las categorías y sus enlaces.

Una vez superada esta cuestión, centraremos nuestro estudio en los de cocitación de categorías, tal y como era nuestra intención original, pues consideramos que ofrecen la visión más actual y versátil de la estructura científica de un dominio.

6.8. Análisis y Comparación de Dominios

Nuestros scientogramas pueden ser de gran utilidad para simplificar y visualizar aspectos que de otra forma permanecerían ocultos. Aún así, son complejos. Pero como se dice en el Capítulo 1, nuestro objetivo no es sólo generar visualizaciones de grandes dominios científicos, sino también propiciar su análisis.

El análisis de dominios consiste en hacer un mapa de los componentes o disciplinas, campos o especialidades más obvias en un área de conocimiento en general... donde los mapas son formas de clasificación automática, en los que se representan descriptores, documentos, las obras completas de un autor o revistas, y los datos básicos son a menudo contados como concurrencias...(Hjørland, B., 2002).

En consonancia con lo que dice *Hjørland*, hemos construido scientogramas con los campos o especialidades más obvias a partir de sus coocurrencias. Además, proponemos una metodología para estudiar y comparar de forma detallada dichos scientogramas.

Desde la perspectiva de los scientogramas de grandes dominios científicos, intentar realizar un análisis macroestructural sin ningún tipo de poda de enlaces, es algo prácticamente imposible. La dificultad estriba en la propia interdisciplinaridad de la ciencia y como consecuencia en la multitud de relaciones emergentes entre las distintas categorías, pues prácticamente todas se relacionan con todas. Como se suele decir, los árboles no nos dejarían ver el bosque. Y en este caso, la multitud de enlaces entre categorías serían las que nos impedirían detectar la estructura general o macroestructura, como se puede ver en la siguiente ilustración.

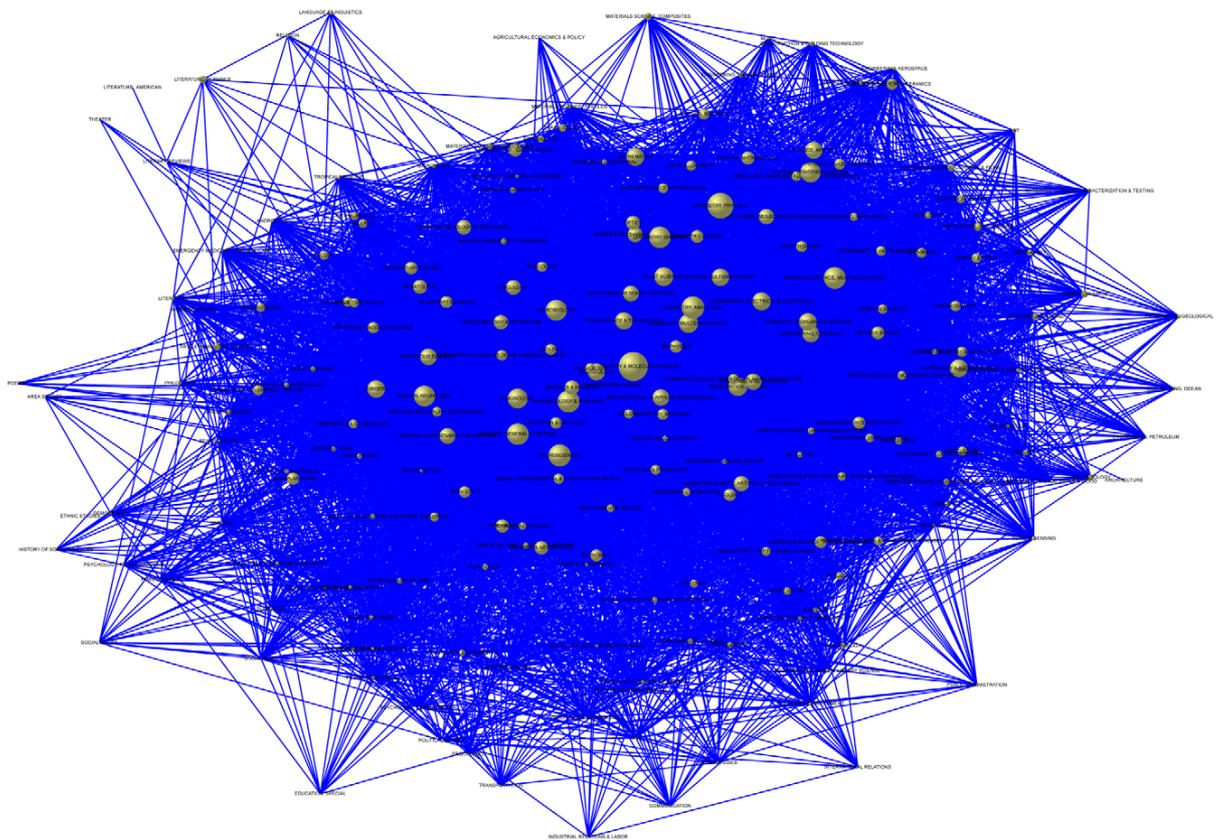


Ilustración 45. Red social de la estructura del dominio científico español 2002, con todas sus relaciones

Por tanto, para una mejor visualización, comprensión, e incluso posibilidad de hacer *browsing* sobre la macroestructura geográfica del dominio, recurrimos de nuevo a los scientogramas PFNETs, y no a la visualización completa de la estructura de los mismos, con la totalidad de relaciones.

6.8.1. Agrupaciones intelectuales

Una de las dudas que puede plantear la esquematización de dominios mediante PFNET, es si la representación que se obtiene refleja fielmente la estructura y distribución del dominio original, del cual procede. Para corroborar su correspondencia, seguimos el siguiente proceso:

- Realizamos análisis factorial de la matriz de cocitación original.
- Indicamos el número de factores detectados con una varianza mayor o igual a uno.
- Mostramos los elementos de cada factor y su varianza acumulada.
- Denominamos cada factor según los métodos utilizados por otros autores.
- Revisamos y comentamos el Análisis factorial obtenido.

A continuación, trasladamos los resultados anteriores al scientograma PFNET, para ello:

- Asignamos un mismo color a las categorías —nodos— que componen cada uno de los distintos factores detectados en la matriz original.

- Mostramos e identificamos el número y porcentaje de nodos factorizados y no factorizados.
- Detectamos la posible dispersión de nodos de un mismo factor por el dominio PFNET.

La realización de este proceso no sólo nos permite mostrar el grado de adecuación entre la matriz original y el dominio PFNET. También detecta e identifica las agrupaciones intelectuales en forma de grandes áreas temáticas, proporcionando además una imagen de la estructura semántica subyacente del dominio. Este fenómeno se puede apreciar en la siguiente ilustración.

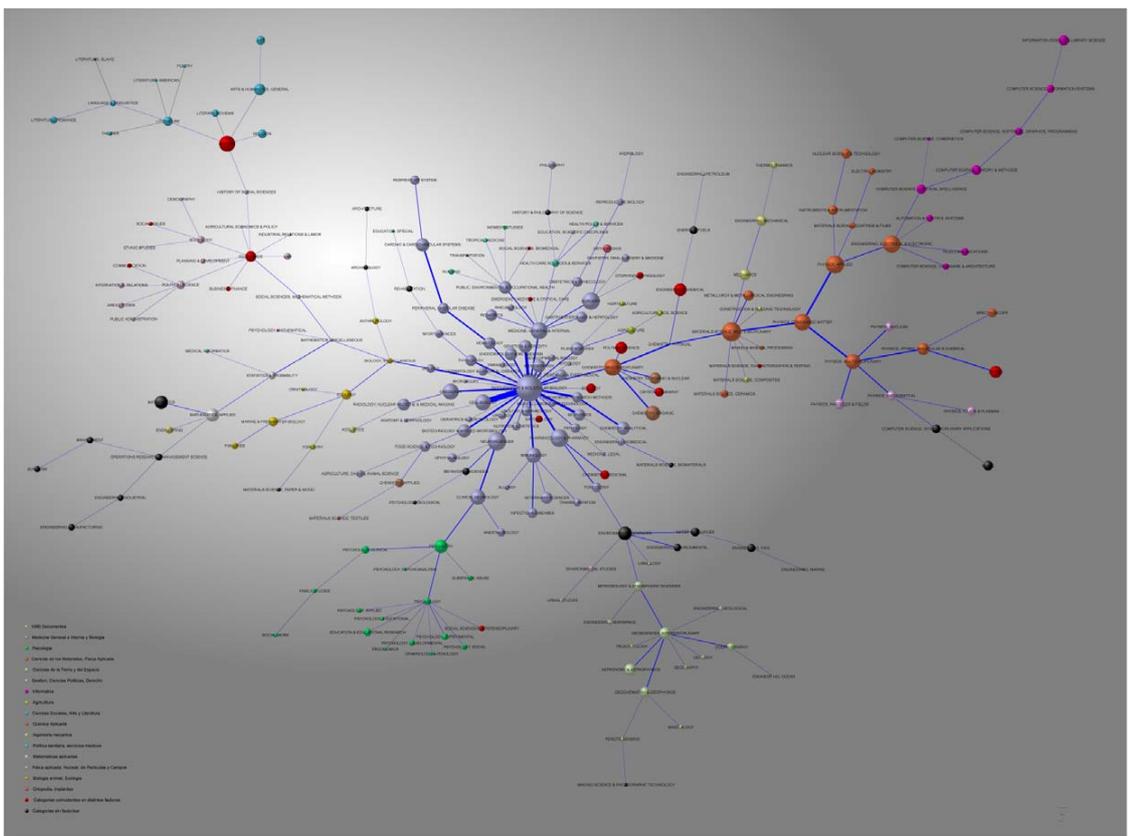


Ilustración 46. Scientograma del Dominio Científico Mundial 2002. Combinación de PFNETs y Análisis Factorial

6.8.2. Análisis de un Dominio

6.8.2.1. Macroestructura

Una vez confirmada la correspondencia entre el dominio original y su álter ego, nos encontramos en disposición de obtener una visión global de la estructura geográfica del dominio o macroestructura. Para este fin, seguimos los siguientes pasos:

- Generamos un nuevo scientograma simplificado por medio de la representación gráfica de las áreas temáticas y sus relaciones.
- Situamos espacialmente cada una de las áreas temáticas y establecemos su relación geográfica con el scientograma factorial del que procede.
- Localizamos la estructura básica macroestructural mediante las agrupaciones de las áreas temáticas.
- Detectamos la figura macroestructural central. Comentamos la causa de esta posición y sus consecuencias. Hacemos lo mismo con las agrupaciones de áreas temáticas periféricas.
- Localizamos el área temática central. Estudiamos que implicaciones tiene dicha posición, qué repercusiones tiene en el dominio y como afecta al resto de áreas temáticas.
- Indicamos la posición geográfica del resto de áreas temáticas y explicamos como afecta su ubicación al desarrollo del dominio.

6.8.2.2. Microestructura

Lo primero que haremos será realizar una descripción general de los elementos que componen el dominio y su entorno. Para ello, seguimos los siguientes pasos:

- Indicamos el número total de categorías que conforman la estructura de cada dominio. Resaltamos el hecho de que existen unas pocas categorías de gran tamaño —mucha producción— y otras muchas con un tamaño pequeño —poca producción—. Lo cual pone de manifiesto la naturaleza hiperbólica típica de las distribuciones bibliométricas.
- Observamos si todas las categorías están conectadas o, si por el contrario, hay alguna aislada. Si hay categorías aisladas, explicamos cuáles y la causa de su desconexión.
- Indicamos si el modelo de conexión de los categorías es del tipo centro-periferia. Es decir, si hay un categoría central que sirve de conexión a otras que están a su alrededor. Observamos si existe coincidencia entre la categoría más central y la más prominente, entendiendo por prominente aquella cuyos enlaces la hacen particularmente visible con respecto al resto. De ser así, hacemos hincapié en que esto es un hecho muy común e incluso necesario, desde el punto de vista de las redes sociales.
- Mediante la medida de centralidad de grado, detectamos la categoría más central. A partir de ella y a través de los *paths* de cada categoría, elaboramos un ranking de cercanía de cada una de ellas con respecto al centro. Por medio de algoritmos relacionados con el análisis de redes sociales, detectamos los nodos más prominentes del dominio. Realizamos un estudio de las distintas medidas obtenidas y comentamos los resultados.

6.8.2.3. Columna Vertebral

Por medio de la cocitación, es decir, a través de la observación de los encadenamientos que se producen entre categorías por medio de los enlaces más significativos —gruesos— de un scientograma, identificaremos la columna vertebral del dominio, con el fin de estudiarlo por separado. Para ello:

- Identificaremos las áreas temáticas que conforman la columna vertebral.
- Detectaremos *paths* de largo recorrido en cada una de dichas áreas temáticas.
- Comentaremos las características significativas de las categorías que conforman esta columna vertebral.

6.8.2.4. Análisis de Superficie

Explorar o realizar el recorrido geográfico por la superficie del dominio, visitando los distintos nodos que lo componen a través de las conexiones o enlaces que los unen, nos permite poner de manifiesto la estructura semántica del dominio, a la vez que propicia la explicación y descripción de los aspectos relacionados con los nodos y enlaces que encontramos en nuestra ruta. Para ello:

- Antes de comenzar el recorrido, estudiamos las conexiones entre categorías, pues son el hilo conductor de la estructura del dominio. Detectamos los enlaces de mayor y menor valor —grosor— del dominio. A partir de ellos calculamos tres intervalos proporcionales y por tanto, tres tipos de enlaces en función de su grado de cocitación: fuertes, intermedios y débiles.

- A continuación, partiendo de la categoría más central y siguiendo el sentido de las agujas del reloj, empezando por las doce en punto, comenzamos a explorar la superficie del dominio a través de sus enlaces.
- A medida que vamos avanzando por la estructura del dominio, vamos explicando las causas de las conexiones entre las categorías. Es decir, mediante las consultas insertadas en los enlaces, accedemos a la información que dio lugar a cada conexión entre categorías, justificando las conexiones extrañas entre categorías —enlaces de color rojo—, en el caso de que existan.
- En la medida que se quiera descender en el análisis, mediante una de ordenación por relevancia (Moya Anegón, F. d. [et al.] , En prensa), es posible averiguar en qué medida contribuye cada categoría a la consecución del enlace que lo une con otra. Es decir, se puede determinar cual es la transferencia de información entre categorías, o lo que es lo mismo: qué aporta cada categoría a otra: tecnología, metodología, etc. Incluso se puede saber en qué medida, el enlace que une dos categorías está provocado por categorías distintas a las que están unidas por el mismo.

El análisis de superficie, por su laboriosidad, no se realizará en esta tesis. No obstante, su metodología queda aquí expuesta para trabajos futuros.

6.8.3. Comparación de Dominios

Independientemente de que se pretendan cotejar scientogramas de diferentes dominios, o estudiar la evolución temporal de alguno de ellos, para su comparación, proponemos el método que se muestra a continuación.

6.8.3.1. Macroestructura

Al igual que ocurría en el análisis de un dominio, es importante confirmar la equivalencia entre las estructuras originales y su correspondientes simplificaciones PFNETs. Además, de esta forma conseguimos sacar a la luz su estructuras intelectuales, y las áreas temáticas que los componen. Una vez confirmada dicha correspondencia, estamos en disposición de poder comparar sus macroestructuras.

Para ello, en primer lugar, comparamos los resultados obtenidos como consecuencia de aplicar análisis factorial sobre sus matrices originales.

- Confrontamos el número de factores detectados en cada dominio y comparamos: denominación, tamaño, varianza y orden de cada factor, y total de varianza acumulada. Esto, desde un punto de vista numérico, nos permite obtener una primera aproximación detallada de las diferencias macroestructurales de los distintos scientogramas.

A continuación, para obtener una imagen gráfica y poder realizar las comparaciones de forma visual, trasladamos los resultados obtenidos mediante PCA a sus correspondientes scientogramas. Para ello, asignamos un mismo color a los nodos que componen cada uno de los distintos factores detectados en la matriz original.

- Indicamos el número de categorías factorizadas y no factorizadas, asignándoles un color distinto para distinguirlas del resto.
- Contrastamos si en todos los dominios o scientogramas evolutivos, el modelo de conexión de los factores es del tipo centro periferia, tratando de identificar algún patron de conexión.

- Establecemos coincidencias geográficas entre los factores de los distintos scientogramas. Estudiamos si dichas posiciones son relativas o absolutas y si es posible, cuáles son siempre relativas y cuáles absolutas. Se detectarán especialidades por medio de la identificación de factores más pequeños dentro de factores más grandes. Además, en los scientogramas evolutivos, localizaremos factores cuyos nodos estén dispersos por el scientograma y estudiaremos su evolución.
- Mediante las medidas de centralidad, identificamos al factor más central, y a través de algoritmos específicos, detectamos e identificamos a los factores más prominentes de cada dominio y su grado. Comparamos las distintas medidas y estudiamos su evolución, si la hubiese.
- Indicamos y estudiamos los *paths* de conexión entre factores, para detectar si hay cambios en las secuencias de las categorías.
- Identificamos los puntos de confluencia entre factores. Es decir, destacamos aquellos nodos o categorías con una adscripción factorial múltiple, pues son el puente o punto de intercambio de conocimientos entre los factores. Comprobamos si son los mismos en los distintos scientogramas y si ponen en contacto a los mismos factores en los distintos scientogramas de dominios.
- Detectamos cambios de adscripción de nodos en los factores de los distintos dominios y comentamos su evolución. Este apartado es muy importante para detectar la evolución o cambios disciplinares de uno o varios dominios.

6.8.3.2. Microestructura

Para realizar el análisis comparativo microestructural de varios dominios, o de la evolución de alguno de ellos, comenzamos por contrastar los elementos generales de cada dominio y de su entorno.

- Para determinar la evolución o cambios de la producción por categorías, comparamos el número de nodos que componen cada dominio. Hacemos especial énfasis en si aparecen o desaparecen nuevos nodos. En la medida en que se estime oportuno, se puede comparar la producción entre categorías puntuales.
- Detectamos desconexiones en los dominios y sus causas. Para ello, identificamos las categorías aisladas de cada scientograma, indicamos si son las mismas en los distintos dominios o scientogramas evolutivos, y explicamos las causas de su aislamiento.
- Comprobamos si en todos los dominios o scientogramas evolutivos, el modelo de conexión de las categorías es del tipo centro-periferia.
- Mediante las medidas de centralidad, identificamos las categorías más centrales de cada dominio y las distancias del resto con respecto a ellas. A través de algoritmos específicos, detectamos e identificamos a las categorías más prominentes de cada dominio. Comparamos las distintas medidas y estudiamos su evolución si la hubiese.
- Estudiamos la naturaleza de las categorías prominentes que son el origen de un área temática.

6.8.3.3. Columna Vertebral

Una vez identificadas y extraídas las secuencias más significativas de cada uno de los dominios que se pretenden comparar:

- Compararemos las áreas temáticas que conforman la columna vertebral de cada dominio.
- Confrontaremos los *paths* de largo recorrido en cada una de los dominios.
- Enfrentamos las categorías más significativas de cada dominio, así como sus características principales.

6.8.3.4. Comparación de Superficies

A nivel de superficie resulta muy difícil, por laborioso y llevar a cabo una comparación microestructural de los diferentes scientogramas, por medio de la exploración de sus enlaces, tal y como se propone en el caso del análisis de dominios. Por ello, desarrollamos una aproximación menos exhaustiva, pero que nos permite igualmente confrontar las microestructuras de los diferentes dominios. No obstante y al igual que en el caso del análisis de un dominio, no se realizará en esta tesis, aunque su metodología queda aquí expuesta para futuros trabajos.

Para comparar las superficies de dos dominios, realizaremos las siguientes tareas:

- Detección de conexiones entre categorías que permanezcan invariables en los distintos dominios o scientogramas evolutivos objeto de análisis.
- Detección e identificación de categorías cuyos vínculos cambian en los distintos scientogramas y estudio de su evolución.

Cuando se estime oportuno, como por ejemplo para explicar casos como el de conexiones extrañas entre categorías, cambios de vinculación entre las mismas en diferentes scientogramas, etc., se puede recurrir al análisis pormenorizado de las conexiones entre nodos, así como al estudio de la dirección de la transferencia de información entre los mismos.

6.8.4. Evolución de un Dominio

El consenso general tanto en el campo de la visualización de la información como en el de la cartografía geográfica, es que varios mapas de un mismo objeto de estudio, son mejores que un solo mapa. Esto es así, porque cada mapa puede proporcionar una perspectiva diferente.

El precursor del estudio de la ciencia por medio de sucesiones de mapas fue *Garfield, E.* (1994) y para ello introdujo el concepto de mapas longitudinales, que consisten en una serie de mapas cronológicos secuenciales, a partir de los cuales es posible estudiar la evolución del conocimiento científico.

El proceso que seguiremos para el estudio evolutivo no difiere sustancialmente del presentado en el apartado 6.8.3, por lo que no lo presentamos in extenso y nos remitimos a dicho apartado.

PARTE ANALÍTICA

7. Resultados

Los resultados se presentan en tres grandes apartados. El primero es la scientografía y análisis de un gran dominio geográfico: el mundo. El segundo es el análisis comparado de dos grandes dominios geográficos: Estados Unidos y la Unión Europea. Y el tercero es el estudio evolutivo de otro gran dominio, España.

7.1. Scientografía y Análisis del Mundo 2002

7.1.1. Scientograma

El scientograma de la de la siguiente ilustración, nos muestra la producción científica mundial por medio de las categorías ISI. Dicho scientograma es la visualización que se obtiene como consecuencia de aplicar nuestra metodología, y representar gráficamente los 901.493 documentos científicos recogidos en las bases de datos del ISI, agrupados en las 218 categorías del JCR con producción en el año 2002. La correspondencia entre cada una de dichas categorías y su producción, se puede observar en la tabla 4.

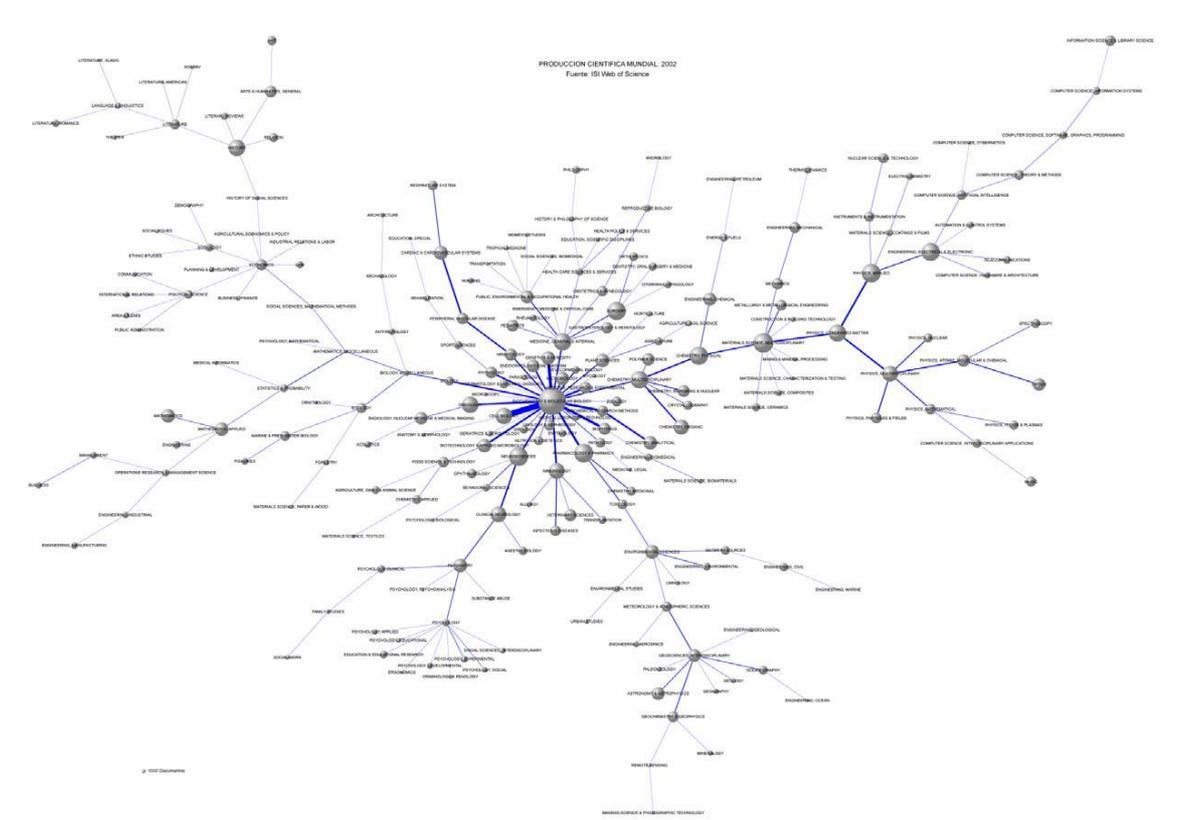


Ilustración 47. Scientograma mundial, 2002
- 183 -

Capítulo 7: Resultados

Categoría	Prod.	Categoría	Prod.
ENERGY & FUELS	4826	MEDICINE, LEGAL	1004
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	11812	ANTHROPOLOGY	3100
ENGINEERING, PETROLEUM	1527	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	9439
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	9356	REHABILITATION	2927
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	11441	SPORT SCIENCES	4933
MATHEMATICS	13668	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	7366
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	22619	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	8730
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	1451	MINERALOGY	1715
MEDICAL INFORMATICS	1212	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	4278
ENTOMOLOGY	3963	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	2951
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	22598	DEVELOPMENTAL BIOLOGY	3879
CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	1948	ANDROLOGY	344
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	28804	ENGINEERING, BIOMEDICAL	4384
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	7146	OCEANOGRAPHY	5731
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	4692	PSYCHOLOGY	3635
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	4504	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	7150
MATHEMATICS, APPLIED	13509	CHEMISTRY, APPLIED	5868
ACOUSTICS	3326	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	5918
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	14392	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	8096
RESPIRATORY SYSTEM	6753	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	8385
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	4441	CHEMISTRY, MEDICINAL	6148
AGRICULTURA	4799	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	1039
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	2695	ERGONOMICS	584
NUTRITION & DIETETICS	5775	SPECTROSCOPY	6049
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	8184	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	3774
ANESTHESIOLOGY	5229	ENGINEERING, MARINE	149
ANATOMY & MORPHOLOGY	1327	THERMODYNAMICS	3452
ENGINEERING, AEROSPACE	2510	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	3210
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	12279	FISHERIES	3300
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	54972	LIMNOLOGY	1240
PLANT SCIENCES	13869	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	1009
ZOOLOGY	7116	GEOGRAPHY	1867
BIOLOGY	5763	ORNITHOLOGY	988
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	13477	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	1555
SURGERY	24490	GEOLOGY	1605
CRYSTALLOGRAPHY	6277	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	5709
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	8749	HORTICULTURE	2209
CELL BIOLOGY	19834	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	866
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	5902	TRANSPLANTATION	4546
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	12054	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	3367
HEMATOLOGY	10977	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	421
ENVIRONMENTAL SCIENCES	14394	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	1227
WATER RESOURCES	5729	ENGINEERING, CIVIL	4991
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	6881	MINING & MINERAL PROCESSING	1474
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	8422	PHYSICS, MATHEMATICAL	7856
MECHANICS	9436	ELECTROCHEMISTRY	3633
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	9694	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	2670
NEUROSCIENCES	26350	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	4337
CLINICAL NEUROLOGY	18324	ENGINEERING, INDUSTRIAL	2796
PATHOLOGY	7041	MYCOLOGY	1237
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	7857	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	1310
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	4990	ENVIRONMENTAL STUDIES	2913
ECOLOGY	7837	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	898
ONCOLOGY	20330	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	1144
OPHTHALMOLOGY	6396	SOCIOLOGY	4774
ORTHOPEDICS	5528	LAW	3518

OTORHINOLARYNGOLOGY	3705	MICROSCOPY	871
PEDIATRICS	10465	REMOTE SENSING	1071
PHARMACOLOGY & PHARMACY	25888	TRANSPORTATION	332
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	18056	PSYCHOLOGY, CLINICAL	4384
PHYSIOLOGY	9919	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	958
POLYMER SCIENCE	11201	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	958
PHYSICS, APPLIED	25579	ECONOMICS	9053
ENGINEERING, CHEMICAL	12407	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	1247
PSYCHIATRY	13953	BUSINESS	2822
TROPICAL MEDICINE	1517	MANAGEMENT	3253
PARASITOLOGY	2384	URBAN STUDIES	1422
VETERINARY SCIENCES	10662	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	2423
VIROLOGY	4649	PLANNING & DEVELOPMENT	2046
SUBSTANCE ABUSE	1801	BUSINESS, FINANCE	1594
ENGINEERING, MECHANICAL	8464	SOCIAL ISSUES	1104
MICROBIOLOGY	13210	PUBLIC ADMINISTRATION	1191
STATISTICS & PROBABILITY	4609	SOCIAL WORK	1354
PHYSICS, NUCLEAR	6102	PSYCHOLOGY, SOCIAL	2206
OPTICS	11449	NURSING	2459
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	11526	WOMEN'S STUDIES	1138
BIOPHYSICS	10507	AREA STUDIES	2830
CHEMISTRY, ORGANIC	17006	POLITICAL SCIENCE	5526
CHEMISTRY, ANALYTICAL	13445	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	1023
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	2455	INTERNATIONAL RELATIONS	2569
CHEMISTRY, PHYSICAL	24789	EDUCATION, SPECIAL	670
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	2789	ARCHAEOLOGY	1560
REPRODUCTIVE BIOLOGY	3951	HISTORY	20147
GENETICS & HEREDITY	13023	FAMILY STUDIES	1498
IMMUNOLOGY	18431	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	1357
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	24042	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	870
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	10402	LANGUAGE & LINGUISTICS	3045
PHYSICS, CONDENSED MATTER	21990	PSYCHOLOGY, APPLIED	1968
AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	3365	HEALTH POLICY & SERVICES	2397
METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	7581	PHILOSOPHY	4319
BEHAVIORAL SCIENCES	3967	ETHNIC STUDIES	368
TOXICOLOGY	7236	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	804
GERIATRICS & GERONTOLOGY	2502	COMMUNICATION	1578
ENGINEERING	4199	DEMOGRAPHY	768
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	411	ENGINEERING, GEOLOGICAL	1214
FORESTRY	2406	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	4094
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	2164	LITERATURE, ROMANCE	3864
COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	6805	THEATER	1423
ENGINEERING, MANUFACTURING	3329	LITERARY REVIEWS	3956
INFECTIOUS DISEASES	8095	LITERATURE, SLAVIC	373
RHEUMATOLOGY	3394	ENGINEERING, OCEAN	752
UROLOGY & NEPHROLOGY	8818	MUSIC	7227
TELECOMMUNICATIONS	4275	LITERATURE	7048
PALEONTOLOGY	1566	POETRY	558
ALLERGY	2203	LITERATURE, AMERICAN	657
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	2276	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	10170
MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	4675	ARCHITECTURE	1493
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	12321	ART	6189
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	1403	RELIGION	5769

Tabla 4. Relación categorías JCR y producción mundial 2002

Con el fin de favorecer la comprensión del scientograma, cada esfera ha sido etiquetada con el nombre de su correspondiente categoría del JCR, a la cual representa, y se le ha dado un tamaño variable que es directamente proporcional a la cantidad de documentos que aglutina. Para ayudar a establecer visualmente la relación entre el tamaño de cada una de las categorías y su producción real, en la parte inferior izquierda del scientograma, se ha representado una esfera de referencia con un tamaño equivalente a mil documentos. Las líneas que conectan las distintas esferas, son las relaciones de cocitación más significativas o esenciales entre categorías, pues las más superfluas se han eliminado mediante PFNETs. Estas relaciones son más o menos gruesas dependiendo de su intensidad de cocitación —a mayor intensidad, mayor grosor—. Y en todo caso, representan el punto de vista consensuado de 1.751.996 autores, por medio de sus 25.682.754 citas.

La distribución espacial de las categorías en el scientograma, se realiza por medio del algoritmo de *Kamada, T. y Kawai, S. (1989)*. Además su disposición estructural está determinada por el tándem: valor de cocitación de categorías sin normalizar, en combinación con PFNETs.

El tándem cocitación pura más PFNETs, no sólo hace aflorar las áreas temáticas alrededor de categorías prominentes a modo de racimos, sino que las encadena en secuencias explícitas. El orden de las categorías que producen ese encadenamiento no es arbitrario, y revela cómo los racimos o áreas temáticas se conectan entre sí. De esta forma, las conexiones entre categorías y categorías prominentes revelan áreas temáticas, y las conexiones entre categorías prominentes revelan como se conectan las áreas temáticas. Por ejemplo a simple vista, a partir de la ilustración anterior, podemos distinguir un gran racimo central rodeado por otros menores, distribuidos por toda la superficie del scientograma. Si nos fijamos en este racimo del centro y en otro de los que se producen en la parte inferior, podremos descubrir el siguiente encadenamiento: *Biochemistry & Molecular Biology* \leftrightarrow *Neurosciences* \leftrightarrow *Clinical Neurology* \leftrightarrow *Psychiatry*

↔ *Psychology*. Este *path*, indica que en el scientograma aparecen dos grandes áreas temáticas que podríamos denominar como *Biomedicina*, y *Psicología*, cuyas categorías más prominentes son *Biochemistry & Molecular Biology*, y *Psychology* respectivamente, las cuales están conectadas por otras categorías intermedias como son *Neurosciences*, *Clinical Neurology*, y *Psychiatry*. Lo mismo podríamos decir, entre otros, del encadenamiento de la zona central izquierda: *Mathematics Miscellaneous* ↔ *Social Sciences Mathematical Methods* ↔ *Economics* ↔ *History of Social Sciences* ↔ *History*, que muestra cómo se conectan dos áreas temáticas que podríamos denominar como *Matemáticas*, y *Humanidades*. Estos *paths* son muy importantes, pues muestran el hilo conductor que mantiene unida la estructura científica de un dominio.

Lo cierto es que este tándem captura bastante bien la estructura del dominio, al tiempo que revela las áreas temáticas que lo componen. Pero no las identifica ni las delimita, como sí hacen otras técnicas estadísticas como el análisis factorial.

7.1.2. Análisis Factorial

La detección de las principales áreas temáticas del scientograma, las obtenemos a través de análisis factorial (AF). Para ello aplicamos una variante del AF denominado análisis de componentes principales (ACP), con una rotación varimax —donde se reemplazan los valores perdidos (*missing values*) por la media—, sobre la matriz de cocitación original de 218 x 218 categorías, con valores de cocitación puros y normalizados.

El análisis factorial identifica treinta y tres factores en la matriz de cocitación de 218 x 218 categorías. El criterio adoptado para detener la extracción de factores ha sido la obtención un *eigenvalue* mayor o igual a

uno³. De los treinta y tres factores identificados hemos extraído dieciséis, de acuerdo con el test *scree*⁴, los cuales acumulan un 70.2% de la varianza —tabla 5—.

Factor	Eigenvalue	% varianza	% acumulado de varianza
1	42.255	19.4	19.4
2	24.14	11.1	30.5
3	15.472	7.1	37.6
4	12.655	5.8	43.4
5	10.069	4.6	48
6	8.272	3.8	51.8
7	6.815	3.1	54.9
8	6.298	2.9	57.8
9	4.668	2.1	59.9
10	4.517	2.1	62
11	4.195	1.9	63.9
12	3.601	1.7	65.6
13	3.029	1.4	67
14	2.567	1.2	68.1
15	2.321	1.1	69.2
16	2.16	1	70.2

Tabla 5. Eigenvalues de los dieciséis primeros factores correspondientes al dominio mundial, 2002

Con el fin de captar la naturaleza de cada factor y poder categorizarlo, hemos seguido la metodología propuesta por *Moya Anegón, F. d., Jiménez Contreras, E., y Moneda Carrochano, M. d. I.* (1998). Para ello hemos ordenado los factores por su índice de ponderación —*factor loading*— en orden decreciente y hemos considerado como límite de pertenencia a un factor el valor igual o superior a 0.5, mientras que para su

³ Este criterio tan simple funciona bastante bien, pues ofrece unos resultados muy acordes con las expectativas de los investigadores (Ding, Y., Chowdhury, G. G., y Foo, S., 1999).

⁴ El test *scree* consiste en el examen de la línea que se obtiene al representar gráficamente los eigenvalues de los factores identificados. La extracción de factores se detiene cuando la línea de los eigenvalues comienza a nivelarse, formando prácticamente una línea paralela al eje, sin apenas pendiente (Lewis-Beck, M. S., 1994).

denominación sólo hemos tenido en cuenta las categorías de cada factor con un valor mayor o igual a 0.7.

Factor 1	% varianza	Factor 2	% varianza
Biomedicina	19.4	Psicología	11.1
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	0.951	PSYCHOLOGY, SOCIAL	0.915
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	0.948	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	0.851
ONCOLOGY	0.936	FAMILY STUDIES	0.832
PATHOLOGY	0.929	SOCIAL WORK	0.823
UROLOGY & NEPHROLOGY	0.923	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	0.812
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	0.914	PSYCHOLOGY, CLINICAL	0.810
PHYSIOLOGY	0.907	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	0.806
IMMUNOLOGY	0.891	PSYCHOLOGY, APPLIED	0.805
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	0.890	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	0.798
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	0.883	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	0.795
PHARMACOLOGY & PHARMACY	0.878	WOMEN'S STUDIES	0.780
BIOPHYSICS	0.878	SUBSTANCE ABUSE	0.692
BIOLOGY	0.874	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	0.667
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	0.861	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.656
GENETICS & HEREDITY	0.860	PSYCHOLOGY	0.650
NUTRITION & DIETETICS	0.858	COMMUNICATION	0.594
OPHTHALMOLOGY	0.855	SOCIAL SIGUES	0.574
GERIATRICS & GERONTOLOGY	0.851	ERGONOMICS	0.539
RHEUMATOLOGY	0.850	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	0.539
ANATOMY & MORPHOLOGY	0.848	PSYCHIATRY	0.538
CELL BIOLOGY	0.834	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	0.537
VIROLOGY	0.823	EDUCATION, SPECIAL	0.536
HEMATOLOGY	0.821		
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	0.812		
PEDIATRICS	0.810		
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	0.806		
TOXICOLOGY	0.804		
NEUROSCIENCES	0.793		
ANDROLOGY	0.782		
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	0.759		
VETERINARY SCIENCES	0.753		
MICROBIOLOGY	0.752		
REPRODUCTIVE BIOLOGY	0.751		
RESPIRATORY SYSTEM	0.749		
MICROSCOPY	0.748		
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	0.746		
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0.724		
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	0.721		
SURGERY	0.711		
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	0.685		
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	0.685		
PLANT SCIENCES	0.669		
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	0.663		
PARASITOLOGY	0.659		
CHEMISTRY, ANALYTICAL	0.642		
TRANSPLANTATION	0.636		
MYCOLOGY	0.620		
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	0.612		
ALLERGY	0.608		
ZOOLOGY	0.605		
OTORHINOLARYNGOLOGY	0.599		
SPORT SCIENCES	0.597		
CLINICAL NEUROLOGY	0.594		
INFECTIOUS DISEASES	0.591		
CHEMISTRY, MEDICINAL	0.583		
MEDICINE, LEGAL	0.575		
ANESTHESIOLOGY	0.558		
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	0.544		
ENGINEERING, BIOMEDICAL	0.527		
ENTOMOLOGY	0.511		
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	0.510		
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	0.506		
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	0.501		

Tabla 6. Factores 1 y 2 con factor loadings mayores o iguales a 0.5

Factor 1: Biomedicina.

El factor uno, es el mayor de los dieciséis factores identificados, en cuanto a número de categorías. Por sí sólo explica el 19.4% de la varianza. Está compuesto por sesenta y tres categorías –coloreadas de rojo y naranja–, que suponen el 28.9% de las doscientas dieciocho categorías que forman la matriz de cocitación. Intentar categorizar este factor en vista de las treinta y nueve categorías que hemos considerado útiles para su denominación, con un valor mayor o igual a 0.7 –sólo de color rojo–, no es una tarea fácil debido a su diversidad. Pero tras una observación detenida de las categorías y estableciendo puentes con sus equivalentes de lo que serían las disciplinas en la ciencia, cuando ha sido posible, hemos llegado a la conclusión de que la mejor denominación para este factor es: *Biomedicina*.

Factor 2: Psicología.

Constituido por veintidós categorías, el 10.1% del total, acumula el 11.1% de la varianza. A la vista de las once primeras categorías, es decir, de las que tienen un *factor loading* superior o igual a 0.7, la denominación de este factor es obvia.

Factor 3	% varianza	Factor 4	% varianza
Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	7.1	Ciencias de la Tierra y del Espacio	5.8
MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	0.932	GEOLOGY	0.912
MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	0.873	PALEONTOLOGY	0.895
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	0.859	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	0.879
PHYSICS, APPLIED	0.822	OCEANOGRAPHY	0.878
PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.818	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	0.875
POLYMER SCIENCE	0.781	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	0.844
CHEMISTRY, PHYSICAL	0.771	MINERALOGY	0.740
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.757	ENGINEERING, GEOLOGICAL	0.736
ELECTROCHEMISTRY	0.742	ENGINEERING, OCEAN	0.735
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	0.729	REMOTE SENSING	0.729
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	0.717	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.722
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	0.684	ENGINEERING, AEROSPACE	0.673
OPTICS	0.676	GEOGRAPHY	0.635
MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	0.670	LIMNOLOGY	0.567
CRYSTALLOGRAPHY	0.668	ENGINEERING, PETROLEUM	0.546
MINING & MINERAL PROCESSING	0.658		
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	0.627		
SPECTROSCOPY	0.576		
MECHANICS	0.566		
NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	0.551		
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.541		
ENGINEERING, CHEMICAL	0.518		

Tabla 7. Factores 3 y 4 con *factor loadings* mayores o iguales a 0.5

Factor 3: Ciencias de los Materiales y Física Aplicada.

El factor tres se compone de veintidós categorías. Acumula un 7.1% del total de la varianza y aglutina el 10.1% de las categorías que constituyen la matriz. Teniendo en cuenta las once primeras, es decir, aquellas con un valor superior o igual a 0.7, podemos observar que todas están muy relacionadas con las ciencias de los materiales y con la física aplicada, por lo que hemos decidido categorizar a este factor como la unión de estos dos conceptos: ciencias de los materiales y física aplicada.

Factor 4. Ciencias de la Tierra y del Espacio.

Este factor explica el 5.8% de la varianza. Cuenta con quince categorías que suponen el 6.9% del total, distribuidas de la siguiente forma: once con valores superiores o iguales a 0.7 y sólo cuatro por debajo de este valor. De nuevo, atendiendo a las categorías de color rojo, la denominación de este factor, es sencilla.

Factor 5	% varianza	Factor 6	% varianza
Gestión, Derecho y Economía	4.6	Informática y Telecomunicaciones	3.8
PLANNING & DEVELOPMENT	0.877	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	0.905
INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	0.861	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	0.904
PUBLIC ADMINISTRATION	0.855	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	0.849
AREA STUDIES	0.824	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	0.839
POLITICAL SCIENCE	0.787	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	0.834
INTERNATIONAL RELATIONS	0.771	TELECOMMUNICATIONS	0.791
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	0.763	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	0.781
LAW	0.744	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	0.727
URBAN STUDIES	0.736	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	0.551
BUSINESS, FINANCE	0.697		
HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	0.685		
SOCIOLOGY	0.670		
ENVIRONMENTAL STUDIES	0.632		
ETHNIC STUDIES	0.629		
SOCIAL SIGUES	0.611		
DEMOGRAPHY	0.540		
HISTORY	0.529		
COMMUNICATION	0.518		
SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.516		
ECONOMICS	0.501		

Tabla 8. Factores 5 y 6 con factor loadings mayores o iguales a 0.5

Factor 5. Gestión, Derecho y Economía.

Con el 4.6% del total de la varianza acumulada y veinte categorías, 9.17% del total, de las cuales nueve son susceptibles de ser utilizadas para su categorización. Este factor no nos ha resultado tan fácil de denominar como los vistos hasta ahora. Por su diversidad disciplinar y como consecuencia de ser un conglomerado, un tanto dispar de categorías pertenecientes o muy relacionadas con las ciencias sociales, la elección y combinación de términos que engloben el contenido del área temática que representa este factor, nos ha llevado su tiempo. Pero creemos que ha sido acertada.

Factor 6. Informática y Telecomunicaciones.

Posiblemente se trate del factor más fácil de categorizar. Sus ocho categorías con valor igual o superior a 0.7 así lo indican. Incluso podríamos haber añadido el término de automatización a la denominación del factor, pero finalmente consideramos que el término informática es lo suficientemente amplio como para incluir a la automatización. Este factor acumula el 3.8% del total de la varianza, y sus nueve categorías comprenden el 4.13% del total de categorías de la matriz de cocitación. Llama la atención precisamente la última de esas nueve categorías: *Information Science & Library Science*, pues aunque no tiene un índice de carga tan elevado como para ser utilizada para la denominación de este factor, si lo es como para estar perfectamente integrada dentro del mismo. Resulta curioso el hecho de que hasta hace poco se haya estado discutiendo en España si la Biblioteconomía y la Documentación pertenecían a las ciencias sociales o al arte y las humanidades. Y que mediante este método se ponga de manifiesto fácilmente, al igual que lo hace el scientograma factorial como veremos más adelante, que el área temática con la que más se relaciona y con la que por tanto más se integra, es la informática.

Factor 7	% varianza	Factor 8	% varianza	Factor 9	% varianza
Agricultura y Ciencias del suelo	3.1	Humanidades	2.9	Química	2.1
HORTICULTURE	0.823	LITERARY REVIEWS	0.882	CHEMISTRY, ORGANIC	0.748
AGRICULTURE	0.763	LITERATURE, AMERICAN	0.808	CHEMISTRY, APPLIED	0.701
FORESTRY	0.699	LANGUAGE & LINGUISTICS	0.806	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	0.679
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	0.696	THEATER	0.737	ENGINEERING, CHEMICAL	0.622
		ARTS & HUMANITIES, GENERAL	0.736	CHEMISTRY, MEDICINAL	0.599
		POETRY	0.727	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	0.597
		LITERATURE, ROMANCE	0.683	CRYSTALLOGRAPHY	0.520
		LITERATURE	0.661	POLYMER SCIENCE	0.520
		ART	0.647		
		RELIGION	0.629		
		PHILOSOPHY	0.553		
		HISTORY	0.548		

Tabla 9. Factores 7, 8 y 9 con factor loadings mayores o iguales a 0.5

Factor 7: Agricultura y Ciencias del Suelo

Acumulando un 3.1% de la varianza y representado sólo por cuatro categorías, 1.83% del total, de las cuales sólo dos tienen un valor igual o superior a 0.7, este factor es difícil de categorizar. Aunque en un principio podíamos haberlo denominado como: horticultura y agricultura, es decir, con el nombre de las dos únicas categorías de color rojo que tiene, finalmente hemos decidido categorizarlo como: *Agricultura y Ciencias del Suelo*. A pesar de que se trata del nombre de una categoría que está por debajo de 0.7, consideramos que es la que mejor representa a este factor.

Factor 8: Humanidades.

Constituido por doce categorías, el 5.5% del total, explica el 2.9% de la varianza. En vista de que las seis primeras categorías, es decir, las que tienen un *factor loading* superior o igual a 0.7, tratan sobre literatura, lenguaje lingüística, arte y poesía, consideramos que la denominación elegida, aún siendo genérica, es la más adecuada.

Factor 9: Química

El factor nueve se compone de ocho categorías. Explica el 2.1% del total de la varianza y aglutina al 3.67% del total de categorías que constituyen la matriz de cocitación. Teniendo en cuenta las dos primeras categorías e incluso la tercera, pues tiene un valor muy cercano a 0.7, hemos optado por categorizar a este factor de una forma más general, para

así conseguir una denominación que represente al mayor número de categorías.

Factor 10	% varianza	Factor 11	% varianza
Etología	2.1	Ingeniería Mecánica	1.9
BEHAVIORAL SCIENCES	0.701	ENGINEERING, MECHANICAL	0.771
PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	0.633	ENGINEERING	0.728
PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	0.549	THERMODYNAMICS	0.681
		MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	0.668
		MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	0.619
		ACOUSTICS	0.578
		CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	0.561
		MECHANICS	0.518

Tabla 10. Factores 10 y 11 con factor loadings mayores o iguales a 0.5

Factor 10: Etología.

Explicando un 2.1% de la varianza, este factor está representado por tres categorías, el 1.37% del total. Aunque la categoría con valor por encima de 0.7, es *Behavioral Sciences*, y por tanto deberíamos de haber denominado a este factor como *Ciencias del Comportamiento*, las dos categorías que le acompañan: *Psychology Biological*, y *Psychology Experimental*, nos hicieron pensar que posiblemente este factor hace referencia más al estudio del comportamiento animal, que al humano. Y efectivamente, así es. Las revistas que tienen asignadas estas categorías, publican trabajos relacionados con el estudio el comportamiento de los animales en su propio ambiente, es decir, sobre etología.

Factor 11: Ingeniería Mecánica.

Integrado por ocho categorías, el 3.67% del total, acumula el 1.9% de la varianza. Sólo cuenta con dos categorías con valor igual o superior a 0.7, pero en vista del contenido que abarcan, hemos decidido darle la denominación de la de más valor. Aunque cuenta con categorías muy cercanas a 0.7, que podrían haber ayudado a la categorización de este factor, hemos decidido no tenerlas en cuenta, pues ya forman parte de otro factor como categorías con una alta capacidad de categorización, en concreto, el factor tres.

Factor 12	% varianza	Factor 13	% varianza
Política sanitaria, servicios médicos	1.7	Matemáticas aplicadas	1.4
HEALTH POLICY & SERVICES	0.808	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	0.745
NURSING	0.773	STATISTICS & PROBABILITY	0.725
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	0.737	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	0.664
HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	0.680	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	0.630
MEDICAL INFORMATICS	0.622	ECONOMICS	0.580
TROPICAL MEDICINE	0.577	BUSINESS, FINANCE	0.579
		MATHEMATICS, APPLIED	0.515

Tabla 11. Factores 12 y 13 con factor loadings mayores o iguales a 0.5

Factor 12: Política Sanitaria, Servicios Médicos.

Con el 1.7% del total de la varianza acumulada y seis categorías, 2.75% del total, este factor cuenta con tres categorías susceptibles de ser utilizadas para su categorización, las cuales se bastan para cumplir con su función.

Factor 13: Matemáticas Aplicadas.

Pese a sus siete categorías, que suponen el 3.21% del total, este factor sólo explica el 1.4% de la varianza. Además, únicamente cuenta con dos categorías de color rojo, a partir de las cuales categorizar el resto. Por esto último, hemos decidido dejarnos *influenciar* un poco por el resto de categorías del factor. El denominador común en la mayoría es el término matemáticas y en las que no lo es, aparecen otros como economía o finanzas, que están muy cercanos a este. Por ello hemos decidido denominarlo como *Matemáticas aplicadas*.

Factor 14	% varianza	Factor 15	% varianza	Factor 16	% varianza
Física Nuclear y de Partículas	1.2	Biología animal, Ecología	1.1	Ortopedia	1
PHYSICS, MATHEMATICAL	0.753	ORNITHOLOGY	0.781	ORTHOPEDECS	0.748
PHYSICS, NUCLEAR	0.745	ENTOMOLOGY	0.646	OTORHINOLARYNGOLOGY	0.617
PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	0.743	ECOLOGY	0.622	EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	0.586
PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	0.674	ANTHROPOLOGY	0.602		
OPTICS	0.521	ZOOLOGY	0.575		
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	0.504	FISHERIES	0.563		
		MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	0.552		
		BIOLOGY, MISCELLANEOUS	0.506		

Tabla 12. Factores 14 y 15 y 16 con factor loadings mayores o iguales a 0.5

Factor 14: Física Nuclear y de Partículas.

Con seis categorías, acumula sólo el 1.2% de la varianza y representa al 2.75% de todas las categorías. La disparidad en cuanto a contenido de una de las tres categorías con un *factor loading* igual o superior a 0.7, nos ha puesto bastante difícil la categorización de este factor, pero creemos que la denominación adoptada para este factor, es la más adecuada.

Factor 15: Biología Animal, Ecología.

Integrado por seis categorías que constituyen el 2.75% del total y acumulando únicamente el 1.1% de la varianza, este factor sólo cuenta con una categoría para su denominación. Pero en vista de las categorías que le suceden y a que sus *factor loadings*, aún si estar por encima de 0.7 se le aproximan bastante, hemos creído conveniente ampliar el área temática, para que la denominación del factor no quedase reducida a una mera especialidad.

Factor 16: Ortopedia.

Se trata del último de los factores extraídos. Formado por tres categorías que representan al 1.37% del total, explica el 1% de la varianza. Sólo cuenta con una categoría con un valor igual o superior a 0.7, por lo que su denominación ha sido automática. Pero en este caso, la denominación de este factor como ortopedia, hay que entenderla desde el punto de vista anglosajón, es decir, como cirugía ortopédica: *especialidad médica relacionada con la preservación y restauración del sistema óseo y sus estructuras asociadas, como por ejemplo la columna vertebral y otros huesos, articulaciones y músculos*(Encyclopaedia Britannica, I., 2005). Esta acepción, explica el hecho de que la siguiente categoría de este factor sea *Otorhinolaryngology*, pues está muy relacionada con los implantes y prótesis dentales —sistema óseo—; y lo mismo podemos decir de *Emergency Medicine & Critical Care*, en cuanto a la preservación de huesos, músculos y articulaciones. Hacemos aquí esta aclaración, porque este mismo factor se reproducirá en otros dominios, aunque con el orden de las categorías cambiado, pero le daremos la misma denominación.

7.1.2.1. Scientograma Factorial

La traslación de los factores identificados mediante AF, a la estructura del scientograma propiciada por PFNETs, nos permite determinar el nivel de coincidencia entre las áreas temáticas detectadas por un método y otro. Pero no sólo eso, además favorece la visualización de dichas áreas temáticas, proporcionando una imagen de la estructura intelectual subyacente del dominio mediante lo que nosotros denominamos scientograma factorial.

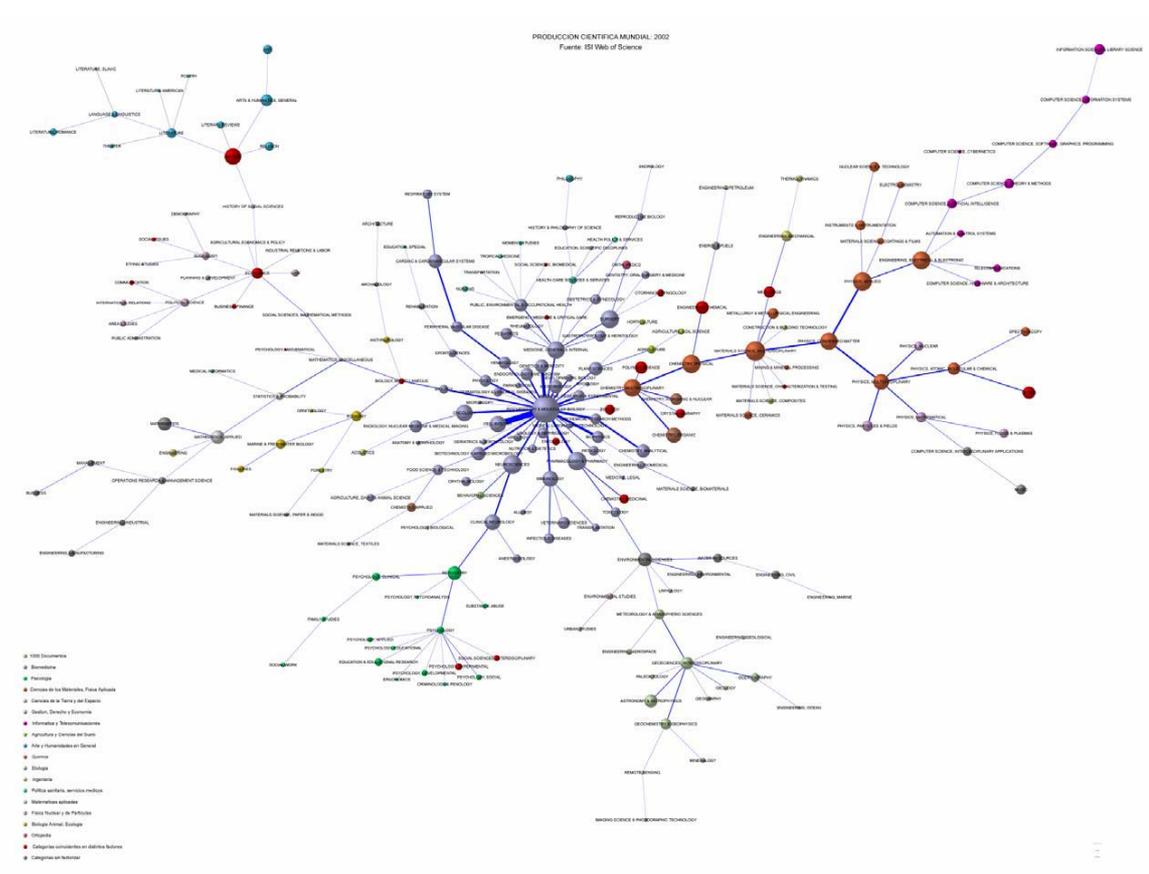


Ilustración 48. Scientograma de factores del mundo, 2002
- 198 -

De las doscientas dieciocho categorías de que consta el scientograma del mundo, ciento noventa y cinco han sido identificadas por medio del AF. Para reconocer a simple vista cada una de las áreas temáticas, así como las categorías que las integran, le hemos dado el mismo color a cada una de las que componen un mismo factor. Aquellas que no han sido identificadas y que por tanto no pertenecen a ninguna área temática, se han puesto de color gris oscuro.

En la zona inferior izquierda de la ilustración 48, se ha situado una leyenda en la que se establece la equivalencia entre el color de cada área temática y el nombre que se le ha asignado a cada una de ellas mediante el proceso anteriormente desarrollado. Para ayudar a establecer visualmente, la relación entre el tamaño de cada una de las categorías y su producción real, se ha representado una esfera de referencia con un tamaño equivalente a mil documentos. Finalmente, se han coloreado de rojo las categorías que pertenecen a más de un área temática. De esta forma, queremos llamar la atención sobre cuáles son los puntos de interacción entre las áreas temáticas de cada dominio, por medio de las categorías que comparten.

Como veremos a continuación, el AF captura bastante bien la estructura de PFNETs, y al contrario. Esto no debe sorprendernos, puesto que el AF trabaja con las categorías con un *factor loading* más alto y PFNETs con las de mayor número de cocitación. El AF identifica muy bien en el scientograma las áreas temáticas que podríamos denominar como consolidadas, es decir, aquellas constituidas por una categoría con un alto grado de interconexión o prominencia. Por el contrario, tiene problemas para detectar las categorías menos prominentes, y por tanto, las áreas temáticas menos consolidadas a las que estas dan origen, e incluso llega a identificar como tales a especialidades dentro de una misma área temática. PFNETs, mediante sus racimos, muestra gráficamente las posibles áreas temáticas de un scientograma, identifica la categoría más prominente de cada una de ellas, e indica la ruta de conexión de unas áreas temáticas con

otras mediante la secuencia de categorías que las conectan. Sin embargo no informa sobre si una categoría es prominente o no, ni sobre cuáles son los límites del área temática a la que da lugar, ni tampoco de su posible denominación. Por todo ello, consideramos que PFNETs y el AF son complementarios para la detección de la estructura de un dominio científico, pues las ventajas de uno suplen las carencias del otro, y viceversa. De esta forma, el AF será el responsable de identificar, delimitar y denominar las áreas temáticas de las que consta un scientograma. Aunque a veces identifique especialidades. Mientras que PFNETs será el encargado de hacer más visibles las áreas temáticas, agrupando sus categorías en racimos, así como de mostrar los *paths* que conectan las distintas categorías prominentes y por ende, las diferentes áreas temáticas del scientograma de un dominio. Las categorías no detectadas por ningún factor, aunque formen parte de algún racimo, serán marcadas de un color distinto al del resto de factores y no serán tenidas en cuenta en el análisis del dominio.

Para evidenciar el grado de adecuación estructural entre el scientograma y el AF, comprobamos el grado de ajuste entre factores y racimos de categorías. Así mismo, detectamos la posible dispersión de categorías de una misma área temática a lo largo del scientograma y, finalmente, mostramos e identificamos las categorías multitemáticas —de color rojo—, dentro de cada área temática.

Biomedicina

De color púrpura, esta área temática ocupa toda la zona central del scientograma. Incluyendo, gran parte de la zona central superior. Las categorías identificadas por este factor coinciden prácticamente con el racimo que se detecta en el centro del scientograma, por lo que podemos decir que en esta área temática se produce una coincidencia casi plena entre el AF y el tándem de cocitación pura de categorías más PFNETs. Utilizamos el matiz “casi plena”, porque este racimo central incluye dos categorías que no han podido ser identificadas por el factor —de color gris oscuro— y que están directamente conectadas a otras que sí han sido

factorizadas. Este es el caso de *Rehabilitation*, conectada a *Sport Sciences* y situada en la zona superior izquierda del factor, y de *Material Sciences*, *Biomaterials*, enlazada a *Engineering Biomedical* y ubicada en el margen inferior derecho del mismo.

En las zonas periféricas de esta gran área podemos encontrar sus fronteras con otras áreas temáticas. Incluso, en su franja superior y superior derecha, es posible descubrir pequeñas áreas temáticas incrustadas dentro de ella, al mismo tiempo que categorías dispersas pertenecientes a otras áreas. En cuanto a los puntos de interacción que esta área temática tiene con otras, son los siguientes:

- Pertenecientes también al área de la *Ortopedia*, tenemos las disciplinas, *Emergency Medicine & Critical care* y *Otorhinolaringology*.
- Identificadas también como del área temática de la *Biología Animal* y *Ecología*, encontramos a *Zoology* y a *Entomology*.
- *Chemistry Medicinal*, identificada también como una categoría del área *Química*.

Psicología

De color verde esmeralda, se ubica en uno de los racimos de la zona inferior del scientograma. En principio, no se observa una coincidencia plena entre las categorías identificadas por el factor y la concentración de la mayoría de ellas en el scientograma. Este hecho podría indicar cierta discrepancia en cuanto a la clasificación de las mismas, pero no es así. El motivo de que no aparezcan todas, o al menos su mayor parte en una misma localización, se debe a que algunas de ellas pertenecen a otras áreas temáticas. Como veremos a continuación, y ante la imposibilidad de estar en dos sitios a la vez, se ubican en aquellas zonas en las que su pertenencia a un área temática es más fuerte. No obstante, hay dos categorías que aparecen desubicadas en el scientograma con respecto al grupo principal.

En concreto en la parte superior izquierda del área temática de *Biomedicina*, y son: *Education Special* y *Women's studies*. En cuanto a sus puntos de interacción con otras áreas temáticas tenemos:

- *Social Sciences Biomedical*, perteneciente también al área de *Política Sanitaria y Servicios Médicos*.
- *Psychology Mathematical*, identificada obviamente también con el área temática de *Matemáticas Aplicadas*.
- *Social Issues, Communications* y *Social Sciences Interdisciplinary*, incluidas además como categorías integrantes del área temática de *Gestión, Derecho y Economía*.
- *Psychology Experimental*, compartida también con el área de *Etología*.

Ciencias de los Materiales y Física Aplicada

De color melocotón, se extiende por la zona derecha del scientograma, a lo largo de su rama principal. La coincidencia entre las categorías identificadas por el AF y la ubicación de las mismas en el scientograma es total. Es decir, no se encuentran categorías de esta área temática incrustadas en otras. No obstante, de la rama en la que se distribuyen las categorías de esta área temática y como consecuencia de su extensión en el scientograma, es posible observar cómo parten otras ramas más pequeñas. En muchos casos, tanto el AF como el tándem cocitación pura y PFNETs, identifican a estas como nuevas áreas temáticas. En cuanto a las categorías con al menos una doble adscripción temática, y por tanto coloreadas de rojo, podemos distinguir las siguientes:

- *Engineering Chemical, Crystallography* y *Polimer Science*, identificadas también como categorías pertenecientes al área temática *Química*.

- *Mechanics y Material Sciences Characterization & Testing*, adjudicadas de igual modo al área de *Ingeniería Mecánica*.
- *Optics*, seleccionada además con pertenencia conjunta al área de *Física Nuclear y de Partículas*.

Ciencias de la Tierra y del Espacio

De color verde claro, se ubica en la zona inferior central del scientograma, ocupando prácticamente la mayor parte del racimo derecho que se encuentra en esta zona. La coincidencia entre el número de categorías identificadas por el AF y su agrupación en el scientograma es prácticamente completa. Sólo una categoría en la zona central superior derecha: *Engineering Petroleum*, aparece desgajada del resto y conectada a otra que no ha sido identificada por ningún factor, de ahí su color gris oscuro. Conexión que dicho sea de paso, parece muy lógica y coherente. Alrededor de las categorías identificadas por el AF y ubicadas en el mismo racimo, podemos distinguir otras categorías de color gris oscuro como: *Environmental Sciences, Engineering Environmetal, Water Resources, Engineering Civil, Engineering Marine e Imaging Science & Photographic Technology*, las cuales creemos que, puesto que no han sido tenidas en cuenta por ninguna otra área temática y dada su cercanía al racimo que constituye esta área, podrían ser incluidas como miembros de pleno derecho en ella. No obstante, y siguiendo la metodología propuesta, no las consideraremos como parte de esta área temática al no haber sido identificadas por el AF.

Gestión, Derecho y Economía

Ubicada en la parte superior izquierda del scientograma, en el segundo racimo contando por arriba y de color morado claro, esta área temática se encuentra distribuida prácticamente en su totalidad por este racimo. Sólo dos categorías: *Urban Studies* y *Environmental Studies*, se encuentran localizadas fuera de él. En concreto, integradas dentro de lo que sería el área de *Ciencias de la Tierra y del Espacio* —zona inferior derecha—.

Desde el punto de vista de la múltiple pertenencia de categorías a distintas áreas temáticas, algunas no son más que la correspondencia con otras áreas ya estudiadas, mientras que otras pueden jugar un papel muy importante desde el punto de vista de la interacción. Entre ellas encontramos:

- *Social Issues, Communications y Social Sciences Interdisciplinary*. Son también categorías integrantes del área de *Psicología*, ya revisada.
- *Business Finance*. Identificada también como categoría perteneciente al área de *Matemáticas Aplicadas*.
- *History*. adjudicada además al área de *Humanidades*, juega un papel fundamental para el mantenimiento de la integridad del racimo que constituye esta área. Además, es el punto de conexión con el área temática de las *Humanidades*, hecho que la convierte en un auténtico punto de intercambio de información entre áreas temáticas.
- *Economics*. Compartida con el área de *Matemáticas Aplicadas*, por su situación y por el número de enlaces que tiene, es la responsable de la integridad del racimo del área de *Gestión, Derecho y Economía*. Si a esto le añadimos que es además la responsable de la unión de las dos áreas temáticas, su importancia como punto de intercambio de información entre áreas es evidente.

Informática y Telecomunicaciones

De color fucsia, se distribuye a lo largo de un racimo en la zona superior derecha del scientograma. No existe ningún tipo de discrepancia entre la clasificación propuesta por el AF y la obtenida por el tándem cocitación pura más PFNETs. Hasta tal punto llega el acuerdo entre ambos en esta área, que incluso la categoría *Computer Science Interdisciplinary*

Applications (de color gris oscuro) por no haber sido tomada en cuenta por el AF, está situada en un racimo distinto al que ocupan el resto, en concreto, en la parte central derecha del scientograma.

Agricultura y Ciencias del Suelo

Situada prácticamente en su totalidad en la parte central del scientograma, esta área de color verde hierba muestra casi una coincidencia plena entre las categorías identificadas por el AF y su agrupación en alguna zona del scientograma. Decimos que la coincidencia es casi plena porque hay una categoría, *Forestry*, que se ubica en la zona central inferior izquierda del scientograma, en el lugar que ocupa el área temática *Biología Animal y Ecología*. Queremos resaltar el hecho de que unida a esta categoría se encuentra *Material Science Paper & Wood*, por lo que la ubicación de *Forestry* dentro de esta segunda área temática, no sería muy descabellada. Para no entrar en la discusión en cada área temática, cuando exista dispersión de categorías, o si la ubicación de una determinada categoría es la adecuada o no, simplemente recordaremos que dicha ubicación está condicionada por el tándem cocitación pura de categorías más PFNETs.

Humanidades

De color azul cielo, se ubica en la zona superior izquierda del scientograma. En concreto en el primer racimo de dicha zona. La coincidencia entre las categorías identificadas por el AF y el tándem cocitación pura más PFNETs, es casi total. Sólo una categoría: *Philosophy*, está desgajada del resto, y aparece situada en la parte superior central del scientograma, justo encima del espacio ocupado por el área *Biomedicina*.

Sólo hay una categoría con adscripción multitemática: *History*, que como vimos anteriormente, es compartida con el área temática de *Gestión, Derecho y Economía*.

Química

De color marrón claro, se sitúa principalmente en la zona central derecha, en concreto en torno a la categoría *Chemistry Multidisciplinary*, de color melocotón. De las ocho categorías que la conforman, cuatro aparecen dispersas de este centro o racimo. *Material Sciences Textiles* y *Chemistry Applied*, se ubican en la zona central inferior izquierda del scientograma, concretamente conectadas a *Food Sciences & Technology*, del área *Biomedicina*. Las otras dos, son categorías multitemáticas, por lo que aparecen localizadas junto con las áreas temáticas a las que se encuentran más estrechamente vinculadas, y son: *Chemistry Medicinal*, del área *Biomedicina*, y *Engineering Chemical*, compartida con el área temática de *Ciencias de los Materiales, Física Aplicada*.

Etología

Está integrada por tres categorías: dos de color verde claro y una roja. Las dos primeras se ubican en la zona central del scientograma, como si fueran un apéndice de la categoría *Neurosciences*, del área temática de *Biomedicina*. La categoría de color rojo y por tanto multitemática: *Psychology Experimental*, está ubicada en la zona central inferior del scientograma, donde se ubican las categorías correspondientes al área temática de *Psicología*, con la que comparte esta categoría.

Se podría pensar que debido a su reducido número de categorías y a su bajo *factor loading*, esta área temática podría estar en proceso de aparición, desaparición o integración con otra. Pero verificar esta hipótesis a partir del scientograma de un solo año es prácticamente imposible. Para su explicación, habría que recurrir a los scientogramas evolutivos, es decir, a la secuencia temporal de scientogramas del mismo.

Ingeniería Mecánica

De color amarillo claro, se sitúa principalmente en la zona central derecha del scientograma, en concreto en torno a la categoría *Material Sciences Multidisciplinary*, de color melocotón. De las ocho categorías que la

constituyen dos son de color rojo, pues como dijimos anteriormente, *Mechanics* y *Material Sciences Characterization & Testing*, son compartidas por este área temática y por la de *Ciencias de los Materiales, Física Aplicada*. Y otras dos están dispersas por la zona central izquierda del scientograma: *Engineering*, enlazada a la categoría *Mathematics Applied*, de color gris claro y perteneciente al área de *Matemáticas Aplicadas*; y *Acoustics*, conectada a *Radiology Nuclear, Medicine & Medical Imaging*, del área *Biomedicina*.

Política Sanitaria, Servicios Médicos

De color verde mar, sus seis categorías se sitúan en la parte superior central del scientograma, marcando el límite geográfico superior del área de *Biomedicina*. Esta área temática se encuentra dispersa en dos ramas que surgen de la categoría *Medicine General & Internal*. Una conectada de forma directa a ella y otra de forma indirecta, a través de la categoría *Public Environmental & Occupational Health*. Por tanto, esta categoría se muestra un tanto disgregada, sobre todo si tenemos en cuenta que una de las categorías que la componen: *Medical Informatics*, se sitúa en la zona central izquierda del scientograma, en el espacio que ocupa el área temática de *Matemáticas Aplicadas* y conectada a la categoría *Statistic & Probability*.

Como vimos anteriormente, esta área junto con la de *Psicología*, comparten la categoría *Social Sciences Biomedical*, y por tanto sus fuentes.

Matemáticas Aplicadas

De color gris claro, se ubica en la parte central izquierda del scientograma, donde la rama principal del mismo, se bifurca en dos. Llama la atención el hecho de que una de las categorías de esta área: *Mathematics Miscellaneous*, sea la que hace de punto de corte de las dos ramas resultantes. Esto la convierte en un elemento importante para el análisis e interpretación del scientograma, como veremos más adelante. La coincidencia entre las categorías identificadas por el AF y el tándem, es completa.

De las dos ramas que salen de esta categoría, concretamente de la que sale con dirección a la parte inferior izquierda del scientograma, podemos ver como *cuelgan* una serie de categorías que no han sido factorizadas, de ahí su color gris oscuro. Creemos que la categoría *Mathematics* debería de formar parte de esta área temática, aunque no haya sido identificada por el AF. Lo mismo pensamos del resto: *Business, Management, Engineering Manufacturing, Engineering Industrial y Operation Research & Management Science*, pues constituyen por sí mismas un racimo a partir de esta última, la cual está conectada a *Mathematics Applied*. Aunque el contenido de la cuatro primeras no es estrictamente matemático, todas ellas confluyen en *Operation Research & Management Science*, cuyo objetivo es el análisis científico o matemático de problemas relacionados con sistemas complejos, de ahí nuestra opinión. Pero como ya hemos dicho anteriormente, ajustándonos a la metodología propuesta, no las tendremos en cuenta en el análisis.

De las siete categorías identificadas por el AF, tres de ellas son multitemáticas:

- *Psychology Mathematical*, como ya vimos anteriormente, compartida también con el área de *Psicología*, pero ubicada en esta posición al tener una relación mucho más fuerte con las categorías de las *Matemáticas Aplicadas*, que con las de *Psicología*.
- *Business Finance*, identificada también como categoría perteneciente al área de *Gestión, Derecho y Economía*.
- *Economics*. Compartida por las áreas de *Matemáticas Aplicadas y Gestión, Derecho y Economía*, pone de manifiesto un auténtico punto de fricción, y por tanto de intercambio de información, entre ambas áreas temáticas como ya comentamos anteriormente.

Física Nuclear y de Partículas

De color malva, se ubica en la zona central derecha del scientograma formando un pequeño racimo entorno a la categoría *Physics Multidisciplinary*, del área *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*. Sólo una de las categorías identificadas por el AF, aparece desplazada del racimo que forman el resto: *Education Scientific Disciplines*, que se ubican en la zona central superior del scientograma, justo en el límite superior del área *Biomedicina*, que como ya hemos visto anteriormente, es donde se sitúan algunas de las categorías desgajadas de sus racimos temáticos.

En cuanto a las categorías multitemáticas, nos encontramos con *Optics*, lo cual no debe sorprendernos si tenemos en cuenta que dicha categoría es compartida con el área temática de *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, de la que parte esta área.

Biología Animal, Ecología

Situada en la zona central izquierda del scientograma y de color amarillo, esta área tiene como punto de partida la categoría *Biology Miscellaneous*, de color rojo, ya que pertenece además al área de *Biomedicina*. También son categorías multitemáticas y pertenecen al mismo tiempo al área anterior: *Entomology y Zoology*, aunque ubicadas en la zona central del scientograma por su mayor afinidad con dicha área temática. De las ocho categorías identificadas por el AF, la coincidencia geográfica con los racimos PFNETs, salvo en el caso de las dos categorías a las que antes hemos hecho mención, es completa.

Ortopedia

Constituida por tres categorías y situada en el centro del scientograma de color salmón, sólo tiene como categoría visible de este color a *Orthopedics*, pues *Otorhinolaryngology y Emergency Medicine & Critical Care*, son categorías multitemáticas compartidas con el área de *Biomedicina* y que por tanto aparecen de rojo. La coincidencia entre el AF y el tándem apenas existe: *Orthopedics y Otorhinolaryngology* enlazan con la

categoría *Surgery*, del área temática de *Biomedicina*, y *Emergency Medicine & Critical Care*, conecta con la categoría *Medicine General & Internal*, también del área de *Biomedicina*. Esta falta de coincidencia unida al bajo número de categorías que la integran y al hecho de que dos de ellas sean multitemáticas, nos hace dudar si este último factor es una especialidad de *Biomedicina*, o en realidad es una nueva área temática en proceso de surgimiento o desaparición. Ante la imposibilidad de poder comprobarlo, (al no disponer de scientogramas de otros años anteriores y posteriores a este) y fieles a nuestra metodología, la reconocemos como área y no como especialidad.

7.1.3. Análisis de un Dominio

Teniendo en cuenta que nuestros scientogramas son una esquematización extrema de la producción científica de un dominio y que su estructura está determinada por el tándem cocitación de categorías en su estado puro más PFNETs, su análisis e interpretación estará basado en las inferencias que se puedan obtener de la estructura PFNETs resultante. Es decir, de las categorías con un alto grado de interconexión, del principio de desigualdad del triángulo, y de los *paths* de mayor peso o importancia.

Por ejemplo, si una categoría o área temática ocupan una posición central en el scientograma, es muy probable que tanto una como otra tengan una naturaleza más general o universal en el dominio como consecuencia del número de fuentes que comparten con el resto y que, por tanto, contribuyan más al desarrollo del mismo que otras que tengan una posición menos central. Del mismo modo y de forma general, cuanto más periférica sea la situación de una categoría o área temática, más exclusiva será su naturaleza, menos fuentes compartirá con el resto de categorías y menos contribuirá en el progreso del mismo. Ocupar una posición central, también es importante desde el punto de vista de la comunicación, pues gracias a esa situación, es posible que otras categorías o áreas temáticas estén interconectadas a través de ella. Hecho que no ocurriría si dicha área

o categoría central no existiese. Por ejemplo, si el área temática de *Biomedicina* desapareciese del scientograma de la ilustración 48, el resto de áreas quedarían totalmente desconectadas entre sí. Algo muy similar ocurriría con el resto de categorías, si se eliminase *Biochemistry & Molecular Biology*. Lo mismo podemos decir de otras áreas o categorías, aunque la pérdida de interconexión será menor en la medida en que sus ubicaciones sean menos centrales. Esta forma de analizar e interpretar los scientogramas, no sólo explica los patrones de cocitación propios de un dominio, sino que proporciona de una forma intuitiva, tanto para especialistas como para usuarios inexpertos, la explicación práctica del funcionamiento de PFNETs.

7.1.3.1. Macroestructura

El análisis macroestructural de un dominio los realizamos a partir de su correspondiente scientograma factorial. Para ello, recurrimos a cada una de las áreas temáticas identificadas en él y procedemos a su análisis e interpretación, de acuerdo con los criterios anteriormente comentados. Pero en este caso, para conseguir una visión más compacta de la estructura intelectual del dominio y facilitar su análisis, construimos un nuevo scientograma basado en la representación gráfica del centroide de las categorías con un valor igual o superior a 0.5 (Salton, G. y McGill, M. J., 1983), de cada uno de los dieciséis factores o áreas temáticas que identifica el AF en la matriz de cocitación original de 218 x 218 categorías. El resultado es el que se muestra a continuación.

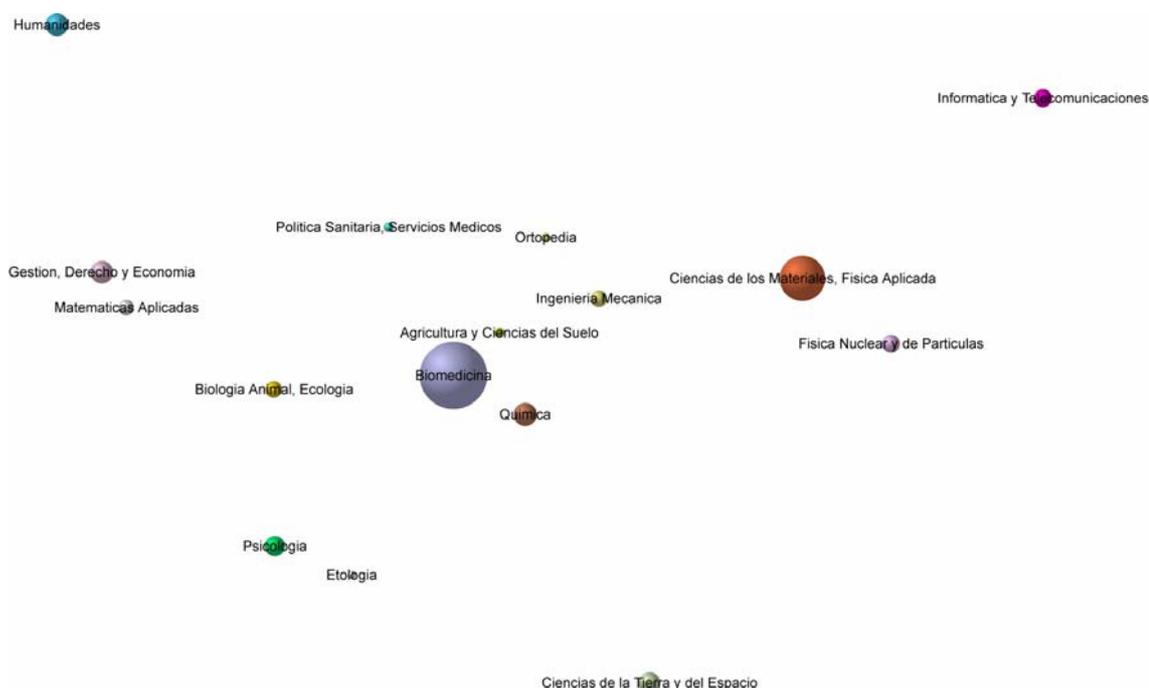


Ilustración 49. Scientograma de centróides de las categorías que componen las áreas temáticas del mundo 2002

El scientograma del mundo 2002 de la ilustración 49, consta de dieciséis áreas temáticas, lo mismo que el de factores de la ilustración 48, al que esquematiza. Al igual que en los scientogramas mostrados hasta ahora, el volumen se ha hecho proporcional a la cantidad de documentos que representan.

Lo primero que llama la atención en este nuevo scientograma es la combinación de pocas áreas temáticas de gran tamaño con muchas de tamaño reducido. Reflejan así la naturaleza hiperbólica de todas las distribuciones bibliométricas (Small, H. y Garfield, E., 1985). Otro aspecto a destacar es el patrón centro-periferia. Donde una gran área temática central hace de nodo de conexión a otras más pequeñas que la circundan.

A grandes rasgos, podemos decir que en la zona central, aparecen lo que se puede denominar como Ciencias Biomédicas y de la Tierra: *Biomedicina, Psicología, Etología, Biología Animal y Ecología, Política Sanitaria, Ortopedia, Ciencias de la Tierra y del Espacio, y Agricultura y*

Ciencias del Suelo. En la parte derecha se agrupan las Ciencias Duras: *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada, Ingeniería, Informática y Telecomunicaciones, Física Nuclear y de Partículas, y Química*. Y en el lado izquierdo, las Ciencias más Blandas como son las *Matemáticas Aplicadas, Gestión, Derecho y Economía, y Humanidades*. Este esquema de vertebración macroestructural de la ciencia es una disposición típica y persistente en los scientogramas de los países desarrollados, y no tanto en el de otros en vías de desarrollo, como veremos más adelante en otros dominios.

Como dijimos anteriormente, el AF captura asombrosamente bien la estructura de PFNETs, y al contrario. Si comparamos las posiciones de las áreas temáticas del scientograma de la ilustración 49 con sus ubicaciones respectivas en el scientograma de la ilustración 48 observaremos que son muy similares. Es más, si en el scientograma de centroides reproducimos los *paths* o enlaces que conectan las distintas áreas temáticas del scientograma factorial, obtendremos una representación gráfica reducida y compacta de este último. Este hecho nos facilitará el análisis e interpretación del mismo.

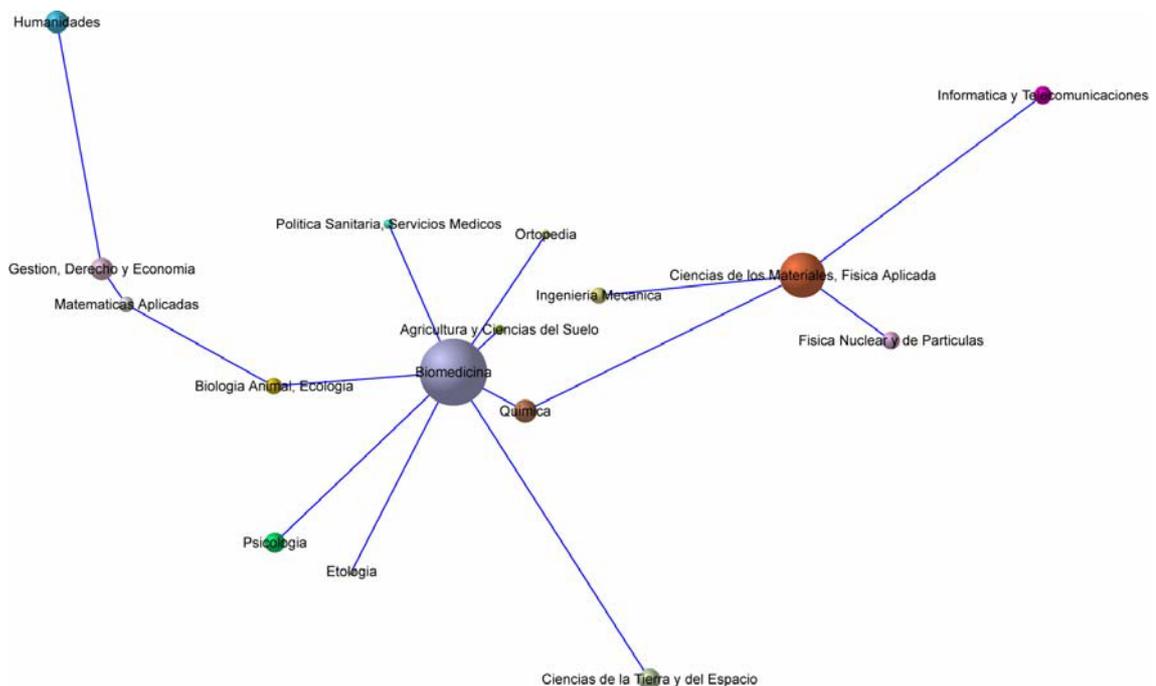


Ilustración 50. Scientograma de áreas temáticas del mundo, 2002

Para la interpretación de los scientogramas y desde el punto de vista de PFNETs, utilizaremos dos medidas: centralidad y prominencia. Un área temática será central si su grado nodal es elevado con respecto al resto. Por otra parte será prominente, cuando sus enlaces —grado— la hagan especialmente visible del resto. Mediante la generación de un red con tantos nodos como áreas temáticas, y reproduciendo manualmente las conexiones entre dichas áreas mediante enlaces, por medio de *Pajek*(Batagelj, V. y Mrvar, A., 2005), podemos calcular fácilmente estas medidas.

Centralidad

Desde la perspectiva PFNETs, podemos decir que a nivel mundial en el año 2002, el área temática más central es la *Biomedicina*. Entendiendo por central aquella que cuenta con un mayor grado nodal.

Área Temática	Grado
<i>Biomedicina</i>	8
<i>Ciencias de los Materiales, Física Aplicada</i>	4
<i>Biología Animal, Ecología</i>	2
<i>Gestión, Derecho y Economía</i>	2
<i>Matemáticas Aplicadas</i>	2
<i>Química</i>	2
<i>Agricultura y Ciencias del Suelo</i>	1
<i>Ciencias de la Tierra y del Espacio</i>	1
<i>Etología</i>	1
<i>Física Nuclear y de Partículas</i>	1
<i>Humanidades</i>	1
<i>Informática y Telecomunicaciones</i>	1
<i>Ingeniería Mecánica</i>	1
<i>Ortopedia</i>	1
<i>Política Sanitaria, Servicios Médicos</i>	1
<i>Psicología</i>	1

Tabla 13. Centralidad de grado de áreas temáticas del mundo

Esto significa que la *Biomedicina* es el área temática más universal, con la que más fuentes comparten el resto de áreas del dominio, y por tanto, la que más interviene en el desarrollo del mismo. Con mucha menos producción que esta, pero también cercanas al centro —ilustración 49—, tenemos: *Agricultura y Ciencias del Suelo*, y *Química*. Esto no debería sorprendernos, pues en el mundo actual, la agricultura es la base

económica de muchos países, y la química un elemento fundamental en la medicina, la alimentación, la industria, etc. Las áreas temáticas más periféricas y en consecuencia, las que menos recursos comparten para el desarrollo del dominio son: las *Humanidades*, la *Informática y Telecomunicaciones*, y las *Ciencias de la Tierra y del Espacio*. El resto de áreas temáticas como: *Psicología*, *Biología Animal y Ecología*, *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, etc., ocupan posiciones, más o menos intermedias.

Prominencia

Para detectar las áreas temáticas más prominentes de un dominio, proponemos el uso de un *algoritmo de robo* incluido en el programa informático *Pajek* (Batagelj, V. y Mrvar, A., 2005), por el que los nodos más fuertes o con un mayor grado nodal, *roban* enlaces o grado a sus vecinos más débiles. El resultado es un vector que nos indica el nivel de prominencia de las distintas áreas temáticas, al tiempo que nos permite modificar el tamaño de las mismas con el fin de hacerlas más fácilmente visibles en el scientograma, tal y como muestran la siguiente tabla e ilustración.

Área Temática	Grado
<i>Biomedicina</i>	8.5
<i>Ciencias de los Materiales, Física Aplicada</i>	4.5
<i>Gestion, Derecho y Economía</i>	2
<i>Matemáticas Aplicadas</i>	1
<i>Agricultura y Ciencias del Suelo</i>	0
<i>Biología Animal, Ecología</i>	0
<i>Ciencias de la Tierra y del Espacio</i>	0
<i>Etología</i>	0
<i>Física Nuclear y de Partículas</i>	0
<i>Humanidades</i>	0
<i>Informática y Telecomunicaciones</i>	0
<i>Ingeniería Mecánica</i>	0
<i>Ortopedia</i>	0
<i>Política Sanitaria, Servicios Médicos</i>	0
<i>Psicología</i>	0
<i>Química</i>	0

Tabla 14. Prominencia de las áreas temáticas del mundo

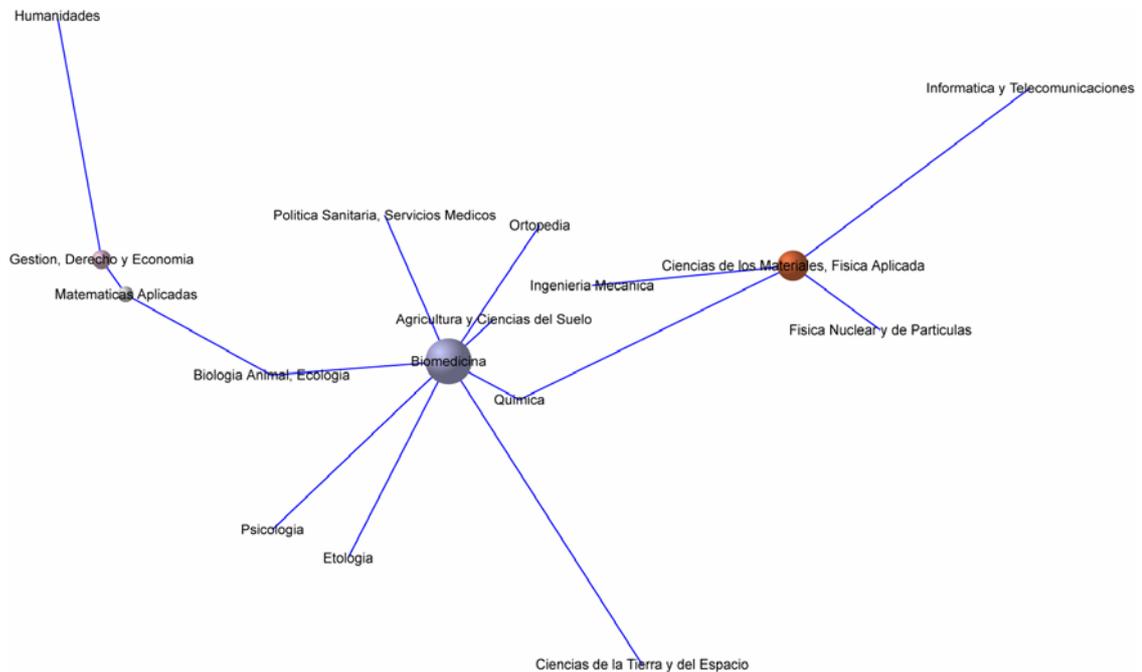


Ilustración 51. Áreas temáticas más prominentes del mundo 2002

Si comparamos los resultados obtenidos mediante la centralidad, con los conseguidos por medio de la prominencia, veremos que coinciden en muy poco. Y así debe ser. Uno establece criterios para determinar el nivel de generalidad o universalidad de las fuentes que se comparten en el dominio, y el otro constituye el orden de prominencia en función de las relaciones que cada área temática mantiene con el resto. En consecuencia, en lo que sí coinciden los dos es en señalar al área temática de la *Biomedicina* como la más central y prominente del dominio.

7.1.3.2. Microestructura

Para realizar el análisis microestructural de un dominio, podemos recurrir tanto a su scientograma básico, que pone de manifiesto la estructura semántica del dominio, como a su scientograma factorial. Este último revela la estructura intelectual del mismo, como ya hemos indicado. Sin embargo, como norma general, siempre será mejor utilizar el scientograma factorial, pues a partir de sus áreas temáticas es posible detectar e identificar a

simple vista, las categorías más prominentes u origen de dichas áreas. Estas se caracterizan por su alto grado de interconectividad o por ejercer de distribuidoras de la estructura, como dijimos anteriormente. Por ello, para realizar este análisis recurriremos al scientograma de la ilustración 48.

El scientograma del mundo 2002 consta de doscientas dieciocho categorías y doscientos diecisiete enlaces que las interconectan. No aparece ninguna de ellas aislada. Al igual que ocurría en el caso de las áreas temáticas, lo primero que llama la atención en este scientograma, es la existencia de unas pocas categorías de gran tamaño —producción científica— y muchas de menor tamaño, poniendo así de manifiesto la naturaleza hiperbólica de todas las distribuciones bibliométricas (Small, H. y Garfield, E., 1985). Este mayor tamaño, se produce sobre todo en el centro y en el centro-derecha del scientograma y menos en la zona izquierda. Es decir, existe una mayor producción por parte de las categorías pertenecientes a las ciencias médicas y duras que por aquellas vinculadas a las ciencias blandas. Lo segundo que llama la atención es que el patrón de conexiones que siguen las categorías es del tipo centro-periferia: encontrándonos con una gran categoría central que hace de centro de interconexión a otras categorías que están alrededor de ella, al tiempo que es la responsable de mantener la cohesión en la estructura del scientograma.

Centralidad

A simple vista y sin lugar a dudas, la categoría más central del scientograma del mundo 2002 es *Biochemistry & Molecular Biology*. Así lo demuestra también, la centralidad de grado de dicho scientograma.

Categoría	Grado
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	31
PSYCHOLOGY	10
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	9
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	9
ECONOMICS	9
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	8
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	6
ENVIRONMENTAL SCIENCES	6
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	6
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	5
PSYCHIATRY	5
IMMUNOLOGY	5
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	5
POLITICAL SCIENCE	5
HISTORY	5
LITERATURA	5

Tabla 15. Dieciséis primeras categorías de mayor grado del mundo

Esta máxima centralidad de *Biochemistry & Molecular Biology*, la convierte en la más general y universal de las doscientas dieciocho categorías que constituyen la producción científica mundial para el año 2002. Se trata de la categoría que más fuentes comparte y en consecuencia que más contribuye al desarrollo científico mundial, de ahí su posición central. Esta posición favorece su conectividad y el intercambio de conocimiento con y entre el máximo número de categorías, constituyéndose así en el eje central de la vertebración de la ciencia. Si eliminásemos *Biochemistry & Molecular Biology* las categorías que la rodean quedarían totalmente desconectadas, y lo mismo ocurriría con la estructura semántica del scientograma. De ahí su prominencia y centralidad.

Una vez detectada e identificada la categoría más central del dominio, el orden del resto, estará directamente relacionado con la distancia de cada una de ellas con respecto a esta. Para establecer ese orden o ranking de centralidad de categorías, recurrimos a la distancia geodésica —*path* más corto entre dos nodos de una red— que existe entre cualquier categoría y *Biochemistry & Molecular Biology*.

Visualización y Análisis de Grandes Dominios Científicos Mediante Redes PathFinder (PFNET)

Categoría	Dist.	Categoría	Dist.
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0	PSYCHOLOGY	4
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	1	LIMNOLOGY	4
ENTOMOLOGY	1	ORNITHOLOGY	4
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	1	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	4
NUTRITION & DIETETICS	1	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	4
PLANT SCIENCES	1	MINING & MINERAL PROCESSING	4
ZOOLOGY	1	ENVIRONMENTAL STUDIES	4
BIOLOGY	1	PSYCHOLOGY, CLINICAL	4
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	1	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	4
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	1	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	4
CELL BIOLOGY	1	EDUCATION, SPECIAL	4
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	1	ARCHAEOLOGY	4
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	1	PSYCHOLOGY, PSICOANÁLISIS	4
HEMATOLOGY	1	PHILOSOPHY	4
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	1	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	5
NEUROSCIENCES	1	ENGINEERING, PETROLEUM	5
PATHOLOGY	1	MEDICAL INFORMATICS	5
ONCOLOGY	1	MATHEMATICS, APPLIED	5
PHARMACOLOGY & PHARMACY	1	ENGINEERING, AEROSPACE	5
PHYSIOLOGY	1	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	5
PARASITOLOGY	1	PHYSICS, APPLIED	5
VIROLOGY	1	ENGINEERING, MECHANICAL	5
MICROBIOLOGY	1	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	5
BIOPHYSICS	1	ERGONOMICS	5
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	1	FISHERIES	5
GENETICS & HEREDITY	1	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	5
IMMUNOLOGY	1	ENGINEERING, CIVIL	5
GERIATRICS & GERONTOLOGY	1	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	5
UROLOGY & NEPHROLOGY	1	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	5
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	1	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	5
MYCOLOGY	1	ECONOMICS	5
MICROSCOPY	1	URBAN STUDIES	5
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	2	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	5
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	2	PSYCHOLOGY, SOCIAL	5
AGRICULTURA	2	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	5
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	2	FAMILY STUDIES	5
ANATOMY & MORPHOLOGY	2	PSYCHOLOGY, APPLIED	5
SURGERY	2	ARCHITECTURE	5
CRYSTALLOGRAPHY	2	MATHEMATICS	6
CLINICAL NEUROLOGY	2	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	6
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	2	PHYSICS, NUCLEAR	6
OPHTHALMOLOGY	2	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	6
PEDIATRICS	2	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	6
POLYMER SCIENCE	2	ENGINEERING	6
VETERINARY SCIENCES	2	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	6
CHEMISTRY, ORGANIC	2	PALEONTOLOGY	6
CHEMISTRY, ANALYTICAL	2	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	6
CHEMISTRY, PHYSICAL	2	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	6
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	2	OCEANOGRAPHY	6
BEHAVIORAL SCIENCES	2	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	6
TOXICOLOGY	2	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	6
INFECTIOUS DISEASES	2	ENGINEERING, MARINE	6
RHEUMATOLOGY	2	THERMODYNAMICS	6
ALLERGY	2	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	6
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	2	GEOGRAPHY	6
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	2	GEOLOGY	6
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	2	PHYSICS, MATHEMATICAL	6
MEDICINE, LEGAL	2	SOCIOLOGY	6
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	2	LAW	6
SPORT SCIENCES	2	PLANNING & DEVELOPMENT	6
ENGINEERING, BIOMEDICAL	2	BUSINESS, FINANCE	6
CHEMISTRY, MEDICINAL	2	SOCIAL WORK	6
HORTICULTURA	2	POLITICAL SCIENCE	6
TRANSPLANTATION	2	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	6
HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	2	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	6
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	3	ENGINEERING, GEOLOGICAL	6
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	3	OPTICS	7
ACOUSTICS	3	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	7
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	3	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	7
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	3	TELECOMMUNICATIONS	7
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	3	MINERALOGY	7
ANESTHESIOLOGY	3	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	7
ENVIRONMENTAL SCIENCES	3	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	7
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	3	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	7
ECOLOGY	3	SPECTROSCOPY	7

ORTHOPEDICS	3	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	7
OTORHINOLARYNGOLOGY	3	ELECTROCHEMISTRY	7
ENGINEERING, CHEMICAL	3	ENGINEERING, INDUSTRIAL	7
PSYCHIATRY	3	REMOTE SENSING	7
TROPICAL MEDICINE	3	MANAGEMENT	7
REPRODUCTIVE BIOLOGY	3	SOCIAL ISSUES	7
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	3	PUBLIC ADMINISTRATION	7
ANTHROPOLOGY	3	AREA STUDIES	7
REHABILITATION	3	INTERNATIONAL RELATIONS	7
CHEMISTRY, APPLIED	3	HISTORY	7
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	3	ETHNIC STUDIES	7
MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	3	COMMUNICATION	7
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	3	DEMOGRAPHY	7
PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	3	ENGINEERING, OCEAN	7
TRANSPORTATION	3	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	8
NURSING	3	ENGINEERING, MANUFACTURING	8
WOMEN'S STUDIES	3	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	8
HEALTH POLICY & SERVICES	3	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	8
ENERGY & FUELS	4	BUSINESS	8
CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	4	LITERARY REVIEWS	8
RESPIRATORY SYSTEM	4	MUSIC	8
WATER RESOURCES	4	LITERATURE	8
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	4	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	8
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	4	RELIGION	8
MECHANICS	4	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	9
SUBSTANCE ABUSE	4	LANGUAGE & LINGUISTICS	9
STATISTICS & PROBABILITY	4	THEATER	9
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	4	POETRY	9
PHYSICS, CONDENSED MATTER	4	LITERATURE, AMERICAN	9
METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	4	ART	9
FORESTRY	4	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	10
MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	4	LITERATURE, ROMANCE	10
ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	4	LITERATURE, SLAVIC	10
ANDROLOGY	4	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	11

Tabla 16. Distancias de las categorías del scientograma del mundo, respecto a su categoría central

Trasladando estas distancias a un vector y haciéndoles corresponder a cada una de ellas un color distinto, es posible construir un nuevo scientograma que informa visualmente, de forma fácil y rápida, de la distancia de cada una de ellas con respecto a la categoría central, como podemos ver en la ilustración 52. Para facilitar el cálculo de las distancias, en la parte inferior izquierda de dicho scientograma se muestra una tabla de equivalencias entre color y distancias.

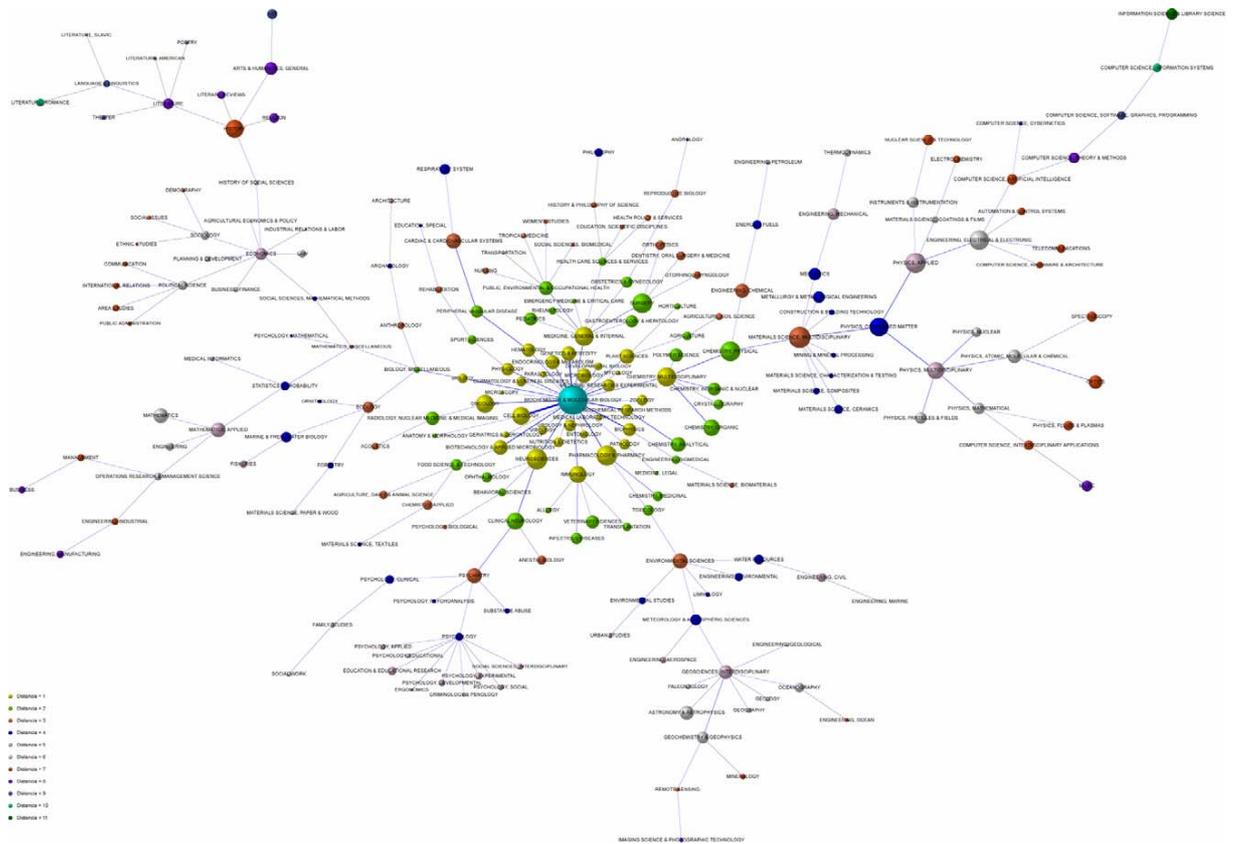


Ilustración 52. Scientograma de distancias del mundo, respecto a su categoría central

Prominencia

Otra de las características del tándem de cocitación pura de categorías más PFNETs, es su capacidad para identificar las categorías más prominentes de un dominio. La detección de estas categorías es importante desde el punto de vista del análisis, ya que suelen ser el origen o núcleo de áreas temáticas.

Apoyándonos de nuevo en el scientograma de la ilustración 48, y a simple vista, podemos detectar rápida y fácilmente las categorías más prominentes. Por ejemplo, detectamos que la categoría más prominente es la más central: *Biochemistry & Molecular Biology*. Desde esta posición y siguiendo el sentido de las agujas del reloj a partir de las doce punto, justo encima de esta categoría, localizamos a *Medicine General & Internal*, y dependiendo de ella a *Public Environmental & Occupational Health*. Hacia lo que serían aproximadamente las tres y cuarto, distinguimos: *Chemistry Multidisciplinary*, *Material Science Multidisciplinary*, *Engineering Electrical & Electronic* y *Physics Multidisciplinary*. Sobre las seis y media de nuestro hipotético reloj, encontramos a *Environmental Sciences* y colgando de ella, *Geosciences Interdisciplinary*. Un poco más a su izquierda podemos ver a *Inmunology*, a *Psychiatry* y dependiendo de esta última a *Psychology*. Sobre lo que serían las diez menos diez, encontramos rápidamente a *Economics* y a *History*, como categorías prominentes.

De las catorce categorías detectadas a simple vista, diez son el origen o núcleo de un área temática: *Biochemistry & Molecular Biology*, *Public Environmental & Occupational Health*, *Chemistry Multidisciplinary*, *Material Science Multidisciplinary*, *Engineering Electrical & Electronic*, *Physics Multidisciplinary*, *Geosciences Interdisciplinary*, *Psychiatry*, *Economics*, y *History*.

Este método visual utilizado por *Chen, C. y Carr, L. (1999b)* para la localización de especialidades en redes PFNETs de cocitación de autores, también da buenos resultados en la detección de áreas temáticas en redes

PFNETs de cocitación de categorías, como acabamos de comprobar. Sobre todo cuando se sabe lo que se busca. Por ejemplo en nuestro caso, hemos decidido que una categoría era prominente si en ella confluían cuatro enlaces o más, y con ello hemos localizado el origen de diez áreas temáticas.

Otros autores como *White, H. D. (2003)*, utilizan las medidas de centralidad de grado para crear un vector, a partir del cual modificar el tamaño de los nodos de una red PFNETs y así detectar a simple vista los más prominentes. Este otro método, que suele ser muy útil en las redes PFNETs de cocitación de autores para descubrir especialidades, no lo es tanto en las de categorías, porque se produce un mayor número de aglomeraciones, aunque de menor grado. Justo lo contrario de lo que ocurre en las de autores. En consecuencia, y para que el número de categorías detectadas visualmente no sea muy elevado, hay que hacer muy pequeño el tamaño de los nodos —siempre proporcional a las medidas de centralidad de grado—, lo que dificulta su detección visual. No obstante, hay que decir que detecta todas las categorías que son comienzo de un área temática, aunque también es verdad que el número de elementos prominentes que se identifican es excesivo. La ilustración 53, es un claro ejemplo de ello.

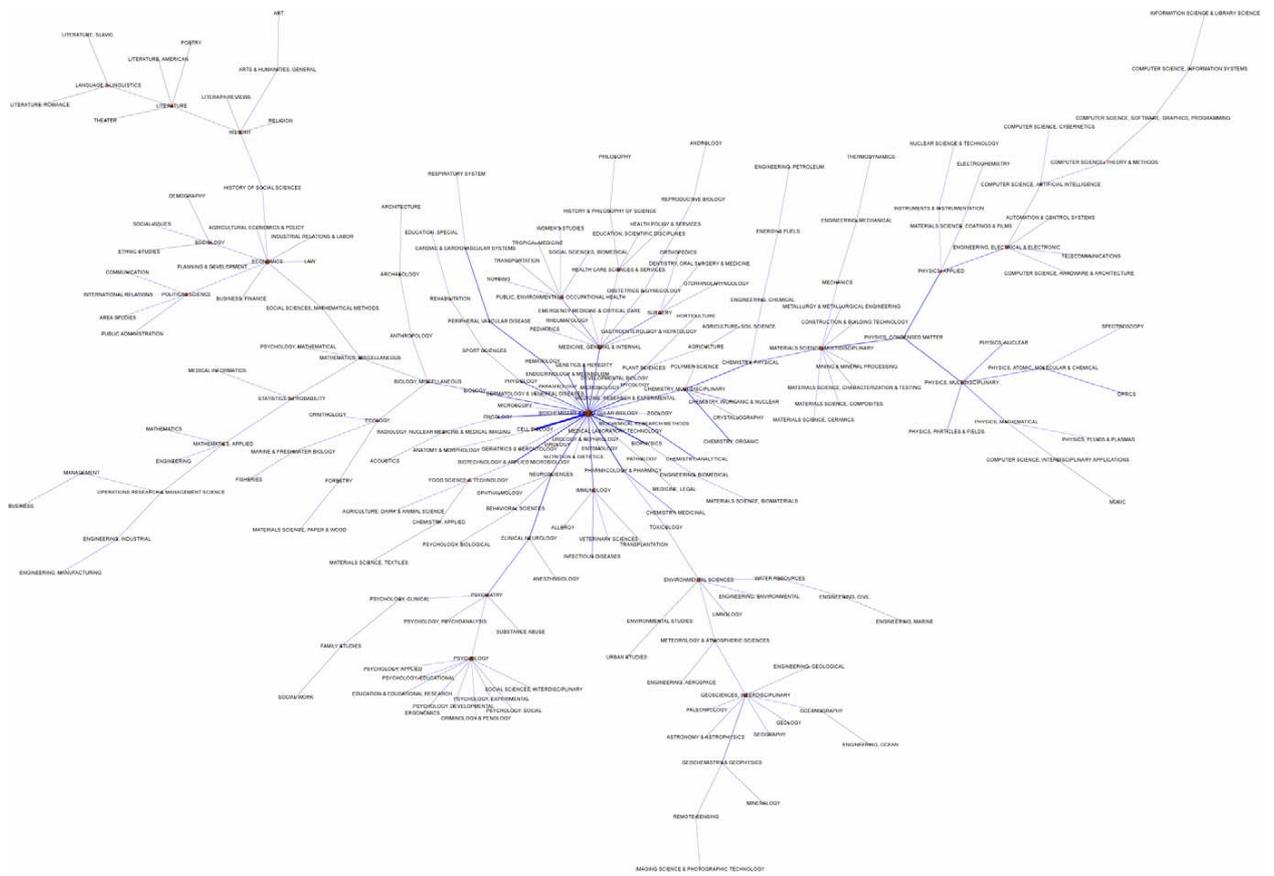


Ilustración 53. Scientograma de centralidad de grado, mundo 2002

Nosotros, al igual que hacíamos anteriormente con las áreas temáticas, recurrimos al algoritmo *robo* para detectar y hacer fácilmente visibles las categorías más prominentes. El resultado se puede observar en el siguiente vector y en el scientograma de la ilustración 54.

Categorías	Prominencia
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	152.04
ECONOMICS	32.67
PSYCHOLOGY	30.22
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	25.29
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	24.67
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	21.50
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	19.83
MATHEMATICS, APPLIED	17.00
ENVIRONMENTAL SCIENCES	16.05
LITERATURA	13.00
ECOLOGY	11.00
HISTORY	10.71
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	7.62
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	7.18
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	6.23
ENERGY & FUELS	3
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	3
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	3
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	3
ENGINEERING, MECHANICAL	3
REPRODUCTIVE BIOLOGY	3
REHABILITATION	3
ENGINEERING, BIOMEDICAL	3
ENGINEERING, CIVIL	3
ARCHAEOLOGY	3
FAMILY STUDIES	3
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	2
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	2
SPORT SCIENCES	2

Tabla 17. Prominencia de las dieciséis primeras categorías del mundo

De las veintinueve categorías que el algoritmo detecta como prominentes, identificamos a las quince primeras como las más representativas por medio del test *scree*. De ellas, doce coinciden con el origen de un área temática: *Biochemistry & Molecular Biology*, *Material Science Multidisciplinary*, *Engineering Mechanical*, *Engineering Electrical & Electronic*, *Physics Multidisciplinary*, *Geosciences Interdisciplinary*, *Psychiatry*, *Food Science & Technology*, *Biology Miscellaneous*, *Mathematics Miscellaneous*, *Economics*, y *History*, como pone de manifiesto el siguiente scientograma.

Este método combina las ventajas de los dos anteriores. Por una parte, ofrece la fiabilidad y precisión del primero, mientras que por otra brinda todas las ventajas de un sistema visual de detección. De esta forma y para el caso que nos ocupa, se pueden identificar fácilmente doce de las dieciséis áreas temáticas detectadas por el AF, cuyo origen o núcleo es una categoría prominente. Aunque también es verdad que identifica otras tres, que no son origen de ningún área temática. De acuerdo con este nuevo método y en función de la naturaleza temática de las categorías detectadas, podemos distinguir tres tipos de categorías prominentes:

1. Las que ponen de manifiesto la imprecisión de las fronteras entre las distintas áreas temáticas que constituyen un mismo dominio. Poniendo de manifiesto el carácter multidisciplinaridad de las fuentes que constituyen esas categorías. Este es el caso de *Economics*, *History*, y *Biology Miscellaneus*. Por ejemplo, de *Economics* parten tres grandes ramas, indicando así su grado de multidisciplinaridad, como son: *Ciencias Políticas*, *Sociología*, e *Historia de las Ciencias Sociales*. De *History*, salen dos ramas que tienen peso por sí mismas como son: *Literatura y Lingüística*, por un lado y *Arte y Humanidades*, por otro. Y de *Biology Miscellaneus*, parte a su vez dos ramas: una hacia abajo que podemos identificar como *Biología Animal y Ecología*, mientras que la otra, hacia arriba, se muestra como el inicio de lo que puede ser considerado como *Biología Humana*. En algunas ocasiones, estas categorías señalan el origen o la aparición de especialidades. Este es el caso de *Mechanics*. Esta categoría indica el punto de confluencia de lo que el AF identifica como dos áreas temáticas: *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, e *Ingeniería Mecánica*. Sin embargo, se trata de una sola área temática y una especialidad de la misma, como consecuencia de una detención tardía del AF. En general, podemos decir que este tipo de categorías prominentes son el origen o primera fase de evolución de un área temática.

2. Aquellas que pertenecen a un área distinta a la que dan lugar. Son la frontera perfectamente definida entre dos áreas temáticas. Aunque integradas y consolidadas en un área temática, son el principal punto de intercambio de conocimiento entre las distintas áreas que ponen en contacto. En nuestro caso, situadas en la zona central-superior y derecha del scientograma son: *Public Environmetal & Occupational Health, Chemistry Multidisciplinary, Material Sciences Multidisciplinary, Engineering Mechanical, Engineering Electric & Electronic, y Physics Multidisciplinary*. Este tipo de categorías prominentes señalan especialidades afianzadas, al tiempo que áreas temáticas en fase de consolidación.

3. Las que pertenecen al mismo área temática que identifican. Denotan categorías totalmente integradas y consolidadas en el área. Son la fuente de conocimiento común para el resto de categorías que componen el área. Se localizan principalmente en la zona central e inferior del scientograma y son: *Biochemistry & Molecular Biology, Geosciences Interdisciplinary, Psychology, y Mathematics Miscellaneus*. Identifican áreas temáticas perfectamente consolidadas.

Son cuatro las áreas temáticas que no hemos podido detectar en el scientograma: *Etología, Política Sanitaria y Servicios Médicos, Ciencias del Suelo y Agricultura, y Ortopedia*. Hecho que a su vez nos ha impedido identificar el núcleo de sus correspondientes áreas temáticas. La causa por la que no las hemos podido detectar, está en el número reducido de categorías que las componen —consecuencia de la fragmentación de la ciencia que hace el ISI en sus categorías— y en su dispersión o falta de concentración en torno a una categoría común, que las pueda convertir en prominentes. Esto provoca que dichas áreas temáticas sólo puedan ser detectadas mediante AF, de ahí la importancia de este, y que sus categorías prominentes tengan que ser identificadas por el criterio del investigador. Por este orden son: *Behavioral Science, Medicine General & Internal, Plants*

Science, y *Surgery*. Si nos fijamos bien, veremos que estas cuatro categorías son de las que hemos denominado como tipo 2, es decir, de las que siendo de un área temática, dan lugar a otra. Esto significa que pueden ser especialidades consolidadas, o bien, áreas temáticas en proceso de consolidación, o de desaparición. Pero resulta muy difícil aventurar una cosa u otra, sin disponer de scientogramas evolutivos, por lo que es mejor no aventurar nada.

Para finalizar este apartado, queremos resaltar la importancia que tiene la combinación de centros y racimos, ya que permiten identificar y confirmar la existencia de posibles áreas temáticas que pasan totalmente desapercibidas para el AF. Este es el caso de la que podríamos denominar como *Ciencias del Medio Ambiente* en la zona central inferior del scientograma y de color gris oscuro, que está integrada por: *Environmetal Sciences*, como categoría prominente, y por *Engineering Environmental, Water Resources, Engineering Civil* y *Engineering Marine*.

7.1.3.3. Columna Vertebral de un Dominio

Una de las ventajas de la construcción de scientogramas PFNETs basados en cocitación, es su facilidad para mostrar la columna vertebral sobre la que se apoya la investigación de un dominio. Esto se consigue gracias a la habilidad que tiene PFNETs para seleccionar los enlaces más significativos entre categorías, junto con la posibilidad gráfica de mostrar su intensidad de cocitación, mediante el grosor de los mismos.

Volviendo de nuevo al scientograma del mundo 2002, tanto en su versión *básica* como factorial —ilustración 47 y 48—, podemos ver cómo hay unos enlaces más gruesos que el resto, que unen secuencias de categorías, insinuando la columna vertebral de este dominio. Para determinar qué enlaces y categorías son los que constituyen la columna vertebral de un dominio, tomamos como referencia el valor más alto del enlace que une dos áreas temáticas, y eliminamos los enlaces que quedan

por debajo de dicho valor junto con las categorías desconectadas. El resultado es la columna vertebral, o la forma en que se vertebra la ciencia en un dominio científico.

En el scientograma que se muestra a continuación, hemos extraído la columna vertebral del scientograma factorial para poder estudiarla con más detalle. Son tres las áreas temáticas básicas del dominio mundial 2002: *Biomedicina*, *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, y *Química*. Obviamente y puesto que *Chemistry & Molecular Biology* era la categoría que más intervenía en el desarrollo del dominio, aquí también lo es. Resulta curioso ver que esta categoría, con las que más recursos comparte es con las de su propia área temática y en un segundo lugar, con las de otras áreas. Llama la atención el hecho de que pese a la simplificación tan extrema que hemos realizado, aún existan *paths* de largo recorrido en esta área como: *Cardiac & Cardiovascular Systems* \leftrightarrow *Peripheral Vascular Disease* \leftrightarrow *Hematology* \leftrightarrow *Biochemistry & Molecular Biology*, lo cual indica el grado de multidisciplinariedad de estas categorías.

La Química aparece muy poco representada. Sin embargo ya es un logro el que lo haga en esta columna vertebral, aunque sólo sea con una categoría como es *Chemistry*.

Ciencias de los Materiales y Física Aplicada, aparece como una versión reducida de su misma estructura del scientograma original. No obstante, sirve para poner de manifiesto la secuencia de su estructura básica, que va desde *Chemistry Multidisciplinary*, hasta *Physics Condensed Matter*, que hace de puente de a *Physics Applied*, y a *Physics Atomic Molecular & Chemical*.

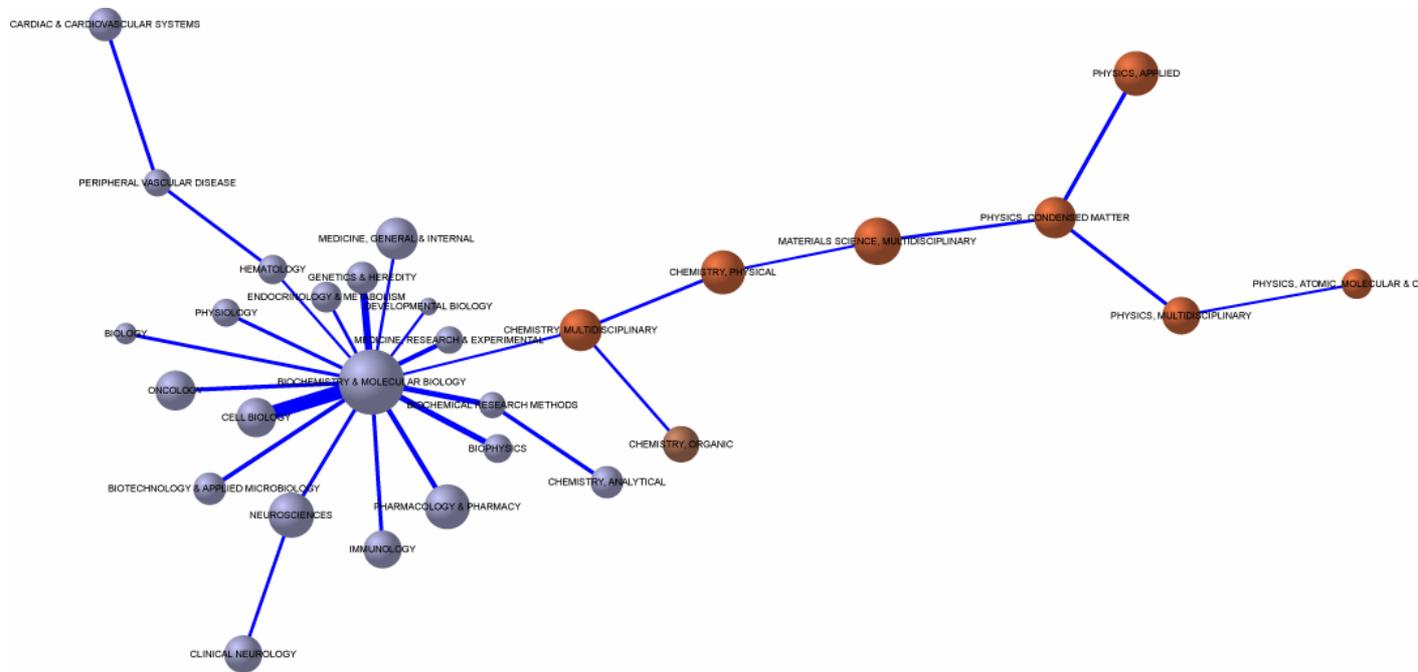


Ilustración 55. Scientograma de vertebración de la ciencia del mundo 2002

7.2. Scientografía y Comparación de Dominios

En este apartado enfrentamos a dos grandes dominios geográficos como son la Unión Europea (UE)⁵ y los Estados Unidos de América (USA). Para ello, hacemos un estudio conjunto de sus elementos más significativos en distintos apartados: scientograma, análisis factorial, scientograma factorial, etc., a partir de los cuales es posible comparar dichos elementos más significativos y extraer similitudes y diferencias.

7.2.1. Scientogramas

El siguiente scientograma es la esquematización gráfica mediante PFNETs, de los 368.120 documentos científicos producidos por la UE en el año 2002 y recogidos en las bases de datos del ISI, agrupados por las 218 categorías del propio JCR. Al igual que en los casos anteriores, el grosor de los enlaces se ha hecho proporcional a la intensidad de cocitación de las categorías a las que unen, así como el tamaño de los nodos o esferas, lo es a la producción. La correspondencia puntual entre cada una de dichas categorías y su producción se puede observar en la tabla que sigue a este scientograma.

⁵. Compuesta por la llamada Europa de los quince en el 2002: Francia, Alemania, Países Bajos, Bélgica, Luxemburgo, Italia, Dinamarca, Irlanda, Reino Unido, Grecia, España, Portugal, Austria, Finlandia y Suecia.

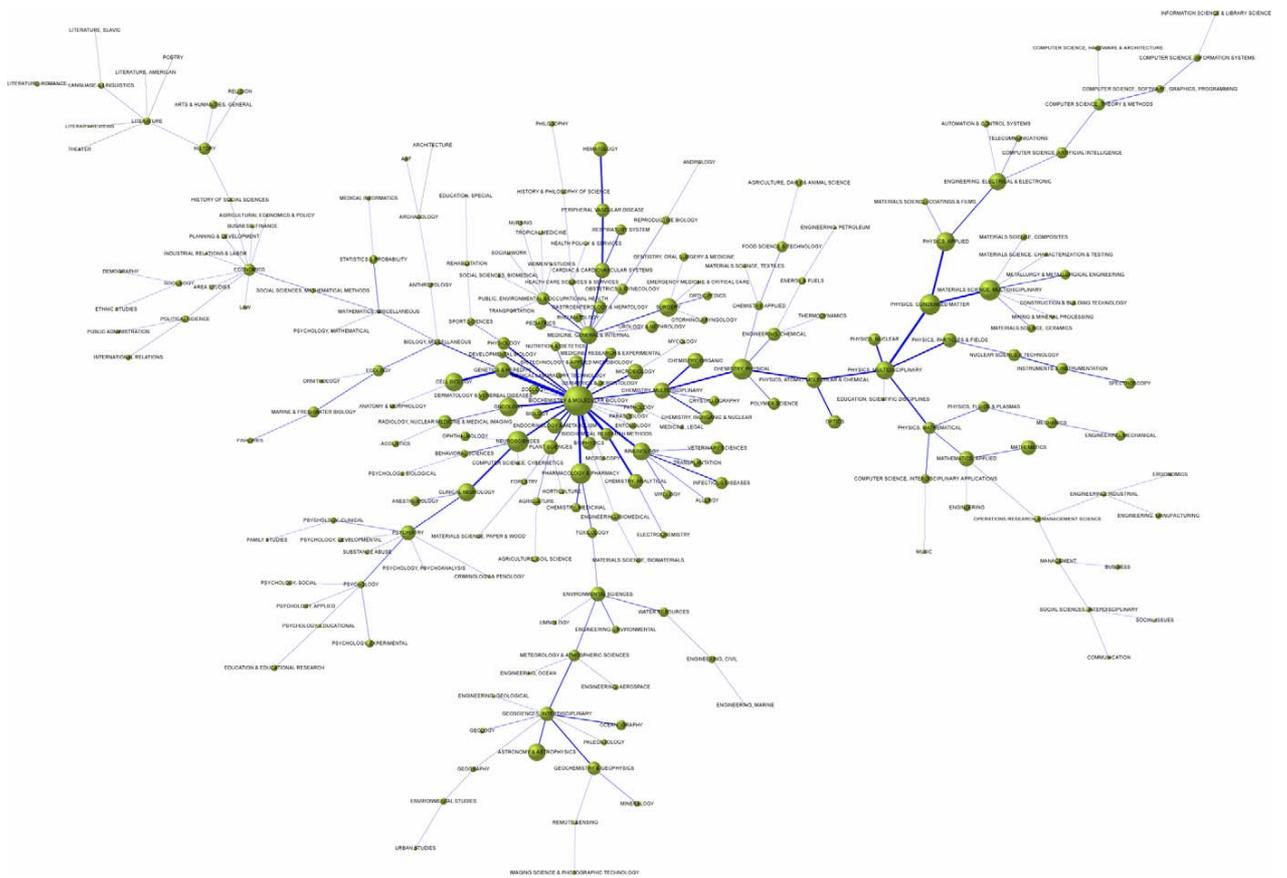


Ilustración 56. Scientograma del dominio UE, 2002

Capítulo 7: Resultados

Categoría	Prod.	Categoría	Prod.
ENERGY & FUELS	1462	MEDICINE, LEGAL	358
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	5337	ANTHROPOLOGY	630
ENGINEERING, PETROLEUM	256	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	4727
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	4557	REHABILITATION	838
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	4832	SPORT SCIENCES	1677
MATHEMATICS	5356	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	3367
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	8610	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	4636
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	365	MINERALOGY	810
MEDICAL INFORMATICS	569	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	1651
ENTOMOLOGY	1100	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	832
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	6187	DEVELOPMENTAL BIOLOGY	1566
CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	608	ANDROLOGY	110
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	10666	ENGINEERING, BIOMEDICAL	1984
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	3425	OCEANOGRAPHY	2704
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	1466	PSYCHOLOGY	1500
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	1565	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	3452
MATHEMATICS, APPLIED	5689	CHEMISTRY, APPLIED	1863
ACOUSTICS	1209	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	3033
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	6287	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	640
RESPIRATORY SYSTEM	3110	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	5024
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	1430	CHEMISTRY, MEDICINAL	2229
AGRICULTURE	1657	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	421
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	1084	ERGONOMICS	273
NUTRITION & DIETETICS	2445	SPECTROSCOPY	2945
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	3124	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	1361
ANESTHESIOLOGY	2514	ENGINEERING, MARINE	45
ANATOMY & MORPHOLOGY	571	THERMODYNAMICS	1026
ENGINEERING, AEROSPACE	770	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	1156
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	8194	FISHERIES	964
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	23469	LIMNOLOGY	453
PLANT SCIENCES	5619	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	439
ZOOLOGY	2508	GEOGRAPHY	854
BIOLOGY	2557	ORNITHOLOGY	404
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	5262	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	660
SURGERY	8913	GEOLOGY	755
CRYSTALLOGRAPHY	2340	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	2238
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	3728	HORTICULTURE	717
CELL BIOLOGY	8671	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	294
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	2898	TRANSPLANTATION	2083
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	6277	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	1676
HEMATOLOGY	5622	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	114
ENVIRONMENTAL SCIENCES	5566	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	375
WATER RESOURCES	2314	ENGINEERING, CIVIL	1398
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	3206	MINING & MINERAL PROCESSING	400
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	2027	PHYSICS, MATHEMATICAL	3738
MECHANICS	3355	ELECTROCHEMISTRY	1112
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	3528	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	643
NEUROSCIENCES	11944	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	1072
CLINICAL NEUROLOGY	8467	ENGINEERING, INDUSTRIAL	701
PATHOLOGY	3094	MYCOLOGY	540
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	3243	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	310
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	1910	ENVIRONMENTAL STUDIES	1173
ECOLOGY	3229	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	346
ONCOLOGY	9253	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	476
OPHTHALMOLOGY	2389	SOCIOLOGY	1285
ORTHOPEDICS	1935	LAW	397
OTORHINOLARYNGOLOGY	1419	MICROSCOPY	383
PEDIATRICS	3766	REMOTE SENSING	463
PHARMACOLOGY & PHARMACY	10997	TRANSPORTATION	128
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	8030	PSYCHOLOGY, CLINICAL	1090
PHYSIOLOGY	4023	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	372
POLYMER SCIENCE	3341	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	194
PHYSICS, APPLIED	8939	ECONOMICS	3743
ENGINEERING, CHEMICAL	4179	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	554
PSYCHIATRY	5887	BUSINESS	779
TROPICAL MEDICINE	563	MANAGEMENT	1154
PARASITOLOGY	1093	URBAN STUDIES	406
VETERINARY SCIENCES	3778	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	796
VIROLOGY	2285	PLANNING & DEVELOPMENT	740
SUBSTANCE ABUSE	471	BUSINESS, FINANCE	401
ENGINEERING, MECHANICAL	2461	SOCIAL ISSUES	308
MICROBIOLOGY	6609	PUBLIC ADMINISTRATION	421
STATISTICS & PROBABILITY	1933	SOCIAL WORK	365
PHYSICS, NUCLEAR	3668	PSYCHOLOGY, SOCIAL	656
OPTICS	4448	NURSING	612
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	6051	WOMEN'S STUDIES	167

BIOPHYSICS	4618	AREA STUDIES	511
CHEMISTRY, ORGANIC	6518	POLITICAL SCIENCE	1377
CHEMISTRY, ANALYTICAL	5024	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	309
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	864	INTERNATIONAL RELATIONS	831
CHEMISTRY, PHYSICAL	10261	EDUCATION, SPECIAL	127
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	942	ARCHAEOLOGY	530
REPRODUCTIVE BIOLOGY	1894	HISTORY	4037
GENETICS & HEREDITY	6511	FAMILY STUDIES	210
IMMUNOLOGY	8295	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	519
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	7585	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	126
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	4819	LANGUAGE & LINGUISTICS	986
PHYSICS, CONDENSED MATTER	10434	PSYCHOLOGY, APPLIED	483
AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	1347	HEALTH POLICY & SERVICES	378
METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	3437	PHILOSOPHY	990
BEHAVIORAL SCIENCES	1598	ETHNIC STUDIES	155
TOXICOLOGY	2647	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	182
GERIATRICS & GERONTOLOGY	1055	COMMUNICATION	323
ENGINEERING	1266	DEMOGRAPHY	209
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	119	ENGINEERING, GEOLOGICAL	344
FORESTRY	1007	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	1329
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	594	LITERATURE, ROMANCE	753
COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	3325	THEATER	120
ENGINEERING, MANUFACTURING	903	LITERARY REVIEWS	180
INFECTIOUS DISEASES	4009	LITERATURE, SLAVIC	10
RHEUMATOLOGY	2137	ENGINEERING, OCEAN	249
UROLOGY & NEPHROLOGY	3832	MUSIC	297
TELECOMMUNICATIONS	1150	LITERATURE	1519
PALEONTOLOGY	896	POETRY	60
ALLERGY	1278	LITERATURE, AMERICAN	14
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	905	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	1949
MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	1553	ARCHITECTURE	100
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	4431	ART	551
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	376	RELIGION	1216

Tabla 18. Relación de categorías JCR y producción del dominio UE 2002

El scientograma que se muestra a continuación, es la visualización PFNETs de las relaciones de los 316.878 documentos científicos producidos por USA en el año 2002, recogidos en las bases de datos del ISI y agrupados por las 218 categorías del propio JCR. La correspondencia exacta entre cada una de dichas categorías y su producción, se puede observar en la tabla que se muestra a continuación de dicho scientograma.

Visualización y Análisis de Grandes Dominios Científicos Mediante Redes PathFinder (PFNET)

Categoría	Prod.	Categoría	Prod.
ENERGY & FUELS	943	MEDICINE, LEGAL	357
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	4330	ANTHROPOLOGY	1341
ENGINEERING, PETROLEUM	402	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	3772
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	2689	REHABILITATION	1553
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	4139	SPORT SCIENCES	2260
MATHEMATICS	3637	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	1747
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	6733	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	3891
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	835	MINERALOGY	420
MEDICAL INFORMATICS	515	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	1381
ENTOMOLOGY	1612	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	1207
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	4887	DEVELOPMENTAL BIOLOGY	1828
CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	554	ANDROLOGY	101
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	5236	ENGINEERING, BIOMEDICAL	1462
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	2262	OCEANOGRAPHY	2503
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	1844	PSYCHOLOGY	1749
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	1698	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	1442
MATHEMATICS, APPLIED	3601	CHEMISTRY, APPLIED	887
ACOUSTICS	975	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	2033
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	5763	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	5556
RESPIRATORY SYSTEM	2327	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	2413
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	1156	CHEMISTRY, MEDICINAL	1818
AGRICULTURE	1382	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	213
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	694	ERGONOMICS	209
NUTRITION & DIETETICS	2194	SPECTROSCOPY	1430
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	1840	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	1302
ANESTHESIOLOGY	1375	ENGINEERING, MARINE	31
ANATOMY & MORPHOLOGY	402	THERMODYNAMICS	806
ENGINEERING, AEROSPACE	1060	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	642
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	5800	FISHERIES	938
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	21694	LIMNOLOGY	560
PLANT SCIENCES	3459	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	482
ZOOLOGY	2493	GEOGRAPHY	642
BIOLOGY	1833	ORNITHOLOGY	361
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	3934	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	408
SURGERY	8154	GEOLOGY	491
CRYSTALLOGRAPHY	841	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	1923
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	3127	HORTICULTURA	745
CELL BIOLOGY	8440	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	221
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	1628	TRANSPLANTATION	1482
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	4410	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	1462
HEMATOLOGY	4138	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	250
ENVIRONMENTAL SCIENCES	4900	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	267
WATER RESOURCES	1604	ENGINEERING, CIVIL	1826
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	1879	MINING & MINERAL PROCESSING	327
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	1092	PHYSICS, MATHEMATICAL	1964
MECHANICS	2443	ELECTROCHEMISTRY	691
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	3849	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	1574
NEUROSCIENCES	10662	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	2339
CLINICAL NEUROLOGY	6257	ENGINEERING, INDUSTRIAL	775
PATHOLOGY	2399	MYCOLOGY	257
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	2582	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	761
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	1496	ENVIRONMENTAL STUDIES	1122
ECOLOGY	3043	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	399
ONCOLOGY	8338	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	612
OPHTHALMOLOGY	2263	SOCIOLOGY	2198
ORTHOPEDECS	2346	LAW	2146
OTORHINOLARYNGOLOGY	1436	MICROSCOPY	228
PEDIATRICS	4073	REMOTE SENSING	441
PHARMACOLOGY & PHARMACY	8341	TRANSPORTATION	134
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	3560	PSYCHOLOGY, CLINICAL	2634
PHYSIOLOGY	4242	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	367
POLYMER SCIENCE	1949	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	177
PHYSICS, APPLIED	6006	ECONOMICS	4193
ENGINEERING, CHEMICAL	2182	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	565
PSYCHIATRY	5565	BUSINESS	1603
TROPICAL MEDICINE	243	MANAGEMENT	1512
PARASITOLOGY	577	URBAN STUDIES	739
VETERINARY SCIENCES	3094	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	1112
VIROLOGY	2049	PLANNING & DEVELOPMENT	786
SUBSTANCE ABUSE	1061	BUSINESS, FINANCE	1017
ENGINEERING, MECHANICAL	2371	SOCIAL SIGUES	433
MICROBIOLOGY	4059	PUBLIC ADMINISTRATION	464
STATISTICS & PROBABILITY	1868	SOCIAL WORK	688
PHYSICS, NUCLEAR	1534	PSYCHOLOGY, SOCIAL	1255
OPTICS	3008	NURSING	1288

Capítulo 7: Resultados

PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	2986	WOMEN'S STUDIES	583
BIOPHYSICS	3440	AREA STUDIES	1346
CHEMISTRY, ORGANIC	3635	POLITICAL SCIENCE	2386
CHEMISTRY, ANALYTICAL	2950	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	445
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	1014	INTERNATIONAL RELATIONS	734
CHEMISTRY, PHYSICAL	4923	EDUCATION, SPECIAL	459
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	454	ARCHAEOLOGY	629
REPRODUCTIVE BIOLOGY	1176	HISTORY	7807
GENETICS & HEREDITY	5318	FAMILY STUDIES	956
IMMUNOLOGY	7379	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	585
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	7509	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	253
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	1750	LANGUAGE & LINGUISTICS	725
PHYSICS, CONDENSED MATTER	4290	PSYCHOLOGY, APPLIED	1220
AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	877	HEALTH POLICY & SERVICES	1624
METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	3478	PHILOSOPHY	1255
BEHAVIORAL SCIENCES	1884	ETHNIC STUDIES	127
TOXICOLOGY	2784	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	462
GERIATRICS & GERONTOLOGY	1207	COMMUNICATION	972
ENGINEERING	1096	DEMOGRAPHY	327
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	237	ENGINEERING, GEOLOGICAL	342
FORESTRY	819	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	2136
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	974	LITERATURE, ROMANCE	1059
COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	1654	THEATER	495
ENGINEERING, MANUFACTURING	786	LITERARY REVIEWS	456
INFECTIOUS DISEASES	3239	LITERATURE, SLAVIC	112
RHEUMATOLOGY	957	ENGINEERING, OCEAN	277
UROLOGY & NEPHROLOGY	3064	MUSIC	679
TELECOMMUNICATIONS	1299	LITERATURA	2485
PALEONTOLOGY	348	POETRY	212
ALLERGY	580	LITERATURE, AMERICAN	502
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	891	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	2371
MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	502	ARCHITECTURE	296
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	5767	ART	641
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	803	RELIGIÓN	1984

Tabla 19. Relación de categorías JCR y producción del dominio USA 2002

A primera vista, los dos scientogramas se parecen bastante. Ambos tienen la apariencia de una neurona humana, con un gran axón o neurita central. Pero tras esta visión general de su estructura, empezamos a detectar diferencias. Por ejemplo que el axón del scientograma de USA parece de mayor tamaño que el de la UE. Además las ramificaciones que se producen en torno a cada uno de esos axones, son más densas y pobladas en el scientograma de la UE, que en el de USA.

Para una comparación más detallada realizaremos un análisis macroestructural basándonos en el AF de cada uno de estos dominios, descenderemos después a un análisis microestructural a través de los scientogramas factoriales, y finalizaremos comparando la columna vertebral de cada uno de ellos.

7.2.2. Análisis Factorial

El análisis factorial identifica treinta y cuatro factores en la matriz de cocitación de 218 x 218 categorías de la UE. De estos, se han extraído quince factores de acuerdo con el test *scree*, que coinciden con aquellos que cuentan con un *eigenvalue* mayor o igual a uno. Estos acumulan un total del 68.7% de la varianza. Para captar la naturaleza y categorizar cada uno de estos factores, hemos seguido la misma metodología que en el apartado 7.1.2 (Análisis de un Dominio). El resultado es el que se muestra en la siguiente tabla.

Factor	Nombre de Factor	Eigenvalue	% varianza	% de varianza acumulada
1	Biomedicina	42.74	19.6	19.6
2	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	22.93	10.5	30.1
3	Gestión, Derecho y Economía	14.95	6.9	37
4	Ciencias de la Tierra y del Espacio	13.25	6.1	43.1
5	Psicología	10.43	4.8	47.8
6	Informática y Telecomunicaciones	7.89	3.6	51.5
7	Biología Animal, Ecología	7.04	3.2	54.7
8	Humanidades	5.33	2.4	57.1
9	Física Nuclear y de Partículas	5.07	2.3	59.5
10	Política Sanitaria, Servicios Médicos	4.62	2.1	61.6
11	Ingeniería Mecánica	4.13	1.9	63.5
12	Ortopedia	3.43	1.6	65
13	Matemáticas Aplicadas	3	1.4	66.4
14	Química	2.66	1.2	67.6
15	Agricultura y Ciencias del Suelo	2.29	1.1	68.7

Tabla 20. Factores extraídos del dominio UE 2002

Las tablas con las categorías que componen cada uno de los quince factores de la UE, junto con sus correspondientes *factor loadings*, se recogen en el anexo III.

En el caso del dominio USA, los factores identificados con un *eigenvalue* mayor o igual a uno a partir de la matriz original de cocitación de 218 x 218 categorías productivas, han sido veintinueve. De esos factores, de acuerdo con el test *scree*, hemos extraído catorce, los cuales coinciden de nuevo con los que cuentan con un *eigenvalue* mayor o igual a uno. Estos catorce factores, acumulan un 69.8% de la varianza. El método

para categorizar los factores extraídos, ha sido el mismo que el utilizado en el dominio de la UE.

Factor	Nombre de Factor	Eigenvalue	% varianza	% de varianza acumulada
1	Biomedicina	44.632	20.5	20.5
2	Psicología	25.533	11.7	32.2
3	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	15.928	7.3	39.5
4	Ciencias de la Tierra y del Espacio	13.237	6.1	45.6
5	Gestión, Derecho y Economía	10.279	4.7	50.3
6	Informática y Telecomunicaciones	8.282	3.8	54.1
7	Biología Animal y Ecología	6.517	3	57.1
8	Humanidades	6.055	2.8	59.8
9	Política Sanitaria, Servicios Médicos	4.463	2	61.9
10	Agricultura y Ciencias del Suelo	4.282	2	63.9
11	Ingeniería Mecánica	4.099	1.9	65.7
12	Ortopedia	3.411	1.6	67.3
13	Matemáticas Aplicadas	3.029	1.4	68.7
14	Física Nuclear y de Partículas	2.434	1.1	69.8

Tabla 21. Factores extraídos del dominio USA 2002

Las tablas con las categorías que componen cada uno de los catorce factores de USA, junto con sus correspondientes *factor loadings*, aparecen incluidos en el anexo III.

La primera diferencia es evidente y surge como consecuencia de comparar el número de factores que componen cada dominio. El dominio de la UE cuenta con quince factores, frente a los catorce del dominio USA. La diferencia está en el factor *Química*, como se deduce de las dos tablas anteriores y como se puede observar en los scientogramas factoriales de cada dominio, que mostramos más adelante. La causa de esta diferencia se debe a que las categorías que componen el factor *Química* en el dominio UE aparecen identificadas en el dominio USA como miembros de otros factores: *Chemistry Inorganic & Nuclear*, *Engineering Chemical*, *Crystallography*, *Chemistry Medical* y *Chemistry Multidisciplinary*, en el factor denominado como *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*. También puede ocurrir que no sean detectadas por ningún otro factor: *Chemistry Organic*, *Chemistry Applied* y *Material Sciences Textiles*. No obstante y pese a su menor número de factores, la cantidad de varianza acumulada por el dominio USA es mayor que la del dominio UE: un 69.8%, frente a un

68.7%, respectivamente. Esto significa que los catorce factores detectados en el caso de USA explican más sobre la totalidad del dominio, que los quince de la UE. Esto nos indica también que las relaciones entre las categorías de los factores del dominio USA son más fuertes y concentradas, que en el dominio UE donde son más débiles y difusas. Por ejemplo, en el factor número seis de los dos dominios: *Informática y Telecomunicaciones*, USA acumula un 3.8% de la varianza con ocho categorías con un *factor loading* igual o superior a 0.5, mientras que la UE acumula un 3.6% con diez categorías con un *factor loading* de las mismas características. Resulta además curioso que la categoría *Information Science & Library Sciences*, sea identificada como miembro de este factor en el dominio UE, y que en USA, esta categoría quede sin factorizar. Esto puede deberse a que los investigadores del dominio en el que más se publica sobre esta materia, es decir USA —ver scientogramas y/o tablas de producción por categorías anteriores—, consideran que la relación que existe entre la Informática en general y la Biblioteconomía y Documentación en particular, no es tan estrecha como opinan los investigadores europeos. Esto se debe en gran medida a que en USA, los trabajos relacionados con la Informática y las Nuevas tecnologías, han primado menos que los afines a otras áreas.

La segunda diferencia está en el orden de los factores de cada dominio y por tanto en la cantidad de varianza que acumula cada factor. Aunque es verdad que el número de categorías que componen cada factor está condicionado por las revistas aceptadas por el JCR y por las categorías que este les asigna, lo cual provoca que haya factores integrados por un alto número de categorías como es el caso de *Biomedicina*, y otras por muy pocas como: *Ortopedia*, o *Agricultura y Ciencias del Suelo*; lo cierto es que este hecho es igual para todos los dominios. Por tanto, si un dominio difiere de otro en el orden de sus factores, se estará indicando la discrepancia que existe en cuanto a la varianza que acumula cada factor en cada uno de los dominios que se estudian. Por ejemplo, si comparamos el orden de los factores de las tablas 20 y 21, veremos que *Psicología* ocupa el segundo lugar en el dominio USA con un 11.7% de varianza acumulada, mientras

que en el de la UE es el quinto con un 4.8%. Esto nos indica que las categorías que componen el área temática de la *Psicología* en USA, están mucho más relacionadas que las que conforman la misma área en la UE. Lo mismo podríamos decir, pero en el caso contrario, de las *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, de la *Gestión, Derecho y Economía*, y de la *Física Nuclear y de Partículas* en el dominio UE, con respecto al de USA. Poniendo de manifiesto el valor que la industria y la energía tienen en el viejo continente, así como la diferencia de atención que recibe el factor *Gestión, Derecho y Economía*, respecto al dominio USA.

7.2.2.1. Scientogramas Factoriales

Al igual que en el scientograma factorial del mundo, y con el fin de ayudar a reconocer a simple vista cada una de las áreas temáticas, así como las categorías que las integran, hemos asignado el mismo color a cada una de las categorías que componen un mismo factor. Aquellas que no han sido identificadas, y que por tanto no pertenecen a ninguna área temática, se han coloreado de color gris oscuro.

En la zona inferior izquierda de cada scientograma se ha situado una leyenda en la que se establece la equivalencia entre el color de cada área temática y el nombre asignado a cada una de ellas. Para ayudar a establecer visualmente la relación entre el tamaño de cada una de las categorías y su producción real, se ha representado una esfera de referencia con un tamaño equivalente a mil documentos. Finalmente, se han coloreado de rojo las categorías que pertenecen a más de un área temática.

De las doscientas dieciocho categorías que componen los scientogramas factoriales de los dominios UE y USA, el del dominio UE, muestra ciento noventa y ocho categorías factorizadas y deja veinte sin factorizar, mientras que el del dominio USA recoge ciento noventa y dos

factorizadas, y por tanto veintiséis sin factorizar. Las categorías no factorizadas por ninguno de los dos dominios son once:

Categorías
MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS
MUSIC
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE
PHILOSOPHY
ENGINEERING, MANUFACTURING
ENGINEERING, ENVIRONMENTAL
MATERIALS SCIENCE, PAPER & WORD
ENGINEERING, INDUSTRIAL
MATHEMATICS
ARCHAEOLOGY
TRANSPORTATION

Tabla 22. Categorías no factorizadas por ninguno de los dos dominios

Ninguna de estas once categorías ha sido tampoco factorizada en el scientograma factorial del mundo. Algo lógico por otra parte, si tenemos en cuenta que los dos dominios que aquí se comparan suponen el 65.1% de la producción total mundial, por lo que el comportamiento científico de ambos, se refleja necesariamente en el dominio mundial.

Las categorías no factorizadas por el dominio UE, pero que sí lo han sido en su contrario son nueve, y se muestran en la siguiente tabla junto con el área temática en la que han sido factorizadas en el dominio USA.

Categoría	Área Temática
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	<i>Biomedicina</i>
REHABILITATION	<i>Psicología</i>
ART	<i>Humanidades</i>
ENGINEERING, MARINE	<i>Ciencias de la Tierra y del Espacio</i>
THEATER	<i>Humanidades</i>
POETRY	<i>Humanidades</i>
ARCHITECTURE	<i>Gestión, Derecho y Economía</i>
LITERATURE, AMERICAN	<i>Humanidades</i>
IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	<i>Ciencias de la Tierra y del Espacio</i>

Tabla 23. Categorías no factorizadas en el dominio UE

Del mismo modo, las categorías no factorizadas por el dominio USA, pero que han sido factorizadas por el dominio UE en sus áreas temáticas, son las quince que se muestran a continuación:

Categoría	Área Temática
MEDICINE, LEGAL	<i>Biomedicina</i>
BEHAVIORAL SCIENCES	<i>Etología</i>
CHEMISTRY, ORGANIC	<i>Química</i>
CHEMISTRY, APPLIED	<i>Química</i>
COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	<i>Física Nuclear y de Partículas</i>
OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	<i>Informática y Telecomunicaciones</i>
MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	<i>Química</i>
MANAGEMENT	<i>Gestión, Derecho y Economía</i>
ENERGY & FUELS	<i>Ciencias de los Materiales y Física Aplicada</i>
BUSINESS	<i>Gestión, Derecho y Economía</i>
INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	<i>Informática y Telecomunicaciones</i>
LITERATURE, SLAVIC	<i>Humanidades</i>
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	<i>Ciencias de los Materiales y Física Aplicada</i>
LITERATURE, ROMANCE	<i>Humanidades</i>
LITERATURA	<i>Humanidades</i>

Tabla 24. Categorías no factorizadas en el dominio USA

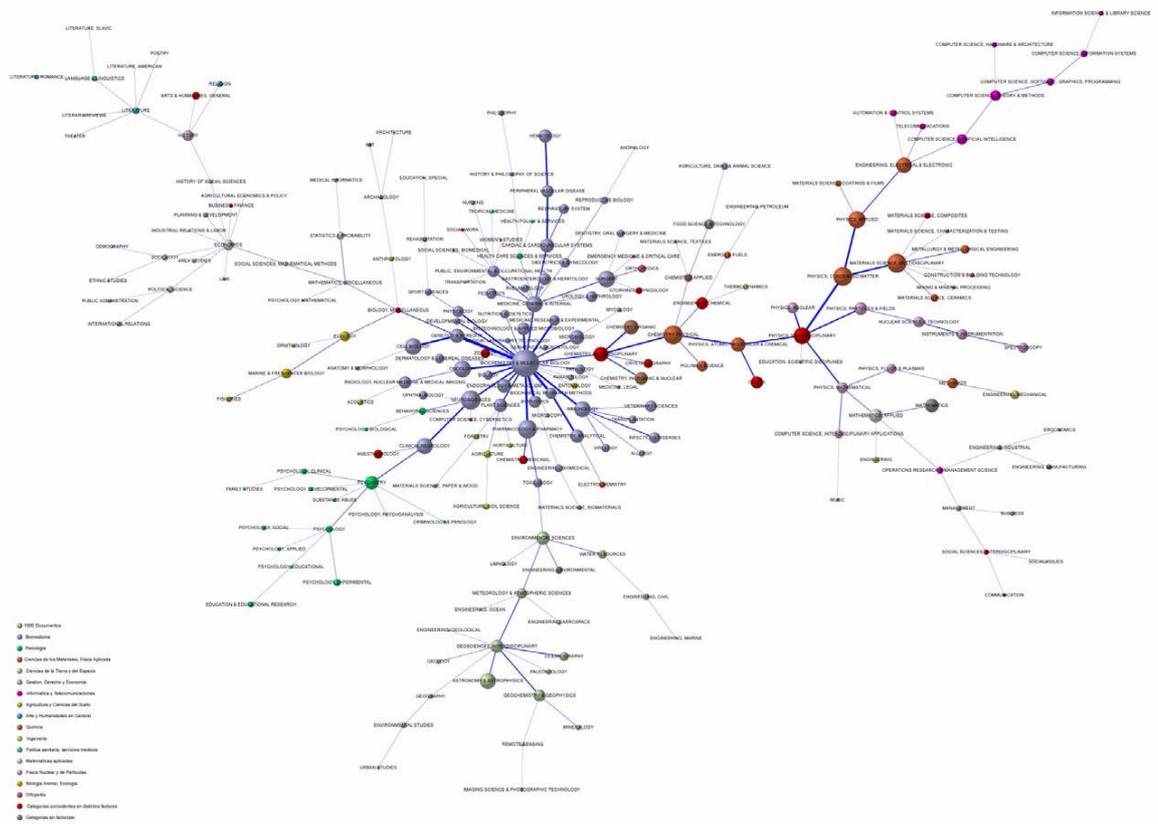


Ilustración 58. Scientograma factorial del dominio UE, 2002

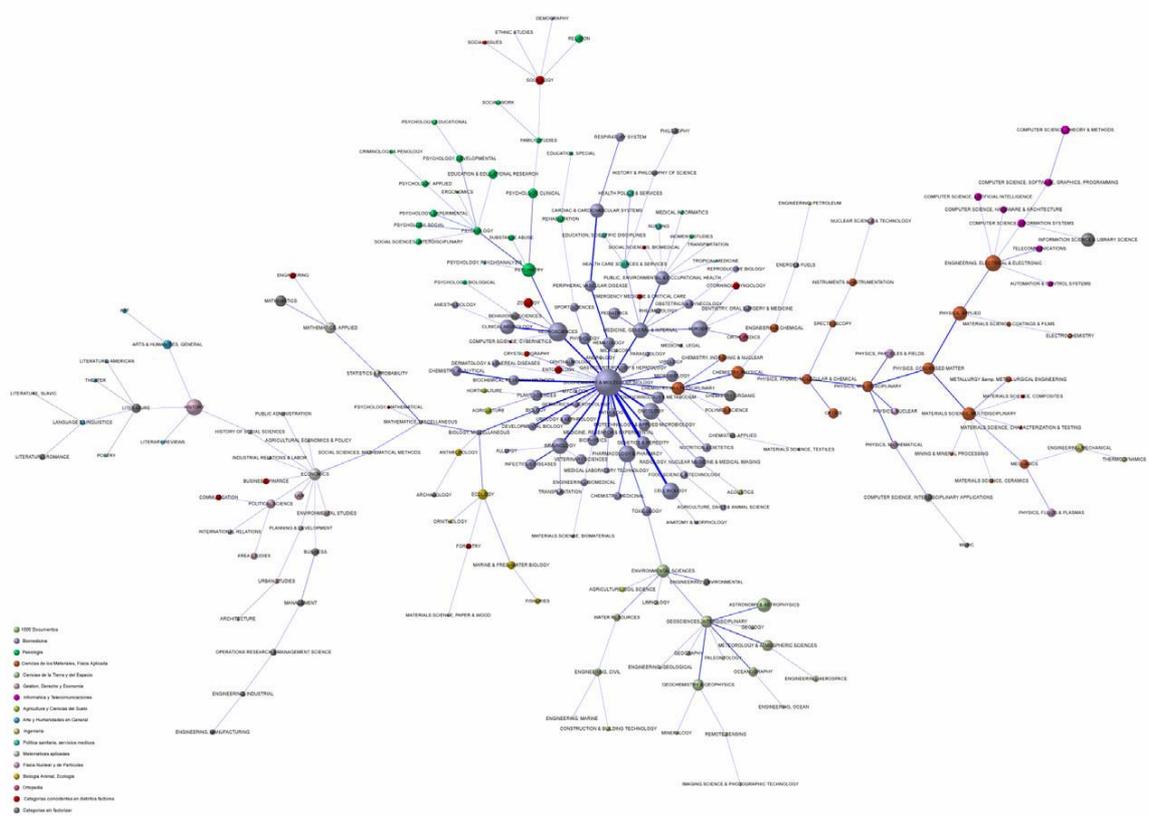


Ilustración 59. Scientograma factorial del dominio USA, 2002
 - 246 -

7.2.3. Comparación de Dominios

7.2.3.1. Macroestructura

Los dos dominios presentan una misma estructura centro-periferia, con una gran área temática haciendo de punto de interconexión de otras áreas temáticas más pequeñas que la rodean. Del mismo modo, ambos dominios presentan la distribución típica bibliométrica: pocas áreas temáticas de gran tamaño y muchas pequeñas.

Al igual que ocurría en el scientograma factorial del mundo, tanto en el dominio UE, como en el de USA, también podemos detectar lo que en aquel habíamos dado en llamar como esquema típico de vertebración macroestructural de la ciencia de los países desarrollados, es decir, las ciencias biomédicas y de la tierra en la zona central, las ciencias duras en la parte derecha, y las ciencias blandas en la zona izquierda.

Desde un punto de vista relativo, las posiciones que ocupan los factores en sus distintos scientogramas son iguales. Sólo hay un cambio apreciable desde el punto de vista visual, y es la posición del área temática de la *Psicología*. Sin embargo esta diferencia se debe más a criterios de ordenación espaciales propios del algoritmo de representación, que a cambios estructurales. Donde sí que hay diferencias estructurales es en la forma en que se conectan las distintas áreas temáticas, es decir, en las secuencias o *paths* de categorías que las enlazan, como veremos más adelante.

Centralidad

Si construimos una red de áreas temáticas para cada uno de los scientogramas factoriales y enlazamos dichas áreas por sus *paths* de conexión, llegaremos a la conclusión de que el área temática más central en ambos dominios es *Biomedicina*, tal y como muestra en la tabla 25. Esto significa que tanto en USA como en la UE, es el área más universal y por

tanto, la que más contribuye al desarrollo científico de sus respectivos dominios.

Dominio UE		Dominio USA	
Área Temática	Grado	Área Temática	Grado
<i>Biomedicina</i>	7	<i>Biomedicina</i>	7
<i>Ciencias de los Materiales, Física Aplicada</i>	4	<i>Ciencias de los Materiales, Física Aplicada</i>	4
<i>Biología Animal, Ecología</i>	2	<i>Biología Animal, Ecología</i>	2
<i>Gestión, Derecho y Economía</i>	2	<i>Gestión, Derecho y Economía</i>	2
<i>Matemáticas Aplicadas</i>	2	<i>Matemáticas Aplicadas</i>	2
<i>Química</i>	2	<i>Agricultura y Ciencias del Suelo</i>	1
<i>Agricultura y Ciencias del Suelo</i>	1	<i>Ciencias de la Tierra y del Espacio</i>	1
<i>Ciencias de la Tierra y del Espacio</i>	1	<i>Física Nuclear y de Partículas</i>	1
<i>Física Nuclear y de Partículas</i>	1	<i>Humanidades</i>	1
<i>Humanidades</i>	1	<i>Informática y Telecomunicaciones</i>	1
<i>Informática y Telecomunicaciones</i>	1	<i>Ingeniería Mecánica</i>	1
<i>Ingeniería Mecánica</i>	1	<i>Ortopedia</i>	1
<i>Ortopedia</i>	1	<i>Política Sanitaria, Servicios Médicos</i>	1
<i>Política Sanitaria, Servicios Médicos</i>	1	<i>Psicología</i>	1
<i>Psicología</i>	1		

Tabla 25. Centralidad de grado de áreas temáticas en los dominios UE y USA

Si comparamos la centralidad de grado, los dos dominios son prácticamente iguales. De hecho, serían exactamente iguales si no fuese por la ausencia del área temática de la *Química* en el dominio USA.

El grado de cercanía o alejamiento del resto de áreas temáticas con respecto a *Biomedicina*, que indica el grado de universalidad o exclusividad de las fuentes de dichas áreas, es el mismo en los dos dominios. Ambos, coinciden, en que *Informática y Telecomunicaciones*, y *Humanidades*, son las áreas temáticas que menos información intercambian con el resto.

Prominencia

Mediante el algoritmo de robo, al igual que ocurre con la centralidad, ambos dominios identifican a la *Biomedicina* como al área temática más prominente, como consecuencia de la naturaleza y tipo de relaciones que mantiene con el resto de áreas. Pero las coincidencias se detienen aquí, como se deduce de las siguientes tablas.

Dominio UE		Dominio USA	
Área Temática	Prominencia	Área Temática	Prominencia
<i>Biomedicina</i>	15.27	<i>Biomedicina</i>	21
<i>Ciencias de los Materiales, Física Aplicada</i>	7.72	<i>Gestión, Derecho y Economía</i>	3
<i>Gestión, Derecho y Economía</i>	3	<i>Matemáticas Aplicadas</i>	2
<i>Matemáticas Aplicadas</i>	2		

Tabla 26. Prominencia de áreas temáticas en los dominios UE y USA

Aunque *Biomedicina* es la categoría más prominente en ambos dominios, lo es mucho más en USA que en la UE. Prácticamente es el centro de investigación del dominio estadounidense, al que sólo acompaña y de forma mínima, el área de *Gestión, Derecho y Economía*, y *Matemáticas Aplicadas*. El caso europeo es más equilibrado. Aunque domina la investigación en el área de la *Biomedicina*, esta se reparte por otras tres áreas como son: *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, *Gestión, Derecho y Economía*, y *Matemáticas Aplicadas*.

Paths de Interconexión entre Áreas Temáticas

Recurriendo de nuevo a los scientogramas factoriales de los dominios UE y USA, la primera diferencia que encontramos está en la forma en que se conectan *Biomedicina* y *Psicología*. En el dominio de la UE, la conexión entre estas áreas temáticas es la siguiente: *Biochemistry & Molecular Biology* \leftrightarrow *Neurosciences* \leftrightarrow *Clinical Neurology* \leftrightarrow *Psychiatry* \leftrightarrow *Psychology*. Mientras que para USA es: *Biochemistry & Molecular Biology* \leftrightarrow *Neurosciences* \leftrightarrow *Clinical Neurology* \leftrightarrow *Psychiatry* \leftrightarrow *Psychology*. Esto nos hace suponer que en la UE, la investigación en *Psicología* se centra más en los estudios clínicos y patológicos, de ahí su conexión intermedia con *Clinical Neurology*, mientras que en USA, es más teórica y dedicada al estudio de la psique del individuo.

Una de las diferencias más importantes se aprecia por la ausencia del área temática de la *Química* en el dominio USA. Esto provoca, que en este dominio, la *Biomedicina* conecte directamente con las *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, mientras que en Europa, sea precisamente la

Química quien hace de puente entre ambas. Significando esto que aunque el *path* de conexión entre la *Biomedicina* y las *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, es el mismo en ambos dominios, las fuentes relacionadas con las categorías integradas por el área de la *Química*, son más profusamente utilizadas, por los investigadores europeos que por los americanos.

Mientras que en USA la *Ingeniería Mecánica* está estrechamente relacionada con las *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, en Europa se muestra difuminada entre el área temática anterior y la *Física Nuclear y de Partículas*.

En el dominio de la UE, el área de la *Biología Animal y la Ecología* tiene una mayor vinculación con los estudios relacionados con la Genética y la Herencia. De ahí el *path* que le une con la *Biomedicina: Biology Miscellaneous* \leftrightarrow *Genetics & Heredity* \leftrightarrow *Biochemistry & Molecular Biology*. Sin embargo, en USA las investigaciones realizadas sobre esta materia se centran principalmente en la Biología como tal, como indica su *path* de conexión con la *Biomedicina: Biology Miscellaneous* \leftrightarrow *Biology* \leftrightarrow *Biochemistry & Molecular Biology*.

Las *Matemáticas Aplicadas* tienen el mismo *path* de conexión en los dos dominios. Pero queremos resaltar la importancia de dicho *path: Biology Miscellaneous* \leftrightarrow *Mathematics Miscellaneous* \leftrightarrow *Social Sciences Mathematics*, pues es el puente de conexión entre las áreas temáticas: *Gestión, Derecho y Economía*, y *Humanidades*, con el resto de áreas.

Puntos de Interacción entre Áreas Temáticas

Existen una serie de categorías que en los scientogramas aparecen de rojo. Estas indican las zonas de fricción o puntos de interacción entre las distintas áreas temáticas. El estudio comparado por dominios de estas categorías responsables del intercambio de información entre áreas temáticas, pone de manifiesto las coincidencias y diferencias existentes

entre las líneas de investigación a las que estos intercambios dan lugar en los diferentes dominios objeto de estudio.

Tanto en el dominio UE, como en el de USA, el nivel de interacción entre áreas temáticas es bastante bajo, pues en estos dominios como máximo, una categoría pertenece a dos áreas temáticas.

Las categorías multidisciplinares coincidentes en el dominio de la UE como el de USA, con sus correspondientes áreas temáticas son las siguientes:

Categoría	Áreas Temáticas	
BUSINESS, FINANCE	Gestión, Derecho y Economía	Matemáticas Aplicadas
COMMUNICATION	Gestión, Derecho y Economía	Psicología
CRYSTALLOGRAPHY	Química	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	Ingeniería Mecánica	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada
OTORHINOLARYNGOLOGY	Biomedicina	Ortopedia
PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	Psicología	Matemáticas Aplicadas
ZOOLOGY	Biomedicina	Biología Animal y Ecología

Tabla 27. Categorías con doble adscripción temática de los dominios UE y USA

Las interacciones entre áreas temáticas que se producen en el dominio de la UE y que no se originan en el de USA, son las que se muestran a continuación:

Categoría	Áreas Temáticas	
ANESTHESIOLOGY	Biomedicina	Ortopedia
ARTS & HUMANITIES, GENERAL	Humanidades	Gestión, Derecho y Economía
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	Biomedicina	Biología Animal y Ecología
CHEMISTRY, MEDICINAL	Biomedicina	Química
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	Química	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada
ENGINEERING, CHEMICAL	Química	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada
OPTICS	Física Nuclear y de Partículas	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	Física Nuclear y de Partículas	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada
SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	Gestión, Derecho y Economía	Psicología
SOCIAL WORK	Política Sanitaria y Servicios Médicos	Psicología
WOMEN'S STUDIES	Política Sanitaria y Servicios Médicos	Psicología

Tabla 28. Categorías con doble adscripción temática del dominio UE

Finalmente, las coincidencias entre áreas temáticas que aparecen en USA y no en la UE son:

Categoría	Áreas Temáticas	
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	Biomedicina	Política Sanitaria y Servicios Médicos
ENGINEERING	Ingeniería Mecánica	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada
ENTOMOLOGY	Biología Animal y Ecología	Biomedicina
FORESTRY	Agricultura y Ciencias del Suelo	Biología Animal y Ecología
MATERIALS SCIENCE CHARACTERIZATION TEST	Ingeniería Mecánica	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada
SOCIAL SIGUES	Psicología	Gestión, Derecho y Economía
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	Política Sanitaria y Servicios Médicos	Psicología
SOCIOLOGY	Sociología	Gestión, Derecho y Economía

Tabla 29. Categorías con doble adscripción temática del dominio USA

7.2.3.2. Microestructura

Tanto el dominio de la UE, como el de USA, cuentan con doscientas dieciocho categorías, las mismas para los dos casos. Del mismo modo, disponen de doscientos diecisiete enlaces para interconectarlas y ninguna categoría aislada. Los scientogramas de ambos son un claro ejemplo de la naturaleza hiperbólica de las distribuciones bibliométricas, observándose una mayor concentración de categorías de mayor tamaño en el centro y en el centro-derecha del scientograma, al mismo tiempo que menor en la zona izquierda. Existe por tanto una mayor producción por parte de las categorías pertenecientes a las ciencias médicas y duras, que por aquellas vinculadas a las ciencias blandas. De la misma forma, tanto un dominio como otro siguen el ya típico patrón de conexión centro-periferia, el cual, se encarga de mantener la cohesión de la estructura de los scientograma.

Centralidad

Sin lugar a dudas, y a simple vista, en ambos scientogramas, la categoría más central es *Biochemistry & Molecular Biology*. No obstante, recurrimos a las medidas de centralidad para determinar su grado en uno y otro dominio.

Dominio UE		Dominio USA	
Categoría	Grado	Categoría	Grado
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	26	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	31
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	10	ECONOMICS	11
ECONOMICS	10	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	9
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	8	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	9
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	7	PSYCHOLOGY	8
PSYCHIATRY	7	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	7
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	7	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	7
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	6	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	6
IMMUNOLOGY	6	ENVIRONMENTAL SCIENCES	6
LITERATURA	6	NEUROSCIENCES	6
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	5	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	6
SURGERY	5	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	5
ENVIRONMENTAL SCIENCES	5	PSYCHIATRY	5
NEUROSCIENCES	5	IMMUNOLOGY	5
CHEMISTRY, PHYSICAL	5	SOCIOLOGY	5

Tabla 30. Centralidad de grado de las quince primeras categorías de los dominios UE y USA

Biochemistry & Molecular Biology es la categoría más central de los dos dominios geográficos. Esto la convierte en la más universal de todas las categorías de cada dominio, pues es la que más fuentes comparte con el resto, y como consecuencia, en la que más interviene en el desarrollo científico de sus respectivos dominios. Debido a su mayor grado nodal, todo ello lo es más en el dominio USA que en el de la UE.

El grado de universalidad y participación del resto de categorías en el desarrollo de cada dominio, dependerá de la distancia geodésica de cada una de ellas con respecto a su respectiva categoría central.

Capítulo 7: Resultados

Categoría	Distancia	Categoría	Distancia
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0	LIMNOLOGY	4
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	1	ORNITHOLOGY	4
ENTOMOLOGY	1	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	4
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	1	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	4
NUTRITION & DIETETICS	1	PSYCHOLOGY, CLINICAL	4
PLANT SCIENCES	1	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	4
ZOOLOGY	1	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	4
BIOLOGY	1	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	4
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	1	EDUCATION, SPECIAL	4
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	1	ARCHAEOLOGY	4
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	1	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	4
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	1	PHILOSOPHY	4
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	1	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	5
NEUROSCIENCES	1	ENGINEERING, PETROLEUM	5
PATHOLOGY	1	EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	5
ONCOLOGY	1	MEDICAL INFORMATICS	5
PHARMACOLOGY & PHARMACY	1	AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	5
PHYSIOLOGY	1	ENGINEERING, AEROSPACE	5
PARASITOLOGY	1	PHYSICS, NUCLEAR	5
MICROBIOLOGY	1	PHYSICS, CONDENSED MATTER	5
BIOPHYSICS	1	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	5
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	1	FISHERIES	5
GENETICS & HEREDITY	1	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	5
IMMUNOLOGY	1	ENGINEERING, CIVIL	5
GERIATRICS & GERONTOLOGY	1	PHYSICS, MATHEMATICAL	5
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	1	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	5
MICROSCOPY	1	ECONOMICS	5
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	2	PSYCHOLOGY, SOCIAL	5
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	2	FAMILY STUDIES	5
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	2	PSYCHOLOGY, APPLIED	5
AGRICULTURE	2	ENGINEERING, OCEAN	5
SURGERY	2	ARCHITECTURE	5
CRYSTALLOGRAPHY	2	ART	5
CELL BIOLOGY	2	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	6
CLINICAL NEUROLOGY	2	MATHEMATICS, APPLIED	6
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	2	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	6
OPHTHALMOLOGY	2	PHYSICS, APPLIED	6
PEDIATRICS	2	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	6
VETERINARY SCIENCES	2	PALEONTOLOGY	6
VIROLOGY	2	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	6
CHEMISTRY, ORGANIC	2	OCEANOGRAPHY	6
CHEMISTRY, ANALYTICAL	2	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	6
CHEMISTRY, PHYSICAL	2	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	6
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	2	ENGINEERING, MARINE	6
BEHAVIORAL SCIENCES	2	GEOGRAPHY	6
TOXICOLOGY	2	GEOLOGY	6
FORESTRY	2	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	6
INFECTIOUS DISEASES	2	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	6
RHEUMATOLOGY	2	SOCIOLOGY	6
UROLOGY & NEPHROLOGY	2	LAW	6
ALLERGY	2	PLANNING & DEVELOPMENT	6
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	2	BUSINESS, FINANCE	6
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	2	AREA STUDIES	6
MEDICINE, LEGAL	2	POLITICAL SCIENCE	6
SPORT SCIENCES	2	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	6
ENGINEERING, BIOMEDICAL	2	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	6
CHEMISTRY, MEDICINAL	2	ENGINEERING, GEOLOGICAL	6
HORTICULTURE	2	MATHEMATICS	7
COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	2	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	7
TRANSPLANTATION	2	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	7
MYCOLOGY	2	MECHANICS	7
HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	2	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	7
ACOUSTICS	3	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	7
RESPIRATORY SYSTEM	3	ENGINEERING	7
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	3	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	7
ANESTHESIOLOGY	3	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	7
ANATOMY & MORPHOLOGY	3	MINERALOGY	7
ENVIRONMENTAL SCIENCES	3	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	7
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	3	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	7
ECOLOGY	3	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	7
ORTHOPEDICS	3	MINING & MINERAL PROCESSING	7
OTORHINOLARYNGOLOGY	3	ENVIRONMENTAL STUDIES	7
POLYMER SCIENCE	3	REMOTE SENSING	7
ENGINEERING, CHEMICAL	3	PUBLIC ADMINISTRATION	7
PSYCHIATRY	3	INTERNATIONAL RELATIONS	7

TROPICAL MEDICINE	3	HISTORY	7
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	3	ETHNIC STUDIES	7
REPRODUCTIVE BIOLOGY	3	DEMOGRAPHY	7
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	3	MUSIC	7
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	3	ENGINEERING, MECHANICAL	8
ANTHROPOLOGY	3	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	8
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	3	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	8
REHABILITATION	3	TELECOMMUNICATIONS	8
CHEMISTRY, APPLIED	3	SPECTROSCOPY	8
MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	3	ENGINEERING, INDUSTRIAL	8
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	3	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	8
MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	3	MANAGEMENT	8
ELECTROCHEMISTRY	3	URBAN STUDIES	8
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	3	LITERATURE	8
PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	3	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	8
TRANSPORTATION	3	RELIGION	8
SOCIAL WORK	3	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	9
NURSING	3	ENGINEERING, MANUFACTURING	9
WOMEN'S STUDIES	3	ERGONOMICS	9
HEALTH POLICY & SERVICES	3	BUSINESS	9
ENERGY & FUELS	4	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	9
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	4	LANGUAGE & LINGUISTICS	9
HEMATOLOGY	4	THEATER	9
WATER RESOURCES	4	LITERARY REVIEWS	9
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	4	POETRY	9
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	4	LITERATURE, AMERICAN	9
SUBSTANCE ABUSE	4	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	10
STATISTICS & PROBABILITY	4	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	10
OPTICS	4	SOCIAL ISSUES	10
METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	4	COMMUNICATION	10
ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	4	LITERATURE, ROMANCE	10
ANDROLOGY	4	LITERATURE, SLAVIC	10
PSYCHOLOGY	4	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	11
THERMODYNAMICS	4	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	12

Tabla 31. Distancias de las categorías del scientograma del dominio UE, respecto a su categoría central

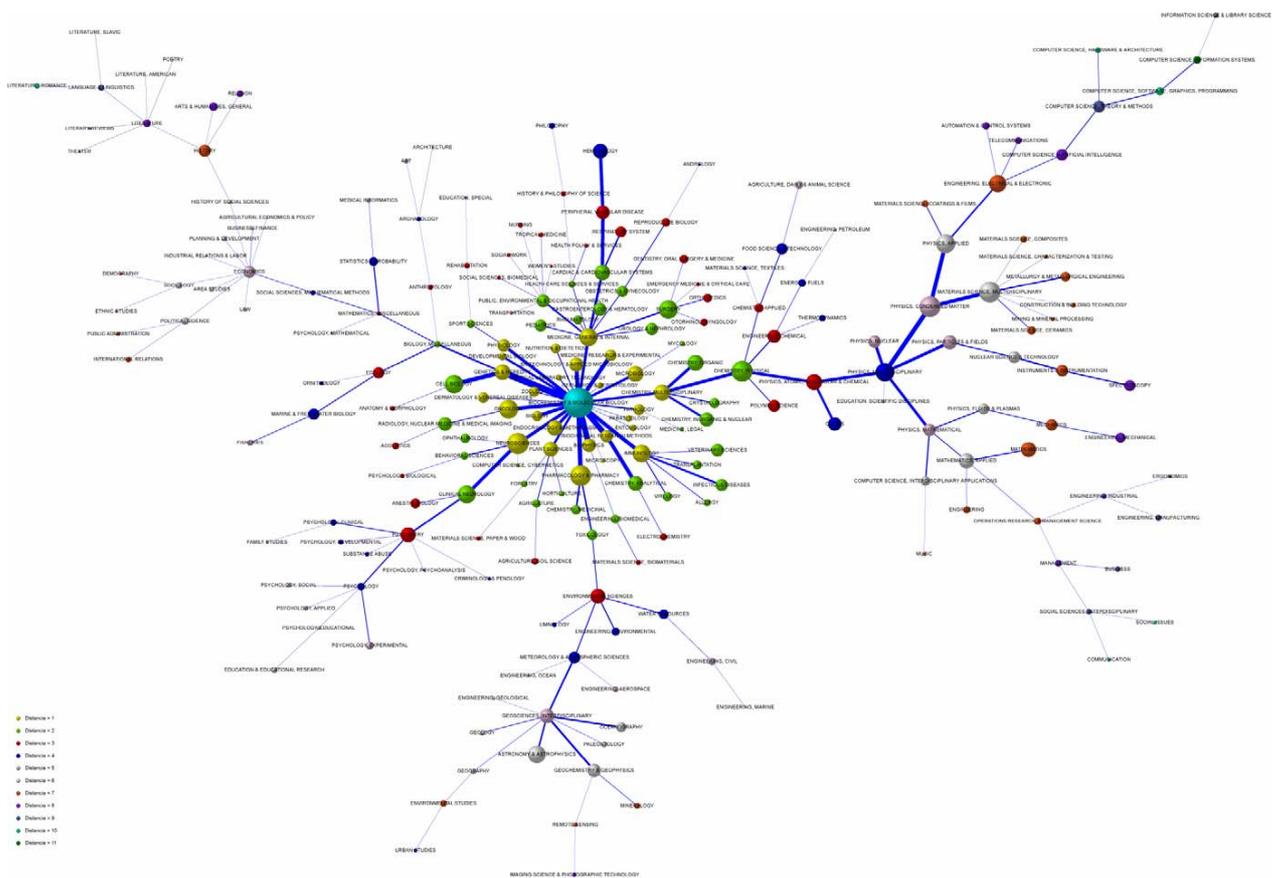


Ilustración 60. Scientograma de distancias del dominio UE, respecto a su categoría central

Visualización y Análisis de Grandes Dominios Científicos Mediante Redes PathFinder (PFNET)

Categoría	Distancia	Categoría	Distancia
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0	FORESTRY	4
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	1	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	4
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	1	ERGONOMICS	4
ENTOMOLOGY	1	SPECTROSCOPY	4
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	1	LIMNOLOGY	4
PLANT SCIENCES	1	ORNITHOLOGY	4
BIOLOGY	1	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	4
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	1	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	4
CRYSTALLOGRAPHY	1	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	4
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	1	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	4
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	1	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	4
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	1	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	4
HEMATOLOGY	1	PSYCHOLOGY, SOCIAL	4
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	1	EDUCATION, SPECIAL	4
NEUROSCIENCES	1	ARCHAEOLOGY	4
PATHOLOGY	1	FAMILY STUDIES	4
ONCOLOGY	1	PSYCHOLOGY, APPLIED	4
OPHTHALMOLOGY	1	PHILOSOPHY	4
PHARMACOLOGY & PHARMACY	1	ENGINEERING, PETROLEUM	5
PHYSIOLOGY	1	MATHEMATICS, APPLIED	5
PARASITOLOGY	1	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	5
VIROLOGY	1	PHYSICS, NUCLEAR	5
MICROBIOLOGY	1	PHYSICS, CONDENSED MATTER	5
BIOPHYSICS	1	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	5
GENETICS & HEREDITY	1	PALEONTOLOGY	5
IMMUNOLOGY	1	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	5
GERIATRICS & GERONTOLOGY	1	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	5
UROLOGY & NEPHROLOGY	1	OCEANOGRAPHY	5
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	1	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	5
ANDROLOGY	1	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	5
MYCOLOGY	1	FISHERIES	5
MICROSCOPY	1	GEOGRAPHY	5
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	2	GEOLOGY	5
AGRICULTURE	2	ENGINEERING, CIVIL	5
NUTRITION & DIETETICS	2	PHYSICS, MATHEMATICAL	5
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	2	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	5
ZOOLOGY	2	SOCIOLOGY	5
SURGERY	2	ECONOMICS	5
CELL BIOLOGY	2	SOCIAL WORK	5
CLINICAL NEUROLOGY	2	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	5
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	2	ENGINEERING, GEOLOGICAL	5
PEDIATRICS	2	MATHEMATICS	6
POLYMER SCIENCE	2	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	6
PSYCHIATRY	2	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	6
VETERINARY SCIENCES	2	ENGINEERING, AEROSPACE	6
CHEMISTRY, ORGANIC	2	PHYSICS, APPLIED	6
CHEMISTRY, ANALYTICAL	2	ENGINEERING	6
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	2	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	6
CHEMISTRY, PHYSICAL	2	MINERALOGY	6
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	2	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	6
BEHAVIORAL SCIENCES	2	ENGINEERING, MARINE	6
TOXICOLOGY	2	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	6
INFECTIOUS DISEASES	2	ENVIRONMENTAL STUDIES	6
RHEUMATOLOGY	2	LAW	6
ALLERGY	2	REMOTE SENSING	6
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	2	BUSINESS	6

Capítulo 7: Resultados

PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	2	PLANNING & DEVELOPMENT	6
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	2	BUSINESS, FINANCE	6
MEDICINE, LEGAL	2	SOCIAL ISSUES	6
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	2	PUBLIC ADMINISTRATION	6
SPORT SCIENCES	2	POLITICAL SCIENCE	6
ENGINEERING, BIOMEDICAL	2	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	6
CHEMISTRY, APPLIED	2	ETHNIC STUDIES	6
CHEMISTRY, MEDICINAL	2	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	6
HORTICULTURE	2	DEMOGRAPHY	6
COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	2	ENGINEERING, OCEAN	6
TRANSPLANTATION	2	RELIGION	6
HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	2	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	7
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	3	MECHANICS	7
MEDICAL INFORMATICS	3	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	7
ACOUSTICS	3	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	7
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	3	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	7
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	3	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	7
ANESTHESIOLOGY	3	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	7
ANATOMY & MORPHOLOGY	3	MINING & MINERAL PROCESSING	7
ENVIRONMENTAL SCIENCES	3	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	7
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	3	MANAGEMENT	7
ECOLOGY	3	URBAN STUDIES	7
ORTHOPEDICS	3	AREA STUDIES	7
OTORHINOLARYNGOLOGY	3	INTERNATIONAL RELATIONS	7
ENGINEERING, CHEMICAL	3	HISTORY	7
TROPICAL MEDICINE	3	COMMUNICATION	7
SUBSTANCE ABUSE	3	MUSIC	7
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	3	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	8
REPRODUCTIVE BIOLOGY	3	ENGINEERING, MECHANICAL	8
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	3	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	8
ANTHROPOLOGY	3	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	8
REHABILITATION	3	TELECOMMUNICATIONS	8
PSYCHOLOGY	3	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	8
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	3	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	8
MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	3	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	8
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	3	ELECTROCHEMISTRY	8
PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	3	LITERARY REVIEWS	8
TRANSPORTATION	3	LITERATURE	8
PSYCHOLOGY, CLINICAL	3	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	8
MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	3	ARCHITECTURE	8
NURSING	3	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	9
WOMEN'S STUDIES	3	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	9
PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	3	THERMODYNAMICS	9
HEALTH POLICY & SERVICES	3	ENGINEERING, INDUSTRIAL	9
ENERGY & FUELS	4	LANGUAGE & LINGUISTICS	9
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	4	THEATER	9
RESPIRATORY SYSTEM	4	POETRY	9
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	4	LITERATURE, AMERICAN	9
WATER RESOURCES	4	ART	9
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	4	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	10
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	4	ENGINEERING, MANUFACTURING	10
STATISTICS & PROBABILITY	4	LITERATURE, ROMANCE	10
OPTICS	4	LITERATURE, SLAVIC	10

Tabla 32. Distancias de las categorías del scientograma del dominio USA, respecto a su categoría central

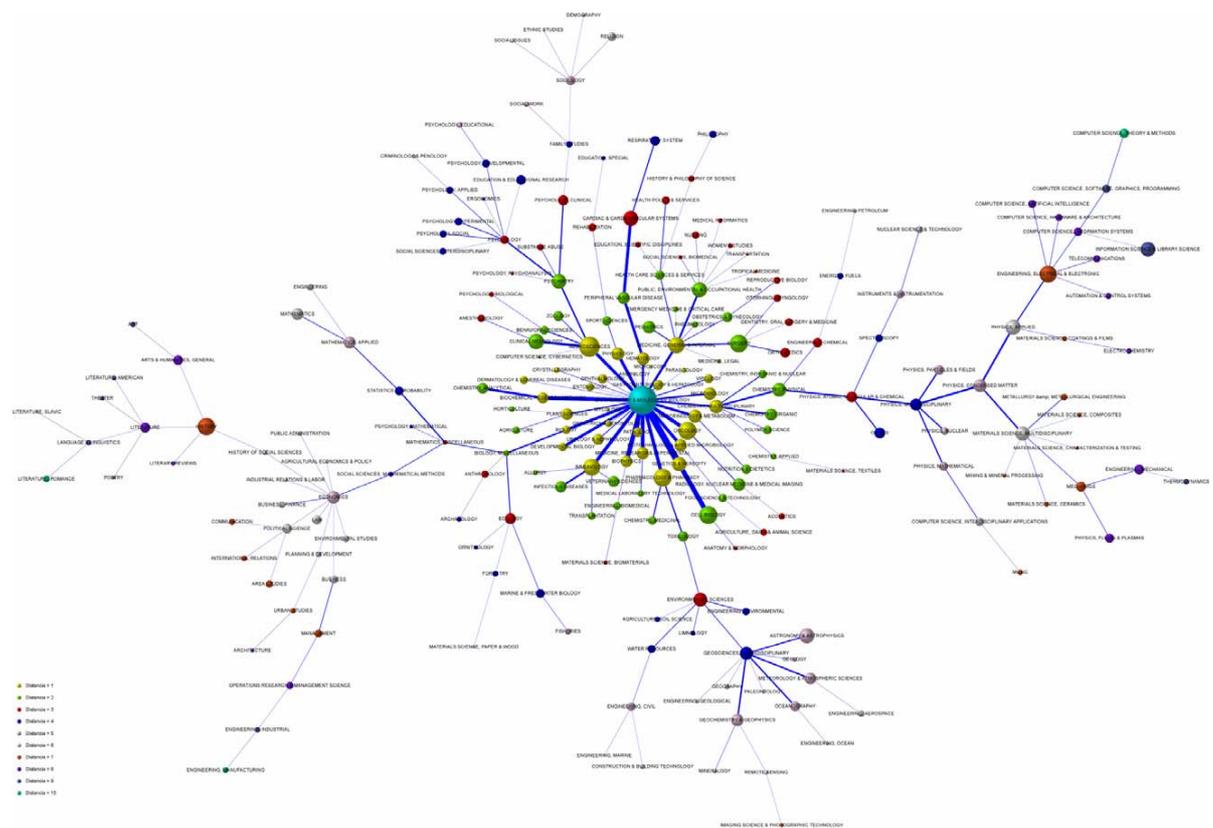


Ilustración 61. Scientograma de distancias del dominio USA, respecto a su categoría central

En cuanto a la distancia geodésica de las categorías de ambos dominios con respecto a su categoría central, los resultados son muy similares. La UE tiene un *path* máximo de once, mientras que en USA es de diez. Si bien es verdad que sólo hay una categoría con una distancia máxima de once, que es precisamente *Library & Information Science*.

No obstante, hay algunas diferencias que merece la pena resaltar, que se muestran en la siguiente tabla.

Categoría	Distancia UE	Distancia USA	Diferencia de Distancias
ERGONOMICS	9	4	5
SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	9	4	5
SPECTROSCOPY	8	4	4
SOCIAL ISSUES	10	6	4
ANDROLOGY	4	1	3
HEMATOLOGY	4	1	3
BUSINESS	9	6	3
COMMUNICATION	10	7	3
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	11	8	3
INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	12	9	3

Tabla 33. Diferencias de distancias geodésicas entre los dominios UE y USA

Por ejemplo, las dos primeras categorías de la tabla anterior: *Ergonomics* y *Social Sciences Interdisciplinary*, están a una distancia de nueve enlaces respecto a su categoría central en el dominio UE, mientras que en el dominio USA están sólo a cuatro. Esto significa que en el caso USA, estas categorías participan de una forma más activa en la investigación que en Europa. Hecho que no es de extrañar, si miramos su adscripción temática en un dominio y en otro: *Psicología* en el caso USA, y *Gestión, Derecho y Economía* en el de Europa. Lo mismo podemos decir de *Andrology* y *Hematology*, poniéndose además de manifiesto por sus distancias mínimas respecto a la categoría central, que ambas intervienen mucho más en la investigación americana, que en la europea. El caso de *Library Science & Information Science*, es curioso al tiempo que significativo del tipo de investigación que se realiza en ambos dominios. Mientras que en el caso de la UE, su vinculación más significativa es con la categoría *Computer Science Information Systems*, es decir, su principal objeto de

investigación está relacionado con los sistemas de información automatizados, en USA, esta categoría se relaciona directamente con *Engineering Electric & Electronic*, es decir, con el núcleo del que parte toda la investigación relacionada con la informática. Esto nos lleva a decir que su investigación está más relacionada con la Informática en general que con una sola de sus disciplinas específicas. Este mismo hecho, explica también las diferencias de distancias en ambos dominios.

Prominencia

El algoritmo de robo detecta veintinueve categorías prominentes en el dominio de la UE y veintiocho en el de USA. Del mismo modo que ocurría con la centralidad, ambos dominios identifican a *Biochemistry & Molecular Biology* como al área temática más prominente, como se puede ver en las tablas que se muestran a continuación. Sin embargo, sólo coinciden en eso pues por ejemplo, el grado de prominencia de esta categoría en USA, es ligeramente mayor que en Europa. También difieren en el nombre y orden de las categorías identificadas como más prominentes, siendo superior en la mayoría de los casos, cuando coinciden, el grado de prominencia de dichas categorías en USA que en Europa.

Dominio UE		Dominio USA	
Categoría	Prominencia	Categoría	Prominencia
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	156.62	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	164.97
ECONOMICS	28.86	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	38.67
PSYCHIATRY	27.33	ECONOMICS	30.93
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	25.69	PSYCHOLOGY	23.71
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	22.57	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	23.00
CHEMISTRY, PHYSICAL	21.82	LITERATURA	21.53
LITERATURA	21.57	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	20.75
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	14.62	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	19.25
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	12.94	SOCIOLOGY	13.75
ENVIRONMENTAL SCIENCES	12.56	ECOLOGY	11
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	11.14	BIOLOGY, MISCELLANEOUS	7.23
MATHEMATICS, APPLIED	9	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	6.68
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	9	MATHEMATICS, APPLIED	5.86
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	6.86	ENGINEERING, CIVIL	3
ARCHAEOLOGY	5.86	ENERGY & FUELS	3
ENGINEERING, INDUSTRIAL	5	RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	3
SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	5	CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	3
MANAGEMENT	4	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	3
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	3	CELL BIOLOGY	3
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	3	REHABILITATION	3
MECHANICS	3	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	3
CHEMISTRY, ANALYTICAL	3	ENGINEERING, BIOMEDICAL	3
REPRODUCTIVE BIOLOGY	3	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	3
REHABILITATION	3	ENGINEERING, INDUSTRIAL	3
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	3	URBAN STUDIES	3
ENGINEERING, BIOMEDICAL	3	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	2
ENGINEERING, CIVIL	3	SPORT SCIENCES	2
ENVIRONMENTAL STUDIES	3	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	2
SPORT SCIENCES	2	MANAGEMENT	2
NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	2		

Tabla 34. Prominencia de categorías en los dominios UE y USA

El test *scree* identifica trece categorías como las más prominentes del dominio de la UE, de las cuales doce, son el origen de un área temática detectada por el AF. En el caso del dominio USA, son también trece las categorías identificadas y once las que coinciden con el origen de un área temática, como se puede ver en los scientogramas de prominencia que mostramos a continuación.

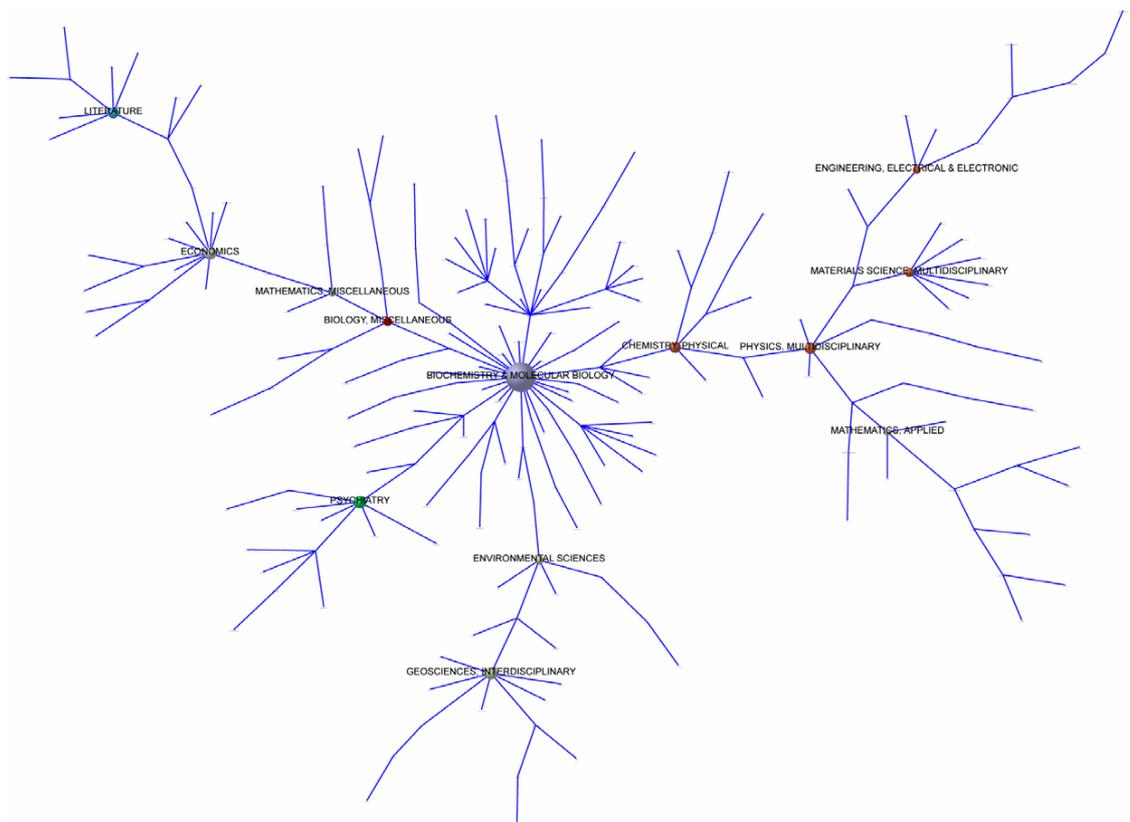


Ilustración 62. Scientograma de las categorías más prominentes del dominio UE

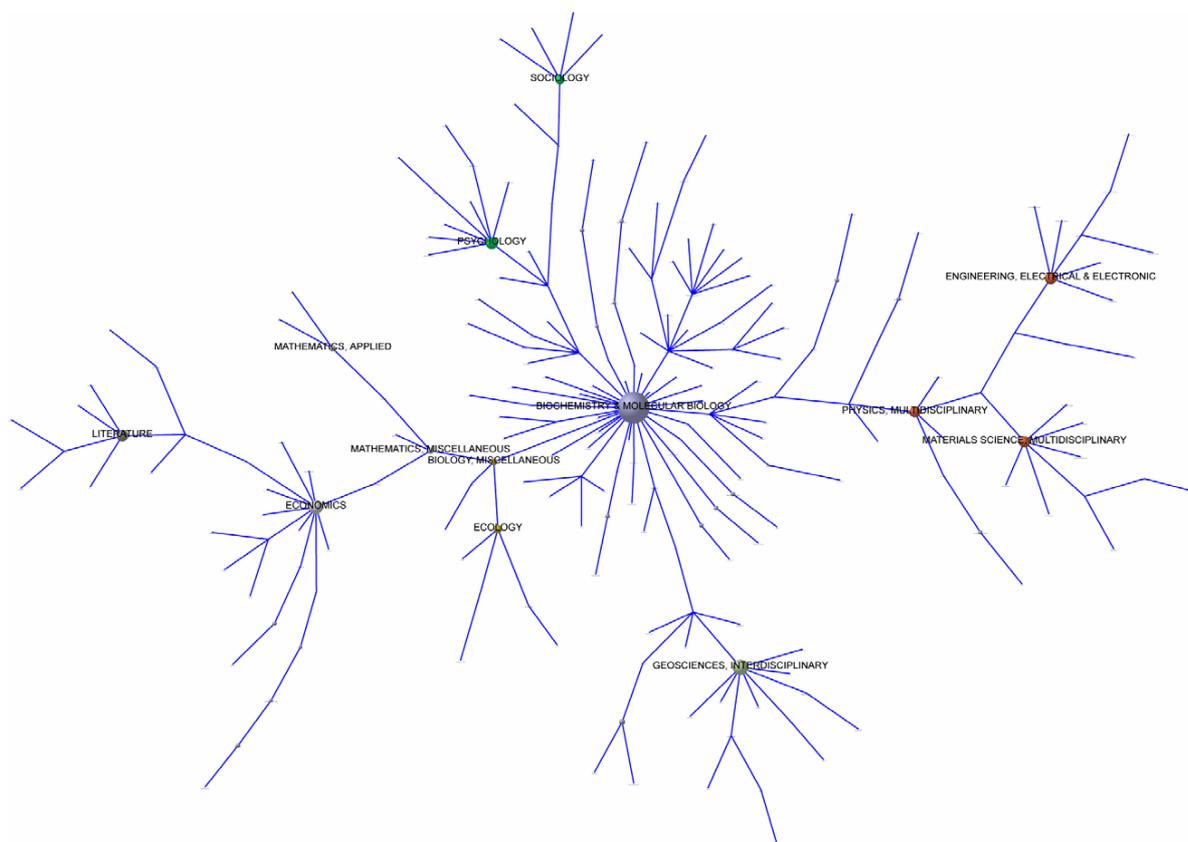


Ilustración 63. Scientograma de las categorías más prominentes del dominio USA

Las tres categorías de cada dominio que no han sido detectadas por el algoritmo de robo, deben ser identificadas a la vista del scientograma factorial de cada dominio y del número de enlaces de cada categoría. Resulta curioso que estas tres categorías: *Medicine General & Internal*, *Plants Science*, y *Surgery*, con sus correspondientes áreas temáticas a las que dan lugar: *Política Sanitaria y Servicios Médicos*, *Ciencias del Suelo y de la Tierra*, y *Ortopedia*, sean las mismas para los dos dominios. Y si recordamos, también lo eran para el dominio mundial. Donde decíamos que posiblemente, identificasen más a especialidades que a áreas temáticas.

7.2.3.3. Columna Vertebral

Las diferencias en cuanto a vertebración de la ciencia en ambos dominios son muy significativas, como ponen de manifiesto los scientogramas que se muestran a continuación.

La UE centra sus esfuerzos en investigación en tres áreas temáticas: *Biomedicina*, *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, y *Química*. Mientras que en USA, fundamentalmente se centran en una. Estas diferencias, posiblemente se deban a las distintas políticas gubernamentales sobre investigación establecidas en cada dominio geográfico y sobre todo, a la política sanitaria que se sigue en cada uno de ellos: privada en USA y principalmente pública en la UE.

Mientras que en Europa son treinta las categorías con un alto flujo de intercambio y producción de información, como reflejan el grosor de sus enlaces y el tamaño de sus categorías, en USA, estas *sólo* son veinticuatro. Es decir, seis menos que en la UE. Ahora bien esas veinticuatro categorías de USA, suponen seis categorías más que en la UE en el área temática de *Biomedicina*.

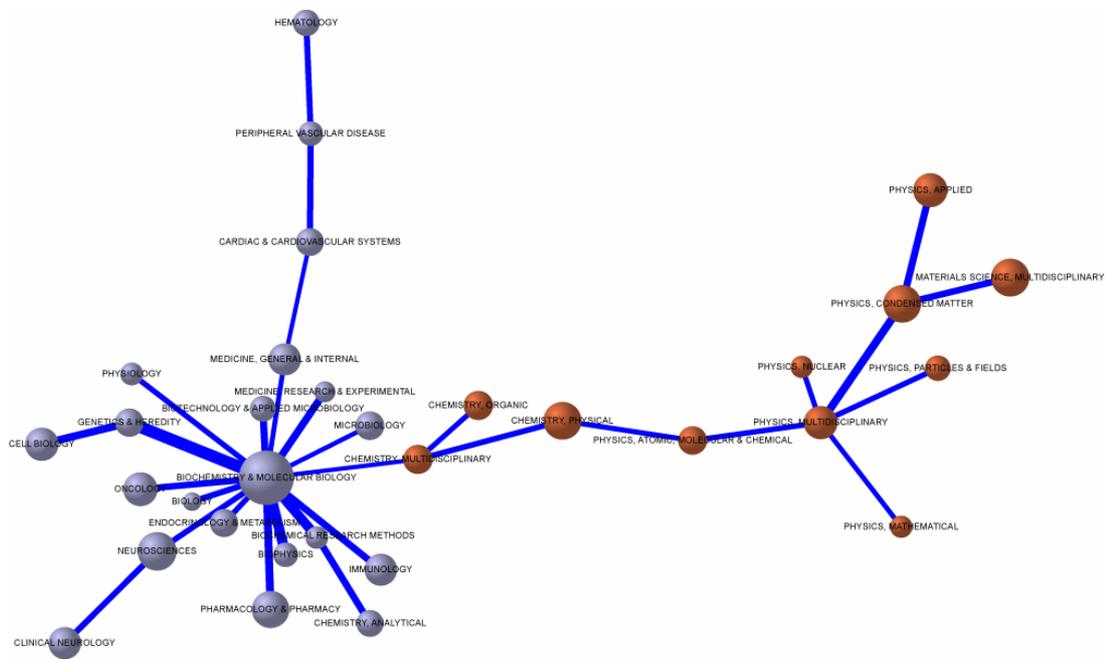


Ilustración 64. Scientograma de vertebración de la ciencia del dominio UE 2002

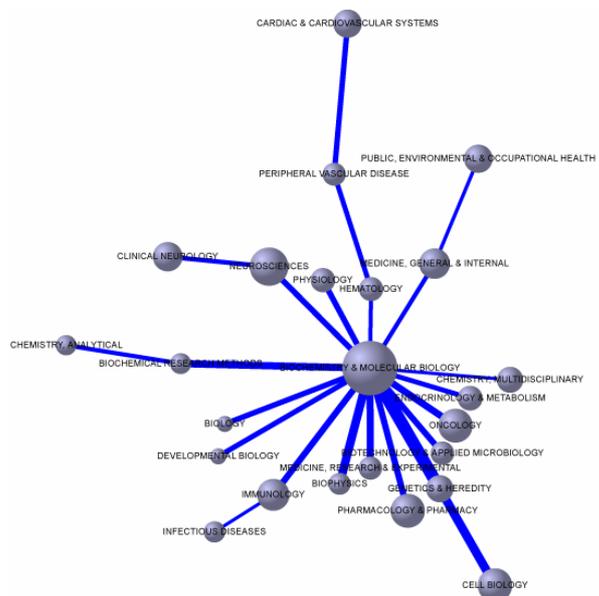


Ilustración 65. Scientograma de vertebración del dominio USA 2002

7.3. Scientografía y Evolución de Dominios

El siguiente análisis se centra en la evolución temporal del dominio geográfico español, a través de tres scientogramas que acumulan cuatro años cada uno, a partir de 1990. Las características de estos tres scientogramas son las mismas de los vistos hasta ahora. Pero con la peculiaridad de que en este caso muestran, porque los tienen, enlaces débiles que podríamos denominar como *dudosos*, como señalamos en el apartado 6.4.1. Por ello, estas conexiones entre categorías, aparecen de color rojo.

7.3.1. Scientogramas

Las ilustraciones 66, 67 y 68, recogen los scientogramas de la producción científica española de los periodos: 1990-1994, 1995-1998 y 1999-2002, que suponen la esquematización gráfica de 71.085, 88.166 y 110.286 documentos, agrupados en sus respectivas 219, 223 y 240 categorías JCR, cuya producción aparece desglosada en las tablas 35, 36 y 37.

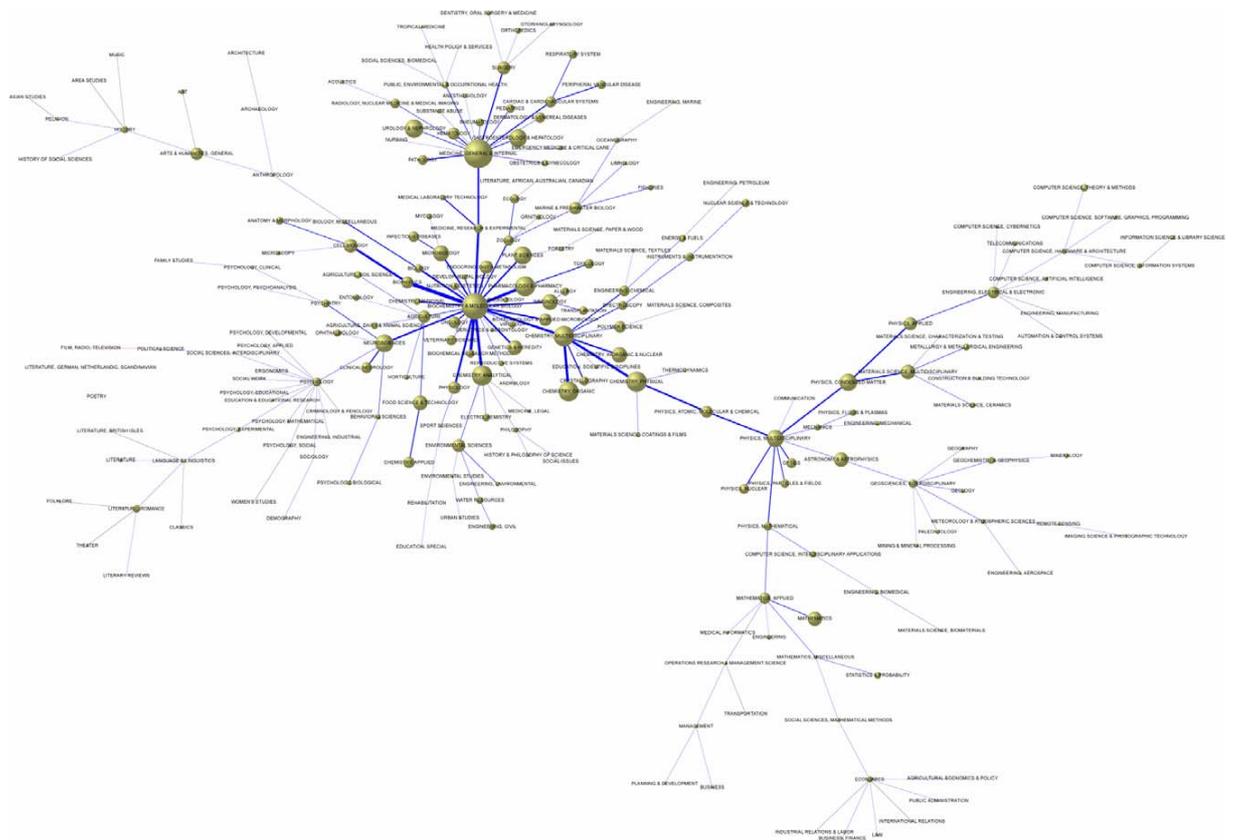


Ilustración 66. Scientograma del dominio geográfico español, 1990-1994

Capítulo 7: Resultados

Categoría	Prod.	Categoría	Prod.
ENERGY & FUELS	345	ANTHROPOLOGY	60
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	439	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	463
ENGINEERING, PETROLEUM	21	REHABILITATION	19
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	2001	SPORT SCIENCES	48
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	553	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	456
MATHEMATICS	1306	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	292
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	5286	MINERALOGY	135
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	101	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	94
MEDICAL INFORMATICS	52	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	151
ENTOMOLOGY	241	DEVELOPMENTAL BIOLOGY	193
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	2643	ANDROLOGY	27
CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	65	ENGINEERING, BIOMEDICAL	113
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	1344	OCEANOGRAPHY	180
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	347	PSYCHOLOGY	491
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	165	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	414
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	85	CHEMISTRY, APPLIED	788
MATHEMATICS, APPLIED	804	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	271
ACOUSTICS	70	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	115
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	766	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	446
RESPIRATORY SYSTEM	443	CHEMISTRY, MEDICINAL	293
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	294	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	37
AGRICULTURE	972	ERGONOMICS	5
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	346	SPECTROSCOPY	498
NUTRITION & DIETETICS	358	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	84
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	1363	ENGINEERING, MARINE	30
ANESTHESIOLOGY	103	THERMODYNAMICS	53
ANATOMY & MORPHOLOGY	381	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	139
ENGINEERING, AEROSPACE	31	FISHERIES	179
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	1328	LIMNOLOGY	80
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	4352	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	80
PLANT SCIENCES	2032	GEOGRAPHY	60
ZOOLOGY	649	ORNITHOLOGY	155
BIOLOGY	445	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	35
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	982	GEOLOGY	102
SURGERY	1064	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	266
CRYSTALLOGRAPHY	518	HORTICULTURE	135
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	416	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	69
CELL BIOLOGY	1193	TRANSPLANTATION	468
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	670	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	153
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	1106	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	35
HEMATOLOGY	902	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	36
ENVIRONMENTAL SCIENCES	1041	ENGINEERING, CIVIL	248
WATER RESOURCES	296	MINING & MINERAL PROCESSING	53
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	998	PHYSICS, MATHEMATICAL	430
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	288	ELECTROCHEMISTRY	383
MECHANICS	264	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	17
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	492	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	60
NEUROSCIENCES	2027	ENGINEERING, INDUSTRIAL	13
CLINICAL NEUROLOGY	732	MYCOLOGY	187
PATHOLOGY	581	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	12
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	270	ENVIRONMENTAL STUDIES	46
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	143	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	14
ECOLOGY	522	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	147
ONCOLOGY	877	SOCIOLOGY	16
OPHTHALMOLOGY	322	LAW	23
ORTHOPEDICS	202	MICROSCOPY	90
OTORHINOLARYNGOLOGY	91	REMOTE SENSING	47
PEDIATRICS	455	TRANSPORTATION	8
PHARMACOLOGY & PHARMACY	2530	PSYCHOLOGY, CLINICAL	66
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	1818	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	45
PHYSIOLOGY	1000	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	66
POLYMER SCIENCE	850	ECONOMICS	234
PHYSICS, APPLIED	1093	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	81
ENGINEERING, CHEMICAL	714	BUSINESS	36
PSYCHIATRY	371	MANAGEMENT	63
TROPICAL MEDICINE	65	URBAN STUDIES	28
PARASITOLOGY	195	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	18
VETERINARY SCIENCES	627	PLANNING & DEVELOPMENT	27
VIROLOGY	283	BUSINESS, FINANCE	26
SUBSTANCE ABUSE	112	SOCIAL ISSUES	8
ENGINEERING, MECHANICAL	122	PUBLIC ADMINISTRATION	10
MICROBIOLOGY	1614	SOCIAL WORK	4
STATISTICS & PROBABILITY	278	PSYCHOLOGY, SOCIAL	62
PHYSICS, NUCLEAR	618	NURSING	9
OPTICS	614	WOMEN'S STUDIES	2

PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	897	AREA STUDIES	10
BIOPHYSICS	892	POLITICAL SCIENCE	37
CHEMISTRY, ORGANIC	2464	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	4
CHEMISTRY, ANALYTICAL	2627	INTERNATIONAL RELATIONS	23
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	181	EDUCATION, SPECIAL	5
CHEMISTRY, PHYSICAL	2624	ARCHAEOLOGY	28
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	16	HISTORY	303
REPRODUCTIVE SYSTEMS	189	FAMILY STUDIES	10
GENETICS & HEREDITY	1332	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	20
IMMUNOLOGY	1564	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	5
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	856	LANGUAGE & LINGUISTICS	80
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	1541	PSYCHOLOGY, APPLIED	32
PHYSICS, CONDENSED MATTER	1913	HEALTH POLICY & SERVICES	21
AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	66	PHILOSOPHY	169
METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	134	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	4
BEHAVIORAL SCIENCES	176	COMMUNICATION	14
TOXICOLOGY	594	DEMOGRAPHY	17
GERIATRICS & GERONTOLOGY	91	LITERATURE, ROMANCE	353
ENGINEERING	114	THEATER	30
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	10	LITERARY REVIEWS	7
FORESTRY	127	MUSIC	7
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	62	LITERATURE	77
COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	104	POETRY	1
ENGINEERING, MANUFACTURING	8	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	971
INFECTIOUS DISEASES	688	ARCHITECTURE	7
RHEUMATOLOGY	431	ART	135
UROLOGY & NEPHROLOGY	2141	RELIGION	46
TELECOMMUNICATIONS	126	FOLKLORE	33
PALEONTOLOGY	97	FILM, RADIO, TELEVISION	5
ALLERGY	433	CLASSICS	49
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	131	ASIAN STUDIES	10
MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	189	LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN	2
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	322	LITERATURE, BRITISH ISLES	9
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	141	LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN	3
MEDICINE, LEGAL	66		

Tabla 35. Relación de categorías JCR y producción española entre 1990 y 1994

El scientograma de este periodo se compone de 219 categorías del JCR, dos de las cuales se muestran aisladas. Es decir, dos de ellas cuentan con artículos recogidos por las bases de datos del ISI: *Poetry*, y *Literature German, Netherlandic or Scandinavian*, pero no muestran relación con ninguna otra categoría, salvo con ellas mismas.

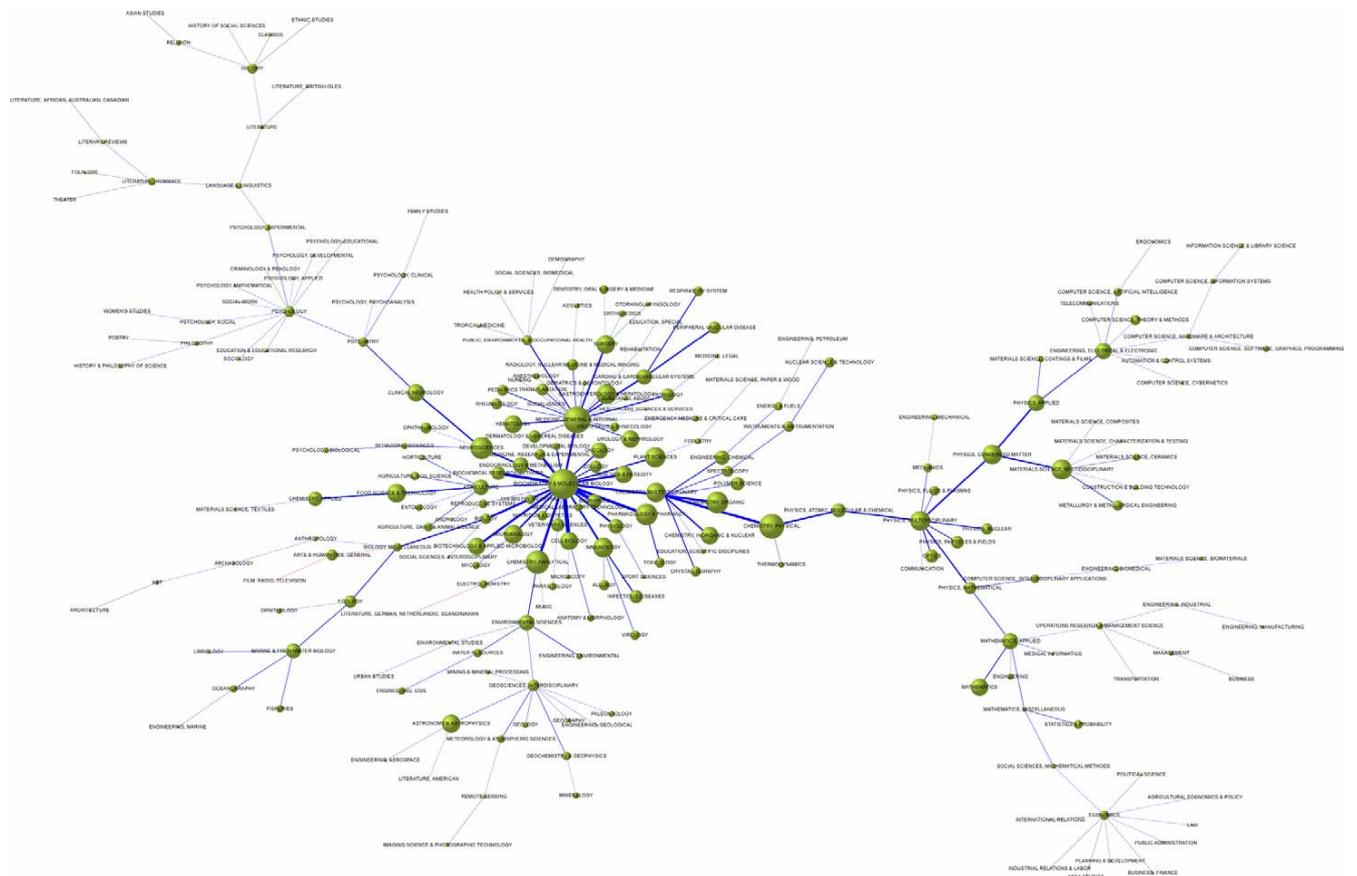


Ilustración 67. Scientograma del dominio geográfico español, 1995-1998

Visualización y Análisis de Grandes Dominios Científicos Mediante Redes PathFinder (PFNET)

Categoría	Prod.	Categoría	Prod.
ENERGY & FUELS	405	REHABILITATION	46
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	758	SPORT SCIENCES	88
ENGINEERING, PETROLEUM	14	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	589
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	2216	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	409
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	702	MINERALOGY	215
MATHEMATICS	1705	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	208
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	4074	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	135
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	127	DEVELOPMENTAL BIOLOGY	296
MEDICAL INFORMATICS	63	ANDROLOGY	31
ENTOMOLOGY	268	ENGINEERING, BIOMEDICAL	192
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	2109	OCEANOGRAPHY	303
CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	152	PSYCHOLOGY	645
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	2311	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	595
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	565	CHEMISTRY, APPLIED	1139
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	147	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	512
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	198	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	100
MATHEMATICS, APPLIED	1431	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	871
ACOUSTICS	137	CHEMISTRY, MEDICINAL	484
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	1344	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	42
RESPIRATORY SYSTEM	525	ERGONOMICS	23
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	426	SPECTROSCOPY	646
AGRICULTURE	1339	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	260
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	419	ENGINEERING, MARINE	35
NUTRITION & DIETETICS	554	THERMODYNAMICS	176
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	1946	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	217
ANESTHESIOLOGY	236	FISHERIES	296
ANATOMY & MORPHOLOGY	287	LIMNOLOGY	80
ENGINEERING, AEROSPACE	48	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	93
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	1897	GEOGRAPHY	103
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	5131	ORNITHOLOGY	176
PLANT SCIENCES	2300	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	98
ZOOLOGY	813	GEOLOGY	195
BIOLOGY	624	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	427
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	1671	HORTICULTURE	171
SURGERY	1936	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	67
CRYSTALLOGRAPHY	558	TRANSPLANTATION	788
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	1026	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	209
CELL BIOLOGY	1828	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	29
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	837	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	40
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	1386	ENGINEERING, CIVIL	297
HEMATOLOGY	1786	MINING & MINERAL PROCESSING	87
ENVIRONMENTAL SCIENCES	1395	PHYSICS, MATHEMATICAL	822
WATER RESOURCES	423	ELECTROCHEMISTRY	383
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	1268	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	31
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	579	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	71
MECHANICS	426	ENGINEERING, INDUSTRIAL	45
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	621	MYCOLOGY	284
NEUROSCIENCES	2793	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	29
CLINICAL NEUROLOGY	1650	ENVIRONMENTAL STUDIES	56
PATHOLOGY	915	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	23
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	480	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	173
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	424	SOCIOLOGY	52
ECOLOGY	865	LAW	19
ONCOLOGY	1538	MICROSCOPY	115
OPHTHALMOLOGY	649	REMOTE SENSING	80
ORTHOPEDICS	242	TRANSPORTATION	28
OTORHINOLARYNGOLOGY	129	PSYCHOLOGY, CLINICAL	133
PEDIATRICS	658	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	66
PHARMACOLOGY & PHARMACY	2709	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	47
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	2220	ECONOMICS	480
PHYSIOLOGY	1208	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	113
POLYMER SCIENCE	1027	BUSINESS	17
PHYSICS, APPLIED	1502	MANAGEMENT	138
ENGINEERING, CHEMICAL	1163	URBAN STUDIES	17
PSYCHIATRY	495	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	37
TROPICAL MEDICINE	75	PLANNING & DEVELOPMENT	47
PARASITOLOGY	302	BUSINESS, FINANCE	32
VETERINARY SCIENCES	975	SOCIAL ISSUES	12
VIROLOGY	478	PUBLIC ADMINISTRATION	4
SUBSTANCE ABUSE	105	SOCIAL WORK	12
ENGINEERING, MECHANICAL	202	PSYCHOLOGY, SOCIAL	65
MICROBIOLOGY	2004	NURSING	26
STATISTICS & PROBABILITY	446	WOMEN'S STUDIES	10
PHYSICS, NUCLEAR	710	AREA STUDIES	14
OPTICS	961	POLITICAL SCIENCE	42

Capítulo 7: Resultados

PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	1110	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	6
BIOPHYSICS	1066	INTERNATIONAL RELATIONS	21
CHEMISTRY, ORGANIC	2653	EDUCATION, SPECIAL	9
CHEMISTRY, ANALYTICAL	3073	ARCHAEOLOGY	53
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	327	HISTORY	540
CHEMISTRY, PHYSICAL	3464	FAMILY STUDIES	7
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	26	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	24
REPRODUCTIVE SYSTEMS	408	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	13
GENETICS & HEREDITY	1740	LANGUAGE & LINGUISTICS	213
IMMUNOLOGY	2263	PSYCHOLOGY, APPLIED	38
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	1466	HEALTH POLICY & SERVICES	43
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	1732	PHILOSOPHY	121
PHYSICS, CONDENSED MATTER	2147	ETHNIC STUDIES	3
AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	176	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	8
METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	315	COMMUNICATION	35
BEHAVIORAL SCIENCES	213	DEMOGRAPHY	17
TOXICOLOGY	532	ENGINEERING, GEOLOGICAL	22
GERIATRICS & GERONTOLOGY	123	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	42
ENGINEERING	185	LITERATURE, ROMANCE	321
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	13	THEATER	44
FORESTRY	204	LITERARY REVIEWS	97
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	97	MUSIC	15
COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	386	LITERATURE	99
ENGINEERING, MANUFACTURING	33	POETRY	8
INFECTIOUS DISEASES	941	LITERATURE, AMERICAN	1
RHEUMATOLOGY	627	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	671
UROLOGY & NEPHROLOGY	1746	ARCHITECTURE	15
TELECOMMUNICATIONS	147	ART	94
PALEONTOLOGY	180	RELIGION	130
ALLERGY	606	FOLKLORE	34
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	425	FILM, RADIO, TELEVISION	6
MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	265	CLASSICS	34
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	587	ASIAN STUDIES	4
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	212	LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN	1
MEDICINE, LEGAL	104	LITERATURE, BRITISH ISLES	17
ANTHROPOLOGY	99	LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN	2
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	845		

Tabla 36. Relación de categorías JCR y producción española entre 1995 y 1998

El número de categorías que constituyen este periodo es de 223, no mostrándose ninguna de ellas como aislada.

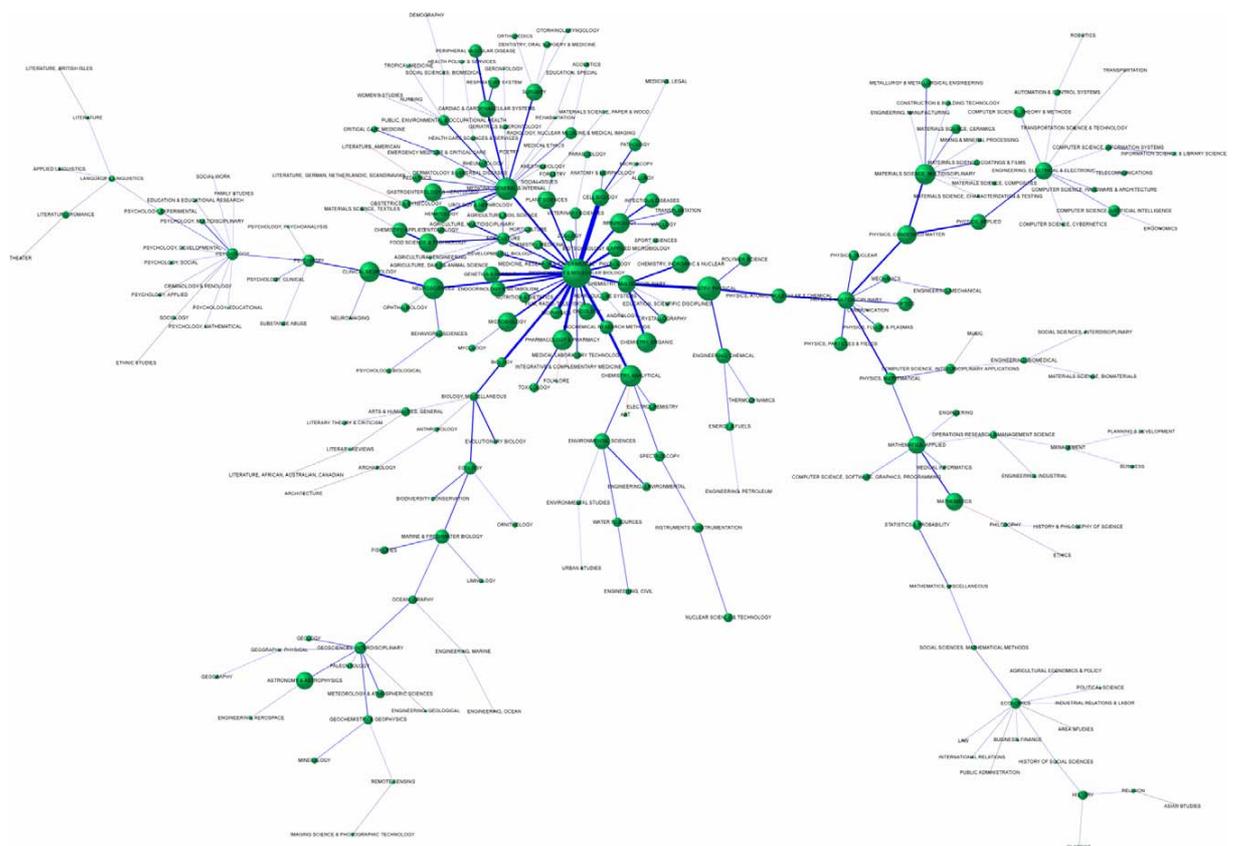


Ilustración 68. Scientograma del dominio geográfico español, 1999-2002

Capítulo 7: Resultados

Categoría	Prod.	Categoría	Prod.
ENERGY & FUELS	589	ANDROLOGY	26
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	1069	ENGINEERING, BIOMEDICAL	318
ENGINEERING, PETROLEUM	26	OCEANOGRAPHY	550
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	2504	PSYCHOLOGY	1026
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	1059	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	620
MATHEMATICS	2357	CHEMISTRY, APPLIED	1776
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	3718	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	675
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	115	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	100
MEDICAL INFORMATICS	108	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	1466
ENTOMOLOGY	364	CHEMISTRY, MEDICINAL	673
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	2391	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	66
CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	205	ERGONOMICS	21
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	3195	SPECTROSCOPY	785
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	1030	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	430
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	287	ENGINEERING, MARINE	30
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	408	THERMODYNAMICS	283
MATHEMATICS, APPLIED	2298	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	290
ACOUSTICS	191	FISHERIES	503
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	2318	LIMNOLOGY	137
RESPIRATORY SYSTEM	980	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	147
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	487	GEOGRAPHY	117
AGRICULTURE	1168	ORNITHOLOGY	216
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	447	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	176
NUTRITION & DIETETICS	858	GEOLOGY	247
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	2688	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	757
ANESTHESIOLOGY	249	HORTICULTURE	297
ANATOMY & MORPHOLOGY	298	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	93
ENGINEERING, AEROSPACE	87	TRANSPLANTATION	1057
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2312	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	359
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	6356	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	38
PLANT SCIENCES	2482	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	58
ZOOLOGY	945	ENGINEERING, CIVIL	248
BIOLOGY	726	MINING & MINERAL PROCESSING	108
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	2081	PHYSICS, MATHEMATICAL	1176
SURGERY	2167	ELECTROCHEMISTRY	480
CRYSTALLOGRAPHY	708	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	52
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	1446	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	98
CELL BIOLOGY	2265	ENGINEERING, INDUSTRIAL	110
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	769	MYCOLOGY	376
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	1760	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	35
HEMATOLOGY	2045	ENVIRONMENTAL STUDIES	160
ENVIRONMENTAL SCIENCES	1931	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	52
WATER RESOURCES	655	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	206
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	1526	SOCIOLOGY	62
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	732	LAW	22
MECHANICS	562	MICROSCOPY	117
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	818	REMOTE SENSING	102
NEUROSCIENCES	3492	TRANSPORTATION	30
CLINICAL NEUROLOGY	3045	PSYCHOLOGY, CLINICAL	137
PATHOLOGY	1181	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	81
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	656	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	90
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	362	ECONOMICS	824
ECOLOGY	1255	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	192
ONCOLOGY	2116	BUSINESS	103
OPHTHALMOLOGY	578	MANAGEMENT	186
ORTHOPEDICS	241	URBAN STUDIES	51
OTORHINOLARYNGOLOGY	186	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	54
PEDIATRICS	609	PLANNING & DEVELOPMENT	62
PHARMACOLOGY & PHARMACY	3144	BUSINESS, FINANCE	57
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	2187	SOCIAL ISSUES	20
PHYSIOLOGY	881	PUBLIC ADMINISTRATION	18
POLYMER SCIENCE	1301	SOCIAL WORK	12
PHYSICS, APPLIED	1898	PSYCHOLOGY, SOCIAL	91
ENGINEERING, CHEMICAL	1739	NURSING	31
PSYCHIATRY	1092	WOMEN'S STUDIES	13
TROPICAL MEDICINE	90	AREA STUDIES	12
PARASITOLOGY	398	POLITICAL SCIENCE	48
VETERINARY SCIENCES	993	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	3
VIROLOGY	733	INTERNATIONAL RELATIONS	34
SUBSTANCE ABUSE	139	EDUCATION, SPECIAL	17
ENGINEERING, MECHANICAL	377	ARCHAEOLOGY	71
MICROBIOLOGY	2892	HISTORY	662
STATISTICS & PROBABILITY	695	FAMILY STUDIES	16
PHYSICS, NUCLEAR	817	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	42
OPTICS	1503	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	33

PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	1646	LANGUAGE & LINGUISTICS	287
BIOPHYSICS	1140	PSYCHOLOGY, APPLIED	82
CHEMISTRY, ORGANIC	3015	HEALTH POLICY & SERVICES	101
CHEMISTRY, ANALYTICAL	3524	PHILOSOPHY	155
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	406	ETHNIC STUDIES	4
CHEMISTRY, PHYSICAL	4398	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	13
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	134	COMMUNICATION	33
REPRODUCTIVE SYSTEMS	610	DEMOGRAPHY	19
GENETICS & HEREDITY	2024	ENGINEERING, GEOLOGICAL	59
IMMUNOLOGY	2945	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	177
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	2276	LITERATURE, ROMANCE	390
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	2208	THEATER	25
PHYSICS, CONDENSED MATTER	2756	LITERARY REVIEWS	68
AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	306	ENGINEERING, OCEAN	18
METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	545	MUSIC	19
BEHAVIORAL SCIENCES	399	LITERATURE	91
TOXICOLOGY	659	POETRY	1
GERIATRICS & GERONTOLOGY	223	LITERATURE, AMERICAN	3
ENGINEERING	335	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	587
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	26	ARCHITECTURE	21
FORESTRY	295	ART	110
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	131	RELIGION	139
COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	1082	FOLKLORE	55
ENGINEERING, MANUFACTURING	102	FILM, RADIO, TELEVISION	3
INFECTIOUS DISEASES	1631	CLASSICS	38
RHEUMATOLOGY	537	ASIAN STUDIES	15
UROLOGY & NEPHROLOGY	1468	LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN	2
TELECOMMUNICATIONS	250	LITERATURE, BRITISH ISLES	14
PALEONTOLOGY	257	LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN	6
ALLERGY	736	AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	426
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	572	ROBOTICS	54
MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	752	ETHICS	22
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	898	TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY	42
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	262	APPLIED LINGUISTICS	73
MEDICINE, LEGAL	169	INTEGRATIVE & COMPLEMENTARY MEDICINE	18
ANTHROPOLOGY	170	BIODIVERSITY CONSERVATION	118
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	1339	PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY	217
REHABILITATION	73	LITERARY THEORY & CRITICISM	150
SPORT SCIENCES	171	CRITICAL CARE MEDICINE	330
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	684	GERONTOLOGY	27
GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	644	MEDICAL ETHICS	9
MINERALOGY	248	NEUROIMAGING	50
ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	550	AGRICULTURAL ENGINEERING	95
COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	218	EVOLUTIONARY BIOLOGY	128
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	426	GEOGRAPHY, PHYSICAL	60

Tabla 37. Relación categorías JCR y producción española entre 1999 y 2002

El scientograma de este último periodo 1999-2002, se compone de 240 categorías, no apareciendo ninguna de ellas aislada.

Los tres scientogramas presentan la ya típica estructura vista en esta tesis: una neurona con una gran neurita central de la que surgen diversas prolongaciones. A lo largo de los tres scientogramas, se puede observar que cuánto más actual es el periodo de estudio, mayor es la neurita central y más uniforme y reducido es el número de prolongaciones que parten de ella. Es decir, a lo largo de estas tres representaciones temporales parece verse una evolución consistente en el aumento de las categorías que

constituyen el centro de la investigación del dominio español. Al tiempo que se aprecia una mayor definición y unificación de las principales líneas de investigación de dicho dominio.

Para un estudio más detallado de la evolución del dominio, realizamos AF sobre la matriz de cocitación original de cada periodo. Posteriormente trasladamos los resultados a cada uno de sus correspondientes scientogramas.

7.3.2. Análisis Factorial

De acuerdo con el procedimiento explicado en el apartado 7.1.2, extraemos y categorizamos diez factores del periodo 1990-1994, otros diez en el de 1995-1998 y once, en el de 1999-2002. El nombre de cada factor, junto con la varianza individual y acumulada de cada uno de ellos, es el que se muestra a continuación:

1990-1994			
Factor	Nombre de Factor	% varianza	% de varianza acumulada
1	Biomedicina	23.1	23.1
2	Ciencias de los Materiales y Química Aplicada	12.9	36
3	Psicología	7.8	43.8
4	Agricultura y Ciencias del Suelo	6.3	50.1
5	Informática y Telecomunicaciones	4.1	54.2
6	Ciencias de la Tierra y del Espacio	3.1	57.3
7	Gestión, Derecho y Economía	3.3	60.6
8	Arte y Humanidades	2.4	63
9	Biología Animal y Ecología	2.4	65.4
10	Física Nuclear y de Partículas	1.5	66.9

Tabla 38. Factores extraídos del dominio geográfico español 1990-1994

1995-1998			
Factor	Nombre de Factor	% varianza	% de varianza acumulada
1	Biomedicina	23.1	23.1
2	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	13.2	36.3
3	Psicología	8.2	44.5
4	Agricultura y Ciencias del Suelo	6.8	51.3
5	Informática y Telecomunicaciones	4.4	55.7
6	Ciencias de la Tierra y del Espacio	4	59.7
7	Gestión, Derecho y Economía	3.4	63.1
8	Humanidades	3.1	66.2
9	Biología Animal y Ecología	2.3	68.5
10	Física Nuclear y de Partículas	1.4	69.9

Tabla 39. Factores extraídos del dominio geográfico español 1995-1998

1999-2002			
Factor	Nombre de Factor	% varianza	% de varianza acumulada
1	Biomedicina	22.1	22.1
2	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	12.3	34.4
3	Psicología	7.7	42.1
4	Cencias de la Tierra y del Espacio	6.9	49
5	Informática y Telecomunicaciones	4.4	53.4
6	Agricultura y Ciencias del Suelo	4.1	57.5
7	Gestión, Derecho y Economía	3.4	60.9
8	Biología Animal y Ecología	2.7	63.6
9	Política Sanitaria y Servicios Médicos	2.1	65.7
10	Humanidades	1.9	67.6
11	Física Nuclear y de Partículas	1.7	69.3

Tabla 40. Factores extraídos del dominio geográfico español 1999-2002

Las tablas con las categorías que componen cada uno de los factores extraídos para cada espacio de tiempo, junto con sus correspondientes *factor loadings*, se recogen en el anexo IV.

Analizando las tres tablas anteriores, podemos ver que los dos primeros periodos son prácticamente iguales, pues cuando más, difieren levemente en la denominación y orden de un par de factores, así como en la varianza acumulada por alguno uno de ellos. Las diferencias del tercer periodo con respecto a los dos anteriores son algo mayores. Es posible observar un movimiento descendente, y por tanto de pérdida de interés, desde el punto de vista de los investigadores del dominio, en aquellos factores relacionados con la Agricultura, las Ciencias sociales y las Humanidades. Por el contrario, se aprecia un movimiento ascendente e incluso aparición de nuevos factores, y por tanto de ganancia de interés, por parte de aquellos relacionados con la Tecnología, el Medioambiente y la Salud mental.

7.3.2.1. Scientogramas Factoriales

El scientograma factorial del periodo 1990-1994, deja veintiséis categorías sin factorizar, el de 1995-1998 treinta y seis, y el de 1999-2002, veintinueve, como se puede ver en la siguiente tabla:

Capítulo 7: Resultados

1990-1994	1995-1998	1999-2002
ACOUSTICS	ARCHAEOLOGY	ACOUSTICS
ANTHROPOLOGY	ARCHITECTURE	ARCHITECTURE
ARCHAEOLOGY	ART	ART
ARCHITECTURE	BUSINESS, FINANCE	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS
AREA STUDIES	CLASSICS	ECONOMICS
ARTS & HUMANITIES, GENERAL	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	ENGINEERING
ASIAN STUDIES	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	ENGINEERING, CIVIL
CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	DEMOGRAPHY	ENGINEERING, INDUSTRIAL
DEMOGRAPHY	ENGINEERING	ENVIRONMENTAL STUDIES
ENGINEERING	ENGINEERING, MANUFACTURING	ETHNIC STUDIES
ENGINEERING, CIVIL	ENGINEERING, MECHANICAL	FOLKLORE
ENGINEERING, MECHANICAL	ETHNIC STUDIES	HISTORY
ENVIRONMENTAL STUDIES	GEOLOGY	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE
FILM, RADIO, TELEVISIÓN	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES
HEALTH POLICY & SERVICES	HEALTH POLICY & SERVICES	LITERARY THEORY & CRITICISM
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN
LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN	HORTICULTURA	LITERATURE, BRITISH ISLES
MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	LITERATURE, BRITISH ISLES	LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN
MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN	MANAGEMENT
MATHEMATICS	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	MATHEMATICS
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	MATHEMATICS	MATHEMATICS, APPLIED
NURSING	MATHEMATICS, APPLIED	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS
PHILOSOPHY	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	MEDICAL INFORMATICS
POETRY	MEDICAL INFORMATICS	MUSIC
SOCIAL SIGUES	NURSING	STATISTICS & PROBABILITY
STATISTICS & PROBABILITY	ORNITHOLOGY	THEATER
	PHILOSOPHY	TRANSPORTATION
	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY
	POETRY	URBAN STUDIES
	POLYMER SCIENCE	
	PSYCHOLOGY, SOCIAL	
	RELIGIÓN	
	SOCIAL SIGUES	
	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	
	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	
	STATISTICS & PROBABILITY	

Tabla 41. Categorías sin factorizar en cada uno de los tres periodos del dominio español

No obstante, de las veintiséis primeras categorías del periodo 1990-1994, sólo siete siguen sin factorizar entre 1999-2002.

1990-2002
ARCHITECTURE
ENGINEERING
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE
LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN
MATHEMATICS
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS
STATISTICS & PROBABILITY

Tabla 42. Categorías sin factorizar de los tres periodos del dominio español

Esto quiere decir que de las veintiséis categorías que intervenían muy poco en la investigación española en el periodo 1990-1994, como pone de manifiesto su bajo *factor loading* recogido en el anexo IV, sólo siete continúan haciéndolo. El resto, como consecuencia de la evolución de la

investigación, han ido ganando peso en la investigación española a lo largo del tiempo. No obstante, y precisamente a raíz del desarrollo de la investigación científica, surgen nuevas categorías, que de momento en el dominio español tienen poca relevancia. Esta es la razón del alto número de categorías sin factorizar que se recogen en el periodo 1999-2002.

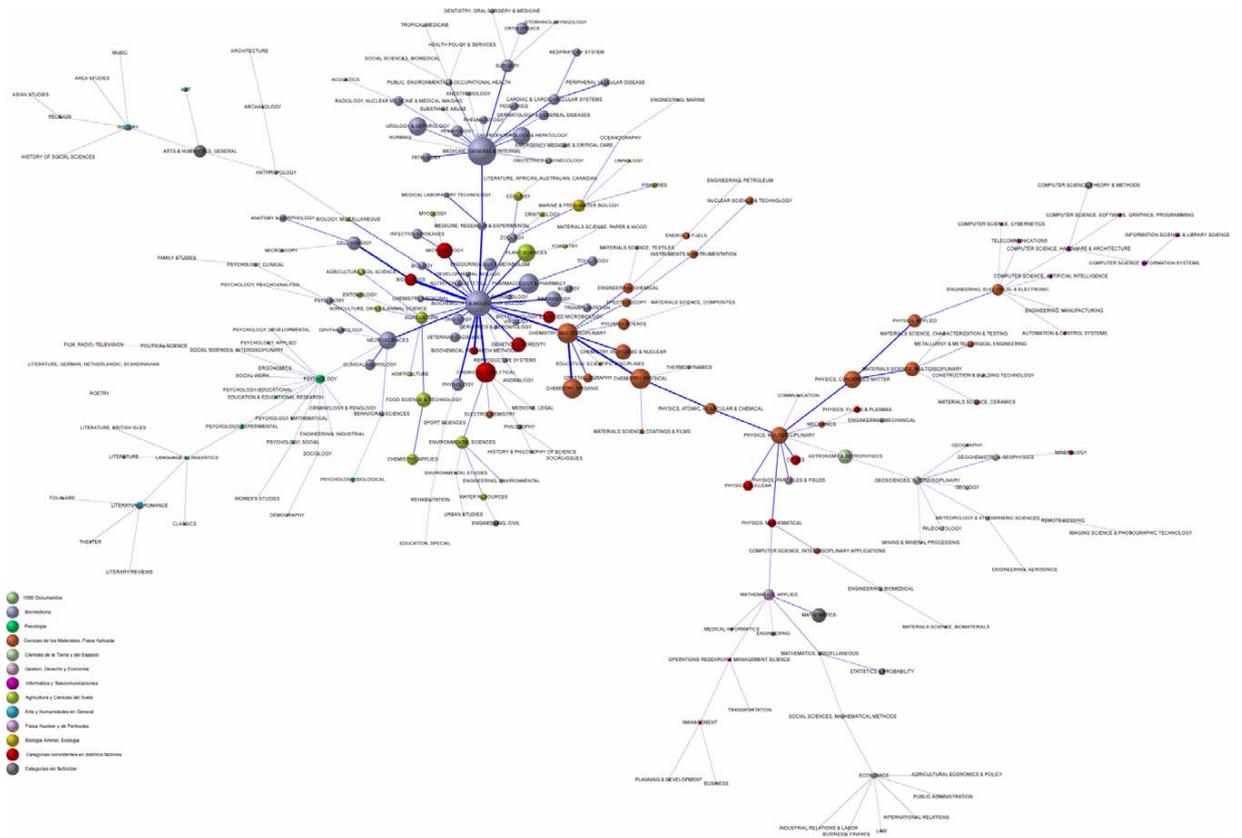


Ilustración 69. Scientograma factorial del dominio español 1990-1994

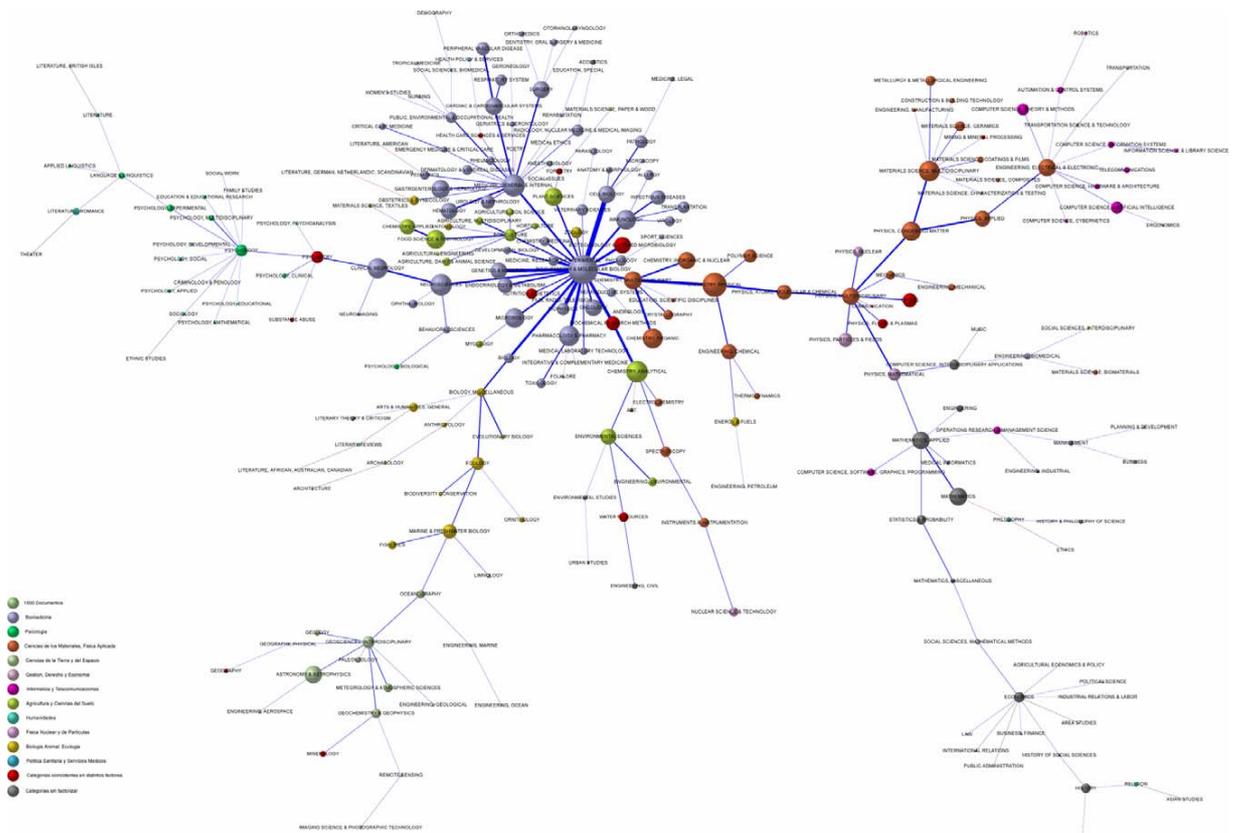


Ilustración 71. Scientograma factorial del dominio español 1999-2002

7.3.3. Evolución de un Dominio

7.3.3.1. Macroestructura

Los scientogramas de los tres periodos muestran la típica distribución bibliométrica de pocas categorías de gran tamaño y muchas de dimensión reducida. Al mismo tiempo, existe una gran área temática central que hace de punto de interconexión de otras áreas temáticas más pequeñas que la rodean. En la medida en que avanzamos temporalmente en los scientogramas factoriales, se confirma la observación a la que hacíamos referencia anteriormente en los scientogramas no factoriales: el aumento del número de categorías que ocupan posiciones centrales. Esto no implica un aumento del número de categorías del área temática central, pues si observamos el número de categorías que componen dicha área —*Biomedicina*— en los tres periodos —anexo IV—, veremos que este permanece prácticamente invariable. Esto significa que a lo largo del tiempo, categorías de otras áreas como *Biología Animal y Ecología*, o *Agricultura y Ciencias del Suelo*, han pasado a ocupar posiciones relevantes en los scientogramas como consecuencia de compartir fuentes con categorías que ya ocupaban esta posición. De esta forma consiguen así mejorar su universalidad e interés en la investigación del dominio.

A diferencia de otros dominios, en el caso español no es fácil reproducir lo que habíamos dado en llamar como esquema típico de vertebración macroestructural de la ciencia de los países desarrollados. Es decir, la ubicación de las ciencias biomédicas y de la tierra en la zona central, las ciencias duras en la parte derecha, y las ciencias blandas en la zona izquierda. En general, el dominio español sigue este patrón en su zona central y derecha, pero no tanto en la izquierda. Esto se debe a que en este dominio, las categorías que componen el área de las *Matemáticas*, no hacen de puente entre lo que serían las ciencias sociales y las humanidades con el resto de ciencias, lo cual provoca que estas aparezcan dispersas por los distintos scientogramas. Por ello, el área de *Gestión, Derecho y Economía*

aparece en la zona derecha, unida a las *Matemáticas*, y no en la zona izquierda.

Las posiciones relativas que ocupan las áreas temáticas, son prácticamente las mismas en los tres periodos. Sólo se diferencian en que en el periodo 1990-1994, las *Ciencias de la Tierra y del Espacio* se sitúan en la zona derecha y en los otros dos, aparecen en la parte central.

Centralidad

Mediante las redes de áreas temáticas construidas a partir de cada uno de los scientogramas factoriales y de los *paths* que las conectan, podemos calcular fácilmente la centralidad de grado de cada una de las áreas temáticas, en cada uno de los distintos periodos. Como se puede ver a continuación:

1990-1994		1995-1998	
Área Temática	Grado	Área Temática	Grado
Biomedicina	4	Biomedicina	4
Ciencias de los Materiales y Química Aplicada	4	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	4
Biología Animal y Ecología	2	Biología Animal y Ecología	2
Física Nuclear y de Partículas	2	Física Nuclear y de Partículas	2
Agricultura y Ciencias del Suelo	1	Agricultura y Ciencias del Suelo	1
Arte y Humanidades	1	Ciencias de la Tierra y del Espacio	1
Ciencias de la Tierra y del Espacio	1	Gestión, Derecho y Economía	1
Gestión, Derecho y Economía	1	Humanidades	1
Informática y Telecomunicaciones	1	Informática y Telecomunicaciones	1
Psicología	1	Psicología	1

1999-2002	
Área Temática	Grado
Biomedicina	5
Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	3
Biología Animal y Ecología	2
Física Nuclear y de Partículas	2
Psicología	2
Agricultura y Ciencias del Suelo	1
Ciencias de la Tierra y del Espacio	1
Gestión, Derecho y Economía	1
Humanidades	1
Informática y Telecomunicaciones	1
Política de Servicios Sanitarios y Servicios Médicos	1

Tabla 43. Centralidad de grado de las áreas temáticas del dominio español

En los periodos 1990-1994 y 1995-1998, son dos las áreas temáticas con mayor centralidad de grado: *Biomedicina* y *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*. Por otro lado, para el periodo 1999-2002 lo es únicamente y con diferencia, el área de *Biomedicina*. Esto quiere decir que en los dos primeros periodos, *Biomedicina* por un lado y *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada* por otro, son por igual, las áreas temáticas más universales del dominio, o lo que es lo mismo, las que más fuentes comparten con el resto de áreas. Sin embargo, en el último periodo, esta peculiaridad pasa a ser exclusiva de la *Biomedicina*.

Prominencia

En el caso de la prominencia, ocurre exactamente lo mismo que con la centralidad. El algoritmo de robo de grado, encargado de detectar las áreas temáticas más prominentes en cada espacio temporal, identifica las mismas áreas temáticas que en el caso de la centralidad. Como se ve en las siguientes tablas⁶:

1990-1994		1995-1998	
Área Temática	Grado	Área Temática	Grado
Biomedicina	9	Biomedicina	9
Ciencias de los Materiales y Química Aplicada	9	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	9

1999-2002	
Área Temática	Grado
Biomedicina	20

Tabla 44. Prominencia de las áreas temáticas del dominio español

Paths de Interconexión entre Áreas Temáticas

Aunque como habíamos dicho anteriormente, las posiciones relativas de las áreas temáticas varían muy poco a lo largo de los tres periodos, no ocurre lo mismo con la forma en que estas se conectan unas con otras. Es en los dos primeros periodos, donde más diferencias encontramos en los *paths* de interconexión entre áreas temáticas.

⁶ Las áreas temáticas que no aparecen, tienen valor cero.

En el periodo 1990-1994 la *Psicología*, parece tener una orientación más dedicada al estudio de la mente, de ahí su *path* de conexión con la *Biomedicina: Biochemistry & Molecular Biology* \leftrightarrow *Neurosciences* \leftrightarrow *Psychology*. En los intervalos 1995-1998 y 1999-2002, la investigación en esta área se reorienta a los estudios clínicos y patológicos como muestra el cambio de su *path*: *Biochemistry & Molecular Biology* \leftrightarrow *Neurosciences* \leftrightarrow *Clinical Neurology* \leftrightarrow *Psychiatry* \leftrightarrow *Psychology*.

En el primer periodo, las *Humanidades* aparecen conectadas con la *Biología Animal y la Ecología* a través de la antropología: *History* \leftrightarrow *Arts & Humanities* \leftrightarrow *Anthropology* \leftrightarrow *Biology Miscellaneous* \leftrightarrow *Biology*, mientras que en los dos restantes se muestran unidas a la *Psicología* por medio de la categoría *lenguaje y lingüística*: *History* \leftrightarrow *Literature* \leftrightarrow *Lenguaje & Linguistic* \leftrightarrow *Psychology Experimental* \leftrightarrow *Psychology*. Esto pone de manifiesto un cambio en la investigación y en las fuentes utilizadas en esta área.

El área temática de las *Ciencias de la Tierra y del Espacio* también sufre cambios a lo largo de este periodo de estudio. Entre 1990 y 1994, aparece vinculada a *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada: Geosciences Interdisciplinary* \leftrightarrow *Astronomy & Astrophysics* \leftrightarrow *Physics Multidisciplinary*. En el espacio de 1995 a 1998 su conexión más fuerte la establece con la *Biomedicina: Geosciences Interdisciplinary* \leftrightarrow *Environmental Sciences* \leftrightarrow *Chemistry Analytical* \leftrightarrow *Biochemistry & Molecular Biology*. Finalmente, en el periodo comprendido entre 1999 y 2002, su investigación básica está compartida con el área temática de la *Biología Animal y Ecología: Geosciences* \leftrightarrow *Oceanography* \leftrightarrow *Marine & Freshwater Biology* \leftrightarrow *Ecology* \leftrightarrow *Biology Miscellaneous* \leftrightarrow *Biology*.

Puntos de Interacción entre Áreas Temáticas

Como ya hemos dicho en más de una ocasión, las categorías de color rojo de los scientogramas indican los puntos de interacción o intercambio de

información entre las distintas áreas temáticas. Partiendo de las categorías objeto de interacción del primer periodo, podemos estudiar su evolución a lo largo del tiempo.

Categorías	1990-1994	
	Áreas Temáticas que Interactúan	
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
BIOPHYSICS	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
CHEMISTRY, ANALYTICAL	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
ENGINEERING, MANUFACTURING	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Informática y Telecomunicaciones
ERGONOMICS	Psicología	Informática y Telecomunicaciones
GENETICS & HEREDITY	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
MANAGEMENT	Informática y Telecomunicaciones	Gestión, Derecho y Economía
MICROBIOLOGY	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
MINERALOGY	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
OCEANOGRAPHY	Ciencias de la Tierra y del Espacio	Biología Animal y Ecología
OPTICS	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
PHYSICS, MATHEMATICAL	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
PHYSICS, NUCLEAR	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas

Tabla 45. Categorías multitemáticas del dominio español 1990-1994

Como se puede ver en la tabla anterior, entre 1990 y 1994 son quince las categorías que muestran una actividad de intercambio de fuentes entre distintas áreas temáticas, como consecuencia de las inquietudes científicas de los investigadores en ese momento. Fundamentalmente son dos los emparejamientos entre áreas temáticas que se reflejan como consecuencia de la actitud innovadora de los investigadores: *Biomedicina* con *Agricultura y Ciencias del Suelo*, y *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada* con *Física Nuclear y de Partículas*.

Categoría	1995-1998	
	Áreas Temáticas que Interactúan	
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
CHEMISTRY, ANALYTICAL	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
MANAGEMENT	Informática y Telecomunicaciones	Gestión, Derecho y Economía
MINERALOGY	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Ciencias de la Tierra y del Espacio
OPTICS	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
PHYSICS, MATHEMATICAL	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	Gestión, Derecho y Economía	Agricultura y Ciencias del Suelo
COMMUNICATION	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
GEOGRAPHY	Ciencias de la Tierra y del Espacio	Biología Animal y Ecología
MYCOLOGY	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
NUTRITION & DIETETICS	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
PSYCHIATRY	Biomedicina	Psicología
REHABILITATION	Biomedicina	Psicología
SUBSTANCE ABUSE	Biomedicina	Psicología
WATER RESOURCES	Ciencias de la Tierra y del Espacio	Agricultura y Ciencias del Suelo
ZOOLOGY	Biomedicina	Biología Animal y Ecología

Tabla 46. Categorías multitemáticas del dominio español 1995-1998

En el periodo 1995-1998, son diecinueve las categorías objeto de intercambio de información. Ocho de ellas, de color rojo, con sus correspondientes emparejamientos de áreas temáticas, coinciden con el periodo 1990-1994. De las once nuevas categorías que aparecen, algunas son la continuación de los intercambios que se producían en el periodo anterior, pero otras ponen de manifiesto una nueva línea de investigación mediante el emparejamiento de las áreas: *Biomedicina* y *Psicología*.

Categoría	1999-2002	
	Áreas Temáticas que Interactúan	
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
MINERALOGY	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Ciencias de la Tierra y del Espacio
OPTICS	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
WATER RESOURCES	Ciencias de la Tierra y del Espacio	Agricultura y Ciencias del Suelo
SUBSTANCE ABUSE	Biomedicina	Psicología
PSYCHIATRY	Biomedicina	Psicología
NUTRITION & DIETETICS	Biomedicina	Agricultura y Ciencias del Suelo
GEOGRAPHY	Ciencias de la Tierra y del Espacio	Biología Animal y Ecología
COMMUNICATION	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Física Nuclear y de Partículas
ENTOMOLOGY	Agricultura y Ciencias del Suelo	Biología Animal y Ecología
FORESTRY	Agricultura y Ciencias del Suelo	Biología Animal y Ecología
HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	Biomedicina	Política Sanitaria y Servicios Médicos
MINING & MINERAL PROCESSING	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	Ciencias de la Tierra y del Espacio
WOMEN'S STUDIES	Psicología	Política Sanitaria y Servicios Médicos

Tabla 47. Categorías multitemáticas del dominio español 1999-2002

Por último, en el intervalo 1999-2002, encontramos dieciséis categorías responsables del flujo de información entre distintas áreas temáticas. Cinco de ellas, de color rojo, son comunes a los dos periodos anteriores y ponen en contacto a las mismas áreas temáticas. Seis, de color azul se repiten en el periodo anterior, y también relacionan a las mismas áreas temáticas en ambos periodos. Y finalmente, las cinco últimas, muestran lo que podría considerarse como un nuevo emparejamiento y por tanto el inicio de un nuevo foco de investigación: *Agricultura y Ciencias del Suelo* con *Biología Animal y Ecología*.

7.3.3.2. Microestructura

Volviendo de nuevo a los scientogramas evolutivos, especialmente en los factoriales, vemos que a nivel microestructural se reproducen las características macroestructurales. A nivel de categorías, los tres scientogramas son un claro ejemplo de la naturaleza hiperbólica de las distribuciones bibliométricas. De igual modo, en los tres casos se produce una mayor concentración de categorías en la zona central y derecha que en la izquierda, presentando al mismo tiempo la típica estructura centro-periferia, de este tipo de scientogramas.

1990-1994		1995-1998	
Categoría	Grado	Categoría	Grado
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	26	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	26
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	17	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	22
PSYCHOLOGY	14	PSYCHOLOGY	12
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	9	ECONOMICS	10
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	9	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	9
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	7	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	9
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	7	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	9
ECONOMICS	7	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	7
MATHEMATICS, APPLIED	6	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	6
AGRICULTURE	6	MATHEMATICS, APPLIED	6
NEUROSCIENCES	6	AGRICULTURE	6
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	5	ENVIRONMENTAL SCIENCES	5
CHEMISTRY, ANALYTICAL	5	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	5
HISTORY	5	HISTORY	5
LANGUAGE & LINGUISTICS	5	SURGERY	4

1999-2002	
Categoría	Grado
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	26
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	20
PSYCHOLOGY	13
ECONOMICS	10
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	9
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	9
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	9
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	8
AGRICULTURE	8
MATHEMATICS, APPLIED	7
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	6
PSYCHIATRY	5
CHEMISTRY, ANALYTICAL	5
IMMUNOLOGY	5
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	5

Tabla 48. Centralidad de grado de las quince primeras categorías del dominio español en sus tres periodos

Como se deduce de las tablas anteriores, *Biochemistry & Molecular Biology* es la categoría más central en los scientogramas de los tres periodos temporales. Esto hace que esta categoría sea la más universal de todas, la que más fuentes comparte con el resto y como consecuencia, la

que más interviene en el desarrollo científico de cada periodo temporal. Al obtener el mismo grado nodal en los tres casos, no podemos decir que intervenga más en la investigación en un periodo que en otro, sino que en todos lo hace por igual.

El grado de universalidad y participación que las categorías tienen en el desarrollo científico de cada periodo, está relacionado con la distancia geodésica de cada una de ellas con respecto a la categoría *Biochemistry & Molecular Biology*.

Categoría	Distancia	Categoría	Distancia
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0	SOCIAL ISSUES	3
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	1	SOCIAL WORK	3
AGRICULTURE	1	PSYCHOLOGY, SOCIAL	3
NUTRITION & DIETETICS	1	NURSING	3
PLANT SCIENCES	1	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	3
ZOOLOGY	1	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	3
BIOLOGY	1	PSYCHOLOGY, APPLIED	3
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	1	LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN	3
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	1	ENGINEERING, PETROLEUM	4
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	1	ACOUSTICS	4
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	1	RESPIRATORY SYSTEM	4
NEUROSCIENCES	1	DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	4
ONCOLOGY	1	ORTHOPEDECS	4
PHARMACOLOGY & PHARMACY	1	OTORHINOLARYNGOLOGY	4
PHYSIOLOGY	1	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	4
PARASITOLOGY	1	TROPICAL MEDICINE	4
VETERINARY SCIENCES	1	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	4
VIROLOGY	1	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	4
MICROBIOLOGY	1	ENGINEERING, MARINE	4
BIOPHYSICS	1	ENGINEERING, CIVIL	4
CHEMISTRY, ANALYTICAL	1	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	4
REPRODUCTIVE SYSTEMS	1	URBAN STUDIES	4
GENETICS & HEREDITY	1	WOMEN'S STUDIES	4
IMMUNOLOGY	1	POLITICAL SCIENCE	4
GERIATRICS & GERONTOLOGY	1	EDUCATION, SPECIAL	4
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	1	ARCHAEOLOGY	4
CHEMISTRY, MEDICINAL	1	FAMILY STUDIES	4
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	2	LANGUAGE & LINGUISTICS	4
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	2	HEALTH POLICY & SERVICES	4
ENTOMOLOGY	2	DEMOGRAPHY	4
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	2	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	4
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	2	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	5
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	2	MECHANICS	5
CRYSTALLOGRAPHY	2	PHYSICS, NUCLEAR	5
CELL BIOLOGY	2	OPTICS	5
ENVIRONMENTAL SCIENCES	2	PHYSICS, CONDENSED MATTER	5
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	2	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	5
CLINICAL NEUROLOGY	2	PHYSICS, MATHEMATICAL	5
ECOLOGY	2	HISTORY	5
OPHTHALMOLOGY	2	COMMUNICATION	5
POLYMER SCIENCE	2	LITERATURE, ROMANCE	5
ENGINEERING, CHEMICAL	2	LITERATURE	5
PSYCHIATRY	2	ARCHITECTURE	5
CHEMISTRY, ORGANIC	2	ART	5
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	2	FILM, RADIO, TELEVISION	5
CHEMISTRY, PHYSICAL	2	CLASSICS	5
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	2	LITERATURE, BRITISH ISLES	5
BEHAVIORAL SCIENCES	2	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	6
TOXICOLOGY	2	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	6
FORESTRY	2	MATHEMATICS, APPLIED	6
INFECTIOUS DISEASES	2	PHYSICS, APPLIED	6
ALLERGY	2	ENGINEERING, MECHANICAL	6

BIOLOGY, MISCELLANEOUS	2	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	6
MEDICINE, LEGAL	2	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	6
SPORT SCIENCES	2	AREA STUDIES	6
ANDROLOGY	2	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	6
PSYCHOLOGY	2	THEATER	6
SPECTROSCOPY	2	LITERARY REVIEWS	6
ORNITHOLOGY	2	MUSIC	6
HORTICULTURE	2	RELIGION	6
TRANSPLANTATION	2	FOLKLORE	6
ELECTROCHEMISTRY	2	MATHEMATICS	7
MYCOLOGY	2	MEDICAL INFORMATICS	7
PHILOSOPHY	2	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	7
ENERGY & FUELS	3	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	7
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	3	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	7
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	3	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	7
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	3	ENGINEERING	7
ANESTHESIOLOGY	3	PALEONTOLOGY	7
ANATOMY & MORPHOLOGY	3	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	7
SURGERY	3	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	7
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	3	ENGINEERING, BIOMEDICAL	7
HEMATOLOGY	3	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	7
WATER RESOURCES	3	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	7
PATHOLOGY	3	GEOGRAPHY	7
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	3	GEOLOGY	7
PEDIATRICS	3	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	7
SUBSTANCE ABUSE	3	MINING & MINERAL PROCESSING	7
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	3	ASIAN STUDIES	7
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	3	ENGINEERING, AEROSPACE	8
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	3	STATISTICS & PROBABILITY	8
RHEUMATOLOGY	3	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	8
UROLOGY & NEPHROLOGY	3	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	8
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	3	ENGINEERING, MANUFACTURING	8
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	3	TELECOMMUNICATIONS	8
ANTHROPOLOGY	3	MINERALOGY	8
REHABILITATION	3	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	8
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	3	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	8
ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	3	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	8
OCEANOGRAPHY	3	REMOTE SENSING	8
CHEMISTRY, APPLIED	3	TRANSPORTATION	8
MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	3	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	8
ERGONOMICS	3	MANAGEMENT	8
THERMODYNAMICS	3	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	9
MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	3	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	9
FISHERIES	3	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	9
LIMNOLOGY	3	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	9
PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	3	ECONOMICS	9
PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	3	BUSINESS	9
PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	3	PLANNING & DEVELOPMENT	9
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	3	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	10
ENGINEERING, INDUSTRIAL	3	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	10
PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	3	LAW	10
ENVIRONMENTAL STUDIES	3	BUSINESS, FINANCE	10
PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	3	PUBLIC ADMINISTRATION	10
SOCIOLOGY	3	INTERNATIONAL RELATIONS	10
MICROSCOPY	3	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	10
PSYCHOLOGY, CLINICAL	3	POETRY	
MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	3	LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN	
SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	3		

Tabla 49. Distancias de las categorías del scientograma del dominio español 1990-1994, respecto a su categoría central

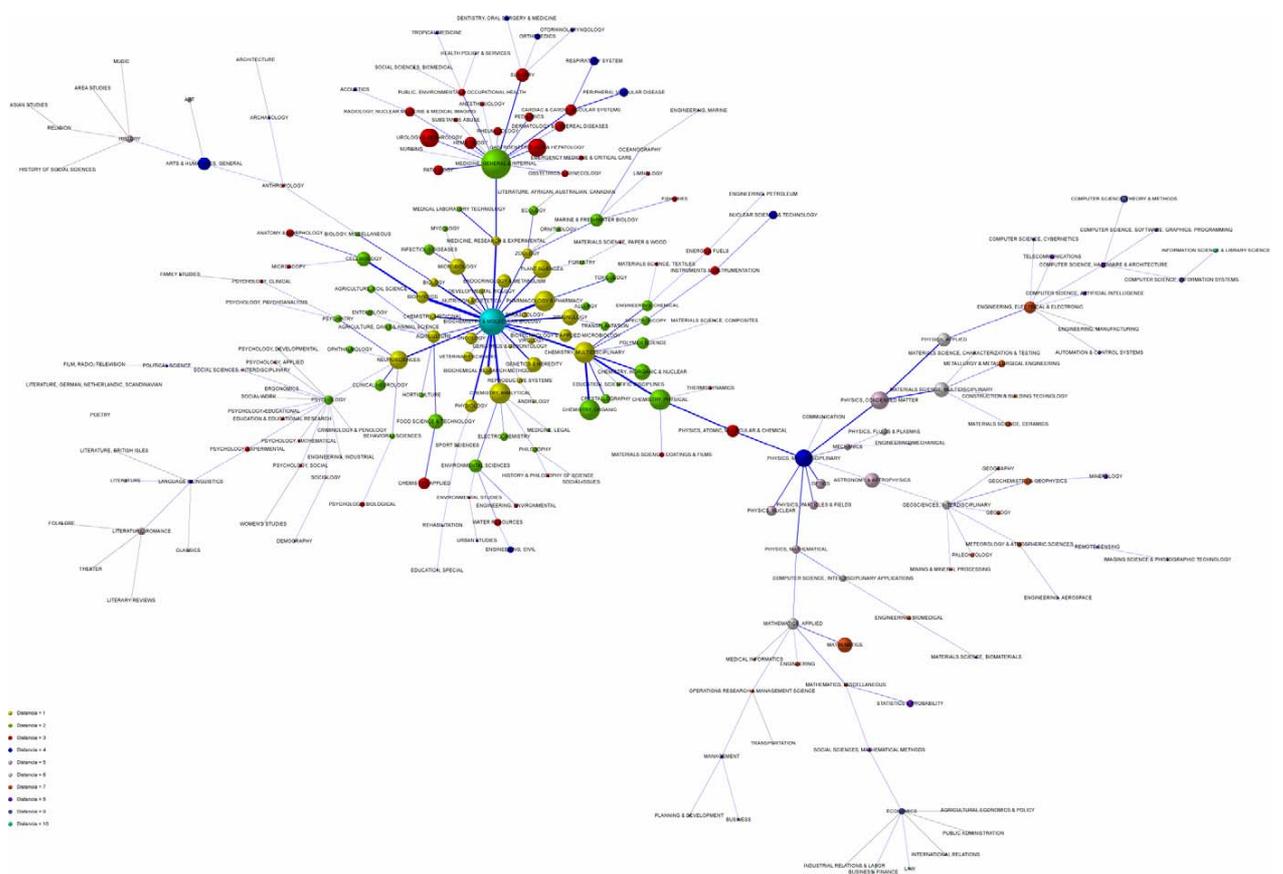


Ilustración 72. Scientograma de distancias del dominio español 1990-1994, respecto a su categoría central

Visualización y Análisis de Grandes Dominios Científicos Mediante Redes PathFinder (PFNET)

Categoría	Distancia	Categoría	Distancia
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	4
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	1	PALEONTOLOGY	4
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	1	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	4
AGRICULTURE	1	PSYCHOLOGY	4
NUTRITION & DIETETICS	1	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	4
PLANT SCIENCES	1	GEOGRAPHY	4
ZOOLOGY	1	ORNITHOLOGY	4
BIOLOGY	1	GEOLOGY	4
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	1	ENGINEERING, CIVIL	4
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	1	MINING & MINERAL PROCESSING	4
CELL BIOLOGY	1	PSYCHOLOGY, CLINICAL	4
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	1	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	4
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	1	URBAN STUDIES	4
NEUROSCIENCES	1	ARCHAEOLOGY	4
ONCOLOGY	1	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	4
PHARMACOLOGY & PHARMACY	1	ENGINEERING, GEOLOGICAL	4
PHYSIOLOGY	1	FILM, RADIO, TELEVISION	4
VETERINARY SCIENCES	1	ENGINEERING, AEROSPACE	5
MICROBIOLOGY	1	MECHANICS	5
BIOPHYSICS	1	PHYSICS, NUCLEAR	5
CHEMISTRY, ANALYTICAL	1	OPTICS	5
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	1	PHYSICS, CONDENSED MATTER	5
REPRODUCTIVE SYSTEMS	1	MINERALOGY	5
GENETICS & HEREDITY	1	OCEANOGRAPHY	5
IMMUNOLOGY	1	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	5
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	1	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	5
CHEMISTRY, MEDICINAL	1	FISHERIES	5
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	2	LIMNOLOGY	5
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	2	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	5
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	2	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	5
ENTOMOLOGY	2	PHYSICS, MATHEMATICAL	5
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	2	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	5
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	2	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	5
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	2	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	5
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	2	SOCIOLOGY	5
ANESTHESIOLOGY	2	REMOTE SENSING	5
ANATOMY & MORPHOLOGY	2	SOCIAL WORK	5
SURGERY	2	PSYCHOLOGY, SOCIAL	5
CRYSTALLOGRAPHY	2	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	5
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	2	FAMILY STUDIES	5
HEMATOLOGY	2	PSYCHOLOGY, APPLIED	5
ENVIRONMENTAL SCIENCES	2	PHILOSOPHY	5
CLINICAL NEUROLOGY	2	COMMUNICATION	5
PATHOLOGY	2	LITERATURE, AMERICAN	5
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	2	ART	5
OPHTHALMOLOGY	2	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	6
PEDIATRICS	2	MATHEMATICS, APPLIED	6
POLYMER SCIENCE	2	PHYSICS, APPLIED	6
ENGINEERING, CHEMICAL	2	ENGINEERING, MECHANICAL	6
PARASITOLOGY	2	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	6
VIROLOGY	2	ENGINEERING, MARINE	6
SUBSTANCE ABUSE	2	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	6
CHEMISTRY, ORGANIC	2	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	6
CHEMISTRY, PHYSICAL	2	WOMEN'S STUDIES	6
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	2	LANGUAGE & LINGUISTICS	6
BEHAVIORAL SCIENCES	2	POETRY	6
TOXICOLOGY	2	ARCHITECTURE	6
GERIATRICS & GERONTOLOGY	2	MATHEMATICS	7
FORESTRY	2	MEDICAL INFORMATICS	7
INFECTIOUS DISEASES	2	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	7
RHEUMATOLOGY	2	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	7
UROLOGY & NEPHROLOGY	2	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	7
ALLERGY	2	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	7
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	2	ENGINEERING	7
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	2	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	7
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	2	ENGINEERING, BIOMEDICAL	7
REHABILITATION	2	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	7
SPORT SCIENCES	2	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	7
ANDROLOGY	2	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	7
SPECTROSCOPY	2	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	7
HORTICULTURE	2	LITERATURE, ROMANCE	7
TRANSPLANTATION	2	LITERATURE	7
ELECTROCHEMISTRY	2	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	8

Capítulo 7: Resultados

MYCOLOGY	2	STATISTICS & PROBABILITY	8
MICROSCOPY	2	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	8
SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	2	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	8
SOCIAL ISSUES	2	TELECOMMUNICATIONS	8
NURSING	2	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	8
HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	2	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	8
MUSIC	2	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	8
ENERGY & FUELS	3	ENGINEERING, INDUSTRIAL	8
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	3	TRANSPORTATION	8
ACOUSTICS	3	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	8
RESPIRATORY SYSTEM	3	MANAGEMENT	8
WATER RESOURCES	3	HISTORY	8
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	3	THEATER	8
ECOLOGY	3	LITERARY REVIEWS	8
ORTHOPEDICS	3	FOLKLORE	8
OTORHINOLARYNGOLOGY	3	LITERATURE, BRITISH ISLES	8
PSYCHIATRY	3	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	9
TROPICAL MEDICINE	3	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	9
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	3	ENGINEERING, MANUFACTURING	9
MEDICINE, LEGAL	3	ERGONOMICS	9
ANTHROPOLOGY	3	ECONOMICS	9
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	3	BUSINESS	9
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	3	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	9
ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	3	ETHNIC STUDIES	9
CHEMISTRY, APPLIED	3	RELIGION	9
MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	3	CLASSICS	9
THERMODYNAMICS	3	LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN	9
ENVIRONMENTAL STUDIES	3	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	10
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	3	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	10
PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	3	LAW	10
EDUCATION, SPECIAL	3	PLANNING & DEVELOPMENT	10
HEALTH POLICY & SERVICES	3	BUSINESS, FINANCE	10
DEMOGRAPHY	3	PUBLIC ADMINISTRATION	10
ARTS & HUMANITIES, GENERAL	3	AREA STUDIES	10
LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN	3	POLITICAL SCIENCE	10
ENGINEERING, PETROLEUM	4	INTERNATIONAL RELATIONS	10
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	4	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	10
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	4	ASIAN STUDIES	10
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	4		

Tabla 50. Distancias de las categorías del scientograma del dominio español 1995-1998, respecto a su categoría central

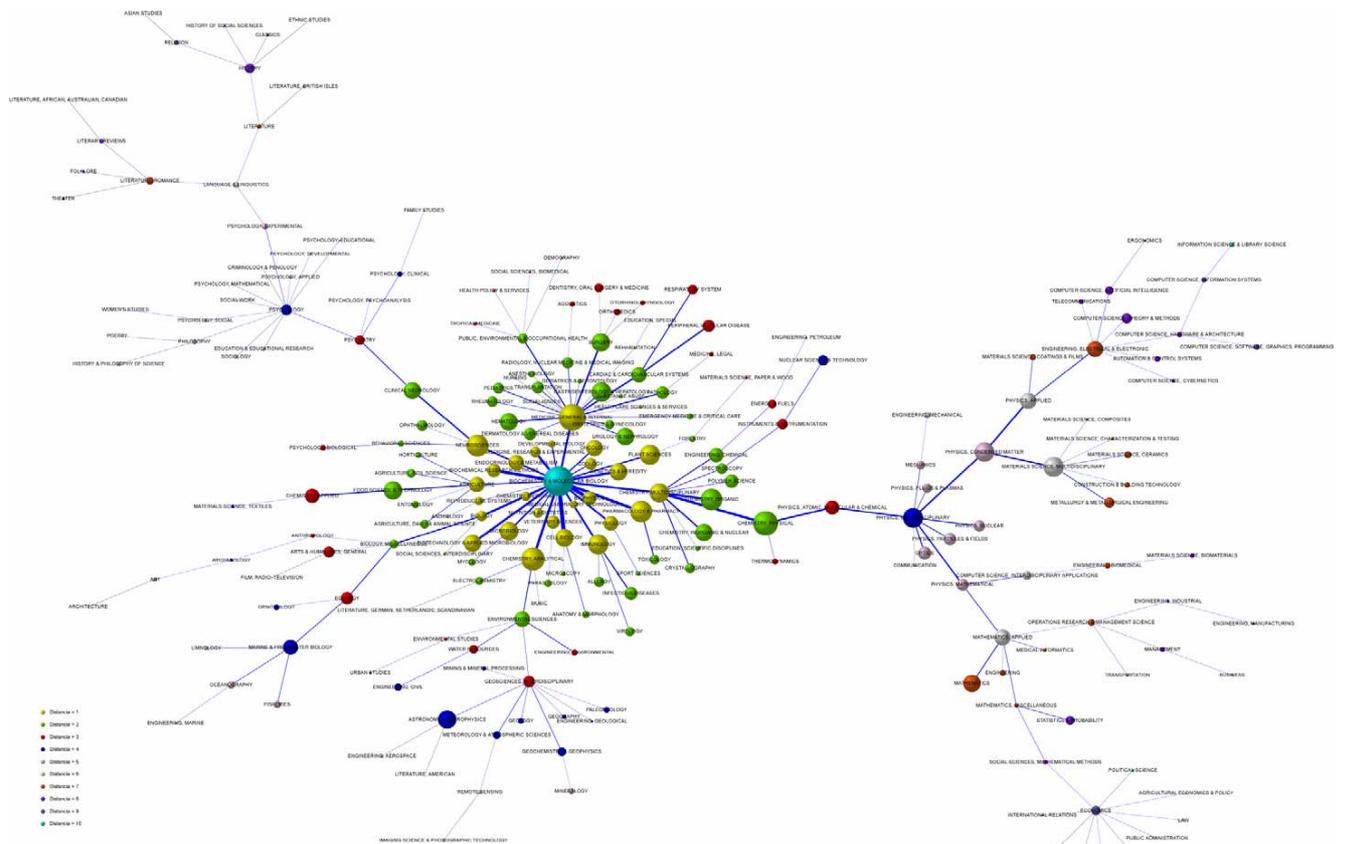


Ilustración 73. Scientograma de distancias del dominio español 1995-1998, respecto a su categoría central

Capítulo 7: Resultados

Categoría	Distancia	Categoría	Distancia
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0	ORNITHOLOGY	4
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	1	ENVIRONMENTAL STUDIES	4
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	1	PSYCHOLOGY, CLINICAL	4
AGRICULTURE	1	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	4
NUTRITION & DIETETICS	1	ARCHAEOLOGY	4
PLANT SCIENCES	1	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	4
ZOOLOGY	1	DEMOGRAPHY	4
BIOLOGY	1	LITERARY REVIEWS	4
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	1	BIODIVERSITY CONSERVATION	4
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	1	LITERARY THEORY & CRITICISM	4
CELL BIOLOGY	1	ENGINEERING, PETROLEUM	5
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	1	MECHANICS	5
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	1	PHYSICS, NUCLEAR	5
NEUROSCIENCES	1	OPTICS	5
ONCOLOGY	1	PHYSICS, CONDENSED MATTER	5
PHARMACOLOGY & PHARMACY	1	OCEANOGRAPHY	5
PHYSIOLOGY	1	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	5
VETERINARY SCIENCES	1	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	5
MICROBIOLOGY	1	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	5
BIOPHYSICS	1	FISHERIES	5
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	1	LIMNOLOGY	5
REPRODUCTIVE SYSTEMS	1	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	5
GENETICS & HEREDITY	1	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	5
IMMUNOLOGY	1	ENGINEERING, CIVIL	5
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	1	PHYSICS, MATHEMATICAL	5
CHEMISTRY, MEDICINAL	1	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	5
FILM, RADIO, TELEVISION	1	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	5
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	2	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	5
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	2	SOCIOLOGY	5
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	2	URBAN STUDIES	5
ENTOMOLOGY	2	SOCIAL WORK	5
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	2	PSYCHOLOGY, SOCIAL	5
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	2	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	5
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	2	FAMILY STUDIES	5
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	2	PSYCHOLOGY, APPLIED	5
ANESTHESIOLOGY	2	COMMUNICATION	5
ANATOMY & MORPHOLOGY	2	ARCHITECTURE	5
SURGERY	2	LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN	5
CRYSTALLOGRAPHY	2	PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY	5
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	2	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	6
HEMATOLOGY	2	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	6
CLINICAL NEUROLOGY	2	MATHEMATICS, APPLIED	6
PATHOLOGY	2	PHYSICS, APPLIED	6
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	2	ENGINEERING, MECHANICAL	6
OPHTHALMOLOGY	2	ENGINEERING, MARINE	6
PEDIATRICS	2	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	6
PARASITOLOGY	2	LANGUAGE & LINGUISTICS	6
VIROLOGY	2	ETHNIC STUDIES	6
CHEMISTRY, ORGANIC	2	MATHEMATICS	7
CHEMISTRY, ANALYTICAL	2	MEDICAL INFORMATICS	7
CHEMISTRY, PHYSICAL	2	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	7
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	2	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	7
BEHAVIORAL SCIENCES	2	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	7
TOXICOLOGY	2	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	7
GERIATRICS & GERONTOLOGY	2	STATISTICS & PROBABILITY	7
FORESTRY	2	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	7
INFECTIOUS DISEASES	2	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	7
RHEUMATOLOGY	2	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	7
UROLOGY & NEPHROLOGY	2	ENGINEERING	7
ALLERGY	2	ENGINEERING, MANUFACTURING	7
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	2	PALEONTOLOGY	7
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	2	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	7
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	2	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	7
REHABILITATION	2	ENGINEERING, BIOMEDICAL	7
SPORT SCIENCES	2	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	7
ANDROLOGY	2	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	7
HORTICULTURE	2	GEOLOGY	7
TRANSPLANTATION	2	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	7
MYCOLOGY	2	MINING & MINERAL PROCESSING	7
MICROSCOPY	2	ENGINEERING, GEOLOGICAL	7
SOCIAL ISSUES	2	LITERATURE, ROMANCE	7
HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	2	ENGINEERING, OCEAN	7
POETRY	2	MUSIC	7

Visualización y Análisis de Grandes Dominios Científicos Mediante Redes PathFinder (PFNET)

FOLKLORE	2	LITERATURE	7
AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	2	APPLIED LINGUISTICS	7
INTEGRATIVE & COMPLEMENTARY MEDICINE	2	GEOGRAPHY, PHYSICAL	7
MEDICAL ETHICS	2	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	8
AGRICULTURAL ENGINEERING	2	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	8
ACOUSTICS	3	ENGINEERING, AEROSPACE	8
RESPIRATORY SYSTEM	3	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	8
ENVIRONMENTAL SCIENCES	3	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	8
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	3	TELECOMMUNICATIONS	8
ECOLOGY	3	MINERALOGY	8
ORTHOPEDECS	3	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	8
OTORHINOLARYNGOLOGY	3	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	8
POLYMER SCIENCE	3	GEOGRAPHY	8
ENGINEERING, CHEMICAL	3	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	8
PSYCHIATRY	3	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	8
TROPICAL MEDICINE	3	ENGINEERING, INDUSTRIAL	8
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	3	REMOTE SENSING	8
MEDICINE, LEGAL	3	MANAGEMENT	8
ANTHROPOLOGY	3	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	8
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	3	PHILOSOPHY	8
CHEMISTRY, APPLIED	3	THEATER	8
MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	3	LITERATURE, BRITISH ISLES	8
SPECTROSCOPY	3	TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY	8
ELECTROCHEMISTRY	3	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	9
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	3	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	9
PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	3	ERGONOMICS	9
NURSING	3	TRANSPORTATION	9
WOMEN'S STUDIES	3	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	9
EDUCATION, SPECIAL	3	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	9
HEALTH POLICY & SERVICES	3	BUSINESS	9
LITERATURE, AMERICAN	3	PLANNING & DEVELOPMENT	9
ARTS & HUMANITIES, GENERAL	3	ROBOTICS	9
ART	3	ETHICS	9
LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN	3	ECONOMICS	10
CRITICAL CARE MEDICINE	3	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	11
GERONTOLOGY	3	LAW	11
NEUROIMAGING	3	BUSINESS, FINANCE	11
EVOLUTIONARY BIOLOGY	3	PUBLIC ADMINISTRATION	11
ENERGY & FUELS	4	AREA STUDIES	11
WATER RESOURCES	4	POLITICAL SCIENCE	11
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	4	INTERNATIONAL RELATIONS	11
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	4	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	11
SUBSTANCE ABUSE	4	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	11
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	4	HISTORY	12
ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	4	RELIGION	13
PSYCHOLOGY	4	CLASSICS	13
THERMODYNAMICS	4	ASIAN STUDIES	14

Tabla 51. Distancias de las categorías del scientograma del dominio español 1999-2002, respecto a su categoría central

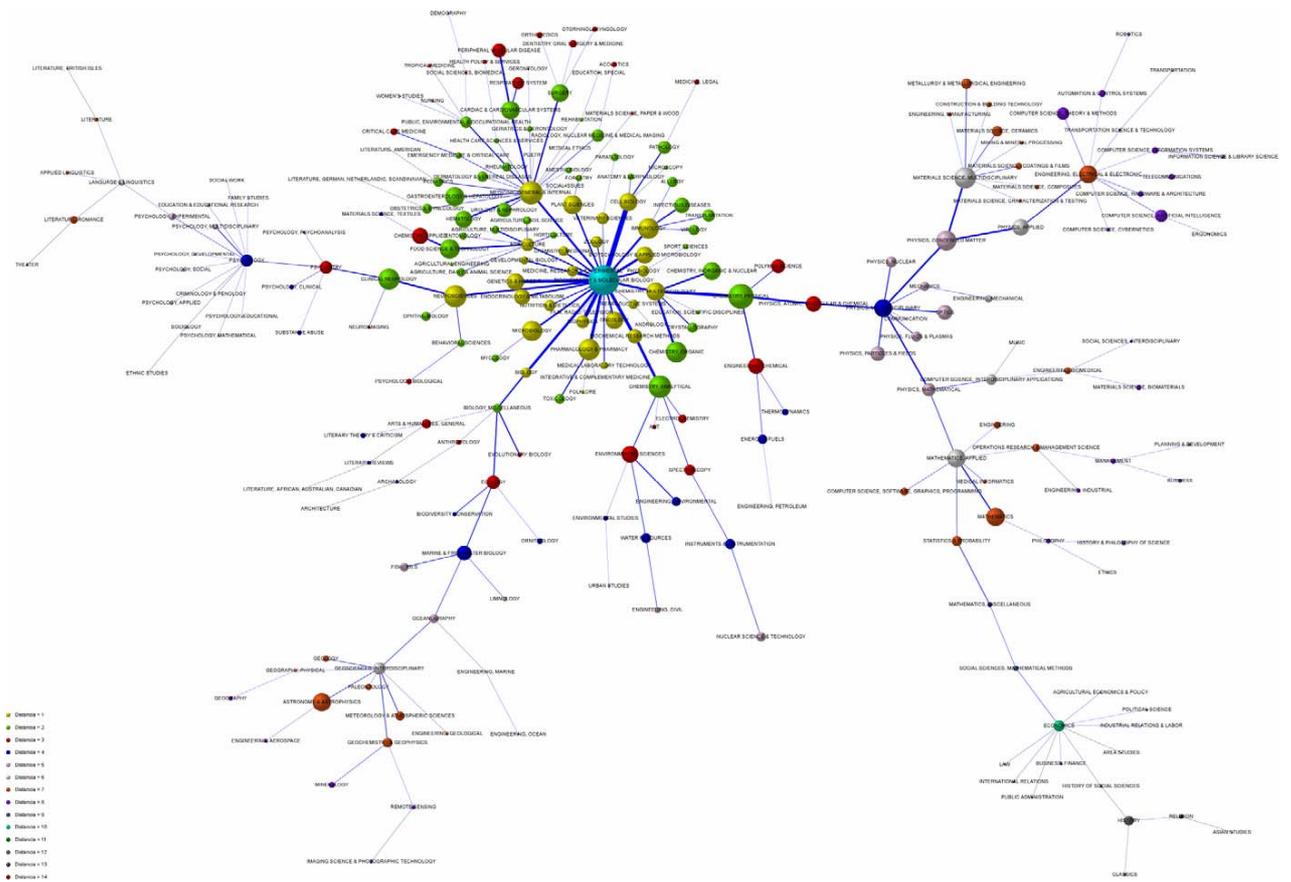


Ilustración 74. Scientograma de distancias del dominio español 1999-2002, respecto a su categoría central
 - 300 -

A nivel general, el grado de universalidad de las categorías de los tres periodos, (su distancia geodésica) es muy similar en los tres casos. Las diferencias principales las encontramos sobre todo en las categorías pertenecientes al área de las Humanidades, que por sus relaciones en algunas ocasiones *dudosas*, presentan grandes variaciones en sus distancias. Por lo demás, el grado en que comparten fuentes con otras categorías o su nivel de participación en el desarrollo del dominio, está perfectamente definido por la distancia geodésica en cada periodo.

Por ejemplo, si queremos encontrar las veinte categorías que más participan en la investigación en los tres intervalos de tiempo, sólo tenemos que seleccionar aquellos con una distancia menor en cada periodo:

Categoría	1990-1994 Distancia	1995-1998 Distancia	1999-2002 Distancia
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0	0	0
AGRICULTURA	1	1	1
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	1	1	1
BIOLOGY	1	1	1
BIOPHYSICS	1	1	1
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	1	1	1
CHEMISTRY, MEDICINAL	1	1	1
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	1	1	1
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	1	1	1
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	1	1	1
GENETICS & HEREDITY	1	1	1
IMMUNOLOGY	1	1	1
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	1	1	1
MICROBIOLOGY	1	1	1
NEUROSCIENCES	1	1	1
NUTRITION & DIETETICS	1	1	1
ONCOLOGY	1	1	1
PHARMACOLOGY & PHARMACY	1	1	1
PHYSIOLOGY	1	1	1
PLANT SCIENCES	1	1	1
REPRODUCTIVE SYSTEMS	1	1	1
VETERINARY SCIENCES	1	1	1
ZOOLOGY	1	1	1

Tabla 52. Veinte primeras categorías de carácter más universal, del dominio español 1990-2002

Prominencia

Como se puede ver, bien de forma tabular, o bien de forma gráfica, mediante las tablas e ilustraciones que se muestran a continuación, *Biochemistry & Molecular Biology* es la categoría más prominente en los tres intervalos temporales, aumentando su grado de prominencia con el paso del tiempo.

1990-1994 Categoría	Prominencia
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	151.53
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	52.58
PSYCHOLOGY	38.77
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	25.82
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	22.4
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	21.88
MATHEMATICS, APPLIED	19.6
LANGUAGE & LINGUISTICS	15.53
HISTORY	15
ECONOMICS	14.4
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	10.29
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	9

1990-1994 Categoría	Prominencia
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	187.68
PSYCHOLOGY	38.6
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	37.29
MATHEMATICS, APPLIED	26.46
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	25
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	23.3
ECONOMICS	20.54
HISTORY	15
LITERATURE, ROMANCE	12.4
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	12.2
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	11.53
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	11

1990-1994 Categoría	Prominencia
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	201.75
PSYCHOLOGY	37.75
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	29
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	26.5
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	21.82
ECONOMICS	21.54
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	21.32
CHEMISTRY, ANALYTICAL	20.32
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	18.75
MATHEMATICS, APPLIED	18.7125
LANGUAGE & LINGUISTICS	11.47

Tabla 53. Categorías más prominentes del dominio español 1990-2002

Para el periodo 1990-1994, el algoritmo de robo detecta veintitrés categorías prominentes. Mediante el test *scree* identificamos doce, nueve de las cuales son el origen de alguna de las diez áreas temáticas de este periodo. Sólo queda pues por identificar el área temática *Agricultura y Ciencias del Suelo*, cuya categoría origen consideramos que es *Agriculture*.

En el intervalo 1990-1995, el algoritmo de robo detecta veinte categorías. Doce son identificadas por el test *scree* y de estas, nueve son el origen de alguna de las diez áreas temáticas de este periodo. *Agricultura y Ciencias del Suelo* no es identificada como prominente mediante este algoritmo. Consideramos de nuevo que su categoría origen es *Agriculture*.

Finalmente, en el periodo de 1999-2002 se detectan veinte categorías como prominentes, de las cuales, once son identificadas por el test *scree*. De ellas, nueve son el origen de alguna de las once áreas temáticas. No se detectan por tanto las áreas temáticas: *Política Sanitaria y Servicios*

Médicos, y Agricultura y Ciencias del Suelo, cuyas categorías origen consideramos que son: Agriculture y Medicine General & Internal.

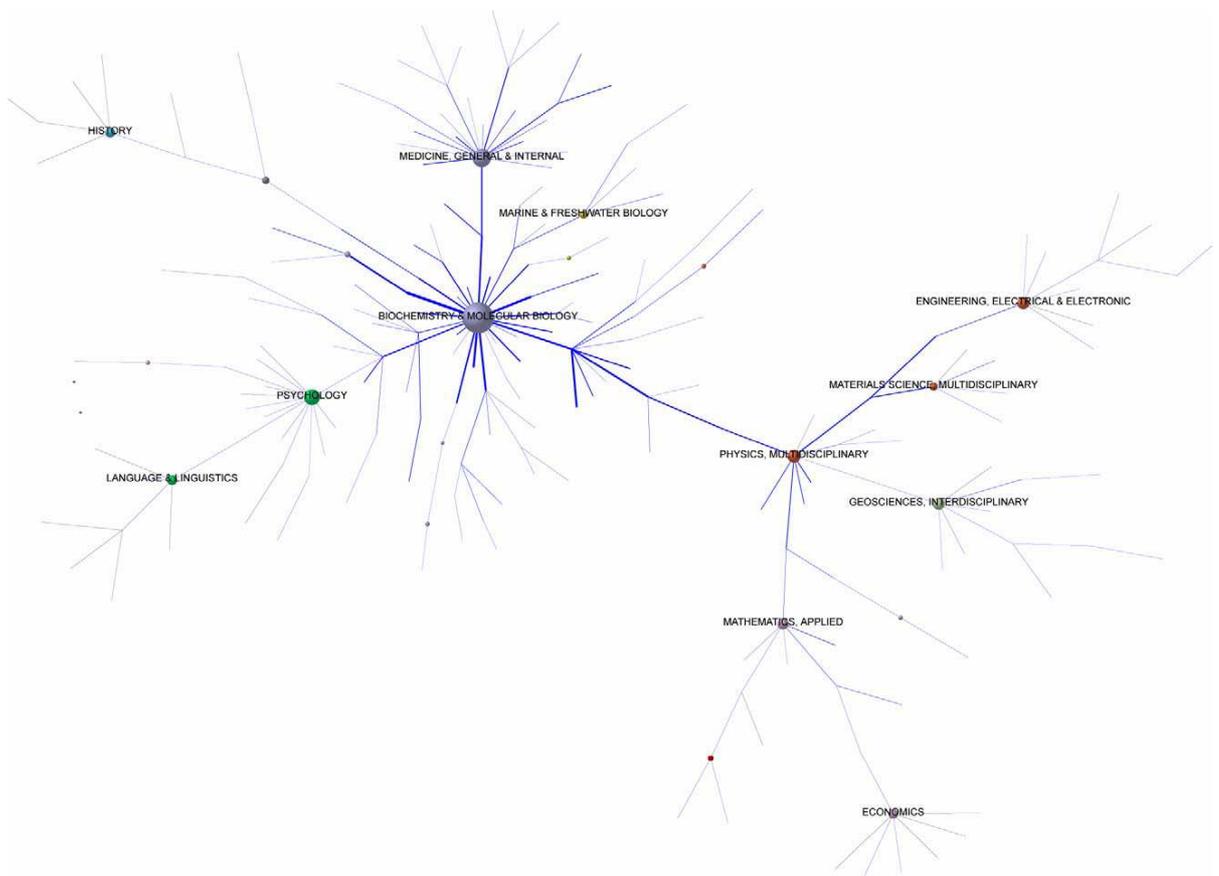


Ilustración 75. Scientograma de las categorías más prominentes del dominio español 1990-1994

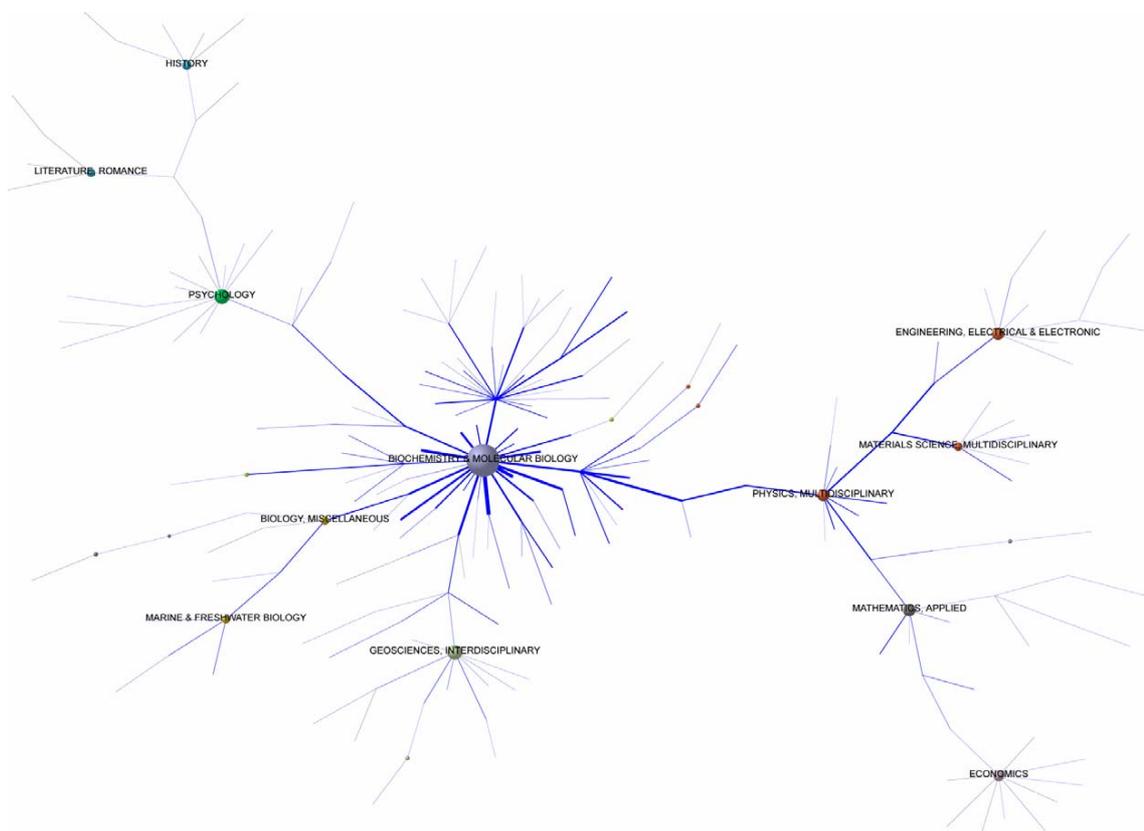


Ilustración 76. Scientograma de las categorías más prominentes del dominio español 1995-1998

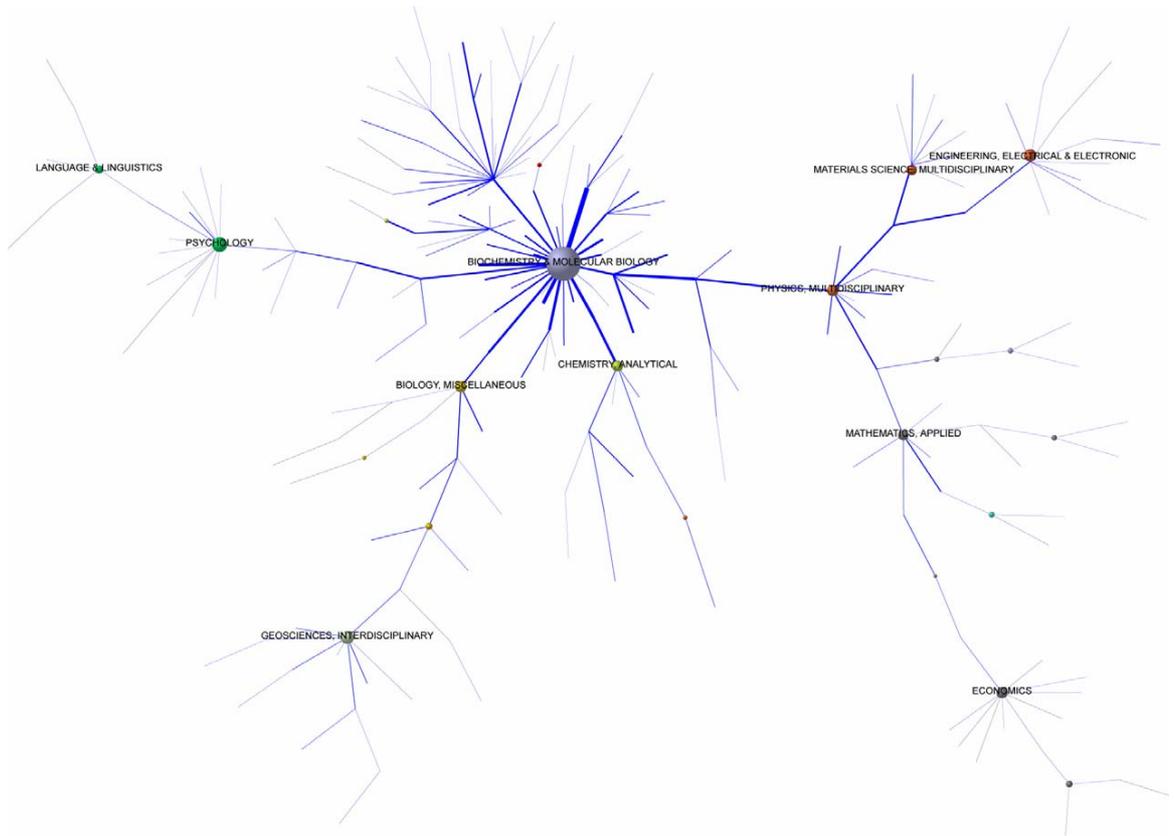


Ilustración 77. Scientograma de las categorías más prominentes del dominio español 1999-2002

En resumen y en vista de los resultados obtenidos por el algoritmo de robo de grado, podemos decir que *Biochemistry & Molecular Biology* se consolida como la categoría más prominente del dominio español, incrementando su prominencia, es decir, la utilización de sus fuentes por parte de las categorías que la rodean, en la medida que avanza el tiempo. *Psychology*, a partir del segundo periodo y hasta el 2002 se consolida como la segunda categoría más prominente del dominio español, aunque su grado de prominencia no aumenta en el último periodo, sino que permanece estable a lo largo de los dos últimos. Por último, *Geosciences* es la tercera categoría en discordia desde el punto de vista de su prominencia. Afianzada en este puesto a partir del segundo periodo, mantiene desde entonces una dura pugna con *Engineering Electrical & Electronic –Informática y Telecomunicaciones–* por este tercer puesto.

7.3.3.3. Columna Vertebral

Desde la perspectiva de la evolución, podemos decir que la columna vertebral de la investigación del dominio español, se afianza y se desarrolla con el paso del tiempo.

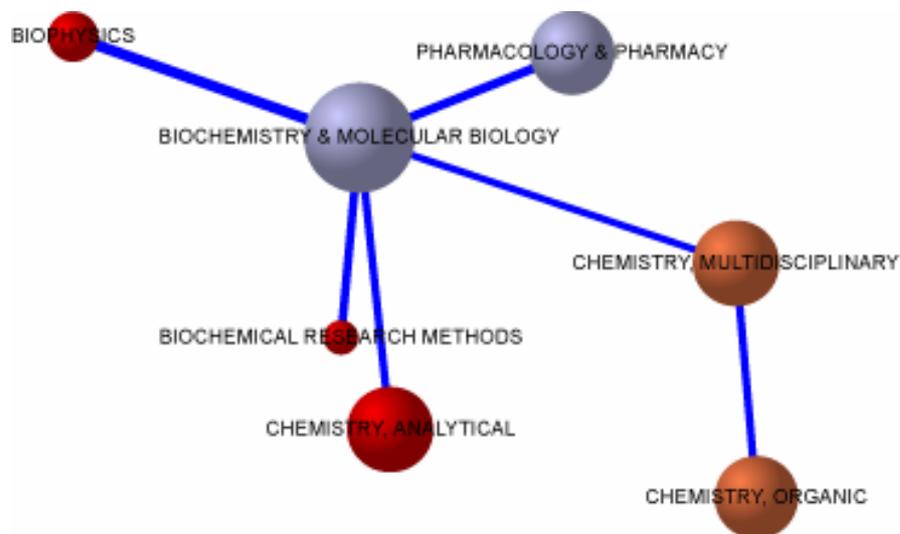


Ilustración 78. Columna vertebral de la investigación española 1990-1994

En el periodo 1990-1994, son tres las áreas temáticas que integran el espinazo de la ciencia española: *Biomedicina*, *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, y *Agricultura y Ciencias del Suelo*, las cuales se componen por siete categorías. No obstante, tres de estas categorías —de color rojo— son de las que en el apartado 7.1.3.2 denominábamos de tipo uno, es decir, como aquellas que son el origen o primera fase de evolución de un área temática.

En el intervalo 1990-1995 la situación es muy parecida a la anterior, donde la espina dorsal de la investigación española se compone por dos áreas temáticas consolidadas y una emergente. No obstante, se produce un aumento en el número de categorías de la *Biomedicina*: (tres), al tiempo que una reducción a sólo una, en el área de la *Agricultura y Ciencias del Suelo*. Por lo que el número total de categorías aumenta con respecto al periodo anterior: diez frente a siete.

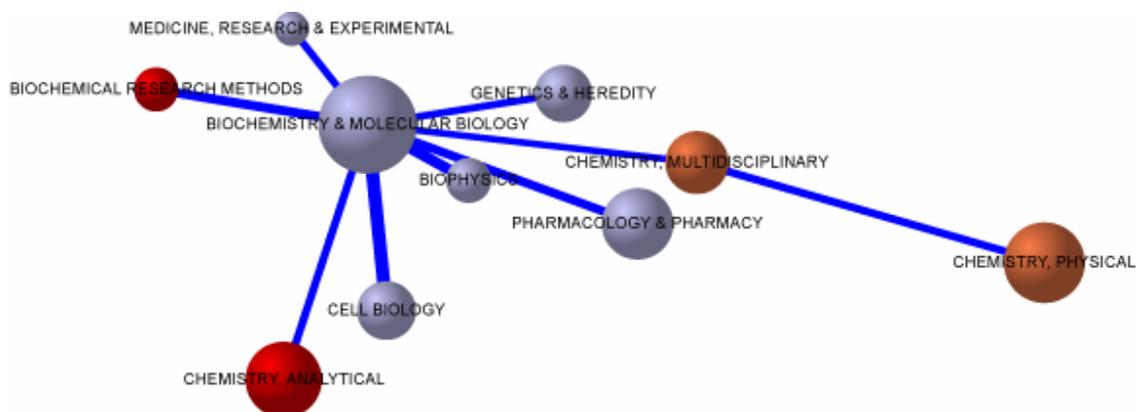


Ilustración 79. Columna vertebral de la investigación española 1995-1998

En el último periodo, son tres las áreas temáticas que constituyen la columna vertebral de la investigación española, pues *Agricultura y Ciencias del Suelo*, ya aparece como consolidada, como se puede ver en la ilustración que se muestra a continuación. El número de categorías que integran estas tres áreas, también crece respecto al periodo anterior: trece

frente a diez. Por todo esto, es por lo que anteriormente afirmábamos que el dominio español, se afianza y se desarrolla con el paso del tiempo.

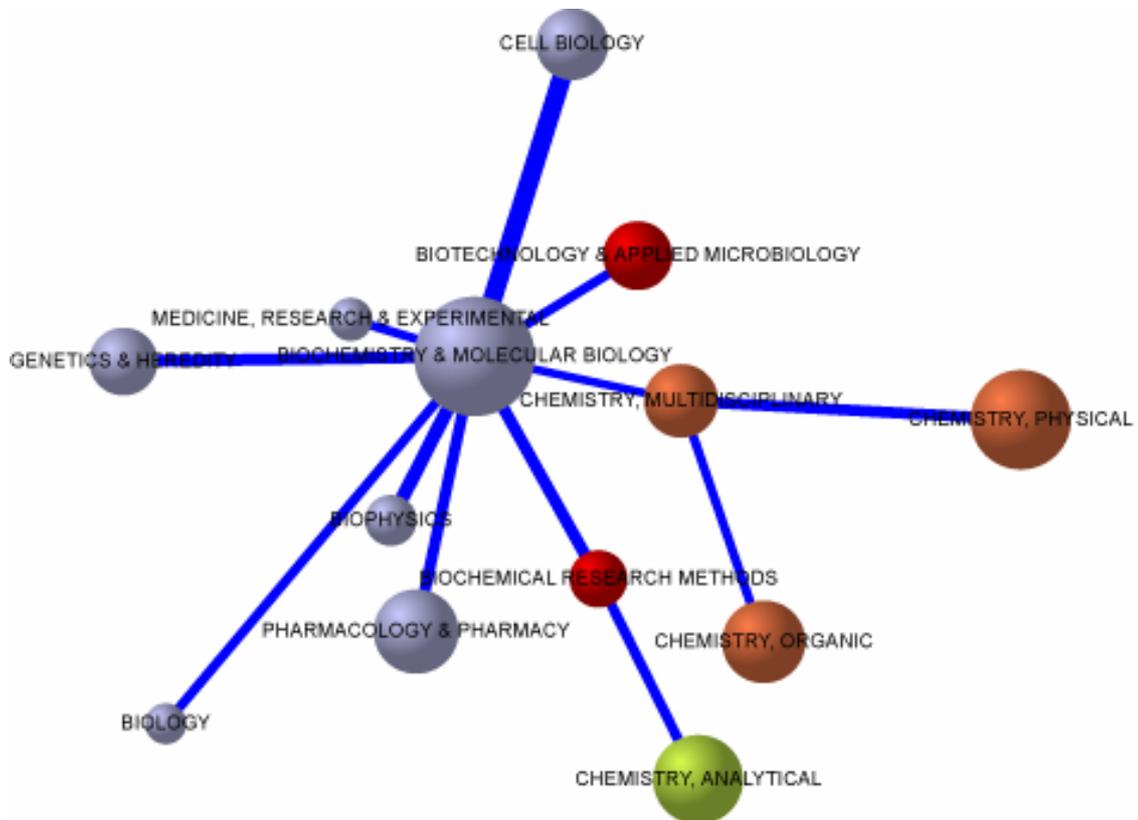


Ilustración 80. Columna vertebral de la investigación española 1999-2002

A nivel general y en vista de las tres ilustraciones anteriores, no podemos más que confirmar lo dicho hasta ahora a nivel macro y microestructural:

- El área temática de la *Biomedicina* es el núcleo de investigación del dominio científico español; es el área que más fuentes comparte con el resto y por tanto, la que más interviene en el desarrollo científico del dominio. También es la que con el paso del tiempo más aumenta el número de sus categorías y con ellas, su influencia sobre el resto de áreas.

- La segunda área temática más influyente del dominio español es *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada*, la cual también evoluciona y se desarrolla con el tiempo, pero en mucha menor medida que su predecesora.
- La tercera área temática es *Agricultura y Ciencias del Suelo*. No obstante, otras medidas como la prominencia, señalaban en este puesto a las *Ciencias de la Tierra y del Espacio*, e incluso la centralidad de grado a nivel macroestructural, ponía en esta tercera posición al área de la *Biología Animal y Ecología*. Estas divergencias en posiciones inferiores, son comunes en algunas de las medidas basadas en el grado de las redes sociales. Pero lo importante es que todas ellas coinciden en señalar cuáles son las más significativas.

8. Discusión

La scientografía de grandes dominios científicos basada en la cocitación pura de las categorías JCR y representada mediante PFNETs, ofrece la posibilidad de poder explorar el estado de la investigación desde una amplia gama de perspectivas. Por una parte ofrece a los analistas de dominios la posibilidad de ver y conocer cuáles son las conexiones esenciales o más significativas entre categorías de un determinado dominio. Además permite ver cómo se agrupan dichas categorías en grandes áreas temáticas y cómo se interrelacionan a través de un orden lógico y de secuencias explícitas de categorías. Finalmente facilita el análisis detallado de la estructura de un dominio, su comparación con otro, o estudio de su evolución a través del tiempo.

Por otra parte, aquellos usuarios interesados en la recuperación de la información, pueden acceder a los documentos que se encuentran detrás de cada una de las esferas que representan a las categorías en los scientogramas. De igual modo, pueden acceder a los trabajos contenidos en los enlaces entre categorías, pues son estos los que propician dichos enlaces, y así estudiar el grado de influencia de una categoría sobre otra, o de otras sobre ellas. Por otra parte, no resultaría excesivamente complicado, hacer que los documentos recuperados fuesen accesibles a texto completo desde aquellas instituciones, como por ejemplo la *Universidad de Granada*, que ya ofrecen a sus usuarios el acceso electrónico al contenido de las principales revistas mundiales.

Por último, los scientogramas ofrecen a los nuevos investigadores, y a los que se aproximan a ellos por primera vez, una imagen persistente de la estructura esencial del dominio, la cual puede ayudarles a completar la imagen mental que ya tenían del mismo, o convertirse en un punto de referencia a partir del cual, construir su propia percepción del dominio científico.

8.1. Importancia y Calidad de los Resultados

La calidad e importancia de los resultados de nuestros scientogramas puede ser evaluada desde al menos tres perspectivas diferentes:

- 1) Desde el punto de vista de la cocitación y de la visualización de la información, que ya hemos realizado a lo largo del Capítulo 7.
- 2) Mediante la comparación con una clasificación temática aceptada como elemento de evaluación de la ciencia, como haremos a continuación.
- 3) A través de la evaluación basada en usuarios. Esta perspectiva es muy importante, sin embargo, dada la envergadura de dicha tarea, se reserva como una línea futura de investigación.

Son varias las clasificaciones temáticas que agrupan las categorías JCR en conglomerados superiores. Entre ellas, se encuentra la realizada por la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP, 2004), la cual hemos elegido por ser la utilizada para la valoración y evaluación técnica y científica del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Español. La taxonomía realizada por la ANEP, agrupa las categorías JCR en veinticinco grandes áreas temáticas o clases —anexo V —, de las cuales nosotros hemos eliminado la multidisciplinar. La evaluación de nuestros scientogramas consiste pues en sustituir el nombre de las categorías JCR, por las clases ANEP. La bondad del sistema de clasificación de los scientogramas, —combinación de PFNET más cocitación pura de categorías—, será mayor o menor en la medida que las áreas temáticas de la ANEP coincidan con los racimos de los scientogramas. Por otra parte, la utilidad de los scientogramas factoriales quedará puesta de manifiesto en la medida en que dichas agrupaciones coincidan con las áreas temáticas señaladas por él AF. La clasificación de la ANEP permite la adscripción múltiple de una misma categoría a distintas clases. Puesto que en los scientogramas, una categoría sólo puede pertenecer a un área temática o

clase, para resolver este problema de adjudicación de una categoría a una clase u otra, hemos elegido la primera asignación que realiza la ANEP y rechazamos el resto. Para poder captar a simple vista el grado de adecuación de la taxonomía propuesta por nuestros scientogramas, con la establecida por la ANEP, hemos utilizado las abreviaturas de sus clases, las cuales tienen su correspondiente equivalencia en el anexo V.

A continuación mostramos las abreviaturas de las clases ANEP sobre los scientogramas factoriales evolutivos del dominio español en sus tres periodos.

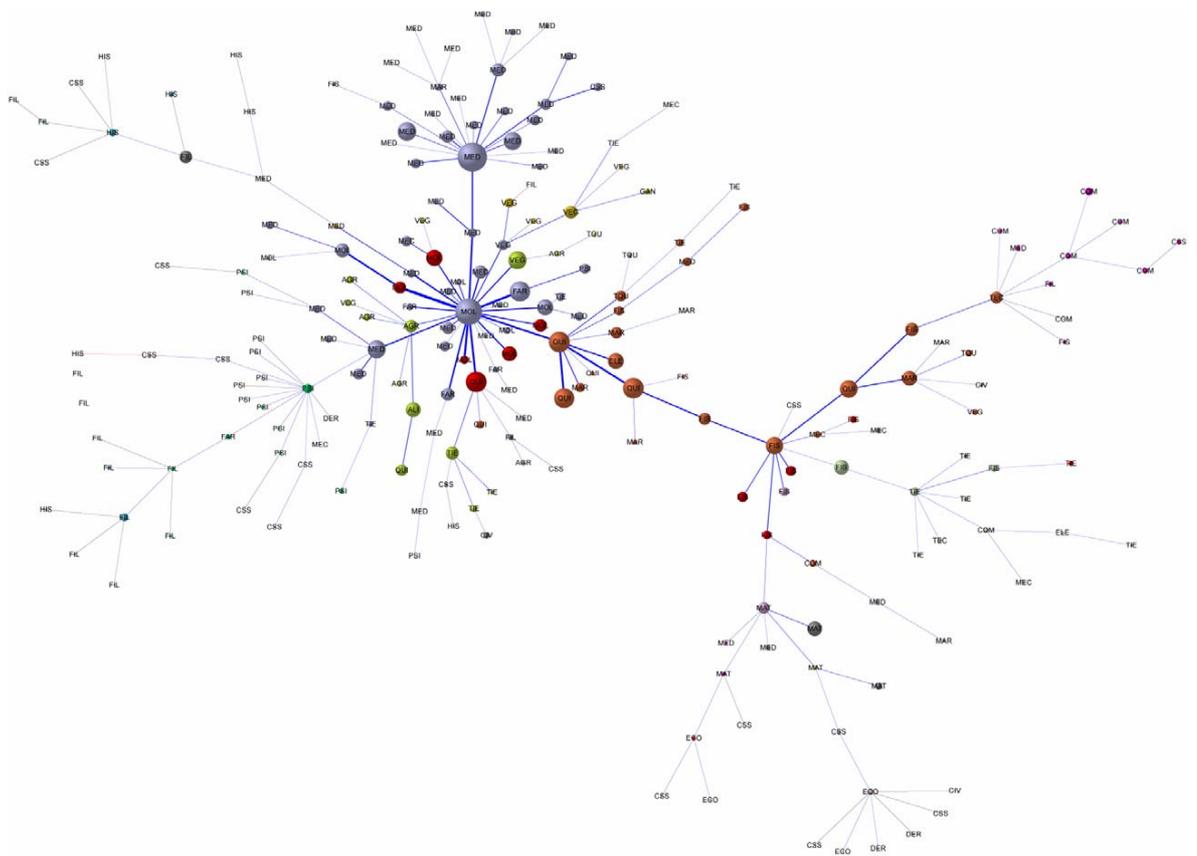


Ilustración 81. Scientograma factorial de clases ANEP del dominio español 1990-1994

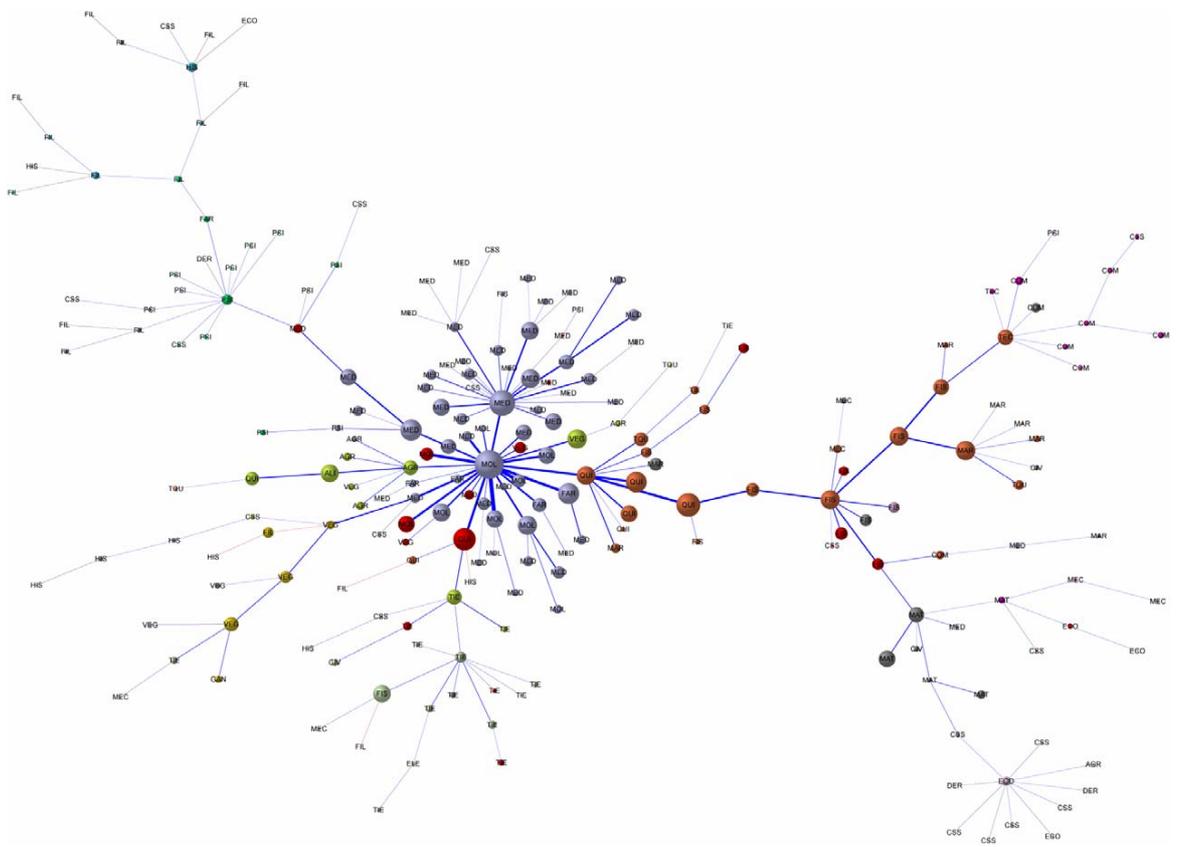


Ilustración 82. Scientograma factorial de clases ANEP del dominio español 1995-1998

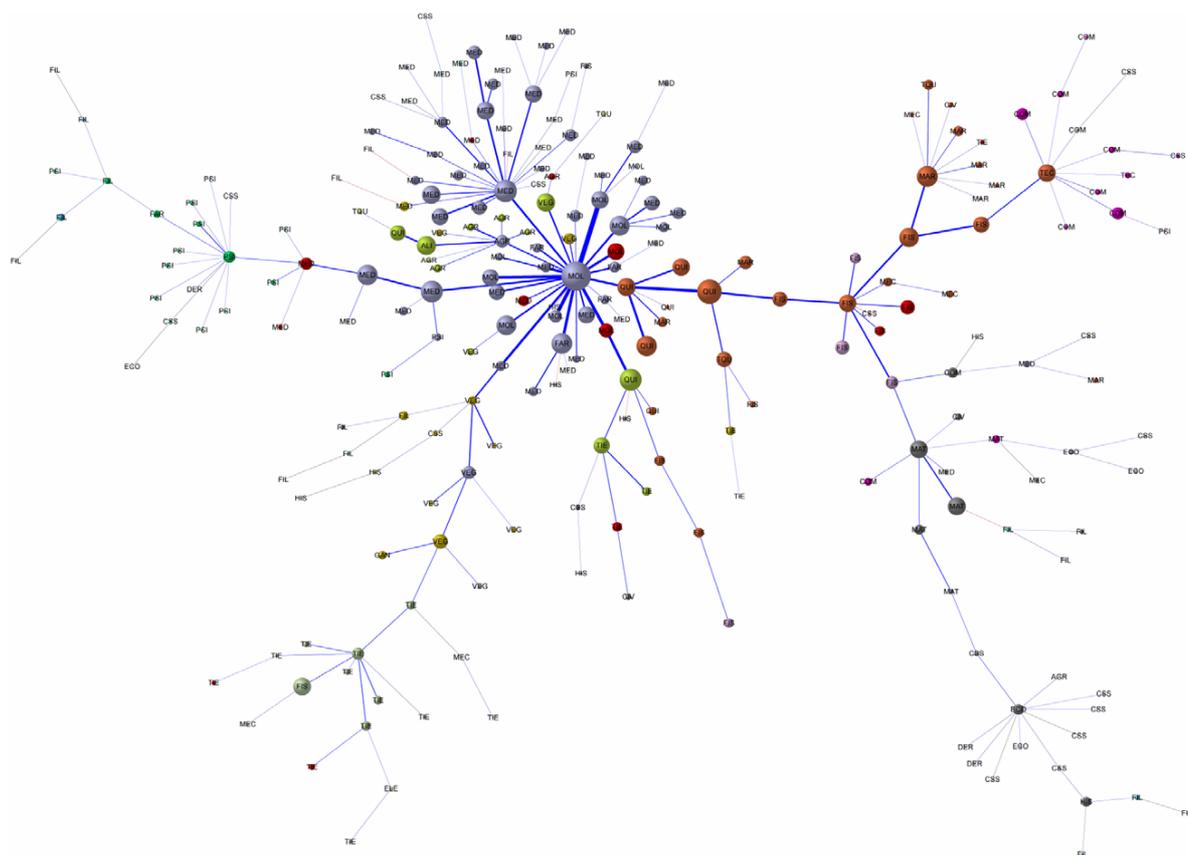


Ilustración 83. Scientograma factorial de clases ANEP del dominio español 1999-2002

Si observamos detenidamente cualquiera de los tres scientogramas evolutivos anteriores, veremos que la coincidencia entre las agrupaciones de categorías obtenidas mediante nuestros scientogramas y las realizadas por la ANEP mediante sus clases, es prácticamente total. Las diferencias existentes se deben principalmente a la diferencia del número de factores identificados mediante el AF, y el número de clases que según la ANEP integran el dominio científico español. Por ejemplo, en el scientograma factorial de clases del periodo 1999-2002 el primer factor al que nosotros denominábamos como *Biomedicina*, coincide prácticamente en su totalidad con aquellos dos que la ANEP considera que componen esta área temática: *Biología Molecular Celular y Genética* (MOL) y *Medicina* (MED). Lo mismo podemos decir del segundo factor identificado, es decir, *Ciencias de los Materiales y Física Aplicada* y sus correspondientes clases ANEP: *Ciencia y Tecnología de los Materiales* (MAR), *Física y Ciencias del Espacio* (FIS) y *Química* (QUI). Podemos seguir con *Psicología* y su correspondencia con *Psicología y Ciencias de la Educación* (PSI), con *Ciencias de la Tierra y del Espacio* y su equivalente *Ciencias de la Tierra* (TIE), con *Informática y Telecomunicaciones* y su semejante ANEP: *Ciencias de la Computación y Tecnología Informática* (COM), etc. Hasta llegar al último de los once factores identificados en este periodo, para ratificar la equivalencia y por tanto la calidad de los resultados de nuestros scientogramas.

Las divergencias que se producen entre las agrupaciones propuestas por los scientogramas y la clasificación de la ANEP, hay que considerarlas como singularidades que aportan información sobre las características específicas que tienen los dominios. Recordemos que las relaciones que se muestran en los scientogramas, no son más que el reflejo de la labor inconsciente de cientos de miles de investigadores por medio de sus citas, mientras la clasificación de la ANEP es una taxonomía elaborada por unos pocos expertos.

9. Conclusiones

La información conclusiva de esta tesis, ha sido ya expuesta a lo largo de los capítulos que la componen, como consecuencia de haber ido desgranando las diversas metodologías de representación y análisis en ella propuestas. Por lo que no la vamos a repetir. No obstante, y a modo de colofón, a continuación remarcamos las conclusiones generales a las que hemos llegado, seguidas de las líneas futuras de investigación que pretendemos seguir.

En esta tesis, hemos desarrollado una nueva metodología para la visualización y análisis de grandes dominios científicos, la cual hemos sometido a prueba aplicándola a diversos entornos geográficos. En concreto, la hemos utilizado para visualizar y analizar el mayor dominio geográfico existente: el mundo. También la hemos chequeado mediante la comparación de dos grandes áreas geográficas como son: Estados Unidos (USA) y la Unión Europea (UE). Finalmente, hemos examinado su utilidad en la visualización y estudio evolutivo del dominio geográfico español.

Puesto que la información con la que se han construido los scientogramas de los dominios geográficos anteriormente nombrados, procede de las bases de datos del ISI, la aplicación de esta metodología a otro tipo de dominios, ya sean temáticos, sectoriales, institucionales, etc., no presenta ningún tipo de complicación.

Hemos desarrollado una herramienta muy potente. Tanto que al menos, hasta donde alcanzan nuestras fuentes, podemos decir que gracias a ella, es la primera vez en la historia de la visualización de la información, que es posible observar y analizar la estructura completa de un gran dominio científico. En nuestro caso, con unos medios muy básicos y unos costes informáticos mínimos, esta herramienta nos ha permitido esquematizar las relaciones existentes entre millones de documentos, hasta representar la estructura científica básica de un gran dominio.

Pero esta herramienta no sólo es potente por su capacidad de esquematización, también lo es por representar la información relacional encadenada en una serie de secuencias inteligibles, que facilitan y favorecen la comprensión, análisis, e interpretación de la estructura del dominio que se representa. Tanto por usuarios no iniciados, como por expertos en el mismo.

Los scientogramas no son la simple representación gráfica de la estructura del JCR. Al contrario, son la prueba evidente de la evolución de la ciencia. Por tanto, se convierten en el plebiscito u opinión consensuada, que los autores de un dominio tienen de la imagen del mismo. Estos scientogramas podrán verse ciertamente mejorados, y perderán parte de la complejidad inherente a su construcción, en el momento en el que la categorización de los documentos se realice directamente a partir de la asociación de las citas de los autores con las categorías JCR. Es decir, sin la intermediación de las revistas (tal y como hemos hecho en esta tesis con los documentos multidisciplinares). No obstante, el tiempo necesario para realizar esta categorización de documentos, hace que esta nueva forma de extraer la estructura intelectual de un dominio, quede relegada a nuevas líneas de investigación.

Con un coste informático ínfimo y como elemento de agrupación, es totalmente factible superponer estructuras de carácter superior, a las ya conseguidas mediante nuestra herramienta. Este es el caso, por ejemplo, de la macroestructura obtenida mediante el AF. La cual pone de manifiesto el alto grado de compatibilidad y complementariedad entre ambas. Otras estructuras de carácter superior, como la clasificación de la ANEP, pueden ser también utilizadas como elemento aglutinador, al tiempo que evaluador de la estructura.

Mediante la recuperación de información de categorías y enlaces, hacemos posible la evaluación del significado y utilidad de los scientogramas, al mismo tiempo que facilitamos el análisis y evolución de un dominio. La aplicación práctica de esta metodología significa la puesta en relación de varios campos de investigación como son: la visualización de la información, el análisis de citas, el análisis de redes sociales, y el análisis de dominios.

Los scientogramas no pueden predecir el futuro de la investigación, pero si pueden indicarlo. Los cambios que se producen en los scientogramas, de un año a otro, muestran tendencias que pueden ser utilizadas para el diagnóstico y pronóstico de un dominio.

Su agrupación geográfica, los convierte en una especie de atlas histórico que representan las ideas y descubrimientos científicos de un periodo de tiempo determinado donde, se muestran las relaciones existentes entre disciplinas e incluso entre áreas temáticas, se indican los principales focos de investigación en incluso de interacción, se muestra la prominencia de unas investigaciones sobre otras, etc.

Consideramos que nuestros scientogramas están perfectamente diseñados, para ser utilizados como herramientas y método para la visualización y análisis de dominios, pues cumplen las siguientes propiedades:

- Representan tanto pequeñas como grandes cantidades de información,
- reducen el tiempo de búsqueda visual de la misma,
- facilitan la comprensión de estructuras complejas de datos,

- ponen de manifiesto las relaciones entre elementos, que de otra forma no serían apreciadas,
- favorecen la formulación de hipótesis, y
- pueden convertirse en objeto de análisis, debate y discusión.

Las ventajas de los scientogramas de grandes dominios son muchas desde el punto de vista de la visualización y análisis de la información, como hemos comentado anteriormente. No obstante, cuentan con dos aspectos en los que podrían ser mejorados.

El primero está relacionado con la información utilizada para construir los scientogramas. Aunque las bases de datos del ISI son las más prestigiosas y adecuadas para representar la estructura científica de cualquier dominio, la exhaustividad de los scientogramas se vería beneficiada si se les incorporase información procedente de otras fuentes como: bases de datos de áreas temáticas especializadas, información sobre actas de congresos, etc.

El segundo aspecto tiene que ver con la interpretación de los scientogramas. Aunque los scientogramas son el reflejo objetivo de un dominio, pues son el consenso de la opinión de miles de autores a través de sus citas, es posible que la interpretación de los mismos pueda verse cargada de un cierto grado de subjetividad, en tanto que dicha interpretación está realizada por individuos.

Líneas Futuras de Investigación

Como ha quedado demostrado en esta tesis, la metodología propuesta se constituye como una muy buena herramienta con la que extraer la imagen mental que los investigadores tienen de un dominio científico, y representar su consenso mediante los scientogramas. Pero las utilidades de esta herramienta no se quedan sólo aquí, también pueden ser extendidas a:

La construcción de un sistema de navegación de dominios científicos. Los scientogramas de grandes dominios geográficos pueden ser considerados como un primer nivel de representación y análisis. A partir de ellos, es posible descender escalonadamente a otros niveles inferiores de tipo geográfico, sectorial, institucional, e incluso si se desea, llegar hasta el de autores.

A partir del sistema de navegación anterior, y mediante la incorporación de una buena batería de indicadores bibliométricos, este puede convertirse en un sistema de información y recuperación bibliométrica al más puro estilo *Atlas of Science* (Grupo SCImago, 2005). Además, sería muy factible construir scientogramas que informasen si las categorías de un dominio cualquiera, están, por ejemplo, por encima o por debajo de la media de la producción mundial a partir de distintos colores en las mismas; o advertir de que el grado de inmediatez de las citas de una categoría está por encima o por debajo de un determinado intervalo de tiempo, mediante el mismo sistema, etc.

Como habíamos indicado en el apartado 8.1, otra línea de trabajo futura es la evaluación basada en usuarios.

La posibilidad de generar scientogramas animados, con los que poder visualizar la evolución de un dominio, es un hecho que por cuestiones de tiempo se nos ha quedado en el tintero, pero que esperamos poder desarrollar en breve tiempo.

Del mismo modo, y también por falta de tiempo, como hemos dicho en las conclusiones, no hemos podido realizar scientogramas basados en la categorización directa de los documentos. Pero esto será prácticamente inminente.

Por último, la consecución de la generación automática de scientogramas, es decir, que para su análisis no sea necesario que estos tengan que estar *prefabricados* de antemano, sino que se generen bajo la petición expresa de un usuario, es algo con lo que ya estamos trabajando, aunque aún tardará un poco en ver la luz.

Bibliografía

1. Aaronson, S. (1975). The footness of science. *Mosaic*, 6, (March-April), 22-27.
2. ANEP. (2004). *Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva* [Página Web]. Disponible en: <http://www.mcyt.es/sepct/ANEP/anep.htm> [Consultado en: 31/03/2005].
3. Araya, A. A. (2003). The hidden side of visualization. *Journal of the Society for Philosophy and Technology* 7, 27-93.
4. Barnes, J. A. (1954). Class and committees in a Norwegian island parish. *Human Relations*, 7, 3-58.
5. Batagelj, Vladimir y Mrvar, Andrej. (2005). *Pajek 1.03: Package for large network analysis* .
6. Batini, C., Nardelli, E., y Tamassia, R. (1986). A layout algorithm for data flow diagrams. *IEEE Transactions. Software Engineering* SE-12, 539-546.
7. Bonnevie, E. (2003). A multifaceted portrait of a library and information science Journal: the case of the Journal of Information Science. *Journal of Information Science* 29, 11-23.
8. Bordons, M. y Gómez Caridad, I. (1997). La Actividad Científica Española a través de Indicadores Bibliométricos en el Período 1990-93. *Revista General de Información y Documentación*, 7, (2), 69-86.
9. Borgatti, S. P. y Everett, M. G. (1992). Regular Blockmodels of Multiway, Multimode Matrices. *Social Networks*, 14, (1-2), 91-120.

10. Boyack, K. W. y Börner, 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 (JASIST)* 54, 447-461.
11. Braam, R. R., Moed, H. F., y van Raan, A. F. J. (1991a). Mapping of Science by combined co-citation and word analysis. I: structural aspects. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)*, 42, (4), 233-251.
12. Braam, R. R., Moed, H. F., y van Raan, A. F. J. (1991b). Mapping of Science by combined co-citation and word analysis. II: dynamic aspects. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)*, 42, (4), 252-266.
13. Bradford, S.C. (1948). *Documentation*. London: Crosby Lockwood and Sons.
14. Brandenburg, F. J., Himsolt, M., y Rohrer, C. (1995). An Experimental Comparison of Force-Directed and Randomized Graph Drawing Algorithms. *Lecture Notes in Computer Science* 1027, 87.
15. Braun, T.; Glanzel, W.; y Schubert, A. (2000). How balanced is the Science Citation Index's journal coverage? a preliminary overview of macrolevel statistical data. En: B. Cronin y H. B. Atkins (Eds.), *The web of knowledge: a festschrift in honor of Eugene Garfield* New Jersey: Information Today.
16. Bush, V. (1945). As we may think. *The Atlantic Monthly* 176, 101-108.
17. Buter, R. K. y Noyons, E. C. M. (2001). Improving the functionality of interactive bibliometric science maps. *Scientometrics*, 51, (1), 55-67.

18. Buzydlowski, J. (2002). A Comparison of Self-Organizing Maps and Pathfinder Networks for the Mapping of Co-Cited Authors. Tesis Doctoral. Universidad de Drexel.
19. Buzydlowski, J., White, H. D., y Lin, X. (2002). Term co-occurrence analysis as an interface for digital libraries. *Lecture Notes in Computer Science Series*, 2539, 133-144.
20. Börner, K., Chen, C., y Boyack, K. W. (2003). Visualizing knowledge domains. *Annual Review of Information Science & Technology*, 37, 179-255.
21. Card, S.K., Mackinlay, J.D., y Shneiderman, B. (1999). Readings in information visualization: using vision to think. San Francisco: Morgan Kaufmann.
22. Carpano, M. (1980). Automatic display of hierarchized graphs for computer-aided decision analysis. *IEEE Transaction on Systems Man and Cybernetics* SMC-10, 705-715.
23. Cassi, L. (2003). Information, knowledge and social networks: is a new buzzword coming up? En: DRUID PhD Conference, (20 p.).
24. Chen, C. (1998a). Bridging the gap: the use of pathfinder networks in visual navigation. *Journal of Visual Languages and Computing* 9, 267-286.
25. Chen, C. (1998b). Generalised Similarity Analysis and Pathfinder Network Scaling. *Interacting with computers* 10, 107-128.
26. Chen, C. (1999). Visualising semantic spaces and author co-citation networks in digital libraries. *Information Processing & Management* 35, 401-420.

27. Chen, C. y Carr, L. (1999a). A semantic-centric approach to information visualization. En: Proceedings of the conference on Visualization '99: celebrating ten years, San Francisco, CA: IEEE Computer Society Press.
28. Chen, C. y Carr, L. (1999b). Trailblazing the literature of hypertext: an author cocitation analysis (1989-1998). Proceeding of the 10th ACM Conference on Hypertext (Hypertext '99).
29. Chen, C. y Carr, L. (1999c). Visualizing the evolution of a subject domain: a case study. En: Proceedings of the conference on Visualization '99: celebrating ten years, San Francisco, CA: IEEE Computer Society Press.
30. Chen, C., Cribbin, T., Macredie, R., y Morar, S. (2002). Visualizing and tracking the growth of competing paradigms: two case studies. *Journal of the American Society for Information Science and Technology (JASIST)* 53, 678-689.
31. Chen, C. y Hicks, D. (2004). Tracing knowledge diffusion. *Scientometrics* 59, 199-211.
32. Chen, C. y Kuljis, J. (2003). The rising landscape: a visual exploration of superstring revolutions in physics. *Journal of the American Society for Information Science and Technology (JASIST)* 54, 435-446.
33. Chen, C. y Paul, R. J. (2001). Visualizing a knowledge domain's intellectual structure. *Computer* 34, 65-71.
34. Chen, C., Paul, R. J., y O'keefe, B. (2001). Fitting the jigsaw of citation: information visualization in domain analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology (JASIST)*, 52, (4), 315-330.

35. Chen, H., Houston, A. L., Sewell, R. R., y Schatz, B. R. (1998a). Internet browsing and searching: user evaluations of category map and concept space techniques. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 49, 582-603.
36. Chen, H., Martinez, J., Kirchhoff, A., Ng, T. D., y Schatz, B. R. (1998b). Alleviating search uncertainty through concept associations: automatic indexing, co-occurrence analysis, and parallel computing. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 49, 206-216.
37. Chen, H., Ng, T. D., Martinez, J., y Schatz, B. R. (1997). A concept space approach to addressing the vocabulary problem in scientific information retrieval: an experiment on the worm community system. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 48, 17-31.
38. Chen, H., Schuffels, C., y Orwig, R. E. (1996). Internet categorization and search: a self-organizing approach. *Journal of visual communication and image representation* 7, 88-102.
39. Cohen, J. (1997). Drawing Graphs to Convey Proximity: An Incremental Arrangement Method. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 4, 197-229.
40. Corman, S. R. (1990). Computerized Vs Pencil and Paper Collection of Network Data. *Social Networks*, 12, (4), 375-384.
41. Costa, J. (1998). La esquemática: visualizar la información. Barcelona: Paidós.
42. Crosby, A. W. The Measure of Reality: Quantification and Western Society 1250-1600. 97. London, Cambridge University Press.

43. Di Battista, G. (1998). *Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs.*: Prentice-Hall.
44. Ding, Y., Chowdhury, G. G., y Foo, S. (1999). Mapping the intellectual structure of information retrieval studies: an author co-citation analysis, 1987-1997. *Journal of Information Science* 25, 67-78.
45. Ding, Y., Chowdhury, G. G., y Foo, S. (2000). Journals as markers of intellectual space: journal co-citation analysis of information retrieval area 1987-1997. *Scientometrics* 47, 55-73.
46. Ding, Y., Chowdhury, G. G., y Foo, S. (2001). Bibliometric cartography of information retrieval research by using co-word analysis. *Information Processing & Management* 37, 801-817.
47. Doreian, P. (1985). Structural equivalence in a psychology journal network. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 36, 411-417.
48. Doreian, P. (1988). Testing structural equivalence hypotheses in a network of geographic journals. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 39, 79-85.
49. Doyle, L. B. (1961). Semantic roadmaps for literature searchers. *Journal of the Association for Computing Machinery*, 8, (4), 553-578.
50. Eades, P. (1984). A Heuristic for Graph Drawing. *Congressus Numerantium* 42, 149-160.
51. Encyclopaedia Britannica, Inc. (2005). *Encyclopaedia Britannica Online* [Página Web]. Disponible en: <http://www.britannica.com/> [Consultado en: 23/02/2005].

52. European Comission (2003). Third European Report on Science & Technology Indicators, 2003: towards a knowledge-based economy. Belgium: Directorate-General for Research.
53. Faba-Pérez, C., Guerrero Bote, V.P., y Moya Anegón, F.d. (2004). Fundamentos y técnicas cibernéticas: modelos cuantitativos de análisis. Badajoz: Junta de Extremadura, Consejería de Cultura.
54. Fowler, R. H. y Dearhold, D. W. (1990). Information retrieval using path finder networks. En: R. W. Ed. Schvaneveldt (Ed.), Pathfinder associative networks; studies in knowledge organization (pp. 165-178). Ablex (NJ): Norwood.
55. Franklin, J. J. y Johnston, R. (1988). Co-citation bibliometric modeling as a tool for S&T policy and R&D management: issues aplication and developments. En: A. F. J. van Raan (Ed.), Handbook of quantitative studies of science and technology (pp. 325-389). Amsterdam: North Holland.
56. Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks* 1, 215-239.
57. Freeman, L. C. (2000a). Social network analysis: definition and history. En: A. E. Kazdan (Ed.), Encyclopedia of Psychology (pp. 350-351). New York: Oxford University Press.
58. Freeman, L. C. (2000b). Visualizing social networks. *Journal of Social Structure* 1.
59. Friedhoff, R.M. y Benzon, W. (1989). Visualization: the second computer revolution. New York: Harry N. Abrams.
60. Fruchterman, T. y Reingold, E. (1991). Graph Drawing by Force-Directed Placement. *SoftwarePractice and Experience* 21, 1129-1164.

61. García-Guinea J. y Ruis J.D. (1998). The consequences of publishing in journals written in Spanish in Spain. *Interciencia* 23, 185-187.
62. Garfield, E. (1976). Social-sciences citation index clusters. *Current contents* 27, 5-11.
63. Garfield, E. (1986). Towards scientography. *Essays of an Information Scientist* 9, 324.
64. Garfield, E. (1992). Psychology research, 1986-1990: a citationist perspective on the highest impact papers, institutions, and authors. *Current contents* 41, 5-13.
65. Garfield, E. (1998). Mapping the world of science. 150 Anniversary Meeting of the AAAS, Philadelphia, PA.
66. Garfield, E. (1963). Citation indexes in sociological and historical research. *American Documentation*, 14, (4), 289-291.
67. Garfield, E. (1975). ISI's Atlas of Science may help students in choice of career in science. *Current Contents* 29, 5-8.
68. Garfield, E. (1981). Introducing the ISI Atlas of Science: Biochemistry and molecular biology, 1978-80. *Current Contents*, (42), 5-13.
69. Garfield, E. (1984). Introducing the ISI Atlas of Science: Biotechnology and molecular genetics, 1981/82 and bibliographic update for 1983/84. *Current Contents*, (41), 3-15.
70. Garfield, E. (1988). The encyclopedic ISI-Atlas of Science launches 3 new sections: bochemistry, inmunology, and animal and plant sicences. *Current contents*, (7), 3-8.

71. Garfield, E. (1994). Scientography: mapping the tracks of science. *Current contents: social & behavioral sciences* 7, 5-10.
72. Garfield, E. (1998). Mapping the world of science (at the 150 Anniversary Meeting of the AAAS, Philadelphia, PA). (). [On-line]. <http://www.garfield.library.upenn.edu/papers/mapsciworld.html> [Consulted: 07/05/2003].
73. Garfield, E., Sher, I.H., y Torpie, R.J. (1964). The use of citation data in writing the history of science. Philadelphia: Institute for Scientific Information.
74. Gosper, Jeffrey J. (1998). *Floyd-Warshall all-pairs shortest pairs algorithm* [Página Web]. Disponible en: http://www.brunel.ac.uk/~castjjg/java/shortest_path/shortest_path.html [Consultado en: 12/09/2003].
75. Griffith, B. C., Small, H., Stonehill, J. A., y Dey, S. (1974). The structure of scientific literature, II: toward a macro and microstructure for science. *Science Studies*, 4, 339-365.
76. Grupo SCImago. (2002). *Imago Scientae - Science Visualization* [Página Web]. Disponible en: <http://scimago.ugr.es/> [Consultado en: 31/03/2005].
77. Grupo SCImago. (2005). *Atlas of Science* [Página Web]. Disponible en: www.atlasofscience.net [Consultado en: 31-03-2005].
78. Guerrero Bote, V.P. (1997). Redes neuronales aplicadas a las técnicas de recuperación documental. Tesis Doctoral. Granada: Universidad, Departamento de Biblioteconomía.

79. Guerrero Bote, V. P., Moya Anegón, F. d., y Herrero Solana, V. (2002a). Automatic extraction of relationships between terms by mean of kohonen's algoritm. *Library & Information Sciences Research* 24, 235-250.
80. Guerrero Bote, V. P., Moya Anegón, F. d., y Herrero Solana, V. (2002b). Document organization using Kohonen's algorithm. *Information Processing & Management* 38, 79-89.
81. Harel, D. y Koren, Y. (2002). Drawing graphs with non-uniform vertices. Proceedings of Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI'02), (pp. 157-166),ACM Press.
82. Herrero, R. (1999). La terminología del análisis de redes: problemas de definición y traducción. *Revista Política y Sociedad* 33, 11 p.
83. Herrero Solana, V. (1999). Modelos de representación visual de la información bibliográfica: aproximaciones multivariante y conexionistas. Tesis Doctoral. Granada: Universidad, Departamento de Biblioteconomía y Documentación.
84. Herrero Solana, V. y Moya Anegón, F. d. (2001). Bibliographic displays of web-based OPACs: multivariate analysis applied to Latin-American catalogues. *Libri* 51, 75-85.
85. Hjørland, B. y Albrechtsen, H. (1995). Toward a new horizon in information science: domain analysis. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 46, 400-425.
86. Hjørland, B. (2002). Domain analysis in information science: eleven approaches -traditional as well as innovative. *Journal of Documentation (JDOC)* 58, 422-462.

87. Ingwersen, P. (2001). Cognitive perspective of representation. En: V Congreso Isko-España. La representación y organización del conocimiento: metodologías, modelos y aplicaciones, (32-41), Madrid: Ana Extremeño Placer.
88. Ingwersen, P. y Larsen, B. (2001). Mapping national research profiles in social science disciplines. *Journal of Documentation* 57, 715-740.
89. Jackson, D. (2002). SVG on the rise. [On-line]. http://www.oreillynet.com/pub/a/javascript/2002/06/06/svg_future.html [Consultado: 11/09/2003].
90. Jarneving, B. (2001). The cognitive structure of current cardiovascular research . *Scientometrics* 50, 365-389.
91. Jiménez Contreras, E., Moya Anegón, F. d., y Delgado López-Cózar, E. (2003). The evolution of research activity in Spain. The impact of the National Commission for the Evaluation of Research Activity (CNEAI). *Research Policy* 32, 123-142.
92. Kamada, T. y Kawai, S. (1989). An algorithm for drawing general undirected graphs. *Information Processing Letters* 31, 7-15.
93. Kaski, S., Honkela, T., Lagus, K., y Kohonen , T. (1998). Websom: self -organizing maps of document collection. *Neurocomputing* 21, 101-117.
94. Klodhal, A. S. (1981). A note of images of social networks. *Social Networks* 3, 197-214.
95. Kohonen , T. (1985). The self-organizing map. *Proceedings of the IEEE* 73, 1551-1558.

96. Kohonen , T. (1997). Self-organizing maps. Berlin [etc.]: Springer-Verlag.
97. Krempel, L. (1999). Visualizing Networks with Spring Embedders: Two-mode and Valued Graphs. International Sunbelt Social Network Conference.
98. Kruskal, J.B. y Wish, M. (1978). Multidimensional Scaling.: Sage.
99. Kyvik, S. Changing Trends in Publishing Behaviour among University Faculty, 1980-2000. *Scientometrics* 58(1), 35-48. 2003.
100. Lewis-Beck, M.S. (1994). Factor analysis and related techniques. London: Sage.
101. Liberman, S. y Wolf, K. B. (1997). The Flow of Knowledge: Scientific Contacts in Formal Meetings. *Social Networks*, 19, (3), 271-283.
102. Lin, X. (1997). Map displays for information retrieval. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 48, 40-54.
103. Lin, X.; Soergel, D.; y Marchionini, G. (1991). A self-organizing semantic map for information retrieval. In: Proceedings of the Fourteenth Annual International ACM/SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, (262-269), Chicago.
104. Lin, X., White, H. D., y Buzydlowski, J. (2003). Real-time author co-citation mapping for online searching. *Information Processing & Management*, 689-706.
105. Macromedia. (2004). *Flash MX 2004*.

106. Marion, L. S. y McCain, K. W. (2001). Contrasting views of software engineering journals: Author cocitation choices and indexer vocabulary assignments. *Journal of the American Society for Information Science and Technology (JASIST)* 52, 297-308.
107. Marshakova, I. V. (1973). System of document connection based on references. *Nauchno-Tekhnicheskaya Informatitsya Series II*, 3-8.
108. Martínez Arias, R. (1999). El análisis multivariante en la investigación científica. Madrid: La Muralla.
109. McCain, K. W. (1990). Mapping authors in intellectual space: a technical overview. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 41, 433-443.
110. McCain, K. W. (1991a). Core journal networks and cocitation maps: new bibliometrics tools for serial research and management. *Library Quarterly* 61, 311-336.
111. McCain, K. W. (1991b). Mapping economics through the journal literature: an experiment in journal cocitation analysis. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 42, 291-296.
112. McCormick, B. H., DeFanti, T. A., y Brown, M. D. (1987). Visualization in Scientific Computing. *Computers Graphic* 21, 17-32.
113. Merton, R. K. (2000). On the Garfield input to the sociology of science: a retrospective collage. En: B. Cronin y H. B. Atkins (Eds.), *The web of knowledge: a festschrift in honor of Eugene Garfield* (pp. 435-448). Medford, N. J. Information Today.
114. Molina, J. L. (2001). El análisis de redes sociales: una introducción. Barcelona: Bellaterra.

115. Molina, J. L.; Muñoz, J.; y Losego, P. (2000). Red y realidad: aproximación al análisis de redes científicas. En: VI Congreso Nacional de Psicología Social, (21 p.).
116. Moreno, J. L. (1934). Who shall survive? Washington, DC: Nervous and Mental Disease Publishing Company.
117. Moreno, J. L. (1953). Who shall survive? Ney York: Beacon House Inc.
118. Morris, S. A., Yen, G., Wu, Z., y Asnake, B. (2003). Time line visualization of research fronts. *Journal of the American Society for Information Science and Technology (JASIST)* 54, 413-422.
119. Morris, T. A. (1998). The structure of medical informatics journal literature . *Journal of the American Society for Information Science and Technology (JASIST)* 5, 448-466.
120. Moya Anegón, F. d., Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., Herrero-Solana, V., Corera-Álvarez, E., y Munoz-Fernández, F. J. (En prensa). Domain analysis and information retrieval through the construction of heliocentric maps based on ISI-JCR category cocitation. *Information Processing & Management*.
121. Moya Anegón, F. d. y Herrero Solana, V. (1999). Investigaciones en curso sobre interfaces gráficos en dos y tres dimensiones para el acceso a la información electrónica. *Cuadernos de Documentación Multimedia* 8.
122. Moya Anegón, F. d., Herrero Solana, V., y Guerrero Bote, V. P. (1998). Virtual reality interface for accessing electronic information. *Library and information research news* 22, 34-39.

123. Moya Anegón, F. d., Herrero Solana, V., Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Alvarez, E., Muñoz Francisco, Olvera-Lobo, D., Fernández-Molina, J. C., García-Santiago, D., Guerrero Bote, V. P., Faba-Pérez, C., López-Pujalte, C., Reyes-Barragán, M., y Zapico-Alonso, F. (2004). Atlas de la Ciencia Española: propuesta de un sistema de información científica. *Revista Española de Documentación Científica* 27, 11-29.
124. Moya Anegón, F. d. y Herrero-Solana, V. (2001). Análisis de dominio de la investigación bibliotecológica mexicana. *Información, cultura y sociedad* 5.
125. Moya Anegón, F. d.; Herrero-Solana, V.; y Guerrero Bote, V. P. (1998). La aplicación de redes neuronales artificiales (RNA) a la recuperación de la información. En Baró i Queralt, J. and Cid Leal, P. Eds. Anuari SOCADI de Documentació i informació, (147-164), Barcelona: Societat Catalana de Documentació i Informació.
126. Moya Anegón, F. d., Jiménez Contreras, E., y Moneda Carrochano, M. d. I. (1998). Research fronts in library and information science in Spain (1985-1994). *Scientometrics* 42, 229-246.
127. Moya Anegón, F. d.; Moscoso, P.; Olmeda, C. O.-R. V.; Herrero, V.; y Guerrero, V. (1999). NeuroIsoc: un modelo de red neuronal para la representación del conocimiento. En: IV Congreso Isko-España EOCONSID'99, (151-156), Granada: MŞ José López-Huertas, Juan Carlos Fernández-Molina.
128. Moya Anegón, F. d., Vargas-Quesada, B., Herrero-Solana, V., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., y Muñoz-Fernández, F. J. A new technique for building maps of large scientific domains based on the cocitation of classes and categories. *Scientometrics* 61(1), 129-145. 2004.

129. Noyons, E. C. M. (2001). Bibliometric mapping of science in a science policy context. *Scientometrics*, 50, (1), 83-98.
130. Noyons, E. C. M. , Moed, H. F., y Luwel, M. (1999). Combining mapping and citation analysis for evaluative bibliometric purposes: a bibliometric study. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)*, 50, (2), 115-131.
131. Orwig, R. E., Chen, H., y Nunamaker, J. F. Jr. (1997). A graphical, self-organizing approach to classifying electronic meeting output. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 48, 157-170.
132. Owen, G. S. (1999). *Framework of a visualization system* [Página Web]. Disponible en: http://www.siggraph.org/education/materials/HyperVis/abs_con1/main.htm [Consultado en: 08/02/2005].
133. Persson, O. (1994). The intellectual base and research fronts of JASIS: 1986-1990. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 45, 31-38.
134. Polanco, X., Francois, C., y Keim J. P. (1998). Artificial neural network technology for the classification and cartography of scientific and technical information. *Scientometrics* 41, 69-82.
135. Price, D. d. S. (1965). Networks of scientific papers. *Science* 149, 510-515.
136. Raya Vergara, R. y Hidalgo Ruiz, E.M. (2004). Representación visual de la información científica mediante redes pathfinder. Granada: Proyecto fin de carrera para la obtención del título en ingeniería informática.

137. Regueiro, C.; Barro, S.; Sánchez, E.; y Fernández-Delgado, M. (1995). Modelos básicos de redes neuronales artificiales. En: S. Barro y J. E. Mira (Eds.), *Computación neuronal* Santiago de Compostela: Universidad, Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico.
138. Rice, R. E., Borgman, C. L., y Reeves, B. (1988). Citation networks of communication journals, 1977-1985. *Human communication research* 15, 256-283.
139. Rodriguez, J.A. (1995). *Análisis estructural y de redes*. Madrid: CIS.
140. Salton, G., Allan, J., y Buckley, C. (1994). Automatic structuring and retrieval of large text file. *Communications of the ACM* 37, 97-108.
141. Salton, G. y Bergmark, D. (1979). A citation study of computer science literature. *Professional Communication, IEEE Transaction PC-22*, 146-158.
142. Salton, G. y McGill, M.J. (1983). *Introduction to modern information retrieval*. New York: McGraw-Hill.
143. Sanz E., Aragón I., y Méndez, A. (1995). The function of journals in disseminating applied science . *Journal of Information Science* 21, 319-323.
144. Schvaneveldt, R.W. (1990). *Pathfinder Associative Networks*. Norwood, NJ: Ablex.
145. Scott, J. (1992). *Social network analysis: a handbook*. London: Sage.
146. Seiden, L. S. y Swanson, D. R. (1989). ISI Atlas of Science: Pharmacology 1987, Vol 1 - Inst-SCI- Informat. *Library Quarterly*, 59, (1), 72-73.

147. Shneiderman, B. (1983). Direct manipulation: a step beyond programming languages. *IEEE Computer* 16, 57-69.
148. Shneiderman, B. (1996). The eyes have it: a task by data type taxonomy for information visualization. En Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages, (336-343), Boulder, Col.: IEEE Computer Society.
149. Shneiderman, B. (1998). Designing the user interface: strategies for effective human computer interaction. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
150. Small, H. (1973). Co-citation in the scientific literature: a new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 24, 265-269.
151. Small, H. (1981). The relationship of information science to the social sciences: a co-citation analysis. *Information Processing & Management*, 17, (1), 39-50.
152. Small, H. (1993). Macrolevel changes in the structure of cocitation clusters: 1983-1989. *Scientometrics*, 26, (1), 5.
153. Small, H. (1994). A SCI-MAP case-study: building a map of aids research. *Scientometrics*, 30, (1), 229.
154. Small, H. (1997). Update on science mapping: creating large document spaces. *Scientometrics* 38, 275-293.
155. Small, H. (1999). Visualizing science by citation mapping. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)*, 50, (9), 799-813.

156. Small, H. (2000). Charting pathways through science: exploring Garfield's vision of a unified index to science. En: B. Cronin y H. B. Atkins (Eds.), *The web of knowledge: a festschrift in honor of Eugene Garfield* (pp. 449-473). Medford, N. J. Information Today.
157. Small, H. (2003). Paradigms, citations and maps of science: a personal history. *Journal of the American Society for Information Science and Technology (JASIST)* 54, 394-399.
158. Small, H. y Garfield, E. (1985). The geography of science: disciplinary and national mappings. *Journal of Information Science* 11, 147-159.
159. Small, H. y Griffith, B. C. (1974). The structure of scientific literature, I: identifying and graphing specialties. *Science Studies*, 4, 17-40.
160. Small, H. y Sweeney, E. (1985). Clustering the science citation index using co-citations. 1. A comparison of methods. *Scientometrics*, 7, (3-6), 391-409.
161. Small, H., Sweeney, E., y Greenlee, E. (1985). Clustering the science citation index using co-citations. 2. Mapping science. *Scientometrics* 8, 321-340.
162. Sugiyama, K., Tagawa, S., y Toda, M. (1981). Methods for visual understanding of hierarchical system structures. *IEEE Transaction on Systems Man and Cybernetics* SMC-11, 109-125.
163. Tamassia, R., Batista, G., y Batini, C. (1988). Automatic graph drawing and readability of diagrams. *IEEE Transaction on Systems Man and Cybernetics* SMC-18, 61-79.
164. The Thomson Corporation. (2005a). *ISI Journal Citation Reports* [Página Web]. Disponible en: <http://go5.isiknowledge.com/portal.cgi> [Consultado en: 09/03/2005].

165. The Thomson Corporation. (2005b). *ISI Web of Knowledge* [Página Web]. Disponible en: <http://go5.isiknowledge.com/portal.cgi> [Consultado en: 09/03/2005].
166. The Thomson Corporation. (2005c). *ISI Web of Science* [Página Web]. Disponible en: <http://go5.isiknowledge.com/portal.cgi> [Consultado en: 09/03/2005].
167. Thurstone, L. L. (1931). Multiple factor analysis. *Psychological review* 38, 406-427.
168. Tsay, M. Y., Xu, H., y Wu, C. W. (2003). Journal co-citation analysis of semiconductor literature. *Scientometrics* 57, 7-25.
169. Tufte, E.R. (1994). *Envisioning information* . Cheshire: Graphics Press.
170. Tufte, E.R. (2001). *The visual display of quantitative information*. Cheshire: Graphics Press.
171. Tyron, R.C. (1939). *Cluster analysis*. New York: Mc-Graw-Hill.
172. W3C. (2001). *Scalable Vector Graphics (SVG) 1.0 Especification* [Página Web]. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/SVG/> [Consultado en: 15/09/2003].
173. W3C. (2003a). *Extensible Markup Language (XML)* [Página Web]. Disponible en: <http://www.w3.org/XML/> [Consultado en: 10/09/2003].
174. W3C. (2003b). *HiperText Markp Language (HTML)* [Página Web]. Disponible en: <http://www.w3.org/MarkUp/> [Consultado en: 12/09/2003].

175. W3C. (2003c). *Scalable Vector Graphics (SVG)* [Página Web]. Disponible en: <http://www.w3.org/Graphics/SVG/> [Consultado en: 10/09/2003].
176. W3C. (2003d). *World Wide Web Consortium* [Página Web]. Disponible en: <http://www.w3.org> [Consultado en: 10/09/2003].
177. W3C. (2004). *Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification* [Página Web]. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/SVG11/> [Consultado en: 10/09/2004].
178. Wasserman, S. y Faust, K. (1998). *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
179. Watts, D. J. y Strogatz, S. J. (1998). Collective dynamics of .small-world. networks. *Nature* 393, 440-442.
180. Welman, B. (1988). Structural analysis: from method and metaphor to theory and substance. En: B. Welman y S. D. Berkowitz (Eds.), *Social Structures a Network Approach* (pp. 19-61). Cambridge: University Press.
181. White, H. D. (2000). Toward ego-centered citation analysis. En: B. Cronin y H. B. Atkins (Eds.), *The web of knowledge: a festschrift in honor of Eugene Garfield* New Jersey: Information Today.
182. White, H. D. (2001). Author-centered bibliometrics through CAMEOs: characterizations automatically made and edited online. *Scientometrics* 51, 607-637.
183. White, H. D. (2003). Pathfinder networks and author cocitation analysis: a remapping of paradigmatic information scientist. *Journal of the American Society for Information Science and Technology (JASIST)*, 54, (5), 423-434.

184. White, H. D.; Buzydlowski, J.; y Lin, X. (2000). Co-cited author maps as interfaces to digital libraries: designing Pathfinder Networks in the humanities. In: IEEE International Conference on information visualization, (25-30), London.
185. White, H. D. y Griffith, B. C. (1981a). Author cocitation: a literature measure of intellectual structure. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 32, 163-172.
186. White, H. D. y Griffith, B. C. (1981b). A cocitation map of authors in judgment and decision research. En: B.F. Anderson [et al.] (Ed.), Concepts in judgments and decision research: definition sources interrelationships, and comments (pp. 261-271). New York: Praeger.
187. White, H. D. y Griffith, B. C. (1982). Authors as markers of intellectual space: cocitation in studies of science, technology and society. *Journal of Documentation* 38, 255-272.
188. White, H. D.; Lin, X.; y McCain, K. W. (1998). Two modes of automated domain analysis: multidimensional scaling vs. Kohonen feature mapping of information science authors. In: Proceedings of the Fifth International ISKO Conference , (57-61), Würzburg: Ergon Verlag.
189. White, H. D. y McCain, K. W. (1997). Visualization of literatures. *Annual Review of Information Systems and Technology (ARIST)* 32, 99-168.
190. White, H. D. y 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 (JASIS)* 49, 327-355.

191. White, H. D. y McCain, K. W. (1999). In memory of Belver C. Griffith. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 51, 959-962.

ANEXOS

ANEXO I

Países productores de información científica, según el IS

1	Afghanistan	53	England	105	Madagascar	157	Seychelles
2	Albania	54	Equat Guinea	106	Malagasy Republ	158	Sierra Leone
3	Algeria	55	Eritrea	107	Malawi	159	Singapore
4	Andorra	56	Estonia	108	Malaysia	160	Slovakia
5	Angola	57	Ethiopia	109	Maldives	161	Slovenia
6	Antigua & Barbu	58	Fiji	110	Mali	162	Solomon Islands
7	Argentina	59	Finland	111	Malta	163	Somalia
8	Armenia	60	Fr Polynesia	112	Marshall Island	164	South Africa
9	Australia	61	France	113	Martinique	165	South Korea
10	Austria	62	French Guiana	114	Mauritania	166	Spain
11	Azerbaijan	63	Gabon	115	Mauritius	167	Sri Lanka
12	Bahamas	64	Gambia	116	Mexico	168	St Kitts & Nevi
13	Bahrain	65	Germany	117	Micronesia	169	St Lucia
14	Bangladesh	66	Ghana	118	Moldova	170	St Vincent
15	Barbados	67	Gibraltar	119	Monaco	171	Sudan
16	Belgium	68	Greece	120	Mongol Peo Rep	172	Surinam
17	Belize	69	Greenland	121	Morocco	173	Swaziland
18	Benin	70	Grenada	122	Mozambique	174	Sweden
19	Bermuda	71	Guadeloupe	123	Myanmar	175	Switzerland
20	Bhutan	72	Guatemala	124	Namibia	176	Syria
21	Bolivia	73	Guinea	125	Nepal	177	Taiwan
22	Bosnia & Herceg	74	Guinea Bissau	126	Neth Antilles	178	Tajikistan
23	Botswana	75	Guyana	127	Netherlands	179	Tajikstan
24	Brazil	76	Haiti	128	New Caledonia	180	Tanzania
25	Brunei	77	Honduras	129	New Zealand	181	Thailand
26	Bulgaria	78	Hungary	130	Nicaragua	182	Togo
27	Burkina Faso	79	Iceland	131	Niger	183	Tonga
28	Burundi	80	India	132	Nigeria	184	Trinid & Tobago
29	Byelarus	81	Indonesia	133	North Ireland	185	Tunisia
30	Cambodia	82	Iran	134	North Korea	186	Turkey
31	Cameroon	83	Iraq	135	Norway	187	Turkmenistan
32	Canada	84	Ireland	136	Oman	188	U Arab Emirates
33	Cent Afr Republ	85	Israel	137	Pakistan	189	Uganda
34	Chad	86	Italy	138	Palau	190	Ukraine
35	Chile	87	Jamaica	139	Panama	191	Uruguay
36	Colombia	88	Japan	140	Papua N Guinea	192	USA
37	Comoros	89	Jordan	141	Paraguay	193	Uzbekistan
38	Congo	90	Kazakhstan	142	Peoples R China	194	Vanuatu
39	Cook Islands	91	Kenya	143	Peru	195	Vatican
40	Costa Rica	92	Kuwait	144	Philippines	196	Venda
41	Cote Ivoire	93	Kyrgyzstan	145	Poland	197	Venezuela
42	Croatia	94	Laos	146	Portugal	198	Vietnam
43	Cuba	95	Latvia	147	Qatar	199	W Ind Assoc St
44	Cyprus	96	Lebanon	148	Rep of Georgia	200	Wales
45	Czech Republic	97	Lesotho	149	Reunion	201	Western Samoa
46	Denmark	98	Liberia	150	Romania	202	Yemen
47	Djibouti	99	Libya	151	Russia	203	Yugoslavia
48	Dominica	100	Liechtenstein	152	Rwanda	204	Zaire
49	Dominican Rep	101	Lithuania	153	Sao Tome & Prin	205	Zambia
50	Ecuador	102	Luxembourg	154	Saudi Arabia	206	Zimbabwe
51	Egypt	103	Macao	155	Scotland		
52	El Salvador	104	Macedonia	156	Senegal		

Categorías JCR 2002

1	ACOUSTICS	62	ENGINEERING, AEROSPACE
2	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	63	ENGINEERING, BIOMEDICAL
3	AGRICULTURE	64	ENGINEERING, CHEMICAL
4	AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	65	ENGINEERING, CIVIL
5	AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	66	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC
6	ALLERGY	67	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL
7	ANATOMY & MORPHOLOGY	68	ENGINEERING, GEOLOGICAL
8	ANDROLOGY	69	ENGINEERING, INDUSTRIAL
9	ANESTHESIOLOGY	70	ENGINEERING, MANUFACTURING
10	ANTHROPOLOGY	71	ENGINEERING, MARINE
11	ARCHAEOLOGY	72	ENGINEERING, MECHANICAL
12	ARCHITECTURE	73	ENGINEERING, OCEAN
13	AREA STUDIES	74	ENGINEERING, PETROLEUM
14	ART	75	ENTOMOLOGY
15	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	76	ENVIRONMENTAL SCIENCES
16	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	77	ENVIRONMENTAL STUDIES
17	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	78	ERGONOMICS
18	BEHAVIORAL SCIENCES	79	ETHNIC STUDIES
19	BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	80	FAMILY STUDIES
20	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	81	FISHERIES
21	BIOLOGY	82	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY
22	BIOLOGY, MISCELLANEOUS	83	FORESTRY
23	BIOPHYSICS	84	GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY
24	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	85	GENETICS & HEREDITY
25	BUSINESS	86	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS
26	BUSINESS, FINANCE	87	GEOGRAPHY
27	CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	88	GEOLOGY
28	CELL BIOLOGY	89	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY
29	CHEMISTRY, ANALYTICAL	90	GERIATRICS & GERONTOLOGY
30	CHEMISTRY, APPLIED	91	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES
31	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	92	HEALTH POLICY & SERVICES
32	CHEMISTRY, MEDICINAL	93	HEMATOLOGY
33	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	94	HISTORY
34	CHEMISTRY, ORGANIC	95	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE
35	CHEMISTRY, PHYSICAL	96	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES
36	CLINICAL NEUROLOGY	97	HORTICULTURE
37	COMMUNICATION	98	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY
38	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	99	IMMUNOLOGY
39	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	100	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR
40	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	101	INFECTIOUS DISEASES
41	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	102	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE
42	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	103	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION
43	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	104	INTERNATIONAL RELATIONS
44	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	105	LANGUAGE & LINGUISTICS
45	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	106	LAW
46	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	107	LIMNOLOGY
47	CRYSTALLOGRAPHY	108	LITERARY REVIEWS
48	DEMOGRAPHY	109	LITERATURE
49	DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	110	LITERATURE, AMERICAN
50	DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	111	LITERATURE, ROMANCE
51	DEVELOPMENTAL BIOLOGY	112	LITERATURE, SLAVIC
52	ECOLOGY	113	MANAGEMENT
53	ECONOMICS	114	MARINE & FRESHWATER BIOLOGY
54	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	115	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS
55	EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	116	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS
56	EDUCATION, SPECIAL	117	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING
57	ELECTROCHEMISTRY	118	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS
58	EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	119	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES
59	ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	120	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY
60	ENERGY & FUELS	121	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD
61	ENGINEERING	122	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES
123	MATHEMATICS	172	POETRY
124	MATHEMATICS, APPLIED	173	POLITICAL SCIENCE
125	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	174	POLYMER SCIENCE
126	MECHANICS	175	PSYCHIATRY
127	MEDICAL INFORMATICS	176	PSYCHOLOGY
128	MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	177	PSYCHOLOGY, APPLIED

Anexo I

129	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	178	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL
130	MEDICINE, LEGAL	179	PSYCHOLOGY, CLINICAL
131	MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	180	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL
132	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	181	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL
133	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	182	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL
134	MICROBIOLOGY	183	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL
135	MICROSCOPY	184	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS
136	MINERALOGY	185	PSYCHOLOGY, SOCIAL
137	MINING & MINERAL PROCESSING	186	PUBLIC ADMINISTRATION
138	MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	187	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH
139	MUSIC	188	RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING
140	MYCOLOGY	189	REHABILITATION
141	NEUROSCIENCES	190	RELIGION
142	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	191	REMOTE SENSING
143	NURSING	192	REPRODUCTIVE BIOLOGY
144	NUTRITION & DIETETICS	193	RESPIRATORY SYSTEM
145	OBSTETRICS & GYNECOLOGY	194	RHEUMATOLOGY
146	OCEANOGRAPHY	195	SOCIAL ISSUES
147	ONCOLOGY	196	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL
148	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	197	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY
149	OPHTHALMOLOGY	198	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS
150	OPTICS	199	SOCIAL WORK
151	ORNITHOLOGY	200	SOCIOLOGY
152	ORTHOPEDECS	201	SPECTROSCOPY
153	OTORHINOLARYNGOLOGY	202	SPORT SCIENCES
154	PALEONTOLOGY	203	STATISTICS & PROBABILITY
155	PARASITOLOGY	204	SUBSTANCE ABUSE
156	PATHOLOGY	205	SURGERY
157	PEDIATRICS	206	TELECOMMUNICATIONS
158	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	207	THEATER
159	PHARMACOLOGY & PHARMACY	208	THERMODYNAMICS
160	PHILOSOPHY	209	TOXICOLOGY
161	PHYSICS, APPLIED	210	TRANSPLANTATION
162	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	211	TRANSPORTATION
163	PHYSICS, CONDENSED MATTER	212	TROPICAL MEDICINE
164	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	213	URBAN STUDIES
165	PHYSICS, MATHEMATICAL	214	UROLOGY & NEPHROLOGY
166	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	215	VETERINARY SCIENCES
167	PHYSICS, NUCLEAR	216	VIROLOGY
168	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	217	WATER RESOURCES
169	PHYSIOLOGY	218	WOMEN'S STUDIES
170	PLANNING & DEVELOPMENT	219	ZOOLOGY
171	PLANT SCIENCES		

Categorías JCR 1990-2002

1	ACOUSTICS	122	LIMNOLOGY
2	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	123	LITERARY REVIEWS
3	AGRICULTURAL ENGINEERING	124	LITERARY THEORY & CRITICISM
4	AGRICULTURE	125	LITERATURE
5	AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	126	LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN
6	AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	127	LITERATURE, AMERICAN
7	AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	128	LITERATURE, BRITISH ISLES
8	ALLERGY	129	LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN
9	ANATOMY & MORPHOLOGY	130	LITERATURE, ROMANCE
10	ANDROLOGY	131	LITERATURE, SLAVIC
11	ANESTHESIOLOGY	132	MANAGEMENT
12	ANTHROPOLOGY	133	MARINE & FRESHWATER BIOLOGY
13	APPLIED LINGUISTICS	134	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS
14	ARCHAEOLOGY	135	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS
15	ARCHITECTURE	136	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING
16	AREA STUDIES	137	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS
17	ART	138	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES
18	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	139	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY
19	ASIAN STUDIES	140	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD
20	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	141	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES
21	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	142	MATHEMATICS
22	BEHAVIORAL SCIENCES	143	MATHEMATICS, APPLIED
23	BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	144	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS
24	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	145	MECHANICS
25	BIODIVERSITY CONSERVATION	146	MEDICAL ETHICS
26	BIOLOGY	147	MEDICAL INFORMATICS
27	BIOLOGY, MISCELLANEOUS	148	MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY
28	BIOPHYSICS	149	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL
29	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	150	MEDICINE, LEGAL
30	BUSINESS	151	MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL
31	BUSINESS, FINANCE	152	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING
32	CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	153	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES
33	CELL BIOLOGY	154	MICROBIOLOGY
34	CHEMISTRY, ANALYTICAL	155	MICROSCOPY
35	CHEMISTRY, APPLIED	156	MINERALOGY
36	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	157	MINING & MINERAL PROCESSING
37	CHEMISTRY, MEDICINAL	158	MUSIC
38	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	159	MYCOLOGY
39	CHEMISTRY, ORGANIC	160	NEUROIMAGING
40	CHEMISTRY, PHYSICAL	161	NEUROSCIENCES
41	CLASSICS	162	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY
42	CLINICAL NEUROLOGY	163	NURSING
43	COMMUNICATION	164	NUTRITION & DIETETICS
44	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	165	OBSTETRICS & GYNECOLOGY
45	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	166	OCEANOGRAPHY
46	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	167	ONCOLOGY
47	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	168	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
48	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	169	OPHTHALMOLOGY
49	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	170	OPTICS
50	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	171	ORNITHOLOGY
51	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	172	ORTHOPEDICS
52	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	173	OTORHINOLARYNGOLOGY
53	CRITICAL CARE MEDICINE	174	PALEONTOLOGY
54	CRYSTALLOGRAPHY	175	PARASITOLOGY
55	DANCE	176	PATHOLOGY
56	DEMOGRAPHY	177	PEDIATRICS
57	DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	178	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE
58	DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	179	PHARMACOLOGY & PHARMACY
59	DEVELOPMENTAL BIOLOGY	180	PHILOSOPHY
60	ECOLOGY	181	PHYSICS, APPLIED
61	ECONOMICS	182	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL
62	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	183	PHYSICS, CONDENSED MATTER
63	EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	184	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS
64	EDUCATION, SPECIAL	185	PHYSICS, MATHEMATICAL
65	ELECTROCHEMISTRY	186	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY
66	EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	187	PHYSICS, NUCLEAR
67	ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	188	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS
68	ENERGY & FUELS	189	PHYSIOLOGY
69	ENGINEERING	190	PLANNING & DEVELOPMENT
70	ENGINEERING, AEROSPACE	191	PLANT SCIENCES
71	ENGINEERING, BIOMEDICAL	192	POETRY
72	ENGINEERING, CHEMICAL	193	POLITICAL SCIENCE

Anexo I

73	ENGINEERING, CIVIL	194	POLYMER SCIENCE
74	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	195	PSYCHIATRY
75	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	196	PSYCHOLOGY
76	ENGINEERING, GEOLOGICAL	197	PSYCHOLOGY, APPLIED
77	ENGINEERING, INDUSTRIAL	198	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL
78	ENGINEERING, MANUFACTURING	199	PSYCHOLOGY, CLINICAL
79	ENGINEERING, MARINE	200	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL
80	ENGINEERING, MECHANICAL	201	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL
81	ENGINEERING, OCEAN	202	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL
82	ENGINEERING, PETROLEUM	203	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL
83	ENTOMOLOGY	204	PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY
84	ENVIRONMENTAL SCIENCES	205	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS
85	ENVIRONMENTAL STUDIES	206	PSYCHOLOGY, SOCIAL
86	ERGONOMICS	207	PUBLIC ADMINISTRATION
87	ETHICS	208	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH
88	ETHNIC STUDIES	209	RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING
89	EVOLUTIONARY BIOLOGY	210	REHABILITATION
90	FAMILY STUDIES	211	RELIGION
91	FILM, RADIO, TELEVISION	212	REMOTE SENSING
92	FISHERIES	213	REPRODUCTIVE SYSTEMS
93	FOLKLORE	214	RESPIRATORY SYSTEM
94	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	215	RHEUMATOLOGY
95	FORESTRY	216	ROBOTICS
96	GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	217	SOCIAL ISSUES
97	GENETICS & HEREDITY	218	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL
98	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	219	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY
99	GEOGRAPHY	220	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS
100	GEOGRAPHY, PHYSICAL	221	SOCIAL WORK
101	GEOLOGY	222	SOCIOLOGY
102	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	223	SPECTROSCOPY
103	GERIATRICS & GERONTOLOGY	224	SPORT SCIENCES
104	GERONTOLOGY	225	STATISTICS & PROBABILITY
105	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	226	SUBSTANCE ABUSE
106	HEALTH POLICY & SERVICES	227	SURGERY
107	HEMATOLOGY	228	TELECOMMUNICATIONS
108	HISTORY	229	THEATER
109	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	230	THERMODYNAMICS
110	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	231	TOXICOLOGY
111	HORTICULTURE	232	TRANSPLANTATION
112	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	233	TRANSPORTATION
113	IMMUNOLOGY	234	TROPICAL MEDICINE
114	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	235	URBAN STUDIES
115	INFECTIOUS DISEASES	236	UROLOGY & NEPHROLOGY
116	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	237	VETERINARY SCIENCES
117	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	238	VIROLOGY
118	INTEGRATIVE & COMPLEMENTARY MEDICINE	239	WATER RESOURCES
119	INTERNATIONAL RELATIONS	240	WOMEN'S STUDIES
120	LANGUAGE & LINGUISTICS	241	ZOOLOGY
121	LAW		

ANEXO II

Categorías con enlaces coincidentes en los mapas de España 2002 y JCR construidos a partir de sus revistas

AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	ECONOMICS
AGRICULTURE	AGRICULTURE, SOIL SCIENCE
AGRICULTURE	PLANT SCIENCES
ANESTHESIOLOGY	CLINICAL NEUROLOGY
ANTHROPOLOGY	ARCHAEOLOGY
ARCHAEOLOGY	ARCHITECTURE
ARCHAEOLOGY	ART
BEHAVIORAL SCIENCES	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	CHEMISTRY, ANALYTICAL
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	BIOPHYSICS
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	ENDOCRINOLOGY & METABOLISM
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	GENETICS & HEREDITY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	PHARMACOLOGY & PHARMACY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	PHYSIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	PLANT SCIENCES
BUSINESS	MANAGEMENT
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	RESPIRATORY SYSTEM
CHEMISTRY, APPLIED	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES
CLINICAL NEUROLOGY	PSYCHIATRY
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING
CRYSTALLOGRAPHY	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR
ECONOMICS	BUSINESS, FINANCE
ECONOMICS	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR
ECONOMICS	INTERNATIONAL RELATIONS
ECONOMICS	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL
ENERGY & FUELS	ENGINEERING, CHEMICAL
ENERGY & FUELS	ENGINEERING, PETROLEUM
ENGINEERING, BIOMEDICAL	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS
ENGINEERING, CIVIL	ENGINEERING, OCEAN
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	TELECOMMUNICATIONS
ENTOMOLOGY	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY
ENVIRONMENTAL SCIENCES	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL
ENVIRONMENTAL SCIENCES	WATER RESOURCES
ENVIRONMENTAL STUDIES	URBAN STUDIES
ERGONOMICS	TRANSPORTATION
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	CHEMISTRY, APPLIED

Anexo II

FORESTRY	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD
GENETICS & HEREDITY	BIOLOGY, MISCELLANEOUS
GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	MINERALOGY
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	ENGINEERING, GEOLOGICAL
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	GEOGRAPHY
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES
HEALTH POLICY & SERVICES	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES
HEMATOLOGY	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE
HISTORY	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES
HISTORY	LITERATURE
HISTORY	RELIGION
IMMUNOLOGY	ALLERGY
IMMUNOLOGY	INFECTIOUS DISEASES
LANGUAGE & LINGUISTICS	LITERATURE
LANGUAGE & LINGUISTICS	LITERATURE, ROMANCE
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	ECOLOGY
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	FISHERIES
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	CHEMISTRY, PHYSICAL
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	PHYSICS, CONDENSED MATTER
MATHEMATICS	MATHEMATICS, APPLIED
MATHEMATICS, APPLIED	ENGINEERING
MATHEMATICS, APPLIED	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS
MATHEMATICS, APPLIED	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
MATHEMATICS, APPLIED	PHYSICS, MATHEMATICAL
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS
MECHANICS	ENGINEERING, MECHANICAL
MECHANICS	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS
NEUROSCIENCES	BEHAVIORAL SCIENCES
NEUROSCIENCES	CLINICAL NEUROLOGY
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	REPRODUCTIVE BIOLOGY
OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	ENGINEERING, INDUSTRIAL
PHARMACOLOGY & PHARMACY	CHEMISTRY, MEDICINAL
PHARMACOLOGY & PHARMACY	TOXICOLOGY
PHYSICS, APPLIED	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	CHEMISTRY, PHYSICAL
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	PHYSICS, MATHEMATICAL
PSYCHIATRY	PSYCHOLOGY
PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, APPLIED
PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	ACOUSTICS
REHABILITATION	EDUCATION, SPECIAL
REHABILITATION	SPORT SCIENCES
REMOTE SENSING	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY
STATISTICS & PROBABILITY	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS
SURGERY	DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE
SURGERY	ORTHOPEDICS
SURGERY	OTORHINOLARYNGOLOGY
TROPICAL MEDICINE	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH
WATER RESOURCES	ENGINEERING, CIVIL

Categorías con enlaces no coincidentes en los mapas de España 2002 y JCR contruidos a partir de sus revistas

AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY
ANATOMY & MORPHOLOGY	NEUROSCIENCES
ANESTHESIOLOGY	POETRY
AREA STUDIES	HISTORY
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	BIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	CELL BIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	DEVELOPMENTAL BIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	GERIATRICS & GERONTOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	IMMUNOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	MICROBIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	MICROSCOPY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	MYCOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	NEUROSCIENCES
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	ONCOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	PARASITOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	REPRODUCTIVE BIOLOGY
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	ANTHROPOLOGY
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE
CELL BIOLOGY	PATHOLOGY
CHEMISTRY, ANALYTICAL	ELECTROCHEMISTRY
CHEMISTRY, ANALYTICAL	PHILOSOPHY
CHEMISTRY, ANALYTICAL	SPECTROSCOPY
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	CHEMISTRY, ORGANIC
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	CHEMISTRY, PHYSICAL
COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS
COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	PHYSICS, MATHEMATICAL
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE
CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY
ECOLOGY	BIOLOGY, MISCELLANEOUS
ECOLOGY	ORNITHOLOGY
ECONOMICS	MANAGEMENT
ECONOMICS	PLANNING & DEVELOPMENT
ECONOMICS	POLITICAL SCIENCE
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY
ENGINEERING, AEROSPACE	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS
ENGINEERING, CHEMICAL	CHEMISTRY, PHYSICAL
ENGINEERING, CHEMICAL	THERMODYNAMICS
ENGINEERING, MANUFACTURING	ENGINEERING, INDUSTRIAL
ENVIRONMENTAL SCIENCES	CHEMISTRY, ANALYTICAL
ENVIRONMENTAL STUDIES	ECONOMICS
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL
GENETICS & HEREDITY	HISTORY

Anexo II

GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	REMOTE SENSING
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	GEOLOGY
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	OCEANOGRAPHY
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	PALEONTOLOGY
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	PHILOSOPHY
IMMUNOLOGY	TRANSPLANTATION
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	SPECTROSCOPY
LAW	ECONOMICS
LITERARY REVIEWS	LITERATURE, AMERICAN
LITERATURE	ARTS & HUMANITIES, GENERAL
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	OCEANOGRAPHY
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MINING & MINERAL PROCESSING
MEDICAL INFORMATICS	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	PEDIATRICS
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	RHEUMATOLOGY
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	SURGERY
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	UROLOGY & NEPHROLOGY
MUSIC	ART
NEUROSCIENCES	OPHTHALMOLOGY
NURSING	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES
NUTRITION & DIETETICS	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY
OCEANOGRAPHY	ENGINEERING, MARINE
OCEANOGRAPHY	LIMNOLOGY
OPTICS	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL
PATHOLOGY	MEDICINE, LEGAL
PHYSICS, APPLIED	PHYSICS, CONDENSED MATTER
PHYSICS, CONDENSED MATTER	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS
PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	PHYSICS, MATHEMATICAL
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	PHYSICS, CONDENSED MATTER
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	PHYSICS, NUCLEAR
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS
PHYSIOLOGY	SPORT SCIENCES
PLANT SCIENCES	FORESTRY
PLANT SCIENCES	HORTICULTURE
POLITICAL SCIENCE	THEATER
POLYMER SCIENCE	CHEMISTRY, PHYSICAL
POLYMER SCIENCE	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING
PSYCHIATRY	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL
PSYCHIATRY	SUBSTANCE ABUSE
PSYCHOLOGY	ERGONOMICS
PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, CLINICAL
PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL

PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS
PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, SOCIAL
PSYCHOLOGY	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY
PSYCHOLOGY	SOCIAL WORK
PSYCHOLOGY	SOCIOLOGY
PSYCHOLOGY, SOCIAL	FAMILY STUDIES
PUBLIC ADMINISTRATION	POLITICAL SCIENCE
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	WOMEN'S STUDIES
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL
REPRODUCTIVE BIOLOGY	ANDROLOGY
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	DEMOGRAPHY
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	SOCIAL ISSUES
SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	COMMUNICATION
SURGERY	ENGINEERING, BIOMEDICAL
THEATER	LITERARY REVIEWS
VETERINARY SCIENCES	IMMUNOLOGY
VIROLOGY	IMMUNOLOGY
ZOOLOGY	NEUROSCIENCES

Categorías con enlaces coincidentes en los mapas de España 2002 y JCR construidos a partir de la ínter citación sus documentos

ANATOMY & MORPHOLOGY	NEUROSCIENCES
ANESTHESIOLOGY	POETRY
ARCHAEOLOGY	ART
AREA STUDIES	HISTORY
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES
BEHAVIORAL SCIENCES	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	CELL BIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	DEVELOPMENTAL BIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	GERIATRICS & GERONTOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	IMMUNOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	MICROBIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	MICROSCOPY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	MYCOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	NEUROSCIENCES
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	ONCOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	PARASITOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	PHYSIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	REPRODUCTIVE BIOLOGY
CHEMISTRY, ANALYTICAL	ELECTROCHEMISTRY
CHEMISTRY, ANALYTICAL	PHILOSOPHY
CHEMISTRY, ANALYTICAL	SPECTROSCOPY
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	CHEMISTRY, ORGANIC
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	CHEMISTRY, PHYSICAL
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING
COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	PHYSICS, MATHEMATICAL
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE
CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY
ECOLOGY	BIOLOGY, MISCELLANEOUS
ECOLOGY	ORNITHOLOGY
ECONOMICS	INTERNATIONAL RELATIONS
ECONOMICS	MANAGEMENT
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY
ENGINEERING, CHEMICAL	THERMODYNAMICS
ENVIRONMENTAL SCIENCES	CHEMISTRY, ANALYTICAL
ENVIRONMENTAL STUDIES	ECONOMICS
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL
GENETICS & HEREDITY	BIOLOGY, MISCELLANEOUS
GENETICS & HEREDITY	HISTORY
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	GEOGRAPHY
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	GEOLOGY
HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	PHILOSOPHY
LAW	ECONOMICS
LITERARY REVIEWS	LITERATURE, AMERICAN
LITERATURE	ARTS & HUMANITIES, GENERAL
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING
MATHEMATICS, APPLIED	ENGINEERING
MATHEMATICS, APPLIED	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS
MATHEMATICS, APPLIED	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
MEDICAL INFORMATICS	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	PEDIATRICS
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	RHEUMATOLOGY
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	SURGERY
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	UROLOGY & NEPHROLOGY

MUSIC	ART
NEUROSCIENCES	OPHTHALMOLOGY
NUTRITION & DIETETICS	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY
OCEANOGRAPHY	ENGINEERING, MARINE
OCEANOGRAPHY	LIMNOLOGY
PHYSICS, APPLIED	PHYSICS, CONDENSED MATTER
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	CHEMISTRY, PHYSICAL
PHYSICS, CONDENSED MATTER	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	PHYSICS, CONDENSED MATTER
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	PHYSICS, NUCLEAR
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS
PLANT SCIENCES	FORESTRY
PLANT SCIENCES	HORTICULTURE
POLITICAL SCIENCE	THEATER
POLYMER SCIENCE	CHEMISTRY, PHYSICAL
POLYMER SCIENCE	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING
PSYCHIATRY	PSYCHOLOGY
PSYCHIATRY	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL
PSYCHOLOGY	ERGONOMICS
PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, CLINICAL
PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL
PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS
PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, SOCIAL
PSYCHOLOGY	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY
PSYCHOLOGY	SOCIAL WORK
PSYCHOLOGY	SOCIOLOGY
PSYCHOLOGY, SOCIAL	FAMILY STUDIES
PUBLIC ADMINISTRATION	POLITICAL SCIENCE
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL
REPRODUCTIVE BIOLOGY	ANDROLOGY
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	DEMOGRAPHY
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	SOCIAL ISSUES
SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	COMMUNICATION
STATISTICS & PROBABILITY	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS
SURGERY	ENGINEERING, BIOMEDICAL
THEATER	LITERARY REVIEWS
VIROLOGY	IMMUNOLOGY
ZOOLOGY	NEUROSCIENCES

Categorías con enlaces no coincidentes en los mapas de España 2002 y JCR contruidos a partir de la ínter citación sus documentos

AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	ECONOMICS
AGRICULTURE	AGRICULTURE, SOIL SCIENCE
AGRICULTURE	PLANT SCIENCES
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY
ANESTHESIOLOGY	CLINICAL NEUROLOGY
ANTHROPOLOGY	ARCHAEOLOGY
ARCHAEOLOGY	ARCHITECTURE
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	CHEMISTRY, ANALYTICAL
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	BIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	BIOPHYSICS
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	ENDOCRINOLOGY & METABOLISM
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	GENETICS & HEREDITY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	PHARMACOLOGY & PHARMACY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	PLANT SCIENCES
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	ANTHROPOLOGY
BUSINESS	MANAGEMENT
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	RESPIRATORY SYSTEM
CELL BIOLOGY	PATHOLOGY
CHEMISTRY, APPLIED	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES
CLINICAL NEUROLOGY	PSYCHIATRY
COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING
CRYSTALLOGRAPHY	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR
ECONOMICS	BUSINESS, FINANCE
ECONOMICS	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR
ECONOMICS	PLANNING & DEVELOPMENT
ECONOMICS	POLITICAL SCIENCE
ECONOMICS	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL
ENERGY & FUELS	ENGINEERING, CHEMICAL
ENERGY & FUELS	ENGINEERING, PETROLEUM
ENGINEERING, AEROSPACE	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS
ENGINEERING, BIOMEDICAL	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS
ENGINEERING, CHEMICAL	CHEMISTRY, PHYSICAL
ENGINEERING, CIVIL	ENGINEERING, OCEAN
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	TELECOMMUNICATIONS
ENGINEERING, MANUFACTURING	ENGINEERING, INDUSTRIAL
ENTOMOLOGY	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY
ENVIRONMENTAL SCIENCES	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL
ENVIRONMENTAL SCIENCES	WATER RESOURCES
ENVIRONMENTAL STUDIES	URBAN STUDIES
ERGONOMICS	TRANSPORTATION
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	CHEMISTRY, APPLIED
FORESTRY	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD
GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	MINERALOGY
GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	REMOTE SENSING
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	ENGINEERING, GEOLOGICAL
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	OCEANOGRAPHY
GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	PALEONTOLOGY
HEALTH POLICY & SERVICES	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES
HEMATOLOGY	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE
HISTORY	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES
HISTORY	LITERATURE

HISTORY	RELIGION
IMMUNOLOGY	ALLERGY
IMMUNOLOGY	INFECTIOUS DISEASES
IMMUNOLOGY	TRANSPLANTATION
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	SPECTROSCOPY
LANGUAGE & LINGUISTICS	LITERATURE
LANGUAGE & LINGUISTICS	LITERATURE, ROMANCE
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	ECOLOGY
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	FISHERIES
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	OCEANOGRAPHY
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	CHEMISTRY, PHYSICAL
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MINING & MINERAL PROCESSING
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	PHYSICS, CONDENSED MATTER
MATHEMATICS	MATHEMATICS, APPLIED
MATHEMATICS, APPLIED	PHYSICS, MATHEMATICAL
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS
MECHANICS	ENGINEERING, MECHANICAL
MECHANICS	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH
NEUROSCIENCES	BEHAVIORAL SCIENCES
NEUROSCIENCES	CLINICAL NEUROLOGY
NURSING	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	REPRODUCTIVE BIOLOGY
OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	ENGINEERING, INDUSTRIAL
OPTICS	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL
PATHOLOGY	MEDICINE, LEGAL
PHARMACOLOGY & PHARMACY	CHEMISTRY, MEDICINAL
PHARMACOLOGY & PHARMACY	TOXICOLOGY
PHYSICS, APPLIED	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC
PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	PHYSICS, MATHEMATICAL
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	PHYSICS, MATHEMATICAL
PHYSIOLOGY	SPORT SCIENCES
PSYCHIATRY	SUBSTANCE ABUSE
PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, APPLIED
PSYCHOLOGY	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	WOMEN'S STUDIES
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	ACOUSTICS
REHABILITATION	EDUCATION, SPECIAL
REHABILITATION	SPORT SCIENCES
REMOTE SENSING	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY
SURGERY	DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE
SURGERY	ORTHOPEDECS
SURGERY	OTORHINOLARYNGOLOGY
TROPICAL MEDICINE	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH
VETERINARY SCIENCES	IMMUNOLOGY
WATER RESOURCES	ENGINEERING, CIVIL

ANEXO III

Factores extraídos del dominio UE 2002

Factor 1	% varianza	Factor 2	% varianza
Biomedicina	19.6	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	10.5
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	0.947	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	0.964
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	0.943	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	0.927
ONCOLOGY	0.934	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	0.898
PATHOLOGY	0.926	POLYMER SCIENCE	0.818
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	0.922	PHYSICS, APPLIED	0.815
UROLOGY & NEPHROLOGY	0.907	PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.753
PHYSIOLOGY	0.898	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.746
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	0.894	ELECTROCHEMISTRY	0.746
IMMUNOLOGY	0.887	CHEMISTRY, PHYSICAL	0.740
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	0.882	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	0.735
PHARMACOLOGY & PHARMACY	0.876	MINING & MINERAL PROCESSING	0.670
BIOLOGY	0.867	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	0.664
BIOPHYSICS	0.864	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	0.634
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	0.859	CRYSTALLOGRAPHY	0.626
PEDIATRICS	0.854	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	0.616
GENETICS & HEREDITY	0.851	MECHANICS	0.614
NUTRITION & DIETETICS	0.851	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	0.604
RHEUMATOLOGY	0.845	OPTICS	0.592
GERIATRICS & GERONTOLOGY	0.837	ENGINEERING, CHEMICAL	0.555
CELL BIOLOGY	0.834	ENERGY & FUELS	0.537
ANATOMY & MORPHOLOGY	0.828	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.531
OPHTHALMOLOGY	0.820	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	0.502
VIROLOGY	0.814		
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	0.813		
HEMATOLOGY	0.805		
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	0.797		
TOXICOLOGY	0.794		
ANDROLOGY	0.778		
VETERINARY SCIENCES	0.776		
MICROBIOLOGY	0.760		
NEUROSCIENCES	0.758		
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	0.750		
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	0.737		
REPRODUCTIVE BIOLOGY	0.736		
RESPIRATORY SYSTEM	0.725		
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0.722		
MICROSCOPY	0.714		
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	0.711		
SURGERY	0.705		
MEDICINE, LEGAL	0.697		
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	0.673		
PARASITOLOGY	0.669		
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	0.668		
PLANT SCIENCES	0.666		
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	0.663		
TRANSPLANTATION	0.647		
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	0.644		
CHEMISTRY, ANALYTICAL	0.643		
ALLERGY	0.636		
MYCOLOGY	0.616		
INFECTIOUS DISEASES	0.607		
OTORHINOLARYNGOLOGY	0.606		
ZOOLOGY	0.595		
CHEMISTRY, MEDICINAL	0.588		
CLINICAL NEUROLOGY	0.577		
SPORT SCIENCES	0.571		
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	0.569		
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	0.552		
ANESTHESIOLOGY	0.533		
ENGINEERING, BIOMEDICAL	0.509		

Factor 3	% varianza	Factor 4	% varianza
Gestión, Derecho y Economía	6.9	Ciencias de la Tierra y del Espacio	6.1
PLANNING & DEVELOPMENT	0.876	GEOLOGY	0.895
INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	0.870	PALEONTOLOGY	0.892
POLITICAL SCIENCE	0.841	OCEANOGRAPHY	0.888
INTERNATIONAL RELATIONS	0.824	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	0.883
PUBLIC ADMINISTRATION	0.820	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	0.870
AREA STUDIES	0.820	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	0.853
SOCIOLOGY	0.810	ENGINEERING, OCEAN	0.807
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	0.786	ENGINEERING, AEROSPACE	0.799
HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	0.726	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.750
URBAN STUDIES	0.682	ENGINEERING, GEOLOGICAL	0.746
BUSINESS, FINANCE	0.680	REMOTE SENSING	0.742
LAW	0.669	MINERALOGY	0.721
SOCIAL ISSUES	0.641	GEOGRAPHY	0.703
ENVIRONMENTAL STUDIES	0.610	LIMNOLOGY	0.625
ETHNIC STUDIES	0.588	ENGINEERING, PETROLEUM	0.585
BUSINESS	0.571	ENVIRONMENTAL SCIENCES	0.573
MANAGEMENT	0.559	WATER RESOURCES	0.545
ARTS & HUMANITIES, GENERAL	0.554	ENGINEERING, CIVIL	0.533
SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.553		
HISTORY	0.526		
COMMUNICATION	0.525		
DEMOGRAPHY	0.521		

Factor 5	% varianza	Factor 6	% varianza
Psicología	4.8	Informática y Telecomunicaciones	3.6
PSYCHOLOGY, SOCIAL	0.910	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	0.911
PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	0.871	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	0.883
PSYCHOLOGY, CLINICAL	0.863	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	0.839
PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	0.852	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	0.839
PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	0.757	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	0.833
PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	0.743	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	0.743
CRIMINOLOGY & PENOLOGY	0.739	TELECOMMUNICATIONS	0.724
PSYCHOLOGY, APPLIED	0.732	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	0.720
FAMILY STUDIES	0.718	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	0.588
PSYCHOLOGY	0.692	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	0.513
SUBSTANCE ABUSE	0.676		
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	0.650		
SOCIAL WORK	0.643		
PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	0.637		
PSYCHIATRY	0.582		
BEHAVIORAL SCIENCES	0.580		
EDUCATION, SPECIAL	0.577		
WOMEN'S STUDIES	0.544		
SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.522		
ERGONOMICS	0.510		
PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	0.507		
COMMUNICATION	0.503		

Factor 7	% varianza	Factor 8	% varianza
Biología Animal, Ecología	3.2	Humanidades	2.4
ORNITHOLOGY	0.802	LITERATURE, ROMANCE	0.877
ENTOMOLOGY	0.693	LITERATURE	0.825
ZOOLOGY	0.627	LANGUAGE & LINGUISTICS	0.659
ANTHROPOLOGY	0.620	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	0.649
ECOLOGY	0.618	LITERARY REVIEWS	0.642
FISHERIES	0.555	RELIGION	0.632
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	0.524	LITERATURE, SLAVIC	0.605
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	0.522		

Anexo III

Factor 9	% varianza	Factor 10	% varianza
Física Nuclear y de Partículas	2.1	Política Sanitaria, Servicios Médicos	1.9
PHYSICS, NUCLEAR	0.849	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	0.823
PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	0.829	NURSING	0.799
PHYSICS, MATHEMATICAL	0.799	HEALTH POLICY & SERVICES	0.799
NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	0.712	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	0.688
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	0.696	TROPICAL MEDICINE	0.652
COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	0.681	MEDICAL INFORMATICS	0.581
SPECTROSCOPY	0.673	WOMEN'S STUDIES	0.568
PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	0.666	SOCIAL WORK	0.552
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	0.592		
OPTICS	0.589		
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	0.501		

Factor 11	% varianza	Factor 12	% varianza
Ingeniería Mecánica	1.6	Ortopedia	1.4
ENGINEERING, MECHANICAL	0.739	EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	0.740
ENGINEERING	0.689	ORTHOPEDICS	0.726
THERMODYNAMICS	0.620	OTORHINOLARYNGOLOGY	0.595
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	0.534	ANESTHESIOLOGY	0.506
ACOUSTICS	0.504		

Factor 13	% varianza	Factor 14	% varianza
Matemáticas Aplicadas	1.2	Química	1.1
SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	0.754	CHEMISTRY, ORGANIC	0.738
STATISTICS & PROBABILITY	0.697	CHEMISTRY, APPLIED	0.694
PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	0.662	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	0.656
ECONOMICS	0.636	CHEMISTRY, MEDICINAL	0.609
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	0.632	ENGINEERING, CHEMICAL	0.596
BUSINESS, FINANCE	0.623	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	0.555
		CRYSTALLOGRAPHY	0.548
		CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.520

Factor 15	% varianza
Agricultura y Ciencias del Suelo	1
HORTICULTURA	0.814
AGRICULTURA	0.759
FORESTRY	0.719
AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	0.650

Factores extraídos del dominio USA 2002

Factor 1	% varianza	Factor 2	% varianza
Biomedicina	20.5	Psicología	11.7
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	0.955	PSYCHOLOGY, SOCIAL	0.908
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	0.949	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	0.868
PATHOLOGY	0.942	SOCIAL WORK	0.832
ONCOLOGY	0.940	FAMILY STUDIES	0.831
UROLOGY & NEPHROLOGY	0.937	PSYCHOLOGY, CLINICAL	0.826
PHYSIOLOGY	0.911	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	0.821
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	0.909	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	0.819
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	0.902	PSYCHOLOGY, APPLIED	0.804
PHARMACOLOGY & PHARMACY	0.902	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	0.802
OPHTHALMOLOGY	0.899	WOMEN'S STUDIES	0.802
BIOPHYSICS	0.896	CRIMINOLOGY & PENOLOGY	0.801
IMMUNOLOGY	0.895	SUBSTANCE ABUSE	0.737
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	0.887	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	0.731
BIOLOGY	0.883	PSYCHOLOGY	0.701
GENETICS & HEREDITY	0.875	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.694
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	0.875	PSYCHIATRY	0.621
RHEUMATOLOGY	0.867	SOCIAL ISSUES	0.614
ANATOMY & MORPHOLOGY	0.861	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	0.582
GERIATRICS & GERONTOLOGY	0.852	SOCIOLOGY	0.576
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	0.848	COMMUNICATION	0.568
NUTRITION & DIETETICS	0.845	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	0.563
VIROLOGY	0.841	ERGONOMICS	0.549
CELL BIOLOGY	0.838	EDUCATION, SPECIAL	0.527
HEMATOLOGY	0.835	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	0.517
TOXICOLOGY	0.826	RELIGION	0.503
NEUROSCIENCES	0.816	REHABILITATION	0.501
ANDROLOGY	0.808		
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	0.806		
RESPIRATORY SYSTEM	0.803		
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	0.802		
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	0.799		
REPRODUCTIVE BIOLOGY	0.797		
PEDIATRICS	0.789		
MICROBIOLOGY	0.781		
MICROSCOPY	0.775		
VETERINARY SCIENCES	0.763		
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	0.758		
SURGERY	0.747		
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0.747		
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	0.724		
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	0.693		
CHEMISTRY, ANALYTICAL	0.692		
PARASITOLOGY	0.692		
PLANT SCIENCES	0.683		
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	0.675		
CHEMISTRY, MEDICINAL	0.671		
MYCOLOGY	0.657		
TRANSPLANTATION	0.652		
ALLERGY	0.641		
SPORT SCIENCES	0.629		
CLINICAL NEUROLOGY	0.627		
OTORHINOLARYNGOLOGY	0.624		
ENGINEERING, BIOMEDICAL	0.617		
ZOOLOGY	0.605		
INFECTIOUS DISEASES	0.591		
FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	0.579		
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	0.567		
AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	0.566		
ANESTHESIOLOGY	0.561		
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	0.546		
ENTOMOLOGY	0.529		
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	0.509		
CRYSTALLOGRAPHY	0.508		

Anexo III

Factor 3	% varianza	Factor 4	% varianza
Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	7.3	Ciencias de la Tierra y del Espacio	6.1
MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	0.952	GEOLOGY	0.927
MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	0.890	PALEONTOLOGY	0.897
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	0.876	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	0.897
PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.829	OCEANOGRAPHY	0.892
PHYSICS, APPLIED	0.825	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	0.889
POLYMER SCIENCE	0.822	ENGINEERING, OCEAN	0.853
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.793	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	0.850
ELECTROCHEMISTRY	0.792	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.760
CHEMISTRY, PHYSICAL	0.778	REMOTE SENSING	0.756
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	0.743	MINERALOGY	0.746
MINING & MINERAL PROCESSING	0.732	ENGINEERING, GEOLOGICAL	0.728
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	0.722	ENGINEERING, AEROSPACE	0.708
MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	0.713	LIMNOLOGY	0.620
OPTICS	0.690	ENGINEERING, PETROLEUM	0.599
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	0.666	GEOGRAPHY	0.597
MECHANICS	0.629	ENVIRONMENTAL SCIENCES	0.570
ENGINEERING, CHEMICAL	0.621	WATER RESOURCES	0.543
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	0.583	ENGINEERING, CIVIL	0.526
CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	0.566	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	0.514
CRYSTALLOGRAPHY	0.563		
SPECTROSCOPY	0.562		
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.554		
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	0.537		
ENGINEERING	0.513		

Factor 5	% varianza	Factor 6	% varianza
Gestión, Derecho y Economía	4.7	Informática y Telecomunicaciones	3.8
PLANNING & DEVELOPMENT	0.861	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	0.922
INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	0.843	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	0.888
AREA STUDIES	0.842	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	0.848
PUBLIC ADMINISTRATION	0.837	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	0.832
URBAN STUDIES	0.802	TELECOMMUNICATIONS	0.832
POLITICAL SCIENCE	0.766	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	0.824
LAW	0.764	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	0.789
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	0.758	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	0.691
INTERNATIONAL RELATIONS	0.757		
HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	0.727		
ENVIRONMENTAL STUDIES	0.713		
BUSINESS, FINANCE	0.697		
ETHNIC STUDIES	0.656		
HISTORY	0.619		
ARCHITECTURE	0.601		
SOCIOLOGY	0.593		
SOCIAL SCIENCES	0.585		
DEMOGRAPHY	0.531		
COMMUNICATION	0.521		

Factor 7	% varianza	Factor 8	% varianza
Biología Animal y Ecología	3	Humanidades	2.8
ORNITHOLOGY	0.810	LANGUAGE & LINGUISTICS	0.859
ENTOMOLOGY	0.687	LITERATURE, AMERICAN	0.850
ECOLOGY	0.643	LITERARY REVIEWS	0.816
ANTHROPOLOGY	0.604	POETRY	0.815
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	0.598	THEATER	0.709
FISHERIES	0.578	ART	0.686
ZOOLOGY	0.570	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	0.650

Factor 9	% varianza	Factor 10	% varianza
Política Sanitaria, Servicios Médicos	2	Agricultura y Ciencias del Suelo	2
HEALTH POLICY & SERVICES	0.802	HORTICULTURE	0.735
NURSING	0.781	AGRICULTURE	0.704
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	0.693	FORESTRY	0.529
HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	0.678	AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	0.508
MEDICAL INFORMATICS	0.632		
EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	0.593		
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	0.532		
TROPICAL MEDICINE	0.501		

Factor 11	% varianza	Factor 12	% varianza
Ingeniería Mecánica	1.9	Ortopedia	1.6
ENGINEERING, MECHANICAL	0.710	ORTHOPEDICS	0.704
ENGINEERING	0.661	OTORHINOLARYNGOLOGY	0.571
THERMODYNAMICS	0.651		
MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	0.625		
MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	0.585		
CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	0.561		
ENGINEERING, MARINE	0.522		
ACOUSTICS	0.513		

Factor 13	% varianza	Factor 14	% varianza
Matemáticas aplicadas	1.4	Física Nuclear y de Partículas	1.1
SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	0.735	PHYSICS, NUCLEAR	0.768
STATISTICS & PROBABILITY	0.734	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	0.760
MATHEMATICS, MISCELLANEOUS	0.677	PHYSICS, MATHEMATICAL	0.713
MATHEMATICS, APPLIED	0.647	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	0.586
PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	0.612	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	0.516
ECONOMICS	0.563		
BUSINESS, FINANCE	0.526		

ANEXO IV

Factores extraídos del dominio español 1990-1994

Factor 1	% varianza	Factor 2	% varianza
Biomedicina	23.100	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	12.9
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	0.954	POLYMER SCIENCE	0.888
PEDIATRICS	0.946	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	0.878
UROLOGY & NEPHROLOGY	0.930	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	0.872
PATHOLOGY	0.924	COMMUNICATION	0.859
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	0.913	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	0.855
ONCOLOGY	0.905	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.851
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	0.902	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	0.850
OPHTHALMOLOGY	0.902	CRYSTALLOGRAPHY	0.842
GERIATRICS & GERONTOLOGY	0.901	PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.838
HEMATOLOGY	0.901	EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	0.830
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	0.895	CHEMISTRY, PHYSICAL	0.829
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	0.889	THERMODYNAMICS	0.827
RHEUMATOLOGY	0.882	ELECTROCHEMISTRY	0.827
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	0.881	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	0.820
SURGERY	0.877	SPECTROSCOPY	0.813
ANESTHESIOLOGY	0.873	PHYSICS, APPLIED	0.805
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	0.865	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	0.786
RESPIRATORY SYSTEM	0.842	ENGINEERING, CHEMICAL	0.767
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	0.841	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	0.765
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	0.837	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	0.744
SPORT SCIENCES	0.836	MECHANICS	0.743
IMMUNOLOGY	0.834	OPTICS	0.738
CLINICAL NEUROLOGY	0.829	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	0.702
PHYSIOLOGY	0.827	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	0.684
NEUROSCIENCES	0.813	MINERALOGY	0.628
TRANSPLANTATION	0.807	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	0.625
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	0.797	CHEMISTRY, ORGANIC	0.604
SUBSTANCE ABUSE	0.791	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.583
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	0.787	ENERGY & FUELS	0.581
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	0.786	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	0.567
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	0.785	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	0.556
OTORHINOLARYNGOLOGY	0.782	PHYSICS, MATHEMATICAL	0.550
ANATOMY & MORPHOLOGY	0.780	ENGINEERING, MANUFACTURING	0.534
ORTHOPEDICS	0.780	PHYSICS, NUCLEAR	0.529
REHABILITATION	0.774		
NUTRITION & DIETETICS	0.773		
PHARMACOLOGY & PHARMACY	0.771		
ALLERGY	0.758		
REPRODUCTIVE SYSTEMS	0.753		
TOXICOLOGY	0.745		
CELL BIOLOGY	0.744		
BIOLOGY	0.740		
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	0.728		
ENGINEERING, BIOMEDICAL	0.724		
PSYCHIATRY	0.717		
BIOPHYSICS	0.710		
ANDROLOGY	0.699		
INFECTIOUS DISEASES	0.683		
VETERINARY SCIENCES	0.678		
VIROLOGY	0.663		
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0.648		
CHEMISTRY, MEDICINAL	0.640		
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	0.639		
MICROSCOPY	0.631		
GENETICS & HEREDITY	0.630		
MICROBIOLOGY	0.619		
ZOOLOGY	0.612		
MEDICINE, LEGAL	0.610		
THEATER	0.592		
BEHAVIORAL SCIENCES	0.583		
PARASITOLOGY	0.562		
TROPICAL MEDICINE	0.547		
CHEMISTRY, ANALYTICAL	0.535		
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	0.509		

Factor 3	% varianza	Factor 4	% varianza
Psicología	7.8	Agricultura y Ciencias del Suelo	6.3
PSYCHOLOGY, SOCIAL	0.934	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	0.822
PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	0.904	AGRICULTURE	0.813
PSYCHOLOGY, APPLIED	0.882	HORTICULTURE	0.806
PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	0.850	AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	0.785
PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	0.837	PLANT SCIENCES	0.782
PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	0.820	CHEMISTRY, APPLIED	0.772
CRIMINOLOGY & PENOLOGY	0.819	AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	0.767
SOCIAL WORK	0.818	ENTOMOLOGY	0.737
PSYCHOLOGY, CLINICAL	0.794	MYCOLOGY	0.728
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	0.787	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	0.723
PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	0.781	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	0.706
SOCIOLOGY	0.779	FORESTRY	0.670
WOMEN'S STUDIES	0.772	ENVIRONMENTAL SCIENCES	0.669
FAMILY STUDIES	0.768	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	0.622
LANGUAGE & LINGUISTICS	0.677	BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	0.610
ENGINEERING, INDUSTRIAL	0.658	CHEMISTRY, ANALYTICAL	0.607
PSYCHOLOGY	0.625	MICROBIOLOGY	0.575
ERGONOMICS	0.591	GENETICS & HEREDITY	0.574
EDUCATION, SPECIAL	0.554	WATER RESOURCES	0.539
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	0.548	BIOPHYSICS	0.513
SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.519		
PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	0.519		

Factor 5	% varianza	Factor 6	% varianza
Informática y Telecomunicaciones	4.1	Ciencias de la Tierra y del Espacio	3.9
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	0.889	GEOLOGY	0.884
COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	0.880	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	0.850
COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	0.853	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	0.838
INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	0.846	PALEONTOLOGY	0.824
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	0.767	GEOGRAPHY	0.820
AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	0.762	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.740
COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	0.750	ENGINEERING, PETROLEUM	0.732
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	0.730	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	0.720
OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	0.713	MINING & MINERAL PROCESSING	0.705
TELECOMMUNICATIONS	0.629	REMOTE SENSING	0.695
ERGONOMICS	0.562	ENGINEERING, MARINE	0.680
MANAGEMENT	0.535	ENGINEERING, AEROSPACE	0.670
ENGINEERING, MANUFACTURING	0.534	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	0.594
MEDICAL INFORMATICS	0.531	MINERALOGY	0.569
		OCEANOGRAPHY	0.523

Factor 7	% varianza	Factor 8	% varianza
Gestión, Derecho y Economía	3.3	Arte y Humanidades	2.4
BUSINESS, FINANCE	0.899	LITERATURE	0.910
INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	0.898	FOLKLORE	0.890
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	0.828	LITERATURE, ROMANCE	0.820
BUSINESS	0.783	MUSIC	0.785
PLANNING & DEVELOPMENT	0.775	CLASSICS	0.776
SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	0.768	LITERARY REVIEWS	0.762
LAW	0.768	HISTORY	0.751
INTERNATIONAL RELATIONS	0.750	ART	0.750
PUBLIC ADMINISTRATION	0.725	LITERATURE, BRITISH ISLES	0.698
POLITICAL SCIENCE	0.698	RELIGION	0.587
ECONOMICS	0.694		
HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	0.667		
URBAN STUDIES	0.662		
TRANSPORTATION	0.575		
MANAGEMENT	0.542		

Anexo IV

Factor 9	% varianza	Factor 10	% varianza
Biología Animal, Ecología	2.4	Física Nuclear y de Partículas	1.5
ORNITHOLOGY	0.839	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	0.743
LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN	0.717	PHYSICS, NUCLEAR	0.693
FISHERIES	0.675	PHYSICS, MATHEMATICAL	0.690
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	0.663	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	0.576
ECOLOGY	0.637	MATHEMATICS, APPLIED	0.514
LIMNOLOGY	0.589	OPTICS	0.509
OCEANOGRAPHY	0.578		
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	0.553		

Factores extraídos del dominio español 1995-1998

Factor 1	% varianza	Factor 2	% varianza
Biomedicina	23.1	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	13.2
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	0.954	CRYSTALLOGRAPHY	0.892
PATHOLOGY	0.941	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	0.873
PEDIATRICS	0.932	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	0.871
ONCOLOGY	0.931	ELECTROCHEMISTRY	0.855
UROLOGY & NEPHROLOGY	0.923	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	0.850
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	0.922	CHEMISTRY, PHYSICAL	0.838
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	0.921	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	0.835
OPHTHALMOLOGY	0.919	EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	0.833
RHEUMATOLOGY	0.918	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.831
HEMATOLOGY	0.916	PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.824
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	0.916	SPECTROSCOPY	0.808
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	0.908	THERMODYNAMICS	0.808
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	0.905	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	0.795
GERIATRICS & GERONTOLOGY	0.897	COMMUNICATION	0.794
IMMUNOLOGY	0.873	ENGINEERING, CHEMICAL	0.783
SURGERY	0.869	PHYSICS, APPLIED	0.771
PHYSIOLOGY	0.863	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	0.771
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	0.856	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	0.727
ANESTHESIOLOGY	0.856	OPTICS	0.712
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	0.844	CHEMISTRY, ORGANIC	0.693
TRANSPLANTATION	0.841	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	0.676
RESPIRATORY SYSTEM	0.839	MECHANICS	0.670
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	0.834	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.661
NEUROSCIENCES	0.832	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	0.613
PHARMACOLOGY & PHARMACY	0.831	MINERALOGY	0.608
SPORT SCIENCES	0.828	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	0.600
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	0.822	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	0.590
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	0.820	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	0.575
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	0.819	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	0.570
ANATOMY & MORPHOLOGY	0.809	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	0.563
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	0.806	ENERGY & FUELS	0.561
CLINICAL NEUROLOGY	0.804	PHYSICS, MATHEMATICAL	0.505
CELL BIOLOGY	0.791		
OTORHINOLARYNGOLOGY	0.782		
ALLERGY	0.780		
TOXICOLOGY	0.777		
REPRODUCTIVE SYSTEMS	0.772		
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	0.771		
BIOPHYSICS	0.760		
VIROLOGY	0.756		
SUBSTANCE ABUSE	0.749		
BIOLOGY	0.743		
INFECTIOUS DISEASES	0.733		
ANDROLOGY	0.727		
NUTRITION & DIETETICS	0.726		
VETERINARY SCIENCES	0.723		
GENETICS & HEREDITY	0.721		
ENGINEERING, BIOMEDICAL	0.718		
MICROSCOPY	0.714		
ORTHOPEDECS	0.706		
CHEMISTRY, MEDICINAL	0.701		
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0.697		
REHABILITATION	0.695		
MICROBIOLOGY	0.688		
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	0.687		
MEDICINE, LEGAL	0.683		
PSYCHIATRY	0.681		
TROPICAL MEDICINE	0.611		
PARASITOLOGY	0.600		
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	0.593		
ZOOLOGY	0.582		
BEHAVIORAL SCIENCES	0.577		
CHEMISTRY, ANALYTICAL	0.564		
ACOUSTICS	0.512		
MYCOLOGY	0.502		

Anexo IV

Factor 3	% varianza	Factor 4	% varianza
Psicología	8.2	Agricultura y Ciencias del Suelo	6.8
PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	0.909	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	0.826
PSYCHOLOGY, APPLIED	0.874	AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	0.823
CRIMINOLOGY & PENOLOGY	0.865	AGRICULTURE	0.816
PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	0.863	AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	0.800
PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	0.845	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	0.793
PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	0.826	CHEMISTRY, APPLIED	0.775
SOCIAL WORK	0.821	ENTOMOLOGY	0.757
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	0.813	PLANT SCIENCES	0.754
FAMILY STUDIES	0.812	FORESTRY	0.714
PSYCHOLOGY, CLINICAL	0.807	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	0.677
EDUCATION, SPECIAL	0.758	MYCOLOGY	0.648
SOCIOLOGY	0.729	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	0.630
LANGUAGE & LINGUISTICS	0.719	ENVIRONMENTAL SCIENCES	0.627
PSYCHOLOGY	0.694	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	0.614
WOMEN'S STUDIES	0.688	FILM, RADIO, TELEVISION	0.565
PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	0.678	CHEMISTRY, ANALYTICAL	0.556
PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	0.575	NUTRITION & DIETETICS	0.538
REHABILITATION	0.518	MUSIC	0.537
PSYCHIATRY	0.516	BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	0.521
SUBSTANCE ABUSE	0.513	WATER RESOURCES	0.520

Factor 5	% varianza	Factor 6	% varianza
Informática y Telecomunicaciones	4.4	Ciencias de la Tierra y del Espacio	4
COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	0.894	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	0.877
COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	0.873	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	0.858
COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	0.871	PALEONTOLOGY	0.780
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	0.869	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	0.779
INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	0.809	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.755
AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	0.799	GEOGRAPHY	0.736
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	0.779	ENGINEERING, PETROLEUM	0.713
ERGONOMICS	0.730	REMOTE SENSING	0.709
OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	0.711	ENGINEERING, GEOLOGICAL	0.702
TRANSPORTATION	0.635	ENGINEERING, MARINE	0.677
TELECOMMUNICATIONS	0.622	OCEANOGRAPHY	0.671
MANAGEMENT	0.568	MINING & MINERAL PROCESSING	0.671
ENGINEERING, INDUSTRIAL	0.562	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	0.641
		ENGINEERING, AEROSPACE	0.619
		MINERALOGY	0.597
		LIMNOLOGY	0.595
		WATER RESOURCES	0.588
		LITERATURE, AMERICAN	0.561
		ENGINEERING, CIVIL	0.518

Factor 7	% varianza	Factor 8	% varianza
Gestión, Derecho y Economía	3.4	Humanidades	3.1
INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	0.908	LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN	0.801
PLANNING & DEVELOPMENT	0.873	HISTORY	0.791
BUSINESS	0.868	LITERATURE, ROMANCE	0.775
POLITICAL SCIENCE	0.864	LITERARY REVIEWS	0.766
LAW	0.779	FOLKLORE	0.710
SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	0.770	LITERATURE	0.702
INTERNATIONAL RELATIONS	0.729	THEATER	0.681
URBAN STUDIES	0.699	ASIAN STUDIES	0.520
ECONOMICS	0.692		
PUBLIC ADMINISTRATION	0.691		
AREA STUDIES	0.592		
MANAGEMENT	0.588		
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	0.549		
HISTORY OF SOCIAL SCIENCES	0.520		
ENVIRONMENTAL STUDIES	0.507		

Factor 9	% varianza	Factor 10	% varianza
Biología Animal, Ecología	2.3	Física Nuclear y de Partículas	1.4
ANTHROPOLOGY	0.708	PHYSICS, NUCLEAR	0.731
ARTS & HUMANITIES, GENERAL	0.685	PHYSICS, MATHEMATICAL	0.711
ECOLOGY	0.641	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	0.638
BIOLOGY, MISCELLANEOUS	0.616	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	0.561
ZOOLOGY	0.549	COMMUNICATION	0.543
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	0.548	OPTICS	0.541
FISHERIES	0.547		
GEOGRAPHY	0.503		

Factores extraídos del dominio español 1999-2002

Factor 1	% varianza	Factor 2	% varianza
Biomedicina	22.1	Ciencias de los Materiales y Física Aplicada	12.3
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	0.952	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	0.939
PATHOLOGY	0.933	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	0.914
UROLOGY & NEPHROLOGY	0.927	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	0.895
PEDIATRICS	0.926	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	0.893
RHEUMATOLOGY	0.921	POLYMER SCIENCE	0.865
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	0.911	PHYSICS, CONDENSED MATTER	0.851
DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES	0.907	ELECTROCHEMISTRY	0.838
MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	0.906	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	0.820
ONCOLOGY	0.902	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	0.819
HEMATOLOGY	0.897	PHYSICS, APPLIED	0.809
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	0.887	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.808
OBSTETRICS & GYNECOLOGY	0.871	CRYSTALLOGRAPHY	0.797
SURGERY	0.868	CHEMISTRY, PHYSICAL	0.779
IMMUNOLOGY	0.865	THERMODYNAMICS	0.750
OPHTHALMOLOGY	0.857	COMMUNICATION	0.733
GERIATRICS & GERONTOLOGY	0.854	MECHANICS	0.714
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	0.854	ENGINEERING, CHEMICAL	0.712
PHYSIOLOGY	0.850	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	0.712
ANESTHESIOLOGY	0.830	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	0.711
TRANSPLANTATION	0.825	EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	0.703
PHARMACOLOGY & PHARMACY	0.824	OPTICS	0.694
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	0.821	SPECTROSCOPY	0.657
RESPIRATORY SYSTEM	0.821	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	0.631
DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	0.816	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	0.631
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	0.810	ENERGY & FUELS	0.623
SPORT SCIENCES	0.805	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	0.617
NEUROSCIENCES	0.804	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.610
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	0.799	MINERALOGY	0.597
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	0.798	ENGINEERING, MANUFACTURING	0.588
OTORHINOLARYNGOLOGY	0.797	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	0.579
ALLERGY	0.776	CHEMISTRY, ORGANIC	0.550
CELL BIOLOGY	0.768	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	0.543
VIROLOGY	0.763	MINING & MINERAL PROCESSING	0.540
ANATOMY & MORPHOLOGY	0.759	ENGINEERING, MECHANICAL	0.511
CLINICAL NEUROLOGY	0.758		
BIOPHYSICS	0.743		
DEVELOPMENTAL BIOLOGY	0.732		
INFECTIOUS DISEASES	0.727		
TOXICOLOGY	0.724		
ORTHOPEDICS	0.723		
REPRODUCTIVE SYSTEMS	0.716		
MICROSCOPY	0.705		
EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE	0.705		
GENETICS & HEREDITY	0.696		
CRITICAL CARE MEDICINE	0.688		
BIOLOGY	0.687		
POETRY	0.684		
REHABILITATION	0.681		
MICROBIOLOGY	0.678		
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0.675		
ENGINEERING, BIOMEDICAL	0.672		
VETERINARY SCIENCES	0.671		
SUBSTANCE ABUSE	0.669		
FILM, RADIO, TELEVISION	0.660		
CHEMISTRY, MEDICINAL	0.659		
NUTRITION & DIETETICS	0.650		
ANDROLOGY	0.641		
BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	0.636		
PSYCHIATRY	0.632		
NEUROIMAGING	0.632		
LITERATURE, AMERICAN	0.622		
GERONTOLOGY	0.611		
MEDICINE, LEGAL	0.595		
TROPICAL MEDICINE	0.587		
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	0.578		
PARASITOLOGY	0.572		
HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	0.518		
BEHAVIORAL SCIENCES	0.510		
INTEGRATIVE & COMPLEMENTARY MEDICINE	0.504		

Visualización y Análisis de Grandes Dominios Científicos Mediante Redes PathFinder (PFNET)

Factor 3	% varianza	Factor 4	% varianza
Psicología	7.7	Ciencias de la Tierra y del Espacio	6.9
PSYCHOLOGY, SOCIAL	0.934	GEOLOGY	0.883
PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL	0.884	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	0.878
PSYCHOLOGY, APPLIED	0.880	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	0.857
PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL	0.869	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	0.807
PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL	0.866	PALEONTOLOGY	0.773
PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY	0.849	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.772
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	0.844	GEOGRAPHY, PHYSICAL	0.771
CRIMINOLOGY & PENOLOGY	0.824	OCEANOGRAPHY	0.762
PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS	0.823	ENGINEERING, OCEAN	0.760
PSYCHOLOGY, CLINICAL	0.790	REMOTE SENSING	0.735
SOCIAL WORK	0.767	ENGINEERING, GEOLOGICAL	0.723
PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL	0.762	ENGINEERING, PETROLEUM	0.710
FAMILY STUDIES	0.748	ENGINEERING, MARINE	0.699
PSYCHOLOGY	0.729	ENGINEERING, AEROSPACE	0.678
SOCIOLOGY	0.705	GEOGRAPHY	0.667
EDUCATION, SPECIAL	0.693	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	0.656
APPLIED LINGUISTICS	0.677	LIMNOLOGY	0.602
LANGUAGE & LINGUISTICS	0.669	MINING & MINERAL PROCESSING	0.588
PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL	0.639	WATER RESOURCES	0.569
WOMEN'S STUDIES	0.571	MINERALOGY	0.562
PSYCHIATRY	0.525		
SUBSTANCE ABUSE	0.517		

Factor 5	% varianza	Factor 6	% varianza
Informática y Telecomunicaciones	4.4	Agricultura y Ciencias del Suelo	4.1
COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	0.903	AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	0.877
COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	0.886	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	0.848
COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	0.874	HORTICULTURE	0.843
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	0.871	AGRICULTURAL ENGINEERING	0.820
COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING	0.855	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	0.807
AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	0.822	CHEMISTRY, APPLIED	0.800
ERGONOMICS	0.800	AGRICULTURE	0.798
ROBOTICS	0.771	AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	0.793
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	0.767	AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	0.773
INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE	0.755	PLANT SCIENCES	0.691
TELECOMMUNICATIONS	0.710	ENTOMOLOGY	0.671
OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	0.610	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	0.641
		NUTRITION & DIETETICS	0.625
		CHEMISTRY, ANALYTICAL	0.601
		ENVIRONMENTAL SCIENCES	0.592
		BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	0.582
		ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	0.577
		FORESTRY	0.567
		MYCOLOGY	0.551
		BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	0.540
		WATER RESOURCES	0.509

Anexo IV

Factor 7	% varianza	Factor 8	% varianza
Gestión, Derecho y Economía	3.4	Biología Animal, Ecología	2.7
INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR	0.936	BIODIVERSITY CONSERVATION	0.909
BUSINESS, FINANCE	0.933	ORNITHOLOGY	0.895
POLITICAL SCIENCE	0.886	EVOLUTIONARY BIOLOGY	0.849
INTERNATIONAL RELATIONS	0.875	ANTHROPOLOGY	0.779
PLANNING & DEVELOPMENT	0.873	ECOLOGY	0.757
LAW	0.845	BIOLOGY, MISCELLANEOUS	0.749
BUSINESS	0.827	ARTS & HUMANITIES, GENERAL	0.727
SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS	0.779	ZOOLOGY	0.690
PUBLIC ADMINISTRATION	0.739	ENTOMOLOGY	0.627
AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	0.710	MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	0.621
		FORESTRY	0.594
		FISHERIES	0.588
		SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY	0.546
		ARCHAEOLOGY	0.539
		GEOGRAPHY	0.511

Factor 9	% varianza	Factor 10	% varianza
Política Sanitaria, Servicios Médicos	2.1	Humanidades	1.9
SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL	0.726	LITERATURE, ROMANCE	0.813
MEDICAL ETHICS	0.719	CLASSICS	0.807
SOCIAL ISSUES	0.713	LITERATURE	0.803
HEALTH POLICY & SERVICES	0.697	RELIGION	0.681
ETHICS	0.683	LITERARY REVIEWS	0.597
NURSING	0.644	ASIAN STUDIES	0.581
DEMOGRAPHY	0.622	AREA STUDIES	0.501
HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	0.592		
WOMEN'S STUDIES	0.571		
PHILOSOPHY	0.533		

Factor 11	% varianza
Física Nuclear y de Partículas	1.7
PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	0.780
PHYSICS, NUCLEAR	0.771
PHYSICS, MATHEMATICAL	0.708
COMMUNICATION	0.613
NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	0.604
PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	0.602
OPTICS	0.559

ANEXO V

Clases ANEP

Abreviatura	Clases ANEP
AGR	AGRICULTURA
MOL	BIOLOGIA MOLECULAR, CELULAR Y GENETICA
VEG	BIOLOGIA VEGETAL Y ANIMAL, ECOLOGIA
ALI	CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
MAR	CIENCIA Y TECNOLOGIA DE MATERIALES
COM	CIENCIAS DE LA COMPUTACION Y TECNOLOGIA INFORMATICA
TIE	CIENCIAS DE LA TIERRA
CSS	CIENCIAS SOCIALES
DER	DERECHO
ECO	ECONOMIA
FIL	FILOLOGIA Y FILOSOFIA
FIS	FISICA Y CIENCIAS DEL ESPACIO
FAR	FISIOLOGIA Y FARMACOLOGIA
GAN	GANADERIA Y PESCA
HIS	HISTORIA Y ARTE
CIV	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ELE	INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y AUTOMATICA
MEC	INGENIERIA MECANICA, NAVAL Y AERONAUTICA
MAT	MATEMATICAS
MED	MEDICINA
PSI	PSICOLOGIA Y CIENCIAS DE LA EDUCACION
QUI	QUIMICA
TEC	TECNOLOGIA ELECTRONICA Y DE LAS COMUNICACIONES
TQU	TECNOLOGIA QUIMICA

Relación entre clases ANEP y categorías JCR.

Clases ANEP	Categorías JCR
AGRICULTURE	AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE
AGRICULTURE	AGRICULTURE
AGRICULTURE	AGRICULTURE, SOIL SCIENCE
AGRICULTURE	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY
AGRICULTURE	ENVIRONMENTAL SCIENCES
AGRICULTURE	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY
AGRICULTURE	FORESTRY
AGRICULTURE	HORTICULTURE
AGRICULTURE	AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY
AGRICULTURE	AGRICULTURAL ENGINEERING
CHEMICAL TECHNOLOGY	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING
CHEMICAL TECHNOLOGY	ENGINEERING, CHEMICAL
CHEMICAL TECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD
CHEMICAL TECHNOLOGY	MINING & MINERAL PROCESSING
CHEMICAL TECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES
CHEMISTRY	EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES
CHEMISTRY	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY
CHEMISTRY	ENVIRONMENTAL SCIENCES
CHEMISTRY	CHEMISTRY, ORGANIC
CHEMISTRY	CHEMISTRY, ANALYTICAL
CHEMISTRY	CHEMISTRY, PHYSICAL
CHEMISTRY	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR
CHEMISTRY	TOXICOLOGY
CHEMISTRY	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL
CHEMISTRY	CHEMISTRY, APPLIED
CHEMISTRY	ELECTROCHEMISTRY
CIVIL ENGINEERING & ARCHITECTURE	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY
CIVIL ENGINEERING & ARCHITECTURE	ENGINEERING
CIVIL ENGINEERING & ARCHITECTURE	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS
CIVIL ENGINEERING & ARCHITECTURE	ENGINEERING, CIVIL
CIVIL ENGINEERING & ARCHITECTURE	MINING & MINERAL PROCESSING
CIVIL ENGINEERING & ARCHITECTURE	TRANSPORTATION
COMPUTER SCIENCE & TECHNOLOGY	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS
COMPUTER SCIENCE & TECHNOLOGY	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS
COMPUTER SCIENCE & TECHNOLOGY	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE, GRAPHICS, PROGRAMMING
COMPUTER SCIENCE & TECHNOLOGY	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS
COMPUTER SCIENCE & TECHNOLOGY	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE
COMPUTER SCIENCE & TECHNOLOGY	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE
COMPUTER SCIENCE & TECHNOLOGY	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS
COMPUTER SCIENCE & TECHNOLOGY	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS
COMPUTER SCIENCE & TECHNOLOGY	ROBOTICS
ECONOMY	ECONOMICS
ECONOMY	BUSINESS
ECONOMY	MANAGEMENT
ECONOMY	BUSINESS, FINANCE
ELECTRICAL, ELECTRONIC & AUTOMATED ENGINEERING	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC

ELECTRICAL, ELECTRONIC & AUTOMATED ENGINEERING	ENGINEERING
ELECTRICAL, ELECTRONIC & AUTOMATED ENGINEERING	REMOTE SENSING
ELECTRICAL, ELECTRONIC & AUTOMATED ENGINEERING	ROBOTICS
ELECTRONIC & TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC
ELECTRONIC & TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY	TELECOMMUNICATIONS
ELECTRONIC & TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE
ELECTRONIC & TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY	NUTRITION & DIETETICS
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY
GEOSCIENCES	ENERGY & FUELS
GEOSCIENCES	GEOSCIENCES, INTERDISCIPLINARY
GEOSCIENCES	ENGINEERING, PETROLEUM
GEOSCIENCES	CRYSTALLOGRAPHY
GEOSCIENCES	ENVIRONMENTAL SCIENCES
GEOSCIENCES	WATER RESOURCES
GEOSCIENCES	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES
GEOSCIENCES	PALEONTOLOGY
GEOSCIENCES	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS
GEOSCIENCES	MINERALOGY
GEOSCIENCES	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL
GEOSCIENCES	OCEANOGRAPHY
GEOSCIENCES	GEOGRAPHY
GEOSCIENCES	GEOLOGY
GEOSCIENCES	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY
GEOSCIENCES	ENGINEERING, GEOLOGICAL
GEOSCIENCES	ENGINEERING, OCEAN
GEOSCIENCES	GEOGRAPHY, PHYSICAL
HISTORY & ARTS	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE
HISTORY & ARTS	URBAN STUDIES
HISTORY & ARTS	ARCHAEOLOGY
HISTORY & ARTS	HISTORY
HISTORY & ARTS	MUSIC
HISTORY & ARTS	ARCHITECTURE
HISTORY & ARTS	ART
HISTORY & ARTS	FOLKLORE
HISTORY & ARTS	FILM, RADIO, TELEVISION
LAW	LAW
LAW	CRIMINOLOGY & PENOLOGY
LAW	INTERNATIONAL RELATIONS
LIVESTOCK & FISHING	AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE
LIVESTOCK & FISHING	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY
LIVESTOCK & FISHING	VETERINARY SCIENCES
LIVESTOCK & FISHING	FISHERIES
MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY
MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY	CRYSTALLOGRAPHY
MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY	POLYMER SCIENCE
MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES
MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS
MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS

Anexo V

MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS
MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING
MATHEMATICS	MATHEMATICS
MATHEMATICS	MATHEMATICS, APPLIED
MATHEMATICS	STATISTICS & PROBABILITY
MATHEMATICS	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS
MATHEMATICS	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
MATHEMATICS	MATHEMATICS, MISCELLANEOUS
MECHANICAL, NAVAL & AERONAUTIC ENGINEERING	ENGINEERING, AEROSPACE
MECHANICAL, NAVAL & AERONAUTIC ENGINEERING	MECHANICS
MECHANICAL, NAVAL & AERONAUTIC ENGINEERING	ENGINEERING, MECHANICAL
MECHANICAL, NAVAL & AERONAUTIC ENGINEERING	ENGINEERING
MECHANICAL, NAVAL & AERONAUTIC ENGINEERING	ENGINEERING, MANUFACTURING
MECHANICAL, NAVAL & AERONAUTIC ENGINEERING	ENGINEERING, MARINE
MECHANICAL, NAVAL & AERONAUTIC ENGINEERING	ENGINEERING, INDUSTRIAL
MEDICINE	GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY
MEDICINE	RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING
MEDICINE	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL
MEDICINE	MEDICAL INFORMATICS
MEDICINE	CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS
MEDICINE	RESPIRATORY SYSTEM
MEDICINE	NUTRITION & DIETETICS
MEDICINE	ANESTHESIOLOGY
MEDICINE	ANATOMY & MORPHOLOGY
MEDICINE	BIOLOGY
MEDICINE	SURGERY
MEDICINE	DERMATOLOGY & VENEREAL DISEASES
MEDICINE	ENDOCRINOLOGY & METABOLISM
MEDICINE	HEMATOLOGY
MEDICINE	MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL
MEDICINE	NEUROSCIENCES
MEDICINE	CLINICAL NEUROLOGY
MEDICINE	PATHOLOGY
MEDICINE	OBSTETRICS & GYNECOLOGY
MEDICINE	DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE
MEDICINE	ONCOLOGY
MEDICINE	OPHTHALMOLOGY
MEDICINE	ORTHOPEDICS
MEDICINE	OTORHINOLARYNGOLOGY
MEDICINE	PEDIATRICS
MEDICINE	PSYCHIATRY
MEDICINE	TROPICAL MEDICINE
MEDICINE	PARASITOLOGY
MEDICINE	SUBSTANCE ABUSE
MEDICINE	MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY
MEDICINE	TOXICOLOGY
MEDICINE	GERIATRICS & GERONTOLOGY
MEDICINE	INFECTIOUS DISEASES
MEDICINE	RHEUMATOLOGY
MEDICINE	UROLOGY & NEPHROLOGY

MEDICINE	ALLERGY
MEDICINE	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH
MEDICINE	EMERGENCY MEDICINE & CRITICAL CARE
MEDICINE	MEDICINE, LEGAL
MEDICINE	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE
MEDICINE	REHABILITATION
MEDICINE	SPORT SCIENCES
MEDICINE	ANDROLOGY
MEDICINE	ENGINEERING, BIOMEDICAL
MEDICINE	TRANSPLANTATION
MEDICINE	SOCIAL SCIENCES, BIOMEDICAL
MEDICINE	NURSING
MEDICINE	HEALTH POLICY & SERVICES
MEDICINE	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES
MEDICINE	INTEGRATIVE & COMPLEMENTARY MEDICINE
MEDICINE	CRITICAL CARE MEDICINE
MEDICINE	MEDICAL ETHICS
MEDICINE	NEUROIMAGING
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	ANATOMY & MORPHOLOGY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	BIOLOGY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	CELL BIOLOGY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	VIROLOGY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	MICROBIOLOGY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	BIOPHYSICS
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	GENETICS & HEREDITY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	IMMUNOLOGY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	TOXICOLOGY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	BIOLOGY, MISCELLANEOUS
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	DEVELOPMENTAL BIOLOGY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	MICROSCOPY
MOLECULAR & CELLULAR BIOLOGY & GENETICS	EVOLUTIONARY BIOLOGY
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	LANGUAGE & LINGUISTICS
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	PHILOSOPHY
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	LITERATURE, ROMANCE
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	THEATER
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	LITERARY REVIEWS
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	LITERATURE
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	POETRY
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	LITERATURE, AMERICAN
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	ARTS & HUMANITIES, GENERAL
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	RELIGION
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	CLASSICS
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	ASIAN STUDIES
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	LITERATURE, GERMAN, NETHERLANDIC, SCANDINAVIAN
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	LITERATURE, BRITISH ISLES
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	LITERATURE, AFRICAN, AUSTRALIAN, CANADIAN

Anexo V

PHILOLOGY & PHILOSOPHY	ETHICS
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	APPLIED LINGUISTICS
PHILOLOGY & PHILOSOPHY	LITERARY THEORY & CRITICISM
PHYSICS & SPACE SCIENCES	ACOUSTICS
PHYSICS & SPACE SCIENCES	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS
PHYSICS & SPACE SCIENCES	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY
PHYSICS & SPACE SCIENCES	PHYSICS, APPLIED
PHYSICS & SPACE SCIENCES	PHYSICS, NUCLEAR
PHYSICS & SPACE SCIENCES	OPTICS
PHYSICS & SPACE SCIENCES	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL
PHYSICS & SPACE SCIENCES	PHYSICS, CONDENSED MATTER
PHYSICS & SPACE SCIENCES	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION
PHYSICS & SPACE SCIENCES	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY
PHYSICS & SPACE SCIENCES	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS
PHYSICS & SPACE SCIENCES	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS
PHYSICS & SPACE SCIENCES	SPECTROSCOPY
PHYSICS & SPACE SCIENCES	THERMODYNAMICS
PHYSICS & SPACE SCIENCES	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS
PHYSICS & SPACE SCIENCES	PHYSICS, MATHEMATICAL
PHYSIOLOGY & PHARMACOLOGY	NUTRITION & DIETETICS
PHYSIOLOGY & PHARMACOLOGY	PHARMACOLOGY & PHARMACY
PHYSIOLOGY & PHARMACOLOGY	PHYSIOLOGY
PHYSIOLOGY & PHARMACOLOGY	SUBSTANCE ABUSE
PHYSIOLOGY & PHARMACOLOGY	REPRODUCTIVE SYSTEMS
PHYSIOLOGY & PHARMACOLOGY	BEHAVIORAL SCIENCES
PHYSIOLOGY & PHARMACOLOGY	CHEMISTRY, MEDICINAL
PHYSIOLOGY & PHARMACOLOGY	PSYCHOLOGY, EXPERIMENTAL
PHYSIOLOGY & PHARMACOLOGY	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	ENTOMOLOGY
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	PLANT SCIENCES
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	ZOOLOGY
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	BIOLOGY
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	MARINE & FRESHWATER BIOLOGY
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	ECOLOGY
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	VETERINARY SCIENCES
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	BIOLOGY, MISCELLANEOUS
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	LIMNOLOGY
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	ORNITHOLOGY
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	MYCOLOGY
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	BIODIVERSITY CONSERVATION
PLANT & ANIMAL BIOLOGY, ECOLOGY	EVOLUTIONARY BIOLOGY
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	BEHAVIORAL SCIENCES
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	PSYCHOLOGY
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	ERGONOMICS
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	PSYCHOLOGY, MATHEMATICAL
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	PSYCHOLOGY, DEVELOPMENTAL
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	PSYCHOLOGY, BIOLOGICAL
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	PSYCHOLOGY, CLINICAL

PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	SOCIAL WORK
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	PSYCHOLOGY, SOCIAL
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	EDUCATION, SPECIAL
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	PSYCHOLOGY, PSYCHOANALYSIS
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	PSYCHOLOGY, APPLIED
PSYCHOLOGY & EDUCATIONAL SCIENCES	PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY
SOCIAL SCIENCES	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE
SOCIAL SCIENCES	ANTHROPOLOGY
SOCIAL SCIENCES	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE
SOCIAL SCIENCES	GEOGRAPHY
SOCIAL SCIENCES	ENVIRONMENTAL STUDIES
SOCIAL SCIENCES	SOCIOLOGY
SOCIAL SCIENCES	TRANSPORTATION
SOCIAL SCIENCES	SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS
SOCIAL SCIENCES	BUSINESS
SOCIAL SCIENCES	MANAGEMENT
SOCIAL SCIENCES	SOCIAL SCIENCES, INTERDISCIPLINARY
SOCIAL SCIENCES	PLANNING & DEVELOPMENT
SOCIAL SCIENCES	SOCIAL ISSUES
SOCIAL SCIENCES	PUBLIC ADMINISTRATION
SOCIAL SCIENCES	SOCIAL WORK
SOCIAL SCIENCES	WOMEN'S STUDIES
SOCIAL SCIENCES	AREA STUDIES
SOCIAL SCIENCES	POLITICAL SCIENCE
SOCIAL SCIENCES	INTERNATIONAL RELATIONS
SOCIAL SCIENCES	FAMILY STUDIES
SOCIAL SCIENCES	HISTORY OF SOCIAL SCIENCES
SOCIAL SCIENCES	ETHNIC STUDIES
SOCIAL SCIENCES	INDUSTRIAL RELATIONS & LABOR
SOCIAL SCIENCES	COMMUNICATION
SOCIAL SCIENCES	DEMOGRAPHY
SOCIAL SCIENCES	GERONTOLOGY