

ANÁLISIS DE LA PRESENCIA BIBLIOMÉTRICA Y  
WEBMÉTRICA DE LOS AUTORES DE NANOCIENCIA Y  
NANOTECNOLOGÍA: WEB OF SCIENCE-2012 / WEB-2014.

BIBLIOMETRIC AND WEBMETRIC PRESENCE OF NANOSCIENCE AND  
NANOTECHNOLOGY AUTHORS: WEB OF SCIENCE-2012 / WEB-2014.



**Universidad de Granada**

**TESIS DOCTORAL**

**Doctoranda:** María Aguilar-Soto

**Directores:** Benjamín Vargas-Quesada; M<sup>a</sup> Dolores Olvera Lobo

DEPARTAMENTO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

FACULTAD DE BIBLIOTECONOMÍA Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Granada, Julio 2016

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales  
Autora: María Aguilar Soto  
ISBN: 978-84-9163-615-1  
URI: <http://hdl.handle.net/10481/48602>

**ANÁLISIS DE LA PRESENCIA BIBLIOMÉTRICA Y  
WEBMÉTRICA DE LOS AUTORES DE NANOCIENCIA Y  
NANOTECNOLOGÍA: WEB OF SCIENCE-2012 / WEB-2014**

**BIBLIOMETRIC AND WEBMETRIC PRESENCE OF NANOSCIENCE AND  
NANOTECHNOLOGY AUTHORS: WEB OF SCIENCE-2012 / WEB-2014.**

Memoria que presenta

**María Aguilar-Soto**

Para optar al grado de Doctora

Dirigida por

**Dr. D. Benjamín Vargas-Quesada  
Dra. Dña. M<sup>a</sup> Dolores Olvera Lobo**

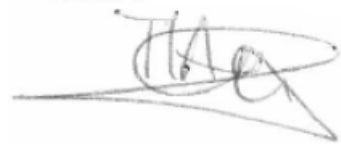
Granada, Octubre 2016

La doctoranda María Aguilar-Soto y los directores de la tesis Dr. Benjamín Vargas-Quesada y M<sup>a</sup> Dolores Olvera-Lobo garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección de los directores de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Granada, 30 de Julio de 2016



Directores de la Tesis



Doctoranda

**“Knowledge is a cultural entity and keeps shifting its pattern like a kaleidoscope”**

**“Como un caleidoscopio, el conocimiento es una entidad cultural cuyo patrón cambia continuamente”**

McGarry, K (1991). Epilogue: Differing views of Knowledge In A. J. Meadows (Ed.), Knowledge and communication: Essays on the information chain.

## AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial quiero agradecer a mis “padres” intelectuales esta tesis, Mike y Ben, porque de ellos no solo he podido observar cómo ser una gran investigadora sino también una gran persona.

A mis directores de tesis, guías en el trabajo y en el aprendizaje.

A la Junta de Andalucía por la beca FPDl que me ha permitido mantenerme al otro lado del mundo para estar más cerca de y solo con la ciencia.

A la Universidad de Salamanca, mi alma mater y a la Universidad de Granada que es mi casa.

A la Universidad de Wolverhampton donde realicé mi estancia y donde me sentí muy acogida.

A los profesores, profesoras y compañeros y compañeras de despacho en la Universidad durante estos años.

A todos mis compañeros y compañeras de vida que me han alentado a seguir y han estado a mi lado. En especial a aquellos y aquellas que me han conocido siempre realizando la tesis.

A mi familia por ser el punto de lanzamiento para conseguir todos mis objetivos.

**Esta Tesis está integrada dentro del Proyecto (Ref. CSO2014-57770-R): Nanociencia y Nanotecnología: Análisis métrico del liderazgo nacional e internacional, excelencia científica, capacidad de transferencia al sector productivo y visibilidad web.**

**Acrónimo:** NANOMETRICS.

**Investigadora Principal:** María Zaida Chinchilla Rodríguez

**Financiado por:** Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, Convocatoria 2014, Modalidad 1: «Proyectos De I+D+I», España

# INDICE GENERAL

Agradecimientos.....	iv
Índice general.....	vi
Índice de ilustraciones.....	xi
Índice de tablas.....	xiv
Resumen y palabras clave.....	xvi
Abstract & keywords.....	xviii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1 TRABAJOS RELACIONADOS</b>	<b>5</b>
1.1.1 DELIMITACIÓN DE LA N&N DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA BIBLIOMETRÍA Y CONSTRUCCIÓN DE BÚSQUEDAS.	6
1.1.2 PATRONES DE CITACIÓN Y COLABORACIÓN EN N&N	7
1.1.3 ESTUDIOS BIBLIOMÉTRICOS SOBRE TEMÁTICAS RELACIONDAS CON LA N&N	9
1.1.4 ESTUDIOS BIBLIOMÉTRICOS SOBRE N&N CENTRADOS EN PAÍSES	11
1.1.5 ESTUDIOS BIBLIOMÉTRICOS SOBRE N&N COMO DOMINIO	13
1.1.6 LAS PATENTES EN N&N	14
1.1.7 OTROS TRABAJOS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA BIBLIOMETRÍA SOBRE N&N	15
1.1.8 WEBMETRÍA Y N&N	16
<b>1.2 JUSTIFICACIÓN</b>	<b>18</b>
<b>1.3 ESTRUCTURA DE LA TESIS</b>	<b>18</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>23</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODO</b>	<b>29</b>
PARTE TEÓRICA	
<b>3.1 METRÍAS</b>	<b>31</b>
3.1.1 BIBLIOMETRÍA	31
3.1.2 CIENCIOMETRIA	32
3.1.3 INFORMETRIA	33
3.1.4 CIBERMETRÍA	34
	vi



3.1.5	WEBMETRIA	36
<b>3.2</b>	<b>ANÁLISIS DE DOMINIO</b>	<b>39</b>
<b>3.3</b>	<b>TECNICAS BIBLIOMÉTRICAS</b>	<b>42</b>
3.3.1	ANALISIS DE CITAS	42
3.3.2	ANÁLISIS DE COCITACIÓN	44
3.3.2.1	ANÁLISIS DE COCITACIÓN DE AUTORES	44
3.3.3	VISUALIZACION DE LA INFORMACIÓN	46
3.3.3.1	MAPAS DE LA CIENCIA	46
3.3.3.2	ALGORITMOS DE LAYOUT O DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA INFORMACIÓN	48
<b>3.4</b>	<b>TECNICAS WEBMETRICAS</b>	<b>50</b>
3.4.1	MEDICIONES DE IMPACTO WEB	50
3.4.1.1	.ÍNDICES DE CITACIÓN BESPOKE	51
3.4.1.2	ANÁLISIS DE CONTENIDO	51
3.4.1.3	ANÁLISIS DE URLs	52
3.4.1.4	ANÁLISIS DE CITAS WEB	52
3.4.2	.ANALISIS DE LINK	54
3.4.3	BUSQUEDAS EN WEB 2.0	55
3.4.4	EVALUACIÓN DE MOTORES DE BÚSQUEDA	55
3.4.5	MAPAS RELACIONALES DE LINKS Y COLINKS	56
<b>3.5</b>	<b>TEORIA DE GRAFOS Y ANALISIS DE REDES SOCIALES</b>	<b>56</b>
3.5.1	ANÁLISIS DE REDES: MEDIDAS CLASICAS DE CENTRALIDAD	62
3.5.1.1	CENTRALIDAD DE GRADO	63
3.5.1.2	CENTRALIDAD DE INTERMEDIACIÓN O BETWEENNESS	66
3.5.1.3	CENTRALIDAD DE CERCANÍA O CLOSENESS	66

## PARTE PRÁCTICA

<b>3.6</b>	<b>PARTE BIBLIOMÉTRICA</b>	<b>68</b>
3.6.1	FUENTES	68
3.6.1.1	IDONEIDAD DE LA BASE DE DATOS	69
3.6.2	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA	69
3.6.3	TRATAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS	71
3.6.3.1	UNIDADES DE ANALISIS	71
3.6.3.2	UNIDADES DE MEDIDA	72
3.6.3.3	IDENTIFICACION DE AUTORES Y NORMALIZACIÓN	73

4.1.3.3.1.1. Proceso para la normalización e identificación de autores	76
3.6.3.4    TRATAMIENTO DE DATOS	83
3.6.4    VISUALIZACION DE LA INFORMACIÓN	85
<b>3.7    PARTE WEBMETRICA</b>	<b>86</b>
3.7.1    FUENTES	86
3.7.1.1    IDONEIDAD DE LA FUENTE DE INFORMACIÓN	86
3.7.2    ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA	88
3.7.3    NORMALIZACION	91
3.7.4    TRATAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS	92
3.7.4.1    UNIDAD DE ANALISIS	92
3.7.4.2    UNIDAD DE MEDIDA	92
3.7.5    VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	95
3.7.6    COMPARATIVA BIBLIOMETRIA WEBMETRIA	95
<b>4.    RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>99</b>
<b>4.1    CIENCIOGRAMA BIBLIOMÉTRICO</b>	<b>102</b>
4.1.1    MEDIDAS DE CENTRALIDAD GENERALES DEL CIENCIOGRAMA	104
4.1.2    MEDIDAS DE CENTRALIDAD POR LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	110
4.1.2.1    NANO-ÓPTICA & NANO-OPTOMETRÍA Y NANOQUÍMICA	111
4.1.2.2    NANOMATERIALES BASADOS EN CARBONO	114
4.1.2.3    APLICACIÓN DE NANOMATERIALES EN FOTOELECTRONICA	115
4.1.2.4    FISICA DE LOS NANOMATERIALES	117
4.1.2.5    NANOBIOTECNOLOGÍA Y NANOMEDICINA	118
4.1.3    PORCENTAJES DE LAS MEDIDAS DE CENTRALIDAD POR CLUSTER	120
<b>4.2    TEST QUADRATIC ASSIGNMENT PROCEDURE (QAP)</b>	<b>124</b>
<b>4.3    CIENCIOGRAMA WEBMÉTRICO</b>	<b>128</b>
4.3.1    MEDIDAS DE CENTRALIDAD GENERALES DEL CIENCIOGRAMA	130
4.3.2    MEDIDAS DE CENTRALIDAD POR LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	134
4.3.2.1    APLICACIÓN DE NANOMATERIALES	134
4.3.2.2    NANO-ÓPTICA & NANOFOTOELECTRÓNICA Y NANOQUÍMICA	135
4.3.2.3    INSTRUMENTACIÓN Y PRODUCTOS EN N&N	136
4.3.2.4    NANOQUÍMICA Y BIOMEDICINA	137
4.3.3    REPRESENTATIVIDAD DE LOS CLUSTERS BIBLIOMÉTRICOS EN EL CIENCIOGRAMA WEBMÉTRICO	139
4.3.3.1    APLICACIÓN DE NANOMATERIALES	139

4.3.3.2	NANO-ÓPTICA & NANOFOTOELECTRÓNICA Y NANOQUÍMICA	141
4.3.3.3	INSTRUMENTACIÓN Y PRODUCTOS EN N&N	142
4.3.3.4	NANOQUÍMICA Y BIOMEDICINA	143
<b>4.4</b>	<b>CIENCIOGRAMA DE INTERSECCIÓN (CROSS INTERSECTION)</b>	<b>145</b>
4.4.1	MEDIDAS DE CENTRALIDAD GENERALES DEL CIENCIOGRAMA	146
4.4.2	MEDIDAS DE CENTRALIDAD POR LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	150
4.4.2.1	NANO-ÓPTICA & NANO-OPTOMETRIA	150
4.4.2.2	FÍSICA DE LOS NANOMATERIALES	151
4.4.2.3	NANOMATERIALES BASADOS EN CARBONO	152
4.4.2.4	NANOBIOTECNOLOGÍA Y NANOMEDICINA	153
4.4.2.5	APLICACIÓN DE NANOMATERIALES EN FOTOELECTRÓNICA	154
4.4.2.6	NANOQUÍMICA	156
4.4.3	REPRESENTATIVIDAD DE LOS CLUSTERS BIBLIOMÉTRICOS EN EL CIENCIOGRAMA	
	CROSSINTERSECCIÓN	157
4.4.3.1	NANO-ÓPTICA & NANO-OPTOMETRÍA	158
4.4.3.2	FÍSICA DE LOS NANOMATERIALES	158
4.4.3.3	NANOMATERIALES BASADOS EN CARBONO	159
4.4.3.4	NANOBIOTECNOLOGÍA Y NANOMEDICINA	160
4.4.3.5	APLICACIÓN DE NANOMATERIALES EN FOTOELECTRÓNICA	161
4.4.3.6	NANOQUÍMICA	162
4.4.4	TEST QAP PARA LA RED CROSS INTERSECTION	162
<b>4.5</b>	<b>AUTORES POR LINEA DE INVESTIGACIÓN SEGÚN CIENCIOGRAMA</b>	<b>163</b>
<b>4.6</b>	<b>RED BIMODAL</b>	<b>164</b>
<b>4.7</b>	<b>ANALISIS DE CONTENIDO WEB</b>	<b>171</b>
4.7.1	DOMINIOS WEB	173
4.7.2	TIPOLOGÍAS DE LAS PÁGINAS WEB	177
4.7.3	DOMINIOS Y TIPOLOGIA DE PÁGINAS WEB POR CLUSTER BIBLIOMÉTRICO	181
4.7.3.1	APLICACIÓN DE NANOMATERIALES EN FOTOELECTRÓNICA	183
4.7.3.2	NANO-ÓPTICA Y NANO-OPTOMETRÍA Y NANOQUÍMICA	184
4.7.3.3	NANOBIOTECNOLOGÍA Y NANOMEDICINA	186
4.7.3.4	FÍSICA DE LOS NANOMATERIALES	187
4.7.3.5	NANOMATERIALES BASADOS EN CARBONO	188
4.7.4	DOMINIOS Y TIPOLOGIA DE PÁGINAS WEB POR CLUSTER WEBMÉTRICO	189
4.7.4.1	APLICACIÓN DE NANOMATERIALES	190
4.7.4.2	NANO-ÓPTICA & NANOFOTOELECTRÓNICA Y NANOQUÍMICA	191

4.7.4.3	TÉCNICAS DE FABRICACIÓN DE NANOMATERIALES	192
4.7.4.4	NANOQUÍMICA Y BIOMEDICINA	193
4.7.5	DOMINIOS Y TIPOLOGIA DE PÁGINAS WEB POR CLUSTER CROSS-INTERSECTION	194
4.7.5.1	NANO-ÓPTICA & NANO-OPTOELECTRÓNICA	196
4.7.5.2	FÍSICA DE LOS NANOMATERIALES	196
4.7.5.3	NANOMATERIALES BASADOS EN CARBONO	198
4.7.5.4	NANOBIOTECNOLOGÍA Y NANOMEDICINA	198
4.7.5.5	APLICACIÓN DE NANOMATERIALES EN FOTOELECTRÓNICA	199
4.7.5.6	NANOQUÍMICA	200
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>203</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>217</b>
<b>7.</b>	<b>LIMITACIONES</b>	<b>231</b>
<b>8.</b>	<b>LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>235</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>241</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Relación entre bibliometría, cienciometría, informetría, cibermetría y webmetría. Tomado de Björneborn &amp; Ingwersen (2004).</i>	38
<i>Ilustración 2. Terminología de los links según el punto de vista. Tomado de Björneborn &amp; Ingwersen, 2004.</i>	53
<i>Ilustración 3. Actores y enlace no direccional. Tomado de Vargas-Quesada (2005)</i>	58
<i>Ilustración 4. Loop o autoenlace. Tomado de Vargas-Quesada (2005)</i>	59
<i>Ilustración 5. Grupo de actores en una red. Tomado de Vargas-Quesada (2005)</i>	59
<i>Ilustración 6. Subgrupo nodos amarillos en una red. Tomado de Vargas-Quesada (2005)</i>	60
<i>Ilustración 7. Relaciones y adyacencia del actor central. Tomado de Vargas-Quesada (2005)</i>	60
<i>Ilustración 8. Vecindario del actor azul. Tomado de Vargas-Quesada (2005)</i>	60
<i>Ilustración 9. Red con un autor aislado. Tomado de Vargas-Quesada (2005)</i>	61
<i>Ilustración 10. Gráfico conectado y gráfico desconectado con dos componentes. Tomado de Vargas-Quesada (2005)</i>	62
<i>Ilustración 11. Nodo rojo o actor intermediario en una red. Tomado de Vargas-Quesada (2005)</i>	62
<i>Ilustración 12. Cienciograma de N&amp;N 2012 antes de la identificación de autores</i>	76
<i>Ilustración 13. Fases de la identificación y normalización de autores.</i>	77
<i>Ilustración 14. Resultados de la WoS para la casuística número 1 tomado de Thomson Reuters, (2014a)</i>	79
<i>Ilustración 15. Resultados de la WoS para la casuística número 2. Tomado de Thomson Reuters, (2014)</i>	80
<i>Ilustración 16. Resultados de la WoS para la casuística número 3 tomado de Thomson Reuters, (2014a)</i>	81
<i>Ilustración 17. Resultados de la WoS para la casuística número 4 tomado de Thomson Reuters, (2014a).</i>	81
<i>Ilustración 18. Resultado pertinente de la búsqueda anterior tomado de Thomson Reuters, (2014a).</i>	81
<i>Ilustración 19. Resultado de la WoS para el ejemplo 6 tomado de Thomson Reuters, (2014a).</i>	82
<i>Ilustración 20. Registro completo vinculado a IDResearch tomado de Thomson Reuters, (2014a)</i>	82
<i>Ilustración 21. Resultado pertinente de la WoS del ejemplo 6 tomado de Thomson Reuters, (2014a).</i>	83
<i>Ilustración 22. Registro de ID de Thomson Reuters, (2014b)</i>	83
<i>Ilustración 23. Registro pertinente de la WoS referente al ejemplo 7 tomado de Thomson Reuters, (2014a).</i>	83
<i>Ilustración 24. Pasos del programa Webometric Analyst. Tomado de (Sud &amp; Thelwall, 2014).</i>	91
<i>Ilustración 25. Cienciograma bibliométrico</i>	103
<i>Ilustración 26. Porcentajes de la centralidad de grado de los clusters.</i>	120
<i>Ilustración 27. Porcentajes de la intermediación de los clusters</i>	121
<i>Ilustración 28. Porcentajes de la cercanía de los clusters</i>	122
<i>Ilustración 29. Porcentajes de la agujeros estructurales de los clusters</i>	123
<i>Ilustración 30. Porcentajes de los concentradores de los clusters</i>	123
<i>Ilustración 31. Cienciograma web de las búsquedas tipo 1.</i>	125
	xi

<i>Ilustración 32. Cienciograma web de las búsquedas tipo 3.</i>	126
<i>Ilustración 33. Cienciograma web de las búsquedas tipo 4.</i>	127
<i>Ilustración 34. Cienciograma web de la fusión de redes webométricas.</i>	128
<i>Ilustración 35. Cienciograma web con mayor correlación con el cienciograma bibliométrico.</i>	129
<i>Ilustración 36. Representatividad de las líneas de investigación del cienciograma webométrico en Aplicación de nanomateriales</i>	140
<i>Ilustración 37. Representatividad de las líneas de investigación del cienciograma webométrico en Nano-óptica &amp; Nanofotoelectrónica y Nanoquímica</i>	142
<i>Ilustración 38. Representatividad de las líneas de investigación del cienciograma webométrico en Instrumentación y productos en N&amp;N.</i>	143
<i>Ilustración 39. Representatividad de las líneas de investigación del cienciograma bibliométrico en Nanoquímica y Física de los nanomateriales</i>	143
<i>Ilustración 40. Cienciograma de intersección entre el bibliométrico y el webométrico.</i>	145
<i>Ilustración 41. Porcentaje de autores de líneas de investigación del cienciograma bibliométrico en Nano-óptica &amp; Nano-optometría</i>	158
<i>Ilustración 42. Porcentaje de autores de líneas de investigación del cienciograma bibliométrico en Física de los nanomateriales</i>	159
<i>Ilustración 43. Porcentaje de autores de líneas de investigación del cienciograma bibliométrico en Nanomateriales basados en carbono</i>	160
<i>Ilustración 44. Porcentaje de autores de líneas de investigación del cienciograma bibliométrico en Nanobiotecnología y nanomedicina</i>	161
<i>Ilustración 45. Porcentaje de autores de líneas de investigación del cienciograma bibliométrico en Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica</i>	161
<i>Ilustración 46. Porcentaje de autores de líneas de investigación del cienciograma bibliométrico en Nanoquímica</i>	162
<i>Ilustración 47. Cienciograma bimodal</i>	166
<i>Ilustración 48. Zona superior derecha del cienciograma bimodal</i>	167
<i>Ilustración 49. Zona izquierda del cienciograma bimodal</i>	167
<i>Ilustración 50. Zona exterior izquierda del cienciograma bimodal</i>	168
<i>Ilustración 51. Zona exterior e inferior de la derecha del cienciograma bimodal</i>	169
<i>Ilustración 52. Zona exterior derecha del cienciograma bimodal</i>	170
<i>Ilustración 53. Porcentaje de los dominios de primer nivel</i>	174
<i>Ilustración 54. Porcentaje de los dominios de segundo nivel</i>	176
<i>Ilustración 55. Tipologías pormenorizadas de las páginas</i>	177
<i>Ilustración 56. Tipologías de páginas en Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica.</i>	184
<i>Ilustración 57. Dominios en Nano-óptica y nano-optometría y nanoquímica</i>	184
<i>Ilustración 58. Tipologías de páginas en Nano-óptica y nano-optometría y nanoquímica</i>	185
<i>Ilustración 59. Tipologías de páginas en Nanobiotecnología y nanomedicina</i>	186
	xii

<i>Ilustración 60. Tipologías de páginas en Física de los nanomateriales</i>	187
<i>Ilustración 61. Tipologías de páginas en Nanomateriales basados en carbono.</i>	188
<i>Ilustración 62. Dominios en Aplicación de nanomateriales</i>	190
<i>Ilustración 63. Tipología de páginas en aplicación de nanomateriales</i>	191
<i>Ilustración 64. Tipologías de páginas en nano-óptica y nanofotoelectrónica y nanoquímica</i>	192
<i>Ilustración 65. Tipologías de páginas en técnicas de fabricación de nanomateriales</i>	193
<i>Ilustración 66. Tipologías en nanoquímica y biomedicina</i>	194
<i>Ilustración 67. Tipologías de páginas en Nano-óptica y nano-optoelectrónica</i>	196
<i>Ilustración 68. Dominios en Física de los nanomateriales</i>	197
<i>Ilustración 69. Tipologías de páginas en Física de los nanomateriales</i>	197
<i>Ilustración 70. Tipologías de páginas en Nanomateriales basados en carbono</i>	198
<i>Ilustración 71. Tipologías de páginas en Nanobiotecnología y nanomedicina</i>	199
<i>Ilustración 72. Tipologías de páginas en Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica</i>	200
<i>Ilustración 73. Tipologías de páginas en Nanoquímica</i>	201

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Fases esenciales de la metodología para la visualización de la información</i>	68
<i>Tabla 2 Checklist de tipologías web</i>	93
<i>Tabla 3. Centralidad de grado de los autores de N&amp;N</i>	106
<i>Tabla 4. Centralidad de intermediación de los autores de N&amp;N</i>	107
<i>Tabla 5. Centralidad de cercanía de los autores de N&amp;N</i>	108
<i>Tabla 6. Valores de los agujeros estructurales</i>	108
<i>Tabla 7. Valores de los concentradores</i>	109
<i>Tabla 8. Clusters del cienciograma bibliométrico</i>	110
<i>Tabla 9. Medidas de centralidad del cluster de Nano-óptica &amp; Nano-optometría y Nanoquímica.</i>	112
<i>Tabla 10. Medidas de centralidad del cluster de Nanomateriales basados en carbono.</i>	114
<i>Tabla 11. Medidas de centralidad del cluster de Nanomateriales en fotoelectrónica.</i>	116
<i>Tabla 12. Medidas de centralidad del de Física de los nanomateriales</i>	117
<i>Tabla 13. Medidas de centralidad de Nanobiotecnología y Nanomedicina.</i>	119
<i>Tabla 14. Resultados del test QAP</i>	124
<i>Tabla 15. Clusters del cienciograma webmétrico</i>	130
<i>Tabla 16. Medidas web de grado de los autores de N&amp;N.</i>	130
<i>Tabla 17. Medidas web de intermediación de los autores de N&amp;N.</i>	131
<i>Tabla 18. Medidas web de cercanía de los autores de N&amp;N.</i>	132
<i>Tabla 19. Valores web de los agujeros estructurales</i>	133
<i>Tabla 20. Valores web de los concentradores</i>	133
<i>Tabla 21. Medidas web de centralidad de Aplicación de nanomateriales</i>	134
<i>Tabla 22. Medidas de centralidad de Nano-óptica &amp; Nanofotoelectrónica y Nanoquímica</i>	135
<i>Tabla 23. Medidas de centralidad de Técnicas de fabricación de nanomateriales</i>	136
<i>Tabla 24. Medidas de centralidad de Nanoquímica y Biomedicina</i>	138
<i>Tabla 25. Cluster del cienciograma bibliowebmétrico</i>	146
<i>Tabla 26. Medidas de centralidad de grado</i>	147
<i>Tabla 27. Centralidad de grado en los tres cienciogramas</i>	148
<i>Tabla 28. Medidas de centralidad de intermediación de los autores de N&amp;N.</i>	148
<i>Tabla 29. Centralidad de intermediación en los tres cienciogramas</i>	149
<i>Tabla 30. Medidas de centralidad de cercanía de los autores de N&amp;N.</i>	149
<i>Tabla 31. Centralidad de cercanía en los tres cienciogramas</i>	150
<i>Tabla 32. Medidas de centralidad en Nano-óptica y Nano-optoelectrónica</i>	150
<i>Tabla 33. Medidas de centralidad en Física de los nanomateriales</i>	151
<i>Tabla 34. Medidas de centralidad en Nanomateriales basados en carbono</i>	153
<i>Tabla 35. Medidas de centralidad en Nanobiotecnología y Nanomedicina</i>	153



<i>Tabla 36. Medidas de centralidad en Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica</i>	155
<i>Tabla 37. Medidas de centralidad en Nanoquímica.</i>	156
<i>Tabla 38. Test QAP para la red cross intersection</i>	163
<i>Tabla 39. Autores por línea de investigación según cienciogramas</i>	164
<i>Tabla 40. Dominios mayoritarios en las páginas resultado</i>	173
<i>Tabla 41. Dominios geográficos en las páginas resultado</i>	175
<i>Tabla 42. Dominios incluidos en la tipología Páginas de asociaciones o sociedades</i>	178
<i>Tabla 43. Dominios incluidos en la tipología Páginas para contenido científico y académico</i>	178
<i>Tabla 44. Dominios incluidos dentro de la tipología Páginas de congreso</i>	179
<i>Tabla 45. Dominios incluidos en la tipología Páginas para compartir contenido divulgativo</i>	179
<i>Tabla 46. Dominio incluido en la tipología Páginas de gobierno</i>	180
<i>Tabla 47. Dominios incluidos en la tipología Blogs</i>	180
<i>Tabla 48. Dominios incluidos en la tipología Páginas no correspondientes</i>	180
<i>Tabla 49. Dominios incluidos en la tipología Páginas de universidades</i>	181

## RESUMEN

La nanociencia y nanotecnología (N&N) se constituye como una ciencia emergente y disruptiva. Con esta tesis se pretende realizar un análisis de la presencia de los 50 autores más destacados de N&N en 2012 a través de la base de datos Web of Science (WoS) utilizando técnicas bibliométricas y realizar una imagen de estos mismos autores en la web con datos recogidos en 2014 utilizando técnicas webométricas.

De esta forma se comprueba y propone la realización de un mapa combinando las dos técnicas anteriores para la caracterización de este dominio científico con esta técnica que denominamos *bibliowebmetría*. Se pretende investigar sobre la utilidad de la webmetría como fuente de información valiosa para la realización de mapas del conocimiento y aportar un aspecto más a la evaluación y descripción de la actividad científica y la ciencia en su evolución y desarrollo.

Este análisis bibliométrico se realiza a través de las cocitaciones y el webométrico a través de las comenciones, que aparecen como paralelas. Se utiliza el test *Quadratic Assignment Procedure* (QAP), útil para la integración de la información bibliométrica con la webométrica.

De esta manera, además de la exploración de nuevas técnicas, se persigue caracterizar, además de a los 50 autores más destacados, la N&N como disciplina. Es decir, líneas de investigación, importancia de estas, autores más destacados dentro de cada línea y un análisis de contenido de los resultados bibliométricos, webométricos y bibliowebométricos

La investigación científica y la tecnológica no están sistemáticamente divididas en la web tan claramente como en la representación de WoS, pero se puede apreciar la relación clara entre las líneas de investigación aparecidas en el cienciograma bibliométrico y en el webométrico. La información recogida en la web es menor que la recogida en la WoS, puesto que hay autores que no se han comencionado en

la web. En otro sentido, la presencia de los autores que sí se han comencionado es ligeramente diferente al análisis bibliométrico, aunque aquellos que son importantes en la red bibliométrica tienen trascendencia en la web.

En el análisis *bibliowebométrico* se recuperan las líneas de investigación aparecidas a través de las cocitaciones, pero en cada una de ellas aparecen autores de líneas básicas y tecnológicas, con lo que se supera esta separación típica entre el conocimiento y se aporta una división más realista o práctica de las líneas de investigación.

Los dominios mayoritarios en los que aparecen las comenciones de los autores objeto de estudio son .com, .org y .edu. En cuanto a los dominios por países son los de China y Alemania donde aparecen los autores comencionados seguidos por Reino Unido, Canadá y Taiwán. EEUU tiene la mayor presencia desde su domino .gov. Entre los dominios de segundo nivel encontramos *academia.edu*, *aas.org*, *4shared.com* y *science.gov*.

Las tipologías de páginas que recogen las comenciones o la presencia webométrica de los autores son mayoritariamente páginas de asociaciones científicas oficiales, seguidas por las plataformas para contenidos científicos y divulgativos y los congresos. Estos últimos reflejan información muy actualizada sobre N&N. Traspasando este dominio científico, existe representación de información divulgativa sobre N&N en las plataformas de contenidos divulgativos. Finalmente, la N&N, y nuevamente con carácter científico, se refleja en la página científica del gobierno de EEUU.

## PALABRAS CLAVE

Cienciometría, Bibliometría, Webmetría, Nanociencia y nanotecnología (N&N), Análisis de cocitación de autores (ACA).

## ABSTRACT

Nanoscience and nanotechnology (N&N) is an emerging and disruptive science. Within the thesis it is expected to achieve an analysis of the 50 more remarkable authors in N&N in 2012 through Web of Science (WoS) data. In order to achieve this goal, bibliometrics and webmetrics techniques are used, analysing data from 2012 and 2014 respectively.

In this sense, a combined map of these two techniques is checked to characterize this scientific domain. This new technique will be named as *bibliowebmetrics*. In this way, webmetric techniques are verified as a valuable source of information to visualize knowledge maps and provide the evaluation and description of the scientific activity and its development.

This bibliometric analysis is done through cocitation and the webmetric one through comentions, that seem parallels. QAP test is used to fuse both bibliometric and webmetric information.

Besides the exploration of new techniques, it is possible to characterize the 50 most important authors and the N&N as a discipline. Which means clarifying the lines of research, their importance, the most featured authors in its lines and also a content analysis of the bibliometric, webmetric and *bibliowebmetrics* results.

Scientific and technological research are not systematically divided on the web as clear as at the WoS representation. On the other hand, it is easy to appreciate the relation between lines of research at bibliometric and webmetric maps. The information collected from WoS is more numerous than the one collected on the web, there are a few authors that are not mentioned on the web. In other sense, the presence of the authors mentioned is slightly different than the one they obtain through cocitations, but the relevant ones are also noticeable on the web.

The lines of research appeared through cocitations are recovered, which means both bibliometric and *bibliowebmetric* lines of research are the same, but in each of them there is a mix of authors that belong to technical and to scientific lines. The usual distinction between science and technology is overtaken and a new and more realistic and pragmatic vision of the knowledge given.

The main domains, where the comentions of the authors of the study appear, are *.com*, *.org* and *.edu*. Regarding to the country domains, the rank is China, Germany, United Kingdom, Canada and Taiwan. EEUU has strong presence from its domain *.gov*. Among the second level domains *academia.edu*, *aas.org*, *4shared.com* and *science.gov* are found.

The tipologies of the hosting web comentions are principally scientific societies pages and scientific sharing platforms followed by congress webpages, divulgative sharing platforms and finally on the scientific EEUU govern webpage. So that, the information of N&N on de web is scientific and original, due to its presence at congress web pages, what suggest its constant and quick evolution. In addition there is also a representation of divulgative information on N&N.

## KEYWORDS

Scientometrics, bibliometrics, webmetrics, Nanoscience and nanotechnology (N&N), Author cocitation analysis (ACA).

# **1.INTRODUCCIÓN**



Desde el proyecto del Repertorio Bibliográfico Universal de Otlet y Lafontaine (padres de la Documentación), se ha recorrido mucho camino dentro de la disciplina de la Biblioteconomía y Documentación (ByD). Sin embargo, la base de algunas líneas de investigación siguen siendo las bibliografías. Un ejemplo de esto es la bibliometría, que se define como la cuantificación, a través de las bibliografías, de las características de los procesos de la comunicación escrita, especialmente los desarrollados en la ciencia.

A lo largo del tiempo, las metodologías utilizadas por la bibliometría para la descripción de la ciencia han variado considerablemente. Éstas han ido ampliando horizontes y aumentando el abanico de posibilidades en intentos de mejora. Como consecuencia, los análisis bibliométricos pueden basarse en el conteo de citas (Solla Price, 1965), cocitas (Small, 1973a; Marshakova, 1973), bibliographic coupling (Kessler, 1963), coautorías (White & Griffith, 1981), así como su aplicación a dominios científicos en general, autores, instituciones, países, áreas geográficas, revistas, etc..

Paralelamente, se han ido incluyendo nuevas técnicas y herramientas dentro de la bibliometría. En este sentido, son destacables las técnicas de visualización de la información (Tufte, 1983), que han permitido una manera sencilla de visualizar los datos obtenidos en esta clase de estudios y hacer realidad los mapas del conocimiento o representaciones gráficas de la ciencia (Vargas-Quesada, 2005).

En esta evolución de la bibliometría, cabe destacar la ruptura del paradigma positivista con el punto de vista más pragmático en el que se inmiscuye el análisis de dominio (Hjørland, 2002), punto de partida del análisis bibliométrico que se desarrolla en la presente tesis. Como consecuencia de ello, la ciencia deja de ser una serie de compartimentos estancos para ser observada como un sistema con vida propia. Esto no sólo rompe el sentido lineal del paradigma positivista, sino que abre nuevas perspectivas hermenéuticas y sociológicas que corresponden con un punto de vista más pragmático.



Fruto de este paradigma pragmático y de las nuevas metodologías y herramientas bibliométricas, se encuentran proyectos como el Atlas de la Ciencia (Moya-Anegón et al., 2004), cuyo objetivo consiste en representar gráficamente la investigación científica en España y que poco a poco va extendiendo su objeto de estudio a otros países.

En concordancia con los intentos de la bibliometría por caracterizar todas las disciplinas del conocimiento, esta tesis se centra en un dominio de nueva aparición: la Nanociencia y Nanotecnología, (en lo sucesivo N&N).

Aún resulta difícil encontrar claramente una definición para la N&N. De hecho, en la actualidad el término Nanotecnología está asumiendo en sí mismo las dos posibles acepciones (nanociencia y nanotecnología), lo cual rompe con el esquema clásico con el que se distingue entre ciencia e ingeniería/tecnología o entre investigación base y aplicada. Para su enunciación, se presenta la definición oficial de la Iniciativa Nacional de Nanotecnología estadounidense:

“la nanotecnología es la investigación y el desarrollo tecnológico a niveles atómico, macromolecular o molecular, en el rango de escala aproximadamente de entre 1 y 100 nanómetros, para proporcionar una comprensión fundamental de fenómenos y materiales a nanoescala y mesoescala y crear y usar dichas estructuras, dispositivos y sistemas que presentan nuevas propiedades y funciones debido a su pequeño tamaño”(USA Government, n.d.).

Ante esta tecnología disruptiva, cabe preguntarse si la bibliometría debería utilizarse sólo en un sentido de política científica. Es decir, si su uso es exclusivo para describir dominios científicos cuya repercusión es la asignación de fondos para la investigación y promoción profesional de los investigadores (Bordons & Zulueta, 1999), o si además podría utilizarse al servicio de la sociedad civil en orden a mitigar los efectos del *prometeísmo*(Dryzek, 1997) ante el nacimiento de cada nuevo dominio científico.

## 1.1 TRABAJOS RELACIONADOS

Pese a la juventud de la N&N como disciplina, no son pocos los trabajos que la relacionan con la bibliometría, la cienciometría y la visualización de la información. A modo de resumen, podemos distinguir 8 vertientes o líneas de investigación que relacionan a la N&N con el objeto de esta tesis.

Los primeros trabajos que encontramos, tratan de delimitar la N&N, así como las sentencias de búsqueda y patrones de colaboración o citación. Posteriormente se encuentran trabajos bibliométricos que contemplan la N&N desde la descripción de áreas temáticas o líneas de investigación relacionadas, para poder tratarla como un dominio y describirla de manera más amplia.

A continuación, comienzan los análisis de N&N centrados en países concretos y las comparaciones entre éstos, o entre un país y la producción mundial, etc. En años posteriores, se inician estudios sobre el output de la N&N a nivel científico, tecnológico y comercial, sobre todo utilizando patentes y artículos como unidad de análisis. A partir de aquí, se desarrollan cuantiosos estudios sobre las patentes de N&N. Finalmente se hace referencia a artículos con una perspectiva más sociológica y de género.

En cuanto a los artículos que estudian la N&N desde una perspectiva webométrica encontramos temáticas sobre comunicación, búsquedas y análisis de información sobre N&N en la web, comercialización de productos, fuentes de información soportadas en web y perspectiva de género.

### **1.1.1 DELIMITACIÓN DE LA N&N DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA BIBLIOMETRÍA Y CONSTRUCCIÓN DE BÚSQUEDAS.**

Hasta donde llega nuestro conocimiento, es en 1997 cuando aparece el primer artículo en WOS que estudia la N&N desde el punto de vista bibliométrico. En él se desarrolla una sentencia de búsqueda para recuperar las revistas que contengan en su título la palabra “Nano” como prefijo (Braun, Schubert, & Zsindely, 1997).

Además de centrar la atención en las revistas, otros autores se interesan por los individuos que representan cada uno de los grupos de investigación en N&N (Calero, Buter, Cabello Valdés, & Noyons, 2006). Poco más tarde, Leydesdosff & Zhou (2007) siguen en la línea de delimitar el núcleo de revistas de N&N. Con este grupo de revistas y teniendo en cuenta las patentes tratan de delimitar el dominio.

En esta línea, aparecen en 2006 los primeros artículos referentes a la literatura seminal de N&N (Kostoff, Murday, Lau, & Tolles, 2006; Zitt & Basseculard, 2006; Kostoff, Koytcheff, & Lau, 2009). Kostoff también publica un artículo sobre la literatura seminal producida específicamente en Corea del Sur (Kostoff, Barth, & Lau, 2008b).

En 2011 se comienza a trabajar en un léxico para la formulación de búsquedas más pertinentes sobre N&N con carácter colectivo y un número de términos reducido (CALQ) (Maghrebi, Abbasi, Amiri, & Monsefi, 2011). Respecto a trabajos en los que se desarrollan sentencias de búsqueda para delimitar este dominio, cabe señalar y destacar el trabajo de Muñoz-Écija, et al, (2013), en el que se presenta una sentencia de búsqueda adecuada para la recuperación de información sobre N&N basada en sentencias anteriores ya contrastadas por la comunidad científica por autores como Noyons; Glänzel; Huang; Meyer, Debackere y Glänzel, Kostoff, Koytcheff y Lau, Porter Lv (Muñoz-Écija et al.,

2013), que nos acerca al resto de autores interesados anteriormente en búsquedas pertinentes para la recuperación de artículos o revistas.

Otros trabajos también se han ocupado de mejorar estas sentencias de búsqueda (Arora, Porter, Youtie, & Shapira, 2013) y hay autores, que en intentos de encontrar las palabras clave para la recuperación de información en este dominio, las buscan en los títulos de los artículos de las revistas especializadas, incluso para usar estas palabras como un *nanolenguaje* (Bartol & Stopar, 2015) o que han intentado localizarlas en los resúmenes de los artículos vinculados a esta especialidad (Haruechaiyasak, Thaiprayoon, & Kongthon, 2010).

Finalmente, en 2015 se desarrollan cuatro tipos de búsquedas diferentes para realizar análisis de patrones de investigación, conexiones y trayectorias y de esta manera producir análisis significativos de Big Data en ciencias emergentes, como es el caso de N&N (Huang, Schuehle, Porter, & Youtie, 2015).

## **1.1.2 PATRONES DE CITACIÓN Y COLABORACIÓN EN N&N**

En el epígrafe anterior se describe el desarrollo de la delimitación y construcción de búsquedas en el área de N&N. El siguiente tema que aborda la bibliometría sobre la N&N son los patrones de colaboración dentro de este dominio. En este sentido el primer artículo que se localiza corresponde a 1998 (Meyer & Persson, 1998).

Desde el punto de vista del análisis de la citación y de la colaboración científica, en 2004 se elaboran trabajos que sacan a la luz estos patrones (Schummer, 2004; Zhang, Ivanova, Giles, Foley, & Yen, 2010; Onel, Zeid, & Kamarthi, 2011; Leydesdorff, 2013). Además de describir estos patrones algunos artículos responden a lo decisiva que es la colaboración para el avance científico y su influencia en la publicación de artículos (Chinchilla-Rodríguez, Ocaña-Rosa, & Vargas-Quesada, 2016; Chinchilla-Rodríguez, Miguel, Perianes-Rodríguez, Ovalle-

Perandones, & Olmeda-Gómez, 2016; Chinchilla-Rodríguez, Miguel, Perianes-Rodríguez, Olmeda-Gómez, & Ovalle-Perandones, 2016).

También se atiende a colaboraciones entre países como China y EEUU (Tang & Shapira, 2011a; Wang et al., 2012; Tang, 2013), o patrones de citación entre ellos (Hu & Rousseau, 2013; Tang, Shapira, & Youtie, 2015) o sólo centrados en China (Tang & Shapira, 2011b). Artículos focalizados en China y Alemania, aunque no estudiando el dominio de la N&N en exclusiva (Zhou & Bornmann, 2015).

Se deduce que el hecho de que los estudios se centren mayoritariamente en China y EEUU, se debe a que están situados a la cabeza del mundo en la investigación sobre N&N.

Es corriente que en los primeros años de contacto entre la bibliometría y la N&N se intente delimitar esta para obtener una imagen clara. Sin embargo y respondiendo a la interdisciplinariedad de la ciencia y de la N&N en específico, al poco tiempo se estudian, de manera individual, diferentes temas relacionados o incluidos en la N&N. También se realizan investigaciones entre las que la N&N no aparece como objeto único de estudio sino dentro de un grupo de nuevos dominios definidos como ciencias emergentes.

Así pues, se han estudiado patrones de colaboración en temáticas relacionadas o incluidas dentro de la N&N (Bettencourt, Kaiser, & Kaur, 2008) o, también, a través de las citas se estudian campos emergentes. Ya se ha comentado que la N&N aparece entre ellos (Buter, Noyons, & Raan, 2011). Otros autores crean indicadores para describir e incluso predecir las características estructurales y dinámicas de estas áreas de investigación denominadas emergentes (Tang & Walsh, 2010). Aunándose con la conciencia de la interdisciplinariedad de la N&N, hay autores que elaboran métricas para observar cómo se extiende la información dentro y fuera de dominios concretos. En este caso dentro de algunas temáticas de N&N (Porter, Schoeneck, & Carley, 2013).

Igualmente relacionados con patrones de las citas, encontramos artículos en los que se buscan los factores determinantes en las citas en N&N (Didegah

&Thelwall, 2013), o tendencias en las publicaciones de N&N (Kademani, Sagar, Surwase, & Bhanumurthy, 2013). También buscando tendencias en publicación encontramos un artículo centrado en las revistas chinas (Lin & Zhang, 2007). En el caso de España, se ha estudiado cómo afectan las redes de colaboración a la producción de la ciencia (Villanueva-Felez, Fernandez-Zubieta, & Palomares-Montero, 2014). También se ha descrito la estructura de la colaboración y generación de conocimiento en N&N (Jansen, von Görtz, & Heidler, 2010). Y en otro artículo de Braun et al. se muestran los patrones de *gatekeeping* o intermediarios (Braun, Zsindely, Dióspatonyi, & Zádor, 2007) .

Siguen desarrollándose artículos que intentan conceptualizar la ciencia de manera general. Para ello, se escogen las colaboraciones y las competencias de los investigadores para ello. La N&N también tiene su hueco en este estudio (Karlovčec, Mladenčić, Grobelnik, & Jermol, 2016).

### **1.1.3 ESTUDIOS BIBLIOMÉTRICOS SOBRE TEMÁTICAS RELACIONADAS CON LAN&N**

Prosiguiendo con otros temas, en 2002, se presenta un artículo de Braun et al. (Braun, Schubert, & Kostoff, 2002) en el que se analizan las patentes relacionadas con los *fullerenos* -la tercera forma molecular más estable del carbono, tras el grafito y el diamante-

A partir de esta fecha, encontramos un gran número de artículos en los que se estudian disciplinas, temas o líneas de investigación de N&N, por ejemplo, *bionanociencia* –ciencia o tecnología que combina aspectos de la biología y la nanociencia- (Rafols & Meyer, 2007; 2010), o *fullerenos* y *nanotubos*-estructuras tubulares cuyo diámetro es del tamaño del nanómetro- (Lucio-Arias & Leydesdorff, 2007). Hay que tener en cuenta que los *nanotubos* son una forma específica de *fullerenos* que se descubren posteriormente a los primeros. Por ello, en un principio, se encuentran artículos más antiguos sobre *fullerenos* que poco a poco

van dejando paso a los estudios sobre los *nanotubos* (Lucio-Arias & Leydesdorff, 2009) específicamente sobre *nanotubos* encontramos dos artículos (Kuusi & Meyer, 2007; Muñoz-Sandoval, 2014). Muchos de ellos coinciden en la interdisciplinariedad de estos temas relacionados con la N&N y de la propia N&N (Wang, Notten, & Surpatean, 2013).

También se ha escrito sobre literatura existente en *instrumentación y productos* en N&N (Kostoff, Koytcheff, & Lau, 2007b), que produce patrones de alto crecimiento de la N&N a partir del descubrimiento del *microscopio de efecto túnel* y de *buckminsterfullereno* (Heinze, Heidler, Heiberger, & Riebling, 2013).

También en 2007 se localizan los primeros estudios sobre *tecnología ambiental* (Larsen, 2007) o sobre cambio climático en el que aparece la N&N (Bjurstro & Polk, 2011). En este mismo año se halla un artículo describiendo los *motores moleculares*, incluidos dentro de la *bionanotecnología* (Rafols & Meyer, 2007b).

Un año más tarde aparecen artículos sobre la literatura *de energía basada en hidrógeno* (Tsay, 2008), *bioenergía*-energía renovable producida a partir de materiales biológicos-(W. Liu et al., 2014) o *biomasa* (W. Liu et al., 2014).

En este mismo año se localiza un artículo sobre *celdas solares nanoestructuradas* (Larsen, 2008). Posteriormente y también sobre este tema, aparece un artículo sobre redes de colaboración (Wang, Li, Ren, & Zhu, 2014).

Otra temática sobre la que se investiga desde la bibliometría son los *fenómenos del transporte* (Tsay & Lin, 2009), y *nanobiofarmacia*-ciencia que se ocupa de la entrada del medicamento en el organismo-(Chen & Guan, 2011). Existen varios estudios que se centran en temáticas relacionadas o que están incluidas dentro de la N&N como por ejemplo la distribución de medicamentos (Y. Guo, Zhou, Porter, & Robinson, 2013) o investigaciones anti-cáncer (Xie, 2015). Investigaciones más recientes en nanomedicina, desde el punto de vista de la bibliometría, son un estudio mundial sobre liposomas (Zhou & Zhao, 2015) y otro contra el cáncer (Xie, 2015).

Hay que esperar a 2014 para encontrar temáticas como la *nanocatálisis*-incluye los aspectos básicos del trabajo con partículas del tamaño de 1 mil millonésima de metro-(Zibareva, Vedyagin, & Bukhtiyarov, 2014) así como sobre *nanomateriales*-materiales con propiedades morfológicas más pequeñas que un micrómetro en al menos una dimensión- centrado en la realidad de las patentes en Brasil (Sant'Anna, Alencar, & Ferreira, 2014).

En 2014 también aparecen artículos centrados en la *nanofiltración* desde el punto de vista bibliométrico (Zhai, Pan, Guo, & Bi, 2014) y un estudio internacional sobre el mismo tema basado en publicaciones y también en las patentes, (Zhai et al., 2014) o, en esta misma línea, sobre *tecnología de membranas para nanofiltración de aguas*(Dai, Song, & Gao, 2015;T. Zheng et al., 2015;Dai et al., 2015).

El último artículo recopilado sobre un tema concreto de N&N hace alusión a la oportunidad comercial y comercialización del *grafeno*(Klincewicz, 2016), queda confirmado en este artículo, que un estudio bibliométrico puede mostrar la ventana de oportunidad comercial de este material.

### **1.1.4 ESTUDIOS BIBLIOMÉTRICOS SOBRE N&N CENTRADOS EN PAÍSES**

El primer artículo localizado de N&N desde una perspectiva bibliométrica referente a un país determinado se centra en Japón. Específicamente en el input y output de su Proyecto Nacional de N&N (Eto, 2003). Este es el primer país que forma una iniciativa nacional para la N&N (United Engineering Foundation et al., 2015) y tras EEUU cuenta con un poderoso plan soportado desde los sectores industriales y el gobierno (NanoSpain, 2003) .

En 2004, se presentan un artículo sobre la N&N en China (P. Zhou & Leydesdorff, 2004), al que suceden más investigaciones sobre este país (Kostoff, Barth, & Lau, 2008a;Tang & Shapira, 2011b; Kostoff, 2012; Fu & Ho, 2013). Posteriormente aparece un artículo centrado en China en el que la N&N aparece entre otras ciencias emergentes objeto de estudio (H. Guo, Weingart, & Bo, 2011). En este



caso sobre biotecnología en China, se presenta un artículo que compara los resultados en la base de datos WoS y en Chongqing VIP (Hennemann, Wang, & Liefner, 2011). Focalizado en la última producción de China y en sus colaboraciones, aparece la N&N, aunque el artículo no se centre en ello (X. Wang, Xu, Wang, Peng, & Wang, 2013). China lleva unos años con un crecimiento de publicaciones solo superado por EEUU en algunas materias relacionadas con la N&N y materiales energéticos (X. Wang et al., 2013).

También se encuentran otros trabajos centrados en diferentes países como Sudáfrica (Pouris, 2007), India (Karpagam, Gopalakrishnan, Natarajan, & Ramesh Babu, 2011), Irán (Baradar, Tajdaran, Musavi, & Abedi, 2009; Mohammadi, 2012), Taiwan, aunque este artículo no es específico de N&N (H. I. Liu, Chang, & Chen, 2012), Pakistán, (Bajwa, Yaldram, & Rafique, 2013) y sobre Pakistán pero centrado en *biotecnología* (Bajwa & Yaldram, 2013).

Así mismo, existe una relación de comparativas entre países, por ejemplo entre China y Corea (Leydesdorff & Zhou, 2005), o entre China y EEUU (Kostoff, 2008) entre varios países y China (Mehta, Herron, Motoyama, Appelbaum, & Lenoir, 2012). Entre China, India y Brasil, países que se configuran como economías emergentes compitiendo con los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Bhattacharya & Madhulika, 2012). Comparativas sobre *liberación controlada de fármacos* (NEDD) entre China y USA (Y. Guo et al., 2013) o comparativas de Australia con el resto del mundo (Gorjiara & Baldock, 2014).

Además de estudios sobre países, también los hay centrados en instituciones así como comparaciones entre ellos. Por ejemplo, hay artículos sobre los centros de N&N más importantes de Francia (Jouvenet, 2013), del National Center for Nanoscience and Technology (NCNST) chino y de Nanosystems Institute (CNSI) de la Universidad de Los Ángeles, California, en EEUU (Guan & Wei, 2015). Igualmente, se han realizado estudios centrados en N&N sobre el Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Lavrik, Busygina, Shaburova, &

Zibareva, 2015) y sobre la Global Nano Collaborative Innovation Network (Fan, Liu, Kay, & Cheng, 2014).

### **1.1.5 ESTUDIOS BIBLIOMÉTRICOS SOBRE N&N COMO DOMINIO**

Las investigaciones que se han ido desarrollando a lo largo del tiempo, van demarcando de una manera más precisa el dominio de la N&N, se esclarecen sus patrones de citación y colaboración, su posición respecto al resto de dominios científicos, su producción en países e instituciones. Sobre esta base de conocimiento sobre N&N, surgen de manera natural numerosos artículos que comienzan a caracterizarla como un dominio completo, centrado en diferentes medidas bibliométricas (Balzani, 2005; Ricardo Arencibia, Araújo Ruiz, & Torricella Morales, 2005), así como el desarrollo de métricas generales para el análisis de este dominio científico (Kostoff, Koytcheff, & Lau, 2007a) o sobre toda la literatura perteneciente a N&N (Kostoff, Stump, et al., 2006). Asimismo, surgen artículos sobre la institucionalización global de la N&N desde mediados de 1980 hasta 2006 (Schummer, 2007) o sobre el sistema científico del mundo centrado en N&N (Leydesdorff & Wagner, 2009). En este sentido, se encuentra la Enciclopedia de Nanociencia y Nanotecnología (Sinn, 2005). Así como un interesante mapa longitudinal sobre la N&N (Leydesdorff, 2010) o la actualización de 2016 del SCImago Journal and Country Rank Classification, en la que aparece la N&N (Gómez-Núñez, Vargas-Quesada, & Moya-Anegón, 2016). En 2016, y con total actualidad, encontramos un artículo referente a la estructura intelectual y a las líneas de investigación que conforman la N&N (Muñoz-Écija, Vargas-Quesada, & Chinchilla-Rodríguez, 2016).

Para acercarse a la N&N como dominio, se puede experimentar la metodología a usar como ocurre en el siguiente artículo que utiliza dos mapas diferentes, uno basado en la citación y otro en palabras (Zitt, 2011).

## 1.1.6 LAS PATENTES EN N&N

Siguiendo cronológicamente con la aparición de nuevos acercamientos desde la perspectiva de la bibliometría a la N&N, se localiza un artículo en 2007 (Meyer, 2007) en el que se utilizan las patentes para definir la relación entre Ciencia y Tecnología (CyT). En este sentido, hay una gran cantidad de publicaciones que relacionan las patentes con la Tecnología y los artículos de revista o revistas con la Ciencia (Dolfsma & Leydesdorff, 2008; Bakker, Aalborg, Beyhan, & Mckelvey, 2013; Chen & Roco, 2009a; 2009b; Meyer, 2006; Zhao & Guan, 2012; 2013). Algunas de estas investigaciones se centran en China (Guan & Wang, 2010; Meyer, Debackere, & Glänzel, 2010; Zhao & Ma, 2012).

En este sentido, hay un estudio interesante sobre cómo superar la limitación habitual de las patentes. Esta limitación se refiere a que las más novedosas, por ese mismo hecho, son menos citadas y tenidas en cuenta (Yoon & Kim, 2011). El tema de este artículo hace referencia a las patentes relacionadas con la *síntesis de los nanotubos de carbón*.

Se han realizado estudios en los que la comparación entre patentes y artículos, permite descubrir patrones de colaboración entre autores de N&N (J. Zheng, Zhao, Zhang, Chen, & Huang, 2014). Encontramos un artículo sobre China con el mismo tipo de investigación, que pretende hallar las colaboraciones y producción de los autores más citados y con más patentes en este país (Wang & Guan, 2010).

También se utilizan las patentes sobre N&N para explorar la difusión del conocimiento en N&N (Yu, Wang, & Yu, 2010) o las relaciones temporales entre la publicación de artículos y el desarrollo de patentes a partir de estos (Finardi, 2011).

Los siguientes artículos continúan con la dinámica de tomar las patentes como unidad de medida, pero en este caso sin relacionarlo con artículos de revistas. Por ejemplo, se han utilizado para delimitar las revistas en N&N (Leydesdorff, 2008) o se ha realizado un estudio longitudinal sobre patentes se cuestiona si la

N&N es un cuello de botella (Schmoch & Thielmann, 2012), o también se encuentran los patrones de la citación transnacional en las patentes de este dominio (Guan & Shi, 2012), así como estudios generales sobre patentes de N&N (Wong, Ho, & Chan, 2007; Milanez, Lopes de Faria, do Amaral, Leiva, & Rodrigues Gregolin, 2014) o se ha tratado de predecir sus tendencias (Milanez et al., 2014).

### **1.1.7 OTROS TRABAJOS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA BIBLIOMETRÍA SOBRE N&N**

Para finalizar este recorrido sobre los trabajos vinculados a la N&N desde la perspectiva de la bibliometría, encontramos un artículo de Shapira et al. (Shapira, Youtie, & Porter, 2010) que exploran el desarrollo de la literatura de ciencias sociales centrada en la N&N.

En un artículo del mismo año se han utilizado nombres de autores pertenecientes a la N&N para diferentes pruebas en la desambiguación de nombres de autor (Tang & Walsh, 2010).

Teniendo en cuenta los ficheros log como acercamiento a la N&N encontramos un trabajo de Shiri (2011).

Muy interesante este artículo de 2011 en el que el acercamiento bibliométrico tiene en cuenta la relación entre el output de la ciencia con sus fuentes de financiación (J. Wang & Shapira, 2011).

Para terminar, en 2014 se localiza un estudio de género dentro de la N&N (Sotudeh & Khoshian, 2014).

## 1.1.8 WEBMETRÍA Y N&N

En cuanto a los artículos que relacionan la N&N con la webmetría, la tendencia es al crecimiento en su número, demostrando así el aumento del interés de la webmetría por la N&N y el estado emergente de esta ciencia disruptiva. Las investigaciones localizadas en la WoS corresponden con los años 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016.

En este caso el número de artículos, no es tan elevado como los que vinculan la bibliometría a la N&N. Es por ello que se ha prescindido de realizar subdivisiones temáticas en este apartado. Sin embargo, las temáticas que primero han aparecido se presentan en primer orden, de más antiguo a más novedoso, aunque en cada una de ellas se describa su desarrollo documental hasta los datos que aparecen en WoS con fecha de 2016.

Un aspecto primordial que aparece en los artículos localizados en la búsqueda relacionando la webmetría con la N&N es la **comunicación**. Es clara la ventaja de la web para comunicarse ya que se muestra como un escaparate de información y de publicidad haciendo de esta una base de datos de gran volumen y muy actualizada. Así pues, se encuentra un primer artículo sobre la comunicación interorganizacional de los sectores académico, privado y sectores de la N&N en el ciberespacio (Kim, 2012). En este sentido y, siguiendo con la idea de la web como fuente de información para la bibliometría, se analiza si la comunicación sobre N&N que parte de las industrias que trabajan en ella, suscita también en el mundo virtual debate en sentido positivo en la red (Ackland, Gibson, Lusoli, & Ward, 2016).

También en 2012 se desarrolló un sistema avanzado basado en web, Nano Mapper, para facilitar las **búsquedas y el análisis** de las publicaciones en N&N (Dang et al., 2012). Ya desde el inicio de la relación entre la webmetría y la N&N se intenta paliar la sobrecarga informativa de la que adolece la web habitualmente. También se pretende realizar estudios sobre las búsquedas de los

usuarios, algunos de estos artículos corresponden a exploraciones sobre N&N entre otras disciplinas emergentes (Park & Lee, 2016).

Además de utilizar la web para describir la comunicación de N&N, también es un punto fuente para dilucidar cómo es la **comercialización** de los productos esta ciencia emergente. Esto se ha elaborado en un artículo sobre la comercialización del *grafeno* en la web (Arora, Youtie, Shapira, & Gao, 2013)

También se exploran diferentes **fuentes de información** que tienen cabida en la web para localizar información sobre N&N. Por ejemplo se compara la información encontrada en Google sobre N&N entre las páginas que aparecen en la parte superior e inferior del ranking sacando conclusiones sobre la calidad de esta información y la importancia de las tipologías de páginas donde se localiza (Li, Anderson, Brossard, & Scheufele, 2014). Existen propuestas para la creación de bibliotecas digitales frente a bases de datos tradicionales (Trachtengerts, Erkimbaev, Zitserman, & Kobzev, 2015) o el uso de la minería de datos para la exploración del campo de la N&N (Gök, Waterworth, & Shapira, 2015). No solo centrado en la N&N si no en más ciencias emergentes se localiza un artículo búsquedas a partir de las palabras que utilizan los usuarios, entre las que aparece el prefijo NANO (Park & Lee, 2016) .

En el mismo año que comienza el interés por la web como fuente de información sobre N&N, aparece un estudio sobre **género**, presencia web y productividad científica (Sotudeh & Khoshian, 2014b). También en estos tiempos la web es una buena fuente de información para dibujar y resaltar el papel de la mujer en la ciencia.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Esta tesis pretende desarrollar un estudio sobre la N&N como disciplina desde una doble perspectiva: por una parte, su representación a nivel de autores en una base de datos internacional y multidisciplinar, como es la Web of Science (WOS) (Thomson Reuters, 2014) y por otra en la web. Entre los trabajos relacionados que se acercan a esta perspectiva no encontramos ninguno, ni siquiera parecido, hasta la fecha. Así pues, esta tesis añade información sobre este dominio, y aporta un análisis de los autores e identificación de sus principales líneas de investigación.

Debido a la escasez de artículos sobre N&N desde la perspectiva webométrica y a los numerosos intentos de la webmetría por aportar información y metodologías útiles y complementarias tanto a la cienciometría como a la bibliometría, utilizaremos la doble perspectiva bibliométrica y webométrica, para el presente trabajo. Otro argumento de peso que justifica la realización de esta tesis como manera de alcanzar una nueva metodología para el estudio de los dominios.

## 1.3 ESTRUCTURA DE LA TESIS

El presente trabajo se estructura en ocho apartados diferentes. Siguiendo la estructura típica de los artículos de investigación:

El primero de los capítulos corresponde a la Introducción, en el que se encuentran los antecedentes de la relación entre la bibliometría y cienciometría con la N&N y esta última con la webmetría. Con este recorrido resulta sencillo entender el porqué de este trabajo. En este mismo capítulo se encuentra la justificación y la estructura de la tesis que guiará un poco más allá al lector o lectora con breves pinceladas del contenido de los diferentes apartados.

Se ha dedicado un capítulo a objetivos. El primordial de ellos es analizar la presencia bibliométrica y webométrica de los autores de N&N en 2012. Con ello se pretende describir el comportamiento de la N&N e identificar sus líneas de investigación, así como realizar una exploración de la información webométrica que puede aportar más riqueza al análisis de este dominio y desarrollar una nueva metodología que denominaremos *bibliowebmetría*. De esto surgen siete objetivos que se exponen en puntos diferenciados.

Materiales y Métodos es el tercer capítulo. Este se subdivide en dos apartados; la parte teórica y la parte práctica. En la parte teórica, encontramos una serie de breves definiciones de las diferentes métricas buscando clarificar sus objetos de estudio y límites para finalmente entender el punto de vista bibliométrico del que se parte para el presente trabajo. Estas métricas a revisar son la bibliometría, la cienciometría, la informetría, la cibermetría y la webmetría.

En la parte práctica de este capítulo se detallan las fuentes, estrategia de búsqueda, tratamiento y análisis de los datos y la visualización de estos. Se describen estos puntos tanto para la metodología bibliométrica como para la webométrica.

El capítulo 4 es el denominado Resultados y Discusión. A lo largo de este capítulo, a través de las diferentes herramientas utilizadas, se va describiendo la N&N y sus líneas de investigación como dominio de estudio desde la perspectiva de la bibliometría y la webmetría con la intención de, finalmente, integrar ambas.

La primera parte de este capítulo está dedicada al cienciograma bibliométrico de los 50 autores más importantes de N&N en el año 2012 y su descripción. A partir de este apartado, empezamos a “girar el caleidoscopio” con información webométrica para descubrir el patrón de la N&N desde otros puntos de vista.

La segunda parte del capítulo hace referencia al test QAP (Quadratic Assignment Procedure = Procedimiento de Asignación Cuadrática), aplicado para encontrar



cuál de las matrices de información webométrica, tiene más correspondencia con las matrices de información bibliométrica.

Una vez obtenidos estos resultados, ya es posible realizar un análisis del cienciograma webométrico a través de las medidas de centralidad en la red general y por líneas de investigación.

El siguiente apartado, muestra la integración de los resultados bibliométricos y webométricos en lo que se ha querido proponer como una nueva metodología, *bibliowebmetría*, más completa para el estudio de dominios de la ciencia. Este apartado contiene el cienciograma de intersección (cross-intersection) y su correspondiente comentario.

Con el objetivo de explotar al máximo la información webométrica, se ha construido una red bimodal que ayuda a la comprensión y visualización de la red de cross-intersection sin otro objetivo que este.

El último apartado del capítulo, está dedicado al análisis de contenido web, técnica webométrica que permite denominar los dominios y tipologías de páginas donde se halla la información bibliométrica. Este apartado se subdivide en otros tres que corresponden con este análisis aplicado a los diferentes cienciogramas.

El capítulo 5, corresponde a las Conclusiones del trabajo. Estas se ajustan a cada uno de los siete objetivos y por ello también se presenta en siete puntos separados en los que se responde a las preguntas de investigación que surgen en cada uno de los objetivos.

El capítulo 6 es una traducción al inglés de las conclusiones.

El capítulo 7 cuenta con las limitaciones encontradas para la realización de esta tesis. Fundamental para entender cómo y hasta dónde puede estudiarse la realidad del dominio de la N&N en este caso concreto.

El capítulo 8 está dedicado a futuras líneas de investigación. Se mencionan las nuevas posibilidades que ofrece el análisis *bibliowebométrico* avanzando los trabajos que se podrían abordar desde esta metodología. Además se proponen otras metodologías con el fin de obtener mejores resultados.

Finalmente se encuentra el capítulo número 9 que contiene la bibliografía utilizada en la tesis. Recoge los trabajos fuente de información para los constructos teóricos y que apoyan la metodología que se desarrolla en el presente trabajo. En este capítulo también se localizan los artículos relacionados con estudios sobre N&N desde el punto de vista de la bibliometría y de la webmetría.



## **2.OBJETIVOS**



El objetivo general de esta tesis es el análisis de la presencia bibliométrica y webométrica de los autores de N&N en 2012.

Para ello se realiza un cienciograma bibliométrico y otro webométrico y se explora la realización de un mapa combinando las técnicas anteriores para la caracterización de este dominio científico.

Las técnicas bibliométricas ya se han usado ampliamente en la descripción de los dominios científicos. Desde la webmetría, han sido muchos los intentos de aportar información valiosa a la bibliometría y resolver problemas de la ByD. Algunos de los campos explorados no han tenido resultados muy satisfactorios (Thelwall, 2010) y esta se ha dedicado a resolver otros problemas dentro de las Ciencias de la Información.

Sin embargo, aún no se han combinado redes webométricas con redes bibliométricas. Este trabajo pretende investigar sobre la utilidad de la webmetría como fuente de información valiosa para la realización de mapas del conocimiento y aportar un aspecto más a la evaluación y descripción de la actividad científica y la ciencia en su evolución y desarrollo.

Focalizamos los objetivos de esta tesis en siete puntos que se desglosan a continuación con sus correspondientes preguntas de investigación.

1- Realizar una representación gráfica o foto fija de la ciencia de los autores más cocitados en el mundo de la N&N en el año 2012 a partir de los datos descargados de la Web of Science (WoS).

*¿Cuáles son las líneas de investigación de N&N desde la perspectiva bibliométrica?*

*¿Cuáles de ellas son las más cocitadas de la N&N?*

*¿Qué líneas aportan la parte de instrumentación o son más cocitadas por su carácter técnico?*

*¿Qué autores de cada línea de investigación son más productivos o cocitados debido a la importancia de sus investigaciones?*

2- Componer, a partir de distintas combinaciones de búsquedas, redes de comención en la web con los 50 autores más cocitados durante el año 2012, indentificados anteriormente en la WoS.

3- Determinar qué tipo de sentencia de búsqueda es más apropiada para la recuperación de datos en la web respecto a estos autores.

*¿Es útil el uso del test QAP para la comparación entre matrices bibliométricas y webométricas?*

4- Comentarla red webométrica que más correlación tiene con la bibliométrica y estudiar si puede aportar resultados válidos al estudio.

*¿Cuáles son las líneas de investigación de N&N desde la perspectiva webométrica?*

*¿Cuál es el patrón de los clusters que aparecen en la red webométrica respecto a la red bibliométrica?*

*¿Qué autores de cada línea de investigación son más productivos o cocitados debido a la importancia de sus investigaciones en la red?*

5- Realizar una nueva red con la intersección de la red bibliométrica y la webométrica, para encontrar los puntos en común de ambas redes y determinar la información más estable de N&N desde el punto de vista de la bibliometría y de la webmetría.

*¿Cuáles son las líneas de investigación de N&N desde la perspectiva bibliowebométrica?*

*¿Qué patrón aparece en las agrupaciones de esta red?*

*¿Cuáles son los autores más representativos de cada línea de investigación?*

*¿Son coincidentes con los autores aparecidos en la red bibliométrica?*

*¿Cuál es la representación bibliowebométrica de los autores más significativos de cada línea de investigación aparecida en la red bibliométrica?*

6- Realizar una red bimodal buscando nuevas perspectivas con estas dos redes.

*¿La visualización de la red bimodal es útil para la comprensión de la red bibliowebométrica?*

7- Describir a través del análisis de contenido todos los cienciogramas relevantes para la tesis.

*¿Es relevante el análisis de contenido de los cienciogramas?*

*¿En qué dominios aparecen las menciones web de los autores más representativos de la N&N?*

*¿Qué tipología de páginas recogen las menciones de los autores de N&N?*





### **3.MATERIALES Y MÉTODO**



# PARTE TEÓRICA

## 3.1 METRÍAS

En esta parte de la tesis se realiza una breve descripción de las métricas para comprender desde qué perspectiva se acerca esta tesis a la N&N.

Consiste en un breve resumen en el que se define cada una de ellas y su relación con las demás, clarificando algunas de las técnicas que son compartidas por todas.

Posteriormente se describen los análisis utilizados por la bibliometría y webometría que van a emplearse para el desarrollo de la tesis.

### 3.1.1 BIBLIOMETRÍA

La bibliometría se define como el uso de métodos estadísticos para describir los procesos de comunicación escrita y la naturaleza y desarrollo de las disciplinas científicas mediante recuento y análisis de las distintas facetas de dicha comunicación (Pritchard, 1969).

De una manera más generalista se puede definir como la cuantificación y explotación de la información bibliográfica susceptible de ser analizada (Garfield 1978 en Faba-Pérez, 2003).

En otras definiciones se usan conceptos de “creadores” o “difusores” o “usuarios” de la ciencia como participantes de esta información bibliográfica a analizar (Lara, 1983) o como conjunto que recrea el comportamiento de la Ciencia y Tecnología a través de las publicaciones científicas (Sancho, 2001).

Las definiciones se centran en los mismos conceptos; cuantificación a través de las bibliografías de las características de los procesos de la comunicación escrita, especialmente de la comunicación que se desarrolla en los distintos campos de la ciencia.

Según la perspectiva desde la que se aborde, la bibliometría se puede dividir en dos: bibliometría evaluativa por un lado y relacional por otro. La primera tiene que ver con los indicadores para la evaluación de la ciencia, con estudios a través de las citas, de índices como el JIF (Journal Impact Factor) y su fin es realizar comparaciones entre campos, instituciones, grupos, individuos, etc., o para ser soporte en la toma de decisiones de las instituciones u organismos encargados de la ciencia.

La bibliometría relacional estudia la ciencia basándose en los registros bibliográficos o publicaciones periódicas desde una perspectiva sociológica; estudia la relación entre los investigadores, la estructura cognitiva de los campos de investigación, los frentes emergentes de investigación, las coautorías a través de las citas o las cocitas como medida de similaridad (Garfield, 1973 en Thelwall, 2014). Este será el acercamiento aplicado en la tesis para la descripción de la N&N.

### **3.1.2 CIENCIOMETRIA**

Este concepto comienza a reconocerse en 1977 cuando aparece en la revista *Scientometrics*, editada por Tibor Braun.

Ante algunas críticas a la bibliometría referentes a la falta de contextualización de los datos que aporta, los posibles sesgos de sus técnicas y la susceptibilidad de otros elementos de la ciencia a ser estudiados, aparece la cienciometría, que incluye otros aspectos que solventan estas deficiencias.

No por ello, las técnicas bibliométricas dejan de utilizarse, siempre que contengan valor cualitativo o un análisis posterior de un experto (Hicks, Wouters, Waltman, Rijcke, & Rafols, 2015), de hecho la ciencia métrica hace uso de ellas.

Escogiendo una definición general, se puede decir que la ciencia métrica atiende a todos los aspectos cuantitativos de la ciencia como disciplina o actividad económica. Es parte de la sociología de la ciencia y tiene aplicación para las políticas de gestión de la ciencia. Se centra en estudios cuantitativos de la actividad científica (Tague-Sutcliffe, 1992). Es decir, no se restringe únicamente a la información bibliográfica tal y como hace la bibliometría.

### **3.1.3 INFORMETRIA**

El surgimiento de esta métrica sucede a posteriori que las anteriores descritas. Este término se populariza en los años 80 del siglo XX (Nacke, 1979).

Aunando las diferentes definiciones de los autores, se define la informetría como la ciencia que se ocupa de los aspectos cuantitativos centrados en la medición de información en el sentido más amplio. Por ello, supera los límites de la bibliometría y la ciencia métrica puesto que no solo se ocupa de registros bibliográficos o se focaliza exclusivamente en el mundo académico y sus procesos de comunicación como objeto de estudio (Ingwersen & Christensen, 1997). Es decir, gestiona las medidas, los modelos y la teoría matemática relacionada con todos los aspectos de la información (Faba-Pérez, 2003).

Esta métrica incluye la bibliometría (la aplicación de la informetría al mundo de la Biblioteconomía y Documentación) y la ciencia métrica (la aplicación de la informetría a la comunicación científica), aspectos teóricos sobre Recuperación de Información y también se aplica a otros campos como en el caso de la Sociología.

Por el contrario, encontramos autores (Nacke & Lara 1979 en Faba-Pérez, 2003) que posicionan la informetría en un lugar intermedio entre la ciencia métrica y la

bibliometría y otros señalan que la informetría no es ni bibliometría ni cienciometría, pero la usa para el estudio del impacto de los flujos informativos en la organización social de la producción del conocimiento (Faba-Pérez, 2003). De esta manera, se distingue entre información (las publicaciones) y conocimiento.

En este trabajo coincidimos con la inclusión de bibliometría y cienciometría dentro de la informetría. Por ello se ha realizado esta breve descripción de las tres.

### **3.1.4 CIBERMETRÍA**

En los años 80 del s. XX, Internet comienza a ser una realidad que se introduce en todos los ámbitos. Es por ello que las métricas que se desarrollan a partir de este momento tienen que ver con la información electrónica.

En 1990, Paisley abre la posibilidad de aplicar métodos informétricos al campo de la comunicación electrónica (Almind & Ingwersen, 1997). En 1995, Internet empieza a considerarse como un instrumento de comunicación para flujos de información científica. Aplicar estos métodos empleados por la informetría a la comunicación electrónica comienza a tomar fuerza.

Desde la informetría encontramos diferentes dominios que son traspasables a este mundo de la información electrónica y se pueden investigar una serie de facetas de esta (Tague-Sutcliffe, 1992):

- Aspectos estadísticos del lenguaje.
- Productividad de los autores.
- Características de las revistas.
- Análisis de citas.
- Circulación y uso de información.
- Obsolescencia de la literatura.
- Crecimiento de la literatura científica.
- Definición y medición de la información.
- Medidas de rendimiento en la recuperación.

Continuando con este recorrido desde principios de los 90, en 1998 aparece la citación a fuentes de Internet en el mundo académico, en la revista JASIS (Koehler et al., 2000), y el año siguiente se producen los primeros acercamientos en la aplicación de la bibliometría y cienciometría al entorno web y de Internet.

Al utilizar técnicas bibliométricas e informétricas aplicadas al mundo de internet y la web, comienza la confusión entre los términos cibermetría y webmetría, que en un principio se utilizaron como intercambiables. Sin embargo la cibermetría se ocupa de la investigación en Internet, no solo en la web (Björneborn & Ingwersen, 2004). Así pues, la cibermetría tiene un sentido más genérico (Aguillo, 2000).

Se puede definir la cibermetría como el estudio de aspectos cuantitativos de la construcción y uso de los recursos informacionales, las estructuras y las tecnologías en Internet, acercándose desde perspectivas bibliométricas e informétricas (Björneborn & Ingwersen, 2004), es decir, estas perspectivas pueden aplicarse al entorno electrónico (Cronin, 2001) o medio en el ciberespacio (Shiri, 1998).

Siendo más específicos, se pueden aplicar estas técnicas ciberométricas a seis categorías web (Dhyani, Ng, & Bhowmick, 2002).

- Propiedades gráficas de la web.
- Importancia de las web.
- Caracterización del uso.
- Similitud de páginas web.
- Búsqueda y recuperación de páginas web.

Ingwersen & Christensen (1997) aportan cuatro aplicaciones más de la cibermetría a aspectos como.

- Teoría de la información y modelos de comunicación.
- Identificación de áreas de investigación.
- Estudios históricos sobre el desarrollo de una disciplina.
- Evaluación de la investigación.



Y otras categorías según va avanzando la investigación en esta área.

En resumen, en la bibliometría, la fuente de datos son las bibliografías, al ampliar los elementos científicos a estudiar, hablamos de cienciometría, y si se trata del estudio de flujos de información de cualquier tipo (no solo científicos), el dominio será el de la informetría.

Todos los métodos utilizados en estas métricas se pueden aplicar a Internet, de ello se ocupa la cibermetría, y la webmetría, que se focalizan en el entorno de Internet y el entorno web respectivamente.

En la práctica, la bibliometría ha ampliado sus fuentes de información puesto que las bases de datos tradicionales ahora se encuentran en la web, usándola como servidor, por lo que se estrecha la relación entre bibliometría y webmetría aunque los robots de los buscadores no indiquen la información de ellas.

Estas métricas se nutren de las nuevas herramientas de visualización que permiten encontrar las relaciones subyacentes entre los actores y objetos de la ciencia. El producto de esta visualización son los mapas del conocimiento, cienciogramas o redes a los que posteriormente se hace alusión en el apartado de mapas de la ciencia (3.2.5.1).

Estas técnicas evolucionan paralelamente al resto de métricas y crean nuevos índices o indicadores. Estos tienen paralelismo con aquellos creados por la bibliometría evaluativa. Así se muestra la importancia de la cibermetría y la webmetría en su sentido evaluativo para la descripción de la información.

### **3.1.5 WEBMETRIA**

Debido a la importancia del entorno electrónico, Tal y como aparece la cibermetría, también aparece la webmetría. Esta se describe como el estudio de

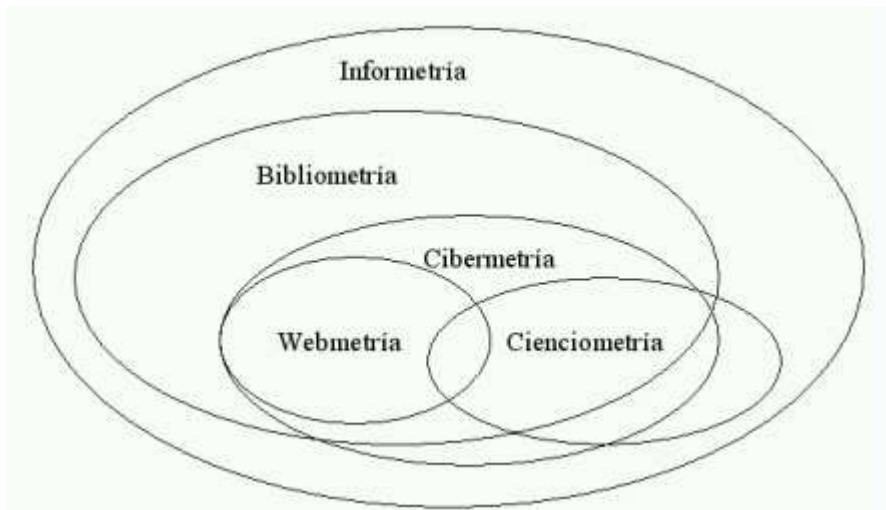
los fenómenos web usando técnicas cuantitativas y métodos informétricos y/o bibliométricos. El estudio de fenómenos web se refiere a los aspectos cuantitativos de la construcción y el uso de fuentes de información, recursos, estructuras y tecnologías en la web (Björneborn & Ingwersen, 2004).

La web es una fuente de información de fácil accesibilidad y gracias a ella se pueden realizar estudios tanto a gran como a pequeña escala. También se utiliza como una fuente útil para las ciencias sociales puesto que recoge temas que solo se localizan en la red, es decir, en el mundo virtual y no solo temas que son reflejo de aquello que acontece en la vida real.

En cuanto a la relación entre la cibermetría y la webmetría, estas se solapan en algunos puntos debido a la proliferación de los acercamientos basados en informática en los estudios de análisis web, estructura de los links, uso de la web y tecnologías web, etc.

El estudio de la información, de manera natural, va abarcando más aspectos y más objetos de estudio con las técnicas habituales y el desarrollo de otras más específicas. Los procesos de comunicación y de información se vuelven cada vez más complejos y fundamentales y a estos se adaptan las ciencias de la información.

En la siguiente ilustración aparecen todas las métricas descritas tal y como se relacionan.



**Ilustración 1. Relación entre bibliometría, cienciometría, informetría, cibermetría y webmetría. Tomado de Björneborn & Ingwersen(2004).**

Algunas de las limitaciones de las que adolece este entorno web tienen que ver con la explosión informativa, que se pueden paliar evaluando la misma con indicadores que midan de forma cuantitativa diferentes aspectos de esta, por ello la creación de índices es un objetivo de la webmetría, para poder controlar la información que allí se dispone, así como con un sentido de evaluación, como se ha mencionado anteriormente.

La web tiene menos carácter retrospectivo que las bases de datos de Thomson Reuters utilizadas como fuente de información en bibliometría, e incluye más aspectos, ideas, tipologías documentales, etc. relacionadas también con la información académica. Este carácter dinámico y volátil de la web puede ser una ventaja o también puede proveer de inconvenientes según el objetivo de una investigación determinada (Thelwall, 2009).

Hay que entender la web como un fenómeno complejo y un espacio multirelacional que contempla comportamientos sociales, económicos y políticos (Minguillo, 2013) y por ello como una fuente de información con amplio valor.

La analogía entre las estructuras relacionales formadas por las referencias y citas en cienciometría y bibliometría con los outlinks e inlinks en webmetría, también ha

atraído a los cientómetros y bibliómetros a este campo y a realizar representaciones de estudios basados en patrones de links.

Esto responde a que los links son enlaces sociales con significado que pueden variar en relación al contexto en el que los actores interactúan en la web y tomar esa consideración de “cita”, sobre todo en un contexto de investigación de la comunicación científica o en el entorno académico en general. Además considerando los diferentes tipos de relaciones o motivaciones para las citas offline, que también son visibles en la web, es plausible que esta analogía se extienda al mundo online (Minguillo, 2013).

Aunque, en realidad, el análisis y recuento de links no son indicadores robustos y no se pueden usar con fines de evaluación científica y el futuro de la webmetría como área emergente es incierto, el valor principal de los métodos webométricos es la capacidad para comprender de una manera más amplia determinados patrones entre actores de diferentes esferas y como aporte de información a otros métodos (Thelwall, 2010). En definitiva, la webmetría nos ayuda a “girar” ese caleidoscopio, que es el conocimiento, para descubrir sus patrones, tal y como decía McGarry(1991).

## **3.2 ANÁLISIS DE DOMINIO**

Hjorland y Albrechtsen (1995) plantearon otra manera de entender la información y analizar la ciencia. Esta nueva visión se plasma en el análisis de dominio.

El análisis de dominio observa los diferentes objetos o dominios de la ciencia como información que representa la división natural del trabajo en la sociedad y por ello, bajo este paradigma, la unidad de estudio de la ByD son las especialidades, las disciplinas, y /o los dominios.

Este paradigma cambia la visión sobre cómo conformar las disciplinas de la ciencia y cómo se relacionan entre sí y entre los actores que de ella participan.

De una manera teórica, el análisis de dominio rompe con la visión positivista y racionalista de la ciencia, que enfatiza en la percepción individual del conocimiento libre de las tradiciones culturales. Esta filosofía parte de una visión objetiva de la realidad y ya desde finales del siglo XX se está reemplazando por una corriente más holística, cultural, social y subjetiva en la teoría del conocimiento. Ya no se comprende la realidad como un hecho individual y aislado, es el propio conocimiento construido a partir de la historia y la cultura el que ofrece la posibilidad de percibir la realidad.

Así pues, el análisis de dominio rompe con el individualismo metodológico anterior que considera el conocimiento un estado mental individualizado y reemplaza este precepto por un colectivismo metodológico u holístico cuya visión del conocimiento es que este es un proceso social o cultural.

La dificultad para el análisis de dominio, está en determinar qué elemento informativo es o no de un dominio determinado. Dentro de algunos dominios o campos hay un fuerte consenso y criterio de relevancia informativa para determinarlo. En otros casos, los conflictos paradigmáticos en los que se inscribe el propio dominio dificultan la claridad de la información circunscrita o no a un campo (Capurro & Hjørland, 2003). Desde esta perspectiva, la información, se convierte en un concepto subjetivo, no algo individual o predefinido. El propio proceso científico y el contexto sociocultural será el criterio para contabilizar qué información es la que se analiza en cada dominio.

Para llevar a cabo un análisis de dominio, se realiza un análisis de citas en el que se trata la información bibliográfica como una unidad de estudio, a través del recuento de citas, cocitas, bibliographic coupling, cowords etc. El objeto de estudio puede ser tanto documentos, como autores o palabras y su objetivo es descubrir y caracterizar los diferentes dominios del conocimiento.

La aplicación de este análisis en la ByD puede verse reflejada en la clasificación o representación de estos dominios científicos, lo cual está vinculado a la Organización del conocimiento. De esta manera, al centrarse en ellos, permite que se puedan realizar estudios comparativos. Esta estructura de dominios es propia de la organización sociológica y teórica del conocimiento que se denomina “estudios de la ciencia” (Hjørland & Albrechtsen, 1995), donde se encuadra el presente trabajo.

Resumiendo las ideas anteriores, se describe el paradigma del análisis de dominio como:

- Un paradigma social, puesto que concibe la ByD como una ciencia social, integrando perspectivas de psicología social, sociología del conocimiento y perspectivas de sociología de la ciencia.
- Una perspectiva funcionalista. Trata de entender las funciones implícitas y explícitas de la información y la comunicación para trazar los mecanismos que se encuentran subyacentes o latentes en el comportamiento informacional.
- Una perspectiva filosófico realística. Pretende encontrar las bases de la ByD en los factores externos a las percepciones individualistas y subjetivas de los usuarios. Esta es una metodología opuesta a los paradigmas cognitivos y del comportamiento. Se inscribe en el constructivismo social con tendencia a la hermenéutica.

Otros autores (Taylor & Rosenbaum, en Hjørland & Albrechtsen, 1995) también están en concordancia con esta concepción del análisis de dominio y exploran algunas cuestiones epistemológicas en este campo. Para la ByD supone un cuerpo teórico eficiente desde las teorías del conocimiento para sus problemas de estudio, concretamente en cuanto a la comunicación de la ciencia (Saracevic en Hjørland & Albrechtsen, 1995).

## 3.3 TÉCNICAS BIBLIOMÉTRICAS

En esta tesis, la técnica bibliométrica escogida para el estudio de la N&N es el Análisis de Cocitación de Autores (ACA). Antes de introducirlo, se hace necesario caracterizar otros tipos de análisis para comprender correctamente este, por ello se hace referencia a ellos previamente.

### 3.3.1 ANALISIS DE CITAS

Como su propio nombre indica, las citas son la base de este tipo de análisis. Ya desde el siglo XIX, los científicos comienzan a referirse a trabajos anteriores sobre la temática de los suyos. El hecho de citar implica el uso del documento citado, es un reflejo del mérito, calidad, significancia o impacto de este y también de la relación temática del contenido del trabajo (Egghe & Rousseau, 1990), una citación añade información adicional cualitativa puesto que quien cita realiza un juicio de valor sobre el documento.

Aunque calidad e impacto son distintos, hay una gran correlación entre el número de citas y la calidad de los documentos citados. Se supone que se citan los mejores trabajos sobre el tema, aunque es cierto que la accesibilidad juega un papel muy importante en cuanto a la selección de los documentos para su uso.

En cuanto a los motivos de estas citaciones, una amplia variedad de autores se han referido a ellos. En 1971 Weinstock apuntó 15 motivaciones y en 1977 Thorne las revisó y aumentó hasta 19. Entre estas fechas Moraycsik y Murugeson (1975) categorizaron en 4 estas motivaciones con categorías no excluyentes. En este mismo año, Chubin y Moitra propusieron una estructura de árbol para realizar una clasificación de las motivaciones de las citas. En contraposición otros autores como Brooks o Cronin pensaban que para acercarse a las motivaciones reales de las citas era necesario preguntar a los propios autores y se crearon algunas escalas de motivación y cuestionario (Egghe & Rousseau, 1990).

Estas motivaciones no están carentes de tendencias, se advierte la dominación del idioma inglés, tendencia americana en cuanto a las revistas que se citan y sesgos también en relación al género (Faba-Pérez, 2003). Es importante, entender las motivaciones y las tendencias que surgen de la citación para tener en cuenta las limitaciones de los análisis de citas y por ende las limitaciones en su aplicación.

Si nos centramos en los factores que afectan a la citación en el campo de la N&N se pueden establecer una serie de factores extrínsecos (Didegah & Thelwall, 2013), que aportan una idea de cuáles son las tendencias.

Estos factores se resumen en:

- La internacionalización de la revista en la que se publica el artículo y la internacionalización de las referencias de estos.
- El factor de impacto de la revista.
- El impacto de las revistas que contienen las citas referenciadas.
- Número de autores del artículo
- Número de instituciones.
- Número de citas y referencias.
- Internacionalización de los autores.

Una vez enumeradas las tendencias dentro de la citación, se explica a continuación, la razón de ser de los análisis de citas, que no es otro que la posibilidad de estudiar el consumo de información científica, detectar autores, trabajos y revistas con más impacto (Zunda, 1971 en Egghe & Rousseau, 1990). También es un instrumento con el que podemos evaluar las políticas científicas y la planificación de las unidades de investigación. Así mismo permite recabar información sobre el desarrollo de la historia de la ciencia y la tecnología (Faba-Pérez, 2003).



### **3.3.2 ANÁLISIS DE COCITACIÓN**

El análisis de cocitación fue introducido en los años 70 del siglo XX por Small paralelamente a Marshakova (Marshakova, 1973) y posteriormente desarrollado por el mismo Small y su colega Griffith (Åström & Åström, 2002).

La cocitación se define como la frecuencia con la que dos unidades de análisis, bien sean autores, documentos, revistas, instituciones, etc., se citan en otros documentos publicados con posterioridad a ellas (Vargas-Quesada, 2005), es decir, el documento A y B se han cocitado si aparecen ambos en la lista de referencias de otro tercer documento C. Cuanto mayor sea la frecuencia de cocitación, más relación hay entre estos documentos, lo que demuestra un alto grado de similaridad en cuanto a la temática (Hjørland, 2013).

#### **3.3.2.1 ANÁLISIS DE COCITACIÓN DE AUTORES**

En el análisis de cocitación de autores (ACA), las unidades de estudio u objetos son los autores. Se encuadra dentro del análisis de cocitación y se inscribe bajo el paradigma del análisis de dominio.

ACA es una técnica que, basándose en la frecuencia de cocitación, permite entender la evolución de una disciplina académica (White & McCain, 1998) y comprender la estructura intelectual de las disciplinas, (White & Griffith, 1982).

Todos estos métodos basados en el análisis de citas, revelan los modelos de la organización y comunicación científica, presentando modelos sociales que muestran las estructuras sociales entre los investigadores. Ya en 1973 Small expuso las relaciones que la cocitación de autores refleja (Small, 1973a), posteriormente White (1990) también enunció los elementos básicos de la interpretación de ACA.

- Revelan la estructura intelectual y cognitiva de un campo científico a partir del consenso de los citantes a trabajos y contribuciones científicas

importantes. De esta manera muestran la relación entre los científicos de la misma especialidad e identifican el núcleo duro en una especialidad.

- Presentan a los autores más centrales y periféricos de un campo entre los clusters. Estos representan las distintas especialidades o tendencias evidenciando la distribución de estos.
- En esta representación o mapas, se halla mucha información relativa al campo científico objeto de estudio, como las nacionalidades comunes o no de los autores, o las colaboraciones de estos así como sus orientaciones más filosóficas ya que los mapas se basan en medidas de similitud temática.

Además de representar la información anteriormente expuesta, estas técnicas bibliométricas - ACA- ya se han aplicado a la construcción de los Sistemas de Organización del Conocimiento, por ejemplo, indexación automática, construcción de tesauros; keywords plus, frentes de investigación, desarrollo del algoritmo de "Page Rank" de Google y visualización o mapeo de dominios del conocimiento, citas como puntos de acceso y como método válido para la recuperación de información, gestión estratégica, e-learning, etc.(Hjørland, 2013).

A la hora de la realización, desarrollo y visualización de un análisis ACA, este se puede dividir en cuatro pasos a seguir(Nerur, Rasheed, & Natarajan, 2008).

- Primero se identifican los autores más citados en los artículos científicos de la disciplina objeto.
- Posteriormente se recuperan las cocitas de cada par de autores. Estos son los datos brutos para la posterior construcción de la matriz.
- Una vez se calcula y normaliza la matriz es el momento de realizar el clustering y mapeo a través de diferentes métodos analíticos.
- La fase final es la interpretación de los resultados obtenidos tras aplicar las técnicas escogidas.

A partir del Análisis de Cocitación de Autores (ACA) es habitual elaborar mapas o cienciogramas para visualizar esta información, de hecho es una técnica

tan extendida, que conforma uno de los pasos que ya se incluye en los análisis de ACA, como ya se ha mencionado en el párrafo anterior. Para la visualización de estos mapas es necesaria la reducción del espacio y un algoritmo para la distribución espacial de la información. En el siguiente apartado de la tesis (3.2.5.1) se definen brevemente los mapas de la ciencia.

En cuanto a tendencias más novedosas en ACA, se están realizando pruebas asignando pesos diferentes a las citas según la localización de estas en el texto y se explora en otras técnicas que tienen en cuenta todos los autores del artículo o tan solo los últimos autores para realizar los estudios de ACA. Entre los investigadores que se ocupan de ello encontramos a Persson , Schneider, Eom, Zhao y Logan, Strotmann etc., todos ellos referenciados en un artículo de Jeong (2012). La totalidad de estos estudios muestran que el contexto en el que aparece la cita, juega un papel crucial para interpretar los enlaces interdisciplinarios y estos están asociados a la estructura final del mapa científico.

### **3.3.3 VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

**3.3.3.1 MAPAS DE LA CIENCIA** La ciencia y la bibliometría utilizan los mapas de la ciencia para la representación de sus análisis. Estas métricas son una herramienta holística para expresar el discurso de la comunidad científica. Este método aspira a representar reflejando con precisión el consenso intelectual de los investigadores que forman una comunidad (Moya-Anegón et al., 2007). Por ello es el elemento básico para la descripción del dominio de la N&N en la tesis.

Estos cienciaogramas o mapas de la ciencia, se definen como la cartografía de la ciencia mediante grafos (Vargas-Quesada, 2005). En ellos se representa la estructura y relaciones inherentes a los elementos representados. Estas representaciones sacan a la luz factores externos de una realidad subjetiva, por medio de la ruptura de los esquemas mentales apriorísticos y como

consecuencia, la representación de una realidad que no se percibe de antemano en el análisis.

Para una correcta aplicación de estos mapas es importante tener en cuenta una serie de factores (Hjørland, 2002):

- El posible sesgo de la selección y tipo de documentos que serán la base para la construcción de los mapas.
- Cada mapa bibliométrico está determinado por los patrones de citación de cada disciplina. Ya se ha mencionado anteriormente que son los propios investigadores los que significan la valía de las citas y reflejan de esta manera cómo se comunican en cada especialidad y las características de cada uno de los dominios.
- Hay una variedad de métodos para la consecución de diferentes objetivos al analizar los datos.
- No olvidar nunca el carácter dinámico de las bases epistemológicas de la ciencia.
- Nivel de conocimientos de la persona que interpreta el mapa. No solo en biblioteconomía o en la especialidad objeto de estudio. Es quien conecta el conocimiento aportado por el discurso de las comunidades que componen el dominio, pues es quién lo analiza.

Hjørland (2013) pone de manifiesto la funcionalidad de los mapas basados en el análisis de citas no solo para visualizar, representar y describir la ciencia sino también para la Organización del Conocimiento. Desde este punto de vista los mapas no son del todo equivalentes a las taxonomías académicas, pero son elementos muy valiosos para orientar al usuario en la ecología de la información científica y así complementar y suplementar otras metodologías para la Organización del Conocimiento.

Para esta representación de la información contenida en los distintos análisis se utilizan diferentes algoritmos que permiten la distribución espacial de la

información. Los más habituales y el escogido para la realización de esta tesis se describen a continuación.

### **3.3.3.2 ALGORITMOS DE LAYOUT O DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA INFORMACIÓN**

Como método más habitual para la visualización, ya desde los años 60 del siglo XX, se han estado utilizando, y aún se usan, técnicas de Escalamiento Multidimensional (MDS) entre otras. Posteriormente han aparecido otros algoritmos de muelles que, desde un punto de vista visual y estético, ofrecen muy buenos resultados, como Kamada-Kawai (1989) y Fruchterman y Reingold (1991).

Decantarse por un tipo de algoritmo u otro es una cuestión de naturaleza estética, de encontrar la visualización más práctica para los datos objeto de estudio (Moya-Anegón et al., 2007).

Para información más detallada sobre los métodos de reducción del espacio y distribución espacial de la información remitimos a la tesis de Vargas-Quesada (2005).

El algoritmo seleccionado para visualizar la información del ACA de N&N es el que está integrado en el software de VosViewer, también denominado VoS (Van Eck, Waltman, Dekker, & Van Den Berg, 2010). Este algoritmo aparece como una alternativa a las técnicas tradicionales de representación multidimensional y redes.

VoS pretende combinar las técnicas de cluster y mapeo para la visualización de la información, y considera que es deseable que ambas se basen en principios similares tanto como sea posible, es decir, unificarlas. De esta manera se refuerza

la transparencia del análisis y ayuda a evitar complejidades técnicas innecesarias, eliminando la posible inconsistencia en la visualización de los resultados.

Este algoritmo para construir mapas de la ciencia, tiene la misma finalidad que el Escalamiento Multidimensional (MDS), 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 en Vargas-Quesada, 2005).

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. VoS puede incluirse dentro de MDS ponderados con proximidades y ponderaciones escogidas de otra manera, pero igualmente desde la similitud. VoS consigue localizar los objetos en un espacio de dimensiones reducidas tal que las distancias entre cualquier objeto reflejan esta similitud tan fidedignamente como sea posible, e introduce la idea de localización ideal de un objeto sin la dependencia de dónde se localizan anteriormente los demás, como ocurren con los algoritmos de muelles.

Estos constructos teóricos de VoS quedan comparados con MDS en el artículo de Van Eck et al. (2010). Como conclusión, los mapas construidos con VoS representan más satisfactoriamente la realidad que aquellos elaborados con técnicas de MDS, superando así las desventajas de este. Estas desventajas tienen que ver con la tendencia a localizar la mayoría de objetos en el centro del mapa y con la estructura circular de los mapas (Waltman, van Eck, & Noyons, 2010).

Debido a estas desventajas de MDS, la separación entre subcampos se vuelve más compleja, y los mapas con tendencia circular distorsionan la representación de un dominio. El algoritmo de VoS no muestra estructuras artificiales en los mapas porque los pares de objetos con poca similitud, reciben ponderaciones o pesos muy bajos y de esta manera no produce mapas circulares.

## 3.4 TÉCNICAS WEBMETRICAS

Con la finalidad de realizar los análisis webparte de la tesis, disponemos de distintas técnicas que se enumeran a continuación y se explican brevemente. Para ampliar la información sobre ellas se puede consultar el libro de Mike Thelwall, Introduction to webometrics (Thelwall, 2009).

Estas técnicas son:

- Mediciones de Impacto web
  - Índices de citación bespoke
  - Análisis de contenido
  - Análisis de urls
  - Análisis de citas web
- Análisis de Link
- Búsquedas en web 2.0
- Evaluación de motores de búsqueda.

Estos métodos no son excluyentes, es más, podrían considerarse pasos en la explotación de la información recogida en la web.

### 3.4.1 MEDICIONES DE IMPACTO WEB

Se trata de contabilizar las menciones o apariciones que se realizan a un documento, una idea o persona en la web.

Por medio de estos recuentos de menciones se pueden generar indicadores indirectos de esta visibilidad en la web, algunos de ellos análogos a los indicadores bibliométricos, como es el caso del Factor de Impacto (FI) y el Factor de Impacto Web (FIW).

Se procede interrogando al motor de búsqueda y posteriormente se analizan los resultados. Estos resultados, tras los refinamientos pertinentes, deben interpretarse como indicativos más que como definitivos, puesto que se basan en información de la web, que es un reflejo de los fenómenos offline y como tal hay que tomarlo. Para la interpretación de estos resultados, se pueden utilizar diferentes índices o análisis. Son herramientas muy sencillas y útiles para cualquier clase de medición del impacto web.

### **3.4.1.1 .ÍNDICES DE CITACIÓN BESPOKE**

En este caso, el impacto web se refleja a través del estudio del análisis de las tipologías en las que aparecen los documentos académicos en línea u otros informes formales.

En el índice bespoke se recoge información adicional contextual con títulos, tipologías de documentos con cada url u otra información necesaria, para caracterizar estos.

### **3.4.1.2 ANÁLISIS DE CONTENIDO**

En este análisis, se pretende categorizar en diferentes tipologías las páginas web resultantes de las búsquedas webométricas a través de la revisión humana. De esta manera se presenta información cualitativa sobre las citas web, visitando una muestra de estas páginas resultado.

Las categorías en las que incluir las páginas pueden ser predeterminadas o realizarse a posteriori con diferentes criterios. Más abajo, en la tabla 2, se muestra la *checklist* creada para organizar los resultados webométricos de la tesis.



Es importante realizar este análisis de contenido puesto que es clave para la interpretación de los resultados del análisis de impacto web. Se hacen muy útiles para los documentos especializados, las búsquedas en línea y los estudios de impacto de publicaciones académicas entre otros.

### **3.4.1.3 ANÁLISIS DE URLS**

En la confección de un análisis de urls, se extrae la información sobre los hosting de las URLs resultado y se identifican estos realizando una categorización de los dominios. Por ejemplo, se suelen extraer los términos geográficos de las páginas url revelando, los países que más mencionan determinadas ideas, pero no es un análisis exclusivo para zonas geográficas.

### **3.4.1.4 ANÁLISIS DE CITAS WEB**

El análisis de citas web, es un tipo de análisis para la medición de impacto web que se ha desarrollado dentro del marco de la ByD.

Esto responde a la pretensión de la webmetría por enriquecer la bibliometría combinando sus datos (Zhao & Logan, 2002). Se pueden tomar como una segunda opinión relacionada con los análisis bibliométricos y para comprender qué sucede en la web a nivel académico o a otros niveles (Thelwall, 2007). Esta es la línea que envuelve el presente trabajo.

Parte de la idea de considerar los links o enlaces correlativos a las citas tradicionales (Björneborn & Ingwersen, 2004).

Estos enlaces pueden ser de distintos tipos según la perspectiva desde la que se aborde. Se denominan inlink o outlink (Björneborn & Ingwersen, 2004). Un inlink es un enlace que un espacio web recibe de otros sitios distintos a él. Ese número

determinará su visibilidad (Bray, 1996). Desde la perspectiva contraria se aplica el término outlink –enlaces electrónicos que salen de un sitio a otro espacio web. El mayor o menor número de enlaces referenciales externos determinará la luminosidad del espacio web de procedencia (Bray, 1996).



**Ilustración 2. Terminología de los links según el punto de vista. Tomado de Björneborn & Ingwersen, 2004.**

Además de utilizar como base los hipervínculos o links como si se tratase de citas, es posible emplear las menciones y citas de URLs. Estas también pueden ser indicadores de impacto en la web (Kousha & Thelwall, 2007b). Además, la utilidad de las menciones web o las citas de URLs, se vuelve esencial desde que los sistemas comerciales de búsqueda no permiten el análisis de inlinks. De esta manera, las menciones y las citas de URLs, son la alternativa a los links (Thelwall & Wilkinson, 2012). Por ello se deduce que el uso de las menciones y las citas URL como análogas a las citas es correcto, y se establece como método apropiado para la construcción de una red webométrica. Así mismo, las menciones tienen una ventaja sobre las citas de URL, ya que surgen de manera más natural y aparecen más frecuentemente en la web (Thelwall & Sud, 2011).

Otra razón por la que cobra sentido aplicar el análisis de citas web, es la cantidad de links que se producen entre sitios académicos a causa de la cultura científica que respalda compartir información y trabajo entre investigadores.

Esta técnica utiliza el conteo de menciones en la web, y se añade un análisis de contenido. Este análisis permite organizar toda la información recopilada sobre estos objetos de estudio de una manera estructurada para poder explotar posteriormente estos datos de manera más efectiva.

Mediante la realización de estos análisis se han llegado a conclusiones tales como que las citas web son análogas o paralelas a las citas WoS. También se ha mostrado la existencia de un número mayor de citas web por publicación que citas en WOS, así como más citas en Google Scholar que en ISI, aunque menos que en la web. Otra de las conclusiones a las que se ha llegado, es que las citas web son relativamente más numerosas y están correlacionadas con las citas WOS en casi todas las disciplinas (Kousha & Thelwall, 2007a).

La primera vez que se utilizó esta técnica fue en 2003 para completar el análisis off line de citas y comprobar cuántos autores citados en ISI se mencionan en la web (Vaughan & Shaw, 2003), posteriormente también se ha contabilizado las veces que un artículo se cita en otros (Moed, 2005).

Puesto que esta es la técnica webométrica que nace para completar las técnicas bibliométricas, será la que se maneje para la realización de la parte webométrica de la tesis.

### **3.4.2 ANALISIS DE LINK**

En el análisis de link, se utilizan como datos base los hipervínculos o links entre las páginas.

Este análisis se puede presentar como el impacto de links. Se contabilizan los links a una página y se utiliza este número como indicador y estimador de la productividad de la página (Thelwall, 2001b). Las mejores páginas y las más útiles atraen más vínculos, así pues, razonablemente puede ser un indicador de la importancia del sitio objeto.

Se puede realizar un análisis de links para la medición del impacto comparando el número de páginas que enlazan con otras. Un ejemplo claro de la aplicación de estas técnicas para la medición de la presencia online, son los estudios de

Aguilloy sus colaboradores sobre universidades (Aguillo, Granadino, Ortega, & Prieto, 2006).

Otra posibilidad dentro del análisis de links, es visualizar en mapas relacionales esta información para mostrar un diagrama ilustrando las relaciones entre determinados sitios web. También es posible realizar un análisis de contenido para dotar de información cualitativa al análisis de links.

### **3.4.3 BUSQUEDAS EN WEB 2.0**

En este caso, el objeto de estudio webométrico son los sitios cuyos contenidos son creados por los propios consumidores (blogs, wiki y redes sociales).

En cuestión de pocos años, ya se han desarrollado técnicas avanzadas en este sentido tomando como inicio el análisis de blogs (Thelwall & Prabowo, 2007; Thelwall & Price, 2006)

Son una fuente de información sobre la opinión pública, permiten detectar tendencias sobre el punto o fecha de inicio de un tema o sobre eventos clave que producen discusión sobre una idea, posibilita estudios a largo plazo o longitudinales y comparativas de series de tiempo.

### **3.4.4 EVALUACIÓN DE MOTORES DE BÚSQUEDA**

Bar-Ilan (2004) comenzó a realizar este tipo de evaluaciones centrándose en los motores de búsqueda web. Son evaluaciones muy útiles para definir la cobertura y precisión de estos y llevar a cabo distintas comparativas entre ellos.

Además, resulta primordial realizar estudios de este tipo, no solo por los resultados en sí mismos si no, porque contribuyen al conocimiento sobre la propia cobertura y pertinencia de los estudios webométricos llevados a cabo a través de los distintos motores de búsqueda.

### **3.4.5 MAPAS RELACIONALES DE LINKS Y COLINKS**

Tal y como ocurre con los cienciogramas, dentro de la webmetría, estas representaciones se vuelven muy útiles para visualizar la información contenida en los análisis.

Con ellos se obtiene una representación visual de las relaciones entre páginas y una visión del entorno de estos sitios. Permite a su vez identificar modelos de links y los sitios más centrales o si los links reflejan otra información como localizaciones geográficas (Vaughan & Thelwall, 2005).

En el apartado 3.2.5.1 titulado “Mapas de la Ciencia”, se abordan los mapas o cienciogramas de manera más amplia.

## **3.5 TEORIA DE GRAFOS Y ANALISIS DE REDES SOCIALES**

En la construcción de redes sociales, mapas o cienciogramas, la teoría de grafos dota del acercamiento riguroso matemático para examinar el desarrollo y la organización de los sistemas completos en la construcción de dichas redes (Emmert-Streib & Dehmer, 2011). El análisis de redes sociales (ARS)

permite explorar cómo la estructura social, penetra o se ve reflejada en la cultura intelectual de los individuos (Vargas-Quesada, 2005).

Gran parte de las investigaciones en redes sociales se han dedicado a visualizar y mapear dominios científicos, desde que la tendencia del análisis de dominio se introdujo (Hjørland, 2013).

Aplicando el análisis de redes al análisis de citas, el estudio capta la complejidad de la comunicación científica y la interacción entre investigadores de una manera más precisa que los mapas bibliométricos tradicionales (Hjørland, 2013), y es por ello que consideramos que serán útiles para la presente tesis.

Las redes sociales ya se han consolidado como una técnica para una visualización sencilla y que aporta información a los análisis bibliométricos y cienciométricos. Han supuesto un cambio cuantitativo y cualitativo en la representación de los dominios científicos, bien sean estos geográficos, temáticos o institucionales (Vargas-Quesada, 2005).

Se ha mencionado que estas redes se sirven de la teoría de grafos, así pues, para una comprensión amplia de esta teoría es recomendable el libro de Wasserman & Faust (1998). A continuación se muestran algunos términos básicos para entender los distintos elementos que conforman la red, así como algún constructo teórico. Posteriormente, se revisan las medidas más importantes que se utilizan para la descripción de estas redes en el presente trabajo.

Los términos grafo y red habitualmente son intercambiables, sin embargo, grafo se refiere a un objeto matemático, mientras que red, representa una parte del “mundo real” más que un objeto matemático. Las redes pueden beneficiarse de los grafos para poder ser interpretadas y comprendidas desde ese punto de vista (Emmert-Streib & Dehmer, 2011), por ello son importantes los constructos matemáticos.

En el manual anteriormente referenciado de Wasserman y Faust, se encuentran estos elementos básicos, las medidas más utilizadas y otras medidas que pueden resultar útiles según el objetivo de los análisis. También en la tesis de Vargas-Quesada (2005), es posible localizar un amplio resumen de las medidas y elementos fundamentales.

- Una **red social** es una estructura con vínculos entre las unidades o actores. El tamaño de esta será en número de vértices o actores que contenga.
- Un **actor** es un elemento fundamental para la composición de la red. Es cada una de las entidades u objetos de estudio que componen la red. Los actores también se denominan nodo, vértice o punto. Cada uno de estos actores puede representar diferentes conceptos, es decir, pueden ser autores, instituciones, documentos, palabras clave...
- **Un enlace o lazo relacional o vínculo** es el otro elemento fundamental de una red social. Estos vínculos se producen entre los actores. La relación entre un par de unidades es una propiedad del par, no es inherente de la unidad individual. Es importante comprender esto para entender correctamente la perspectiva de cada una de las medidas que se utilizan para el análisis de redes. Se pueden denominar conexión o línea y estos pueden ser direccionales si indican dirección desde un nodo a otro, formando así un grafo dirigido y se denominarán arcos. Por el contrario, pueden ser enlaces no direccionales, en este caso no se aprecia nodo del que parte y nodo al que llega esta línea. Tanto a los arcos como a las líneas se les puede asignar ponderaciones si se quiere indicar el grado de la conexión.



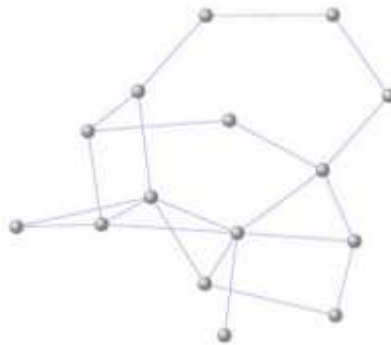
Ilustración 3. Actores y enlace no direccional. Tomado de Vargas-Quesada(2005)

- Cuando un nodo se conecta consigo mismo este enlace se denomina **auto enlace** o loop.



**Ilustración 4. Loop o autoenlace. Tomado de Vargas-Quesada (2005)**

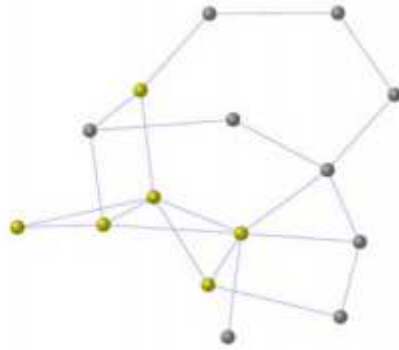
- Un **grupo** es un conjunto finito de actores y enlaces que por motivos teóricos, conceptuales o empíricos, son tratados como un conjunto finito de individuos.



**Ilustración 5. Grupo de actores en una red. Tomado de Vargas-Quesada (2005)**

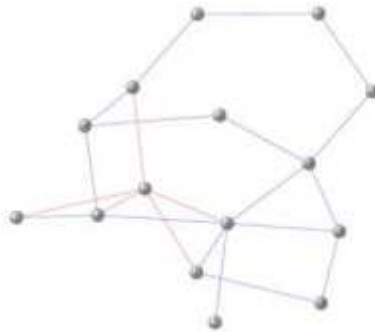
- El **subgrupo** o subconjunto, es una agrupación finita de actores y enlaces que forman parte de una unidad mayor o red.





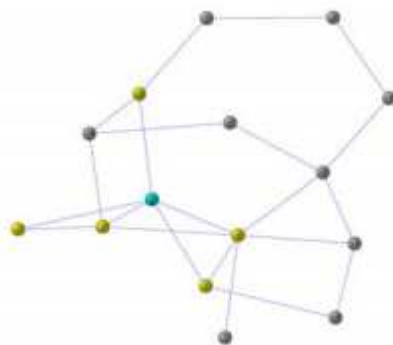
**Ilustración 6. Subgrupo nodos amarillos en una red. Tomado de Vargas-Quesada (2005)**

- Aquellos nodos que están relacionados o conectados directamente por un enlace son **actores adyacentes**



**Ilustración 7. Relaciones y adyacencia del actor central. Tomado de Vargas-Quesada (2005)**

- El **vecindario** de un nodo es el conjunto de actores con los que es adyacente.



**Ilustración 8. Vecindario del actor azul. Tomado de Vargas-Quesada (2005)**

- Las conexiones que se producen entre actores adyacentes, es decir, sin ningún nodo intermediario se denominan **conexiones directas**.
- La **distancia geodésica** es el camino más corto entre dos nodos o actores de una red. También se le llama longitud geodésica, o simplemente distancia. No es necesario que todos los nodos estén conectados de esta manera para que el grafo o la red esté conectada.
- Las **conexiones indirectas** o enlaces indirectos son las relaciones que suceden entre nodos no adyacentes, sino a través de otros nodos.
- Un **camino** o path se define como 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.
- El camino más largo entre dos nodos o actores de un grafo o entre nodos de denomina **diámetro**.
- Se califican **nodos aislados** a aquellos que no tienen enlace o relación con ningún otro nodo de la red. Son nodos desconectados. La existencia de estos en la red indica que esta no está conectada puesto que no hay un camino entre todos los nodos.

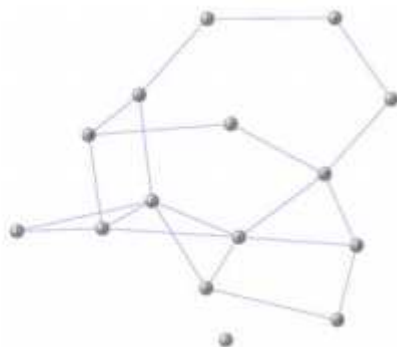


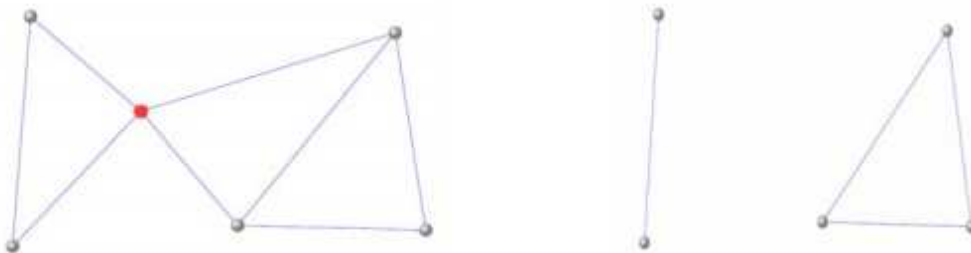
Ilustración 9. Red con un autor aislado. Tomado de Vargas-Quesada (2005)

- Un **componente** será cada uno de los subgráfos o subgrupos que componen una red.



**Ilustración 10. Gráfico conectado y gráfico desconectado con dos componentes. Tomado de Vargas-Quesada (2005)**

- Los nodos que son punto de corte también se denominan **intermediarios** o brokers. Si al eliminar dicho nodo, y por tanto los enlaces que inciden en él, el gráfico queda desconectado o aumenta su número de componentes se denominará de esta manera.



**Ilustración 11. Nodo rojo o actor intermediario en una red. Tomado de Vargas-Quesada (2005)**

### 3.5.1 ANÁLISIS DE REDES: MEDIDAS CLÁSICAS DE CENTRALIDAD

Las medidas de centralidad serán las que nos permitan describir la red o cienciograma resultante.

Se han tomado en consideración aquellas que se utilizan de manera más habitual en la descripción e interpretación de redes y que se asocian a la distribución del grado, las características de los caminos y la estructura modular o propiedades de clustering.

Desde finales de los años 40 del siglo XX, muchos estudios en ciencias sociales se han centrado en la comunicación en grupos utilizando la teoría de grafos aplicada al análisis de redes (Emmert-Streib & Dehmer, 2011). Para la descripción de las redes, las medidas más habituales y de las que se sirve la presente tesis son:

- Centralidad de grado
- Centralidad de cercanía o closeness
- Centralidad de intermediación o betweenness

La idea de centralidad se ha aplicado a la comunicación humana de la mano de Bavelas en 1948 (Dehmer & Sivakumar, 2012). Desarrolló el concepto de la centralidad estructural y la influencia en los procesos de los grupos.

Así pues, la centralidad de un nodo se puede determinar con tres atributos estructurales distintos: su grado, su intermediación y su cercanía. Utilizar una de las medidas o todas está bajo criterio de la persona investigadora. Para la actividad comunicacional se sugiere una medida basada en el grado. Para aquello que tenga que ver con el control de la comunicación, la intermediación será de gran utilidad. En cuanto a la independencia o eficiencia, la cercanía es más adecuada (Freeman, 1978).

A continuación, se definen y explican brevemente cada una de estas medidas de centralidad para tener la conciencia de qué desvelan cada una de ellas.

### **3.5.1.1 CENTRALIDAD DE GRADO**

Esta centralidad se define según el grado de cada nodo. El grado o *degree* es el número de líneas que inciden en un nodo (Emmert-Streib & Dehmer, 2011) o el número de nodos que son adyacentes o están en contacto directo con este.

Esta medida de centralidad cuantifica la importancia de un nodo en la red. Un nodo importante tendrá un número elevado de iteraciones o relaciones. Para redes direccionadas, en las que es relevante que la relación entre nodos parte de un nodo y llega a otro, hay dos nociones de centralidad de grado: *in-degree* o *out-degree*, refiriéndose a los arcos que entran o salen de un nodo. En las redes no direccionadas, en las que no es relevante la dirección de la línea, la noción es única.

Un nodo localizado en el centro de una estrella es más central estructuralmente que cualquier otro en otra posición en una red de esas características. Es un ejemplo claro de centralidad. Es la posición con el grado de centralidad máximo. Cuenta con distancia geodésica entre el mayor número de nodos posibles, así pues, como está posicionado a la menor distancia de todos los puntos también la cercanía es máxima con este nodo.

La centralidad a partir del grado, responde a la visibilidad o la actividad potencial de estos nodos para la actividad de la comunicación en la red.

Mientras el proceso de comunicación fluye por la red social, un nodo que está en una posición con contacto directo con muchos otros nodos ha de verse como un punto de transmisión importante de la información.

En este sentido, es un punto focal de comunicación, al menos con respecto a otros, con quien claramente es contacto y se encuentra en el canal principal del flujo de comunicación.

En el extremo opuesto, está el nodo con bajo grado. Este nodo es periférico, su posición más aislada hace que no participe de manera activa en el proceso de comunicación.

Según el contexto de aplicación y, si se quiere utilizar una medida relativa en vez de absoluta, se tendrán en cuenta los caminos para llegar de un nodo a otro

aunque no sean adyacentes. Esto es lo que se define como distancia geodésica (Freeman, 1978).

La centralidad no solo se aplica a los nodos de manera individual, puede buscarse la centralidad de la red o centralidad del grafo. (Emmert-Streib & Dehmer, 2011). En la tesis se tendrá en cuenta la centralidad de cada nodo y de la red en general.

Hay autores que sugieren que debería unificarse la concepción de la teoría de grafos al estudio de las redes sociales y denominarla simplemente como “centralidad del grafo” y basarse en la intermediación entre nodos y la suma media de estos.

Desde esta perspectiva, la centralidad de la red es el índice que marca la tendencia de un nodo a ser más o menos central respecto de otros, es decir, la centralización de la red.

Otra medida que atañe a la red en general y que está relacionada con la centralidad de grado, es el coeficiente de clustering. Este se define como el número de líneas entre vecinos dividido entre el número total de posibles líneas de la red. Aporta información valiosa sobre la red de manera global. Cuanto más alto es el grado de un nodo, más bajo es el coeficiente de clustering. De esto se desprende que los vecindarios con grado bajo son más fácilmente agrupables, y aquellos con hubs o autoridades (grados muy destacables) están conectados más dispersamente por lo que resultan más difíciles de agrupar (Mason & Verwoerd, 2007).

### **3.5.1.2 CENTRALIDAD DE INTERMEDIACIÓN O BETWEENNESS**

Esta medida cuantifica la influencia individual en una red social. Un nodo importante estará unido a una proporción alta de caminos entre otros nodos de la red (Mason & Verwoerd, 2007).

A través de esta medida se estudia la centralidad desde otro punto de vista; la centralidad, en este caso, se basa en la frecuencia en la que un nodo se sitúa entre pares de otros nodos a distancia geodésica o caminos geodésicos que conectan a ese otro par de nodos.

Bavelas y Shaw , autores clásicos de medidas de centralidad (en Emmert-Streib & Dehmer, 2011), sugieren que una persona colocada estratégicamente en el camino de la comunicación uniendo pares de otros nodos, indican una posición central. Esta persona puede influenciar al grupo distorsionando o reteniendo la información en transmisión. Tiene control de la comunicación, así pues es central entre los otros dos pares de nodos y este nodo central es coordinador del proceso de comunicación en el grupo. En conclusión, será útil como índice de control de la comunicación (Freeman, 1978). Cuando existen varias distancias geodésicas conectando un par de puntos, este potencial control de la comunicación se ve reducido.

### **3.5.1.3 CENTRALIDAD DE CERCANÍA O CLOSENESS**

Un nodo importante esta “cerca” de otros nodos y puede comunicarse rápidamente con estos.

Esta tercera medida para abordar la centralidad, también se relaciona con el control de la comunicación pero de otro modo. Un nodo es central en cuanto que

puede evitar el control potencial de otros sobre sí mismo, es decir, sin necesidad de intermediarios para conectarse con otros nodos. Así pues, la independencia de un nodo se determina por la cercanía con el resto de nodos del grafo (Leavitt, 1951 en Freeman, 1978).

Esta cercanía o caminos cortos, significa menor número de nodos para la transmisión de la información e implica menos coste para toda la red, Bavelas, Beauchamp, Hakimi y Sabidussi lo tenían en cuenta y hablan de coste mínimo de comunicación con los demás nodos (Freeman, 1978). Es importante que un mensaje originado en la posición más central de la red, se disemine por toda ella en el mínimo tiempo. De ahí la importancia de la cercanía entre nodos.



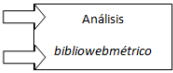
# PARTE PRÁCTICA

Tras las explicaciones teóricas y metodológicas pertinentes para la contextualización de la tesis, en este apartado, se pormenoriza el proceso que se ha llevado a cabo para la consecución de todos y cada uno de los objetivos propuestos en este trabajo.

En esta tabla resumen (Tabla 1) se reseñan las fases esenciales de la metodología, con la información básica para entender perfectamente el proceso y desarrollo del trabajo de una manera esquemática.

La información básica que aparece son los programas y unidades básicas de medida. Claramente hay un paralelismo entre los dos tipos de análisis, de esta manera, cobra sentido la integración de la información de las redes resultantes en el análisis *bibliowebométrico*.

FASES TIPOLOGÍA DE ANÁLISIS	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	UNIDAD DE ANÁLISIS	UNIDAD DE MEDIDA	NORMALIZACIÓN	TRATAMIENTO DE DATOS	DISTRIBUCIÓN DE LA INFORMACIÓN	VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN
BIBLIOMÉTRICO	Wos	Autores	Cocitas	Manual	Pajek Unicet Vosviewer	Análisis de cluster	Algoritmo VosViewer
WEBMÉTRICO	Web	Autores	Comenciones web	Manual	Pajek Unicet Vosviewer	Análisis de cluster	Algoritmo VosViewer



**Tabla 1. Fases esenciales de la metodología para la visualización de la información**

A continuación se explican los detalles de cada una de las fases.

## 3.6 PARTE BIBLIOMÉTRICA

### 3.6.1 FUENTES

Los datos originales para llevar a cabo la tesis se han recogido de la base de datos Science Citation Index (SCI) contenida en la Web of Science de Thomson Reuters (Thomson Reuteurs, 2014a).

El acceso a esta base de datos se permite a través de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (Fecyt), servicio público para las instituciones de investigación españolas.

### **3.6.1.1 IDONEIDAD DE LA BASE DE DATOS**

Web of Science juega un papel crucial en varios países, puesto que cuenta con la información necesaria para, a través de indicadores bibliométricos y/o cientíométricos, realizar la evaluación y el análisis cientíométrico comparativo a nivel internacional o multidisciplinar (Moya-Anegón et al., 2007, Chinchilla-Rodríguez & Moya-Anegón, 2007).

Por otro lado, esta base de datos se ha criticado por su sesgo en la cobertura en relación a algunas disciplinas y países (Braun, Glänzel, & Schubert, 2000). Estas críticas hacen referencia a la penalización a los investigadores que publican en revistas en español u otras revistas de idioma no inglés y cuyas líneas de investigación, de interés regional, no encuentran a penas hueco entre las publicaciones con alto factor de impacto (Sanz-Casado, Aragon, & Mendez, 1995; García-Guinea & Ruis, 1998; Kyvik, 2003). La consecuencia de ello es una “migración” a la publicación en las revistas que si se contemplan en WoS (Jiménez-Contreras & Moya-Anegón, 2001).

Con sus pros y sus contras, según nuestra opinión esta base de datos es una opción muy buena para lograr la cobertura internacional y temática necesaria para esta tesis.

### **3.6.2 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

Para la obtención de los datos necesarios se recurrió a la estrategia de búsqueda construida y utilizada anteriormente por Muñoz-Écija (Muñoz-Écija et al.,

2013). Dicha consulta se basa en la combinación de otras sentencias publicadas y contrastadas por la comunidad científica. En su momento, esta consulta permitió identificar las 80 publicaciones periódicas que conforman el núcleo duro de la N&N en la base de datos Scopus. Y es la que nosotros utilizamos en esta tesis para identificar y obtener todos los artículos de esta disciplina en el año 2012., que es la que muestra a continuación:

((nano\* AND NOT (nano2 OR nano3 OR nano4 OR nano5 OR nanosecon\* OR nanosecon\* OR nanogram\* OR nano-gram\* OR nanomol\* OR nanophtalm\* OR nanomeli\* OR nanogeterotroph\* OR nanoplankton\* OR nanokelvin\* OR nanocurie OR nano-curie OR nanos OR nanos1 OR nanoproto\* OR nanophyto\* OR nanoflagel\* OR wnanomol\* OR wnano-curie\* OR wnanocurie\* OR anos1 OR nanobacter\* OR nano-bacter\* OR nanospray\* OR nano-spray\* OR plankton\* OR n\*plankton OR m\*plankton OR b\*plankton OR p\*plankton OR z\*plankton OR nanoalga\* OR nanoprotist\* OR nanofauna\* OR nano\*aryote\* OR nanoheterotroph\* OR "nanook of the north" OR nano-bible)) OR ((atomic-force-microscop\* OR afm OR transmission-electron-microscop\* OR tem OR scanning-tunneling-microscop\* OR tunnel\*-microscop\* OR stm OR scanning-electronmicroscop\* OR sem OR self-assembl\* OR selfassembl\* OR self-organiz\* OR edx OR energydispersive-x-ray OR energy-dispersive-x-rayspectroscop\* OR scanning-probe-microscop\* OR electron-energy-loss-spectroscop\* OR eels OR high-resolution-tem OR high-resolutiontransmission-electron-microscop\* OR uv-vis OR xray-photoelectron\* OR x-ray-photoelectron\* OR xps OR uv-visible-spectroscop\* OR Ultravioletvisible-spectroscop\* OR hrtem OR Chemical-forcemicroscop\* OR CFM OR scanning-forcemicroscop\* OR SFM OR NSOM OR NEARFIELD-SCANNING-OPTICAL-MICROSCOP\* OR SNOM OR "chemical vapor deposition" OR CVD OR "chemical vapour deposition " OR XRD OR " x-ray diffraction " OR " differential scanning calorimetry " OR DSC OR " molecular beam epitaxy " OR "mbe")) AND (surface\* OR film\* OR layer\* OR substrate\* OR roughness OR monolayer\* OR mono-layer\* OR molecul\* OR structure\* OR resolution OR etch\* OR grow\* OR silicon OR si OR silicium OR "silicon oxide" OR sio2 OR deposit\* OR particle\* OR formation OR tip OR atom\* OR gold OR au OR polymer\* OR copolymer\* OR co-polymer\* OR gaas OR inas OR superlattice\* OR adsorption OR absorb\* OR island\* OR size OR powder\* OR resolution OR quantum\* OR multilayer\* OR multi-layer\* OR array\* OR mater\* OR supramolecular\* OR biolog\*)) OR (quantum-dot\* OR quantum-wire\* OR quantum-well\* OR quantum-effect\* OR "quantum computing" OR coulomb-blockade\* OR coulomb-staircase\* OR molecul\*-motor\* OR molecul\*-ruler\* OR molecul\*-device\* OR "molecular beacon" OR molecular-sensor\* OR "molecular engineering" OR molecular-

electronic\* OR molecular-manufact\* OR "molecular modeling" OR "molecular simulation" OR molecu\*-wire\* OR molecular-sieve\* OR biosensor\* OR bionano\* OR hipco OR moleculartemplate\* OR carbon-tub\* OR carbontub\* OR bucky-tub\* OR buckytub\* OR fulleren\* OR biochip\* OR dna-cmos\* OR graphen\* OR graphit\* OR single-molecul\* OR langmuir-blodgett OR pdms-stamp\* OR pebbles OR nems OR quasicrystal\* OR quasi-crystal\* OR sol-gel\* OR solgel\* OR dendrimer\* OR soft-lithograph\* ))

Con fines estrictamente investigadores y siguiendo la consulta anterior, a lo largo de todo el mes de octubre de 2013, se realizó la descarga de los artículos relacionados con N&N.

Con el fin de obtener una cantidad de datos que pueda ser manejable, se limita la sentencia de búsqueda acotando el período temporal a 2012. Se recuperaron un total de 75.963 registros, datos brutos que se incluyen en una base de datos para su posterior explotación.

### **3.6.3 TRATAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS**

#### **3.6.3.1 UNIDADES DE ANALISIS**

La unidad de análisis representa el objeto de estudio. Entre los objetos de estudio más utilizados en las mediciones bibliométricas encontramos: países, instituciones, categorías, publicaciones periódicas, documentos, autores, palabras clave o descriptores. Según cuál sea la unidad de análisis escogida se podrán estudiar diferentes facetas de un dominio y se podrán realizar distintos tipos de análisis.

Puesto que uno de los objetivos de la presente tesis es realizar un cienciograma de los autores más importantes o cocitados en la disciplina N&N durante el año 2012, habrá que centrarse en estos como unidad de análisis.

Para ello serán necesarias una serie de operaciones de recuento de citas y normalización de los nombres de autores, ya que la información de origen de la que partimos son los documentos publicados en WoS en el 2012 a partir de los datos obtenidos anteriormente.

### **3.6.3.2 UNIDADES DE MEDIDA**

Las unidades de medida se refieren a cómo se relacionan las unidades de análisis.

Durante mucho tiempo la citación ha sido la unidad de análisis escogida para los análisis bibliométricos/cienciométricos. Sin embargo y a partir de los 70 del siglo XX se ha preferido optar por la cocitación (Small, 1973a; Marshakova, 1973) o el bibliographic coupling (Kessler, 1963), como una técnica más fiable de cuantificar las citas y la importancia de un autor. Es una forma más objetiva de modelar la estructura científica (Small, 1973b). Esto responde a que si dos artículos se han cocitado frecuentemente, necesariamente se han citado por separado también. Así pues, la cocitación ofrece mucho más detalle de la relación entre artículos (Small, 1973b).

Por ello se escoge la cocitación como unidad de medida. Otra razón es la analogía entre cocitación y comención web, que permitirá integrar los resultados webométricos a los bibliométricos.

Una vez decidida la unidad de medida y la unidad de análisis, el resultado será una matriz de cocitación sin normalizar simétrica de 50 x 50. Base de los cienciogramas para la visualización de los autores más destacados en la N&N en 2012.

Se ha establecido aquí el umbral del número de autores porque el arduo trabajo de la identificación manual de estos es un proceso muy lento. Ha sido necesario un año de trabajo, desde la descarga de los datos en Octubre de 2013 hasta

Noviembre de 2014, en la normalización para conseguir identificar este número de autores más cocitados. Este número parece estar acorde con las pautas que White(2003). Para él, el número de elementos más apropiado para representar especialidades en una disciplina se sitúa en el rango 25-125. Este autor argumenta tres razones para ello:

- Los números en ese rango corresponden al tamaño de los colegios invisibles tradicionales;
- La carga cognitiva del visualizador se incrementa conforme sobrepasamos los 100 elementos en una visualización.
- Un exceso de nodos provoca un solapamiento de etiquetas, con bastante frecuencia, una maraña impenetrable de enlaces. Estos dos últimos factores impiden la comunicación.

Una vez está lista la información sobre los autores, se realiza un Análisis de Cocitación de Autores (ACA). La idea que subyace de esto es la afinidad conceptual entre los autores cocitados. De esta manera, no solo describimos a los autores individuales sino que somos capaces de representar este dominio de la ciencia (White & Griffith, 1981; Culnan, 1986).

### **3.6.3.3 IDENTIFICACION DE AUTORES Y NORMALIZACIÓN**

La desambigüación y normalización de los nombres de autores ha sido siempre un problema para los estudios científicos a nivel de autor o micro-nivel. Teniendo en cuenta los avances en recuperación de la información (RI) y las tecnologías web, es natural abordar esta problemática ahora que se cuenta con las herramientas propias para solucionarlo.

Los problemas para la desambigüación de nombres de autores incluyen:

- Inconsistencia en el formato de los nombres por parte de los autores y editores al no utilizar siempre una forma definida.
- Problemas de transliteración, especialmente con los nombres que originalmente no se escriben con alfabeto romano.
- Cambios legales en los nombres.
- Variantes culturales en la posición de los apellidos.
- Nombres compuestos o con guiones.
- Gran cantidad de autores.
- Gran similitud entre los nombres incluso en la misma especialidad y la misma institución.
- Número elevado de nombres comunes, especialmente algunos apellidos en algunas culturas.

Estos factores se han enunciado por Fenner (2011), quien ha recopilado algunos intentos de normalización de los nombres de autor.

En su artículo se menciona la base de datos ResearcherID (<http://www.researcherid.com/>), un producto de Thomson Reuters (Thomson Reuters, 2014b), en la cual a cada autor se le asigna un identificador único. Bajo este identificador aparecen sus publicaciones, citas, índice h y colaboradores potenciales. Además la información de Researcher ID está vinculada a ORCID (Open Research & Contributor ID) (<http://orcid.org/>), que también comparte el fin de asignar un identificador único a cada autor de la comunidad científica. Fenner tiene en cuenta otros productos y métodos, pero tan solo estos dos han sido útiles, en un pequeño porcentaje, para la desambiguación de nombres de autor en la tesis.

Ya en 2003 se pueden reseñar intentos desde la IFLA que cuentan con recorrido como el caso de VIAF (Virtual International Authority File) (Hengel, 2003). También es importante referirse a 'Seed plus expand', un método semi-automático para los mismos fines (Reijnhoudt, Costas, Noyons, Börner, & Scharnhorst, 2014).

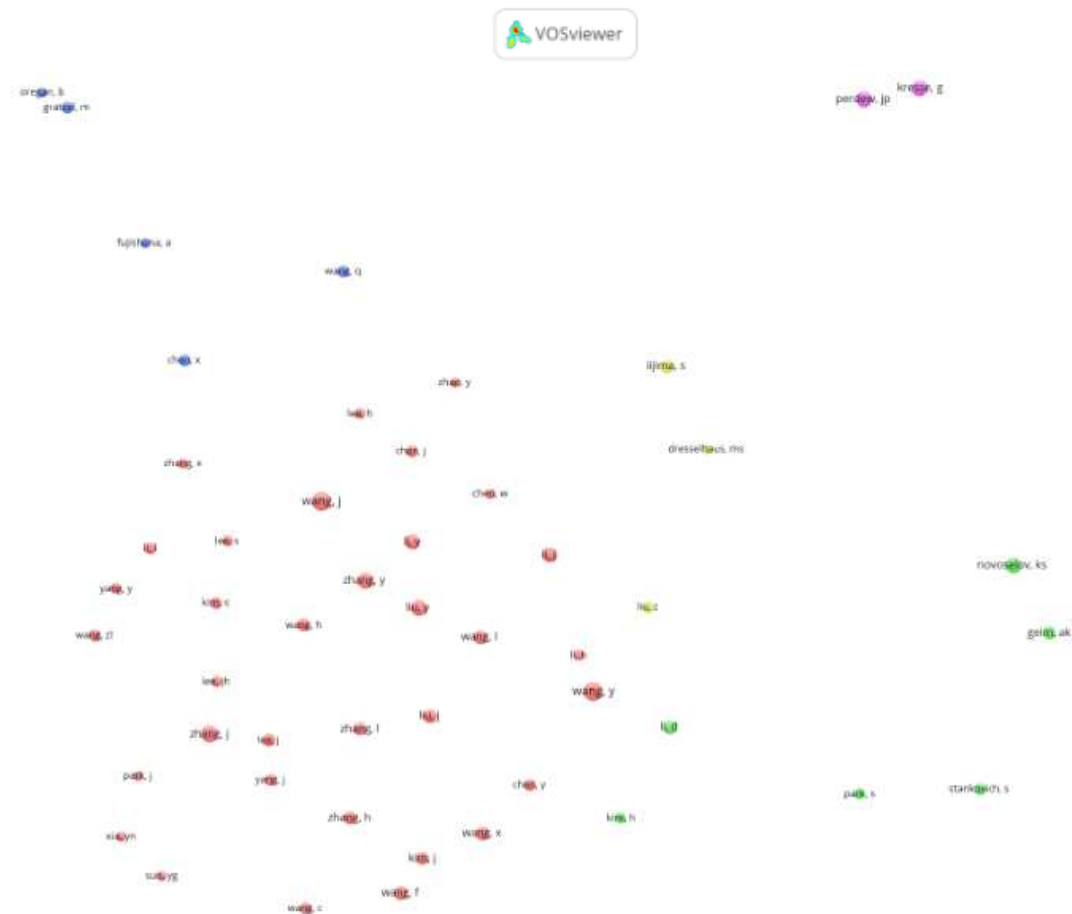
Como se puede comprobar, este problema no es nuevo, sin embargo solo en los últimos tiempos se está tratando de solucionar de manera automática. Mientras esto ocurre, para la presente tesis se hace necesaria una revisión manual de las unidades de análisis seleccionadas.

En los primeros resultados del listado de autores más cocitados encontramos gran cantidad de nombres de origen asiático. Estos son muy coincidentes y, evidentemente, no corresponden con la imagen real de la N&N, no muestran la red real debido a la confusión que acarrea no identificar unívocamente a cada autor.

Además de la falta de normalización habitual de los nombres de los autores, tampoco se ha encontrado en alguno de los campos de WoS, una representación clara para identificarlos unívocamente, como pudiera ser el correo electrónico, o su afiliación, o una combinación de ambos (puesto que solo aparece el nombre del autor al que mandar la correspondencia y algunos de los autores han tenido distintas afiliaciones a lo largo del tiempo). Esto sumado al hecho del gran número de investigadores con nombres de origen asiático que aparecen en el campo de la N&N, obliga a una minuciosa revisión manual para localizar nombres, afiliaciones y currículos.

Se presenta a continuación (ilustración 12) la imagen de los autores de N&N en 2012 antes de la normalización de sus nombres. Sí, aparecen algunos autores importantes, que son coincidentes, estén normalizados o no, pero tan solo un mínimo, la mayoría no se corresponden con los autores reales. Además, aparecen autores que realmente no han sido muy cocitados, pero su nombre coincide con el de otros y de esa manera alcanzan presencia en la imagen.



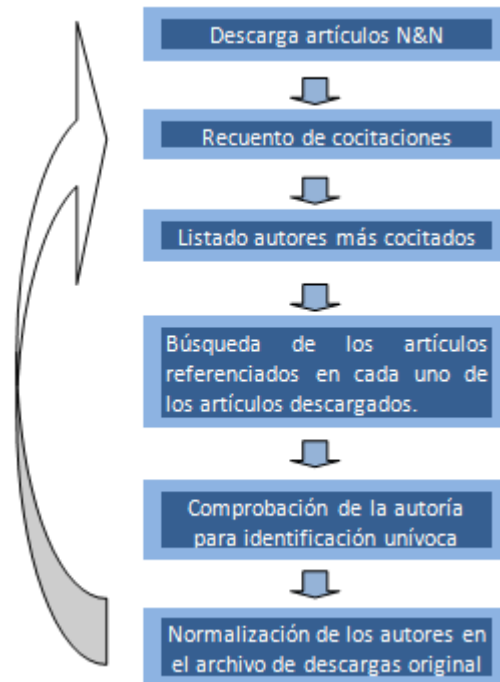


**Ilustración 12. Cienciograma de N&N 2012 antes de la identificación de autores**

#### ***4.1.3.3.1.1. Proceso para la normalización e identificación de autores***

Para este proceso se hizo necesario modificar el archivo original descargado, así pues, de una manera manual se han revisado las referencias de los artículos de N&N más importantes del año 2012, que componen el grueso del estudio, reemplazando los nombres de los autores por sus nombres con identificador o nombre normalizado.

A continuación se expone la ilustración 13 con los pasos a seguir



**Ilustración 13. Fases de la identificación y normalización de autores.**

Seguidamente se explica con detalle el proceso de identificación y normalización de autores.

- 1- Se toman todos los artículos descargados de N&N y se realiza el conteo de cocitación con el programa Vosviewer (Van Eck & Waltman, 2010). Se trata de un programa gratuito para la construcción y visualización de mapas bibliométricos. Vosviewer presta especial atención a la representación de estos, característica que será importante al final del proceso, para la visualización de los cienciograma bibliométrico, webométrico y *bibliowebométrico*.
- 2- De esta manera se obtiene un listado de los nombres de los autores más cocitados.
- 3- Se toma el primer nombre del listado de autores y se localizan todos los artículos que corresponden con este nombre de entre el grueso de los referenciados y descargados inicialmente.

- 4- Se comprueban los datos del artículo para identificar si realmente es la misma persona bajo ese nombre quien ostenta la autoría de todos ellos o por el contrario son varios autores bajo la misma forma. La búsqueda de estos artículos se realiza en WoS. En el registro WoS se intenta identificar unívocamente al autor fijándonos en su nombre de pila y su afiliación o si aparece en ResearcherID. Como ya se ha comentado anteriormente, no siempre se puede identificar al autor sólo con los datos que ofrece WoS. Por ello se ha tenido que realizar una búsqueda manual en la web sobre la gran mayoría de estos autores. Bien buscando en su departamento o laboratorio, bien a través de redes de profesionales, en las plataformas web de revistas científicas, en sus currículos o páginas web personales. La herramienta más útil para la identificación unívoca de un autor entre estas tipologías de páginas han sido las redes profesionales y las páginas de los laboratorios cuyos autores a buscar son los directores/as.
- 5- Si ya ha aparecido esta persona, le corresponderá el mismo identificador que en otro artículo escrito por este autor y si, por el contrario, aún no se había identificado, se le asigna un nuevo código unívoco (números corrientes tras la inicial del nombre de pila del autor).
- 6- En este momento se reemplazan los nombres de autor por los nombres normalizados en el archivo original.
- 7- Se vuelve al paso 2; vuelven a procesarse los artículos descargados en Vosviewer para el nuevo conteo de citas y aparece un listado nuevo de autores más citados. Evidentemente, al identificar a los autores el recuento de citas varía. Se va desmenuzando poco a poco la maraña de nombres de autores clarificando cuáles son los más citados.

Este proceso se ha repetido tantas veces como ha sido necesario hasta alcanzar los 50 autores más citados, sin ningún tipo de error o solapamiento en sus nombres.

Entre los 75.963 registros descargados, encontramos un total de 508.178 referencias distintas. En estas referencias aparecen un total de 247.160 nombres de autor diferentes a identificar. Para conseguir la identificación y normalización de los 50 autores más cocitados en N&N del 2012 se han revisado de manera manual 13.831 registros, entre los cuales se han encontrado 2.249 formas de nombres diferentes.

En el momento en el que todos los autores pertenecientes al listado de más cocitados aparecen identificados con sus números correspondientes, se pone fin al proceso.

Se recogen aquí algunas de las casuísticas que refuerzan lo afanoso de la identificación y normalización de autores y la necesidad de la revisión manual para contar con el rigor científico necesario en este proceso:

- 1- Algunas de las referencias de los artículos que corresponden al corpus del estudio no aparecen indizados en WoS, es decir, se encuentran en la bibliografía de los artículos descargado de WoS pero no forman parte de la base de datos y se hace necesaria una búsqueda en otras fuentes. Esto sucede, por ejemplo en este caso, la revista no está indizada en la WoS:

Li y, 2006, chin imaging j integ, v4, p352.



Búsqueda básica

Su búsqueda no encontró ningún registro.

Compruebe la ortografía de la consulta de búsqueda.  
Compare su consulta con los ejemplos de búsqueda de la página de búsqueda.  
Use un comodín (\*, \$ o ?) para buscar plurales y variantes de palabras (por ejemplo, graph\*nanofib\* para "graphite nanofiber").  
Use varios términos para buscar un concepto similar (por ejemplo, cell\* phone\* OR mobile phone\*).  
Considere borrar el formulario de búsqueda. Es posible que queden consultas anteriores en otros campos.  
Ver reglas de búsqueda y videos de capacitación

chin imaging j integ

Nombre de pub...

Seleccionar del índice

AND li, y

Autor

Seleccionar del índice

AND 2006

Año de publica...

Buscar

+ Agregar otro campo | Borrar todos los campos

Ilustración 14. Resultados de la WoS para la casuística número 1 tomado de Thomson Reuters, (2014a)

- 2- Algunas de las referencias no se han citado de manera correcta y se hace imposible su localización en WoS. Por ejemplo:

Li f, 2002, wear, v249, p877

The screenshot displays a search result in Web of Science. On the left, it shows 'Resultados: 1' and search criteria: 'Nombre de publicación: (wear) AND Autor: (li, f) AND Año de publicación: (2002)'. The main area shows a single result: '1. Study of the tribological behavior of S-(carboxylpropyl)-N-dialkyl dithiocarbamic acid as additives in water-based fluid'. The authors are listed as 'Por: Huang, WJ; Dong, JX; Li, FF; et al.'. The journal is 'WEAR', Volume 252, Number 3-4, Pages 306-310, published in FEB 2002. The article has been cited 11 times. The interface includes options to 'Guardar en EndNote', 'Agregar a la lista de registros marcados', and 'Ver abstract'.

**Ilustración 15. Resultados de la WoS para la casuística número 2. Tomado de Thomson Reuters, (2014)**

El registro no es el especificado, seguramente por haber sido mal citado en el artículo original.

- 3- Contamos con artículos en los que no se ha citado correctamente el número de página y no se puede discernir a cuál se refiere el autor, puesto que coincide la inicial y el apellido de los autores citados. Esto ocurre en este ejemplo:

Liu y., 2008, j applphys, v103

Su búsqueda en WoS nos devuelve estos resultados:

**Effect of electrodiffusion current flow on electrostatic screening in aqueous pores**  
 Por: Liu, Yang; Sauer, Jon; Dutton, Robert W.  
 JOURNAL OF APPLIED PHYSICS Volumen: 103 Número: 8 Número de artículo: 084701 Fecha de publicación: APR 15 2008  
 Veces citado: 14 (de Todas las bases de datos)  
 Texto completo de la editorial Ver abstract

**A comparative study of the Delta H(M,Delta M) method reliability for square and triangular lattices**  
 Por: Liu, Yang; Dahmen, Karin A.; Berger, A.  
 Conferencia: 52nd Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials Ubicación: Tampa, FL Fecha: NOV 05-09, 2007  
 Patrocinador(es): Phys Conf Inc; IEEE, Magnet Soc  
 JOURNAL OF APPLIED PHYSICS Volumen: 103 Número: 7 Número de artículo: 07F504 Fecha de publicación: APR 1 2008  
 Veces citado: 1 (de Todas las bases de datos)  
 Texto completo de la editorial Ver abstract

**X-ray luminescence of LaF(3): Tb(3+) and LaF(3): Ce(3+), Tb(3+) water-soluble nanoparticles**  
 Por: Liu, Yuanfang; Chen, Wei; Wang, Shaopeng; et al..  
 JOURNAL OF APPLIED PHYSICS Volumen: 103 Número: 6 Número de artículo: 063105 Fecha de publicación: MAR 15 2008  
 Veces citado: 23 (de Todas las bases de datos)  
 Texto completo de la editorial Ver abstract

**Ilustración 16. Resultados de la WoS para la casuística número 3 tomado de Thomson Reuters, (2014a)**

Resulta evidente que no podemos decidir cuál de los artículos se está citando.

- 4- En otros casos, el DOI no corresponde con el artículo, y se realiza una búsqueda no por este campo, sino por el resto de los campos del registro. Veamos el siguiente ejemplo:

Liu h, 2005, physlett a, v339, p378, doi 10.1016/j.physleta.2006.03.053

**Resultados: 1** (de Todas las bases de datos)  
 Buscó: DOI: (10.1016/j.physleta.2006.03.053) ...Más

Refinar resultados

Ordenar por: Fecha de publicación -- de más reciente a más antigua

1. **Exact propagators for complex SUSY partners of real potentials**  
 Por: Samsonov, Boris F.; Pupasov, Andrey M.  
 PHYSICS LETTERS A Volumen: 356 Número: 3 Páginas: 210-214 Fecha de publicación: AUG 7 2006  
 Veces citado: 9 (de Todas las bases de datos)  
 Texto completo de la editorial Ver abstract

**Ilustración 17. Resultados de la WoS para la casuística número 4 tomado de Thomson Reuters, (2014a).**

Cuando el registro con el que se corresponde es

**The influence of defect on quantum conductivity in three-terminated Y-(or T-)junction single-walled carbon nanotube**  
 Por: Liu, H  
 PHYSICS LETTERS A Volumen: 339 Número: 3-5 Páginas: 378-386 Fecha de publicación: MAY 23 2005  
 Veces citado: 5 (de Todas las bases de datos)  
 Texto completo de la editorial Ver abstract

**Ilustración 18. Resultado pertinente de la búsqueda anterior tomado de Thomson Reuters, (2014a).**

5- También se ofrecen situaciones en las que el autor tiene dos identificadores distintos en IDResearcher:

Liu y, 2008, langmuir, v24, p4772, doi 10.1021/la703864a

**Increasing the density of adsorbed hydrogen with coordinatively unsaturated metal centers in metal-organic frameworks**

Por: Liu, Y (Liu, Yun)<sup>[2,3]</sup>; Kabbour, H (Kabbour, Houria)<sup>[1]</sup>; Brown, CM (Brown, Craig M.)<sup>[2]</sup>; Neumann, DA (Neumann, Dan A.)<sup>[2]</sup>; Ahn, CC (Ahn, Channing C.)<sup>[1]</sup>

LANGMUIR  
 Volumen: 24 Número: 9 Páginas: 4772-4777  
 DOI: [10.1021/la703864a](https://doi.org/10.1021/la703864a)  
 Fecha de publicación: MAY 6 2008  
[Ver información de revista](#)

**Ilustración 19. Resultado de la WoS para el ejemplo 6 tomado de Thomson Reuters, (2014a).**

**Información del autor**

Dirección para petición de copias: Ahn, CC (autor para petición de copias)

+ CALTECH, Div Engr & Appl Sci, Pasadena, CA 91125 USA.

**Direcciones:**

+ [ 1 ] CALTECH, Div Engr & Appl Sci, Pasadena, CA 91125 USA

+ [ 2 ] Natl Inst Stand & Technol, Ctr Neutron Res, Bethesda, MD USA

+ [ 3 ] Univ Maryland, Dept Mat Sci & Engr, College Pk, MD 20742 USA

Direcciones de correo electrónico: [cca@caltech.edu](mailto:cca@caltech.edu)

**Identificadores de autores:**

Autor	ResearcherID	Número ORCID
Liu, Yun	A-2478-2010 <a href="#">Ver perfil en ResearcherID.com</a>	
Brown, Craig	B-5430-2009 <a href="#">Ver perfil en ResearcherID.com</a>	<a href="http://orcid.org/0000-0002-9637-9355">http://orcid.org/0000-0002-9637-9355</a>
Liu, Yun	F-6516-2012 <a href="#">Ver perfil en ResearcherID.com</a>	

**Ilustración 20. Registro completo vinculado a IDResearch tomado de Thomson Reuters, (2014a)**

6- Encontramos que en este registro no se corresponde el primer autor del artículo aunque en la cita aparecía de esa manera.

Liu y., 2010, acs nano, v4, p1321

**Nitrogen-Doped Graphene as Efficient Metal-Free Electrocatalyst for Oxygen Reduction in Fuel Cells** Veces citado: 924  
(de Todas las bases de datos)  
 Por: Ou, Liangti; Liu, Yong; Baek, Jong-Beom; et al..  
**ACS NANO** Volumen: 4 Número: 3 Páginas: 1321-1326 Fecha de publicación: MAR 2010

[Texto completo de la editorial](#) [Ver abstract](#)

**Ilustración 21. Resultado pertinente de la WoS del ejemplo 6 tomado de Thomson Reuters, (2014a).**

7- En este otro registro aparecen nombres diferentes en ID Research y en la página de JACS <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja0508727>

**Park, Soo Young** [Get A Badge](#) [ResearcherID](#) [Labs](#)

ResearcherID: G-1080-2012 My Institutions [\(more details\)](#)  
 E-mail: parksy@snu.ac.kr Primary Institution: Seoul National University  
 URL: <http://www.researcherid.com/rid/G-1080-2012> Sub-org/Dept:  
Role: Faculty  
 Subject: Chemistry; Polymer Science  
 Keywords: molecular materials for electronics and photonics; fluorescence and phosphorescence; organic transistor and oled; aggregation induced enhanced emission; iridium complex; excited state intramolecular proton transfer (esipt)

My URLs: <http://csom.snu.ac.kr>

**Ilustración 22. Registro de ID de Thomson Reuters, (2014b)**

### Imidazole-Based Excited-State Intramolecular Proton-Transfer Materials: Synthesis and Amplified Spontaneous Emission from a Large Single Crystal

Sanghyuk Park,<sup>†</sup> Oh-Hoon Kwon,<sup>‡</sup> Sehoon Kim,<sup>†</sup>  
Sangwoo Park,<sup>§</sup> Moon-Gun Choi,<sup>§</sup> Myoungsik Cha,<sup>†</sup>  
Soo Young Park,<sup>†,‡</sup> and Du-Jeon Jang<sup>\*,‡</sup>

Contribution from the School of Materials Science and Engineering, Seoul National University, ENG 445, Seoul 151-744, Korea, School of Chemistry, Seoul National University, NS60, Seoul 151-742, Korea, Center for Bioactive Molecular Hybrids, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea, and Department of Physics, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

*J. Am. Chem. Soc.*, 2005, 127 (28), pp 10070–10074  
 DOI: 10.1021/ja0508727  
 Publication Date (Web): June 15, 2005  
 Copyright © 2005 American Chemical Society

[PDF \[371 KB\]](#) [Abstract](#)  
[PDF w/ Links\[293 KB\]](#) [Supporting Info ->](#)  
[Full Text HTML](#) [Figures](#)  
[Reference QuickView](#)  
[Citing Articles](#)  


**Ilustración 23. Registro pertinente de la WoS referente al ejemplo 7 tomado de Thomson Reuters, (2014a).**

### 3.6.3.4 TRATAMIENTO DE DATOS

Una vez que los autores han sido identificados de forma única y unívoca y están normalizados, se puede proceder a su tratamiento con distintos programas para su posterior visualización. Estos programas se explican a continuación.



Para tratar los datos, los programas utilizados son Pajek (Batagelj & Mrvar, 2010) y Vosviewer (Van Eck & Waltman, 2010), anteriormente referenciado en la parte de normalización e identificación de autores.

Pajek es un programa gratuito y según nuestra opinión, uno de los mejores en cuanto a tratamiento y visualización de redes sociales con diferentes posibilidades para el cálculo de medidas y el análisis de redes. Además cuenta con diferentes algoritmos para la visualización de estas.

Concretamente, Pajek se ha utilizado para todas las operaciones necesarias a fin de describir la red de citas y menciones resultantes. Esta descripción se ha basado en las medidas de grado, centralidad, y distancia, así como agujeros estructurales, transitividad, densidad de la red, coeficiente de clustering e identificación de autoridades.

Otras operaciones con Pajek son cross-intersection y cross-difference entre las redes web y la red bibliométrica. Así se interseccionan las dos redes, y con el segundo comando aparecen las diferencias entre ellas. De la misma manera, se ha realizado una red bimodal para comparar visualmente las informaciones bibliométricas y webométricas.

Estas tres operaciones serán realmente interesantes en la tesis, puesto que a través de ellas se aclarará la información que aporta la red webométrica a la red bibliométrica, y se advertirá cuál de las operaciones es más beneficiosa en cuanto a aporte de información entre redes.

También se ha utilizado Pajek en el proceso de adecuación de las matrices. Para ello ha sido necesario eliminar las líneas múltiples y, en algunos casos, transformar los arcos en líneas no direccionadas. Para finalizar este proceso de adecuación de las redes igualmente se ha usado Vosviewer.

### 3.6.4 VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Estas técnicas de mapeo y clustering para la visualización y el estudio de redes, son muy habituales dentro de la bibliometría. Son técnicas complementarias cuyo propósito es proporcionar una visión de la estructura, detallada y fidedigna de una red, y de esta manera detectar líneas de investigación principales de los dominios científicos. También permite conocer cuál es la relación entre estas líneas, así como observar la evolución de un dominio científico a lo largo del tiempo. Gracias a la visualización de la información, mediante un solo golpe de vista, se provee de mucha información y una rápida comprensión del dominio tanto a expertos como no expertos en bibliometría o en N&N.

Para la construcción del mapa se ha utilizado Vosviewer y el algoritmo de layout de este programa, también denominado algoritmo de VoS, que ha quedado detallado en el epígrafe 3.3.3.2.

Una vez se ha trazado el mapa, se hace necesaria la interpretación humana de los clusters para un análisis realmente comprensivo (Moya-Anegón et al., 2007). Los clusters son agrupaciones, en este caso de autores, que proceden de la similitud entre estos y los temas que abordan dentro de la especialidad (oeuvre) que emergen tras el ACA y su representación a través del algoritmo de VoS. En el mapa aparecen identificados por colores y son cercanos en cuanto a distancia debido a esta similitud entre ellos.

Para exponer esta interpretación por parte del investigador, distintos autores han incidido en mayor o en menor medida en centrarse en los actores individuales (nodos) o en las relaciones (líneas) como componentes fundamentales. Seguimos la estela de Vargas-Quesada (2005) y nos basaremos en un análisis de la información relacional de los actores que componen la red. Este se realizará teniendo en cuenta las medidas del análisis de redes detalladas en el epígrafe que lleva la denominación Análisis de redes: Medidas clásicas de centralidad. (3.5.1.)

## 3.7 PARTE WEBMETRICA

### 3.7.1 FUENTES

#### 3.7.1.1 *IDONEIDAD DE LA FUENTE DE INFORMACIÓN*

La web ofrece una nueva manera de difundir información para facilitar el acceso público de los resultados científicos y de los investigadores (Más-Bleda, Thelwall, Kousha, & Aguillo, 2014). La existencia de esta nueva herramienta ha provocado cambios en el comportamiento de los investigadores.

Estos utilizan la web no solo para comunicarse con otros investigadores sino también para recopilar y publicar información científica (Más-Bleda et al., 2014).

Se sabe que no todos los investigadores utilizan la web de la misma manera. Por ejemplo, Barjak, en 2006 (Más-Bleda, Thelwall, Kousha, & Aguillo, 2013) mostró, hace casi una década, que los científicos más jóvenes utilizaban Internet más que los más mayores y que los investigadores son más propensos a tener su propia página web que las investigadoras. También que aquellos con más producción confían más en Internet para la comunicación informal de sus resultados. Así como los más colaboradores en sus trabajos utilizan más a menudo Internet.

Sería deseable la difusión de la investigación a través de la web y de esta manera aprovechar la variedad de opciones que ofrece Internet. De esta manera la publicación en web pasa a ser un bien público, en el sentido que aporta canales extra para que otros encuentren investigaciones relevantes (Más-Bleda et al., 2013).

Según Harnad, (2005) Europa está perdiendo al menos el 50% del potencial en sus inversiones en investigación mientras las fundaciones e instituciones no hagan de acceso público los resultados científicos a todos los usuarios potenciales, incluyendo a todos los que utilizan la web. Hecho alarmante desde la perspectiva del acceso a la información científica producida en Europa.

Puesto que el comportamiento de los investigadores ha cambiado con la aparición de Internet y ahora resulta un canal habitual, crece la necesidad de extender el uso de este como un canal exitoso utilizado por los científicos para la difusión de la información (Más-Bleda et al., 2013).

Internet es un método para que los investigadores se den a conocer, tal vez es la tercera en importancia, tras las publicaciones formales científicas o libros y las comunicaciones en congresos o jornadas (Thelwall, Li, Barjak, & Robinson, 2008).

Las publicaciones científicas suelen aparecer en los canales web, como páginas web, webs de sitios de investigación, repositorios institucionales, blogs de investigación, repositorios por disciplina, (e.g. ArXiv, RePEc), o en web sociales centradas en información científica (e.g. Mendeley, Academia.edu, ResearchGate). En este nuevo contexto social, los académicos también pueden añadir etiquetas y comentarios en sus publicaciones a través de la red, promoviendo la participación e intercambio entre ellos (Neylon & Wu, 2009).

Por lo expuesto anteriormente, nace la necesidad desde el campo de la bibliometría de que la web sea fuente de datos para sus estudios. Aunque es difícil asegurar cuál sea el impacto de Internet, por ejemplo, contabilizar los web links o url citations (menciones de una URL a una página en otra) puede usarse como indicador, asumiendo que la presencia académica se enlaza o menciona porque tiene algún tipo de influencia (Kousha & Thelwall, 2006). Quizás, este impacto, es más trascendente en la nueva generación de investigadores que cuentan con Internet como parte de su vida (Más-Bleda et al., 2014).

Este impacto se ha estudiado en artículos sobre la presencia de los autores más citados en la web, como el de Más-Bleda (Más-Bleda et al., 2013), en el que se incluyen las tipologías de archivos encontrados en Internet. En el propio artículo se insta a los investigadores a que de esta manera puedan planificar mejor su presencia en la web.

### **3.7.2 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

La información de la que se parte en este caso son los 50 autores más cocitados en N&N. Estos han sido anteriormente identificados en la parte bibliométrica de la tesis en el proceso de normalización de autores.

En disposición de la información referente a ellos; nombres y apellidos y sus variantes, afiliación/afiliaciones actual/es y pasadas, currículum, en algunos casos, y páginas web personales en otros, se construyen las sentencias de búsqueda precisas para interrogar a la web.

Para realizar este análisis de comenciones se han construido cuatro sentencias de búsqueda diferentes. De esta manera nos cercioramos de localizar unívocamente el objeto de nuestra búsqueda (Thelwall & Wilkinson, 2004).

Una vez confeccionadas las preguntas y en el formato necesario legible por el software WebmetricAnalyst, recuperamos la información de la Web. Es con ella con la que se construirá una red en la que se reflejen las comenciones entre autores y que nos aportara información a integrar al cienciograma bibliométrico y sobre la presencia webométrica de estos.

Estas son las construcciones correspondientes a las cuatro sentencias lanzadas:

- En la primera tipología, se incluye el nombre, el apellido y el nombre del departamento o laboratorio donde el autor desarrolla su investigación en la actualidad, excluyendo las páginas que se encuentren en el site de

ese laboratorio, departamento o universidad. La sentencia de búsqueda aparece de esta manera: "nombre""apellido""departamento/laboratorio"-site:universidad. Por ejemplo:

"paul""alivisatos""alivisatos group"-site:cchem.berkeley.edu

- La segunda tipología de búsqueda incluye el nombre, el apellido y la universidad excluyendo las páginas de la propia universidad "nombre""apellido""universidad"-site:universidad. Por ejemplo:

"michael""gratzel""University of Lausanne"- site:http://ipi.epfl.ch/gratzel

- El tercer tipo de sentencia de búsqueda incluye el apellido, departamento o laboratorio de pertenencia, excluyendo las páginas del propio departamento o laboratorio. "apellido""departamento/laboratorio"-site:universidad/laboratorio. Por ejemplo:

"Link""the Link lab"-site:http://slink.rice.edu/

- La última permutación con estos datos incluye el apellido y la universidad de pertenencia y, tal como se ha realizado en el resto de sentencias, excluyendo las páginas de la propia universidad de esta manera: "apellido""universidad"-site:universidad. Por ejemplo:

"Talapin""University of Chicago" -site:uchicago.edu

Las búsquedas se lanzaron en Diciembre de 2014. Su tiempo de descarga fue muy reducido teniendo en cuenta el escaso número de combinaciones para las búsquedas que WebometricAnalyst debe procesar en este caso concreto.

Anteriormente se ha definido la webmetría como el estudio de diferentes aspectos de la web con técnicas cuantitativas y/o cualitativas. La fuente principal para los análisis webométricos es la web y para explorar esta, son necesarios los buscadores comerciales, YouTube, Twitter, Technorati o blogs. Para la presente tesis el motor de búsqueda de que nos hemos valido es Bing.

El análisis de los resultados se realiza a través del programa Webometric Analyst (<http://lexiurl.wlv.ac.uk/>) (Thelwall, 2012), que ha sido el encargado de extraer la información usada posteriormente para la representación de la red. Es un programa gratuito diseñado para extraer estos datos de Internet.

Este programa es capaz de crear redes de colecciones de sitios web, estimar el impacto en línea de estas colecciones o ideas y recuperar información a gran escala en blogs y videos de YouTube, Twitter entre otras funcionalidades.

Con él se pueden lanzar automáticamente miles de búsquedas y los resultados pueden almacenarse fácilmente en el propio programa, o exportarse a otros formatos con posibilidad de descarga a una hoja de trabajo o base de datos para procesarlos. Ofrece un listado de URLs resultado de la búsqueda, junto con los títulos de estas y una frase identificativa. Esta opción se hace posible a través del Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) de WebometricAnalyst, que tiene permiso para lanzar las búsquedas de manera automática. Estas opciones facilitan mucho el trabajo humano, aunque igualmente el análisis posterior de los datos se hace imprescindible para que cobre sentido.

El programa ofrece tres tipos de datos de salida: datos brutos, tablas resumen y redes.

- Los datos brutos son archivos en formato txt, en los que se encuentra por un lado la sentencia de búsqueda, en otro txt se almacenan todos los links recuperados y finalmente, en un último fichero del mismo formato se guarda la búsqueda con el número de urls recuperadas para cada una de las búsquedas pero sin el listado de urls recuperadas.
- En las tablas resumen también se muestran los resultados del procesamiento de los datos brutos, pero de una manera más ordenada y una visualización agradable. En ellas se encuentran los dominios de primer y segundo nivel de manera resumida. En estos dominios se alojan las páginas listadas en las que se mencionan una serie de términos de búsqueda o los sitios web que enlazan con una colección

determinada de páginas dadas. En el caso de esta tesis serán las páginas en las que se comenciona a los autores objeto de estudio.

- Las redes son representaciones gráficas que también parten de los datos brutos; generan redes de entre un número de páginas o/y sitios web o resúmenes de los links hacia un grupo de sitios web (Sud & Thelwall, 2014). Se utilizarán otros programas para la realización de los cienciogramas a partir de los datos webométricos.

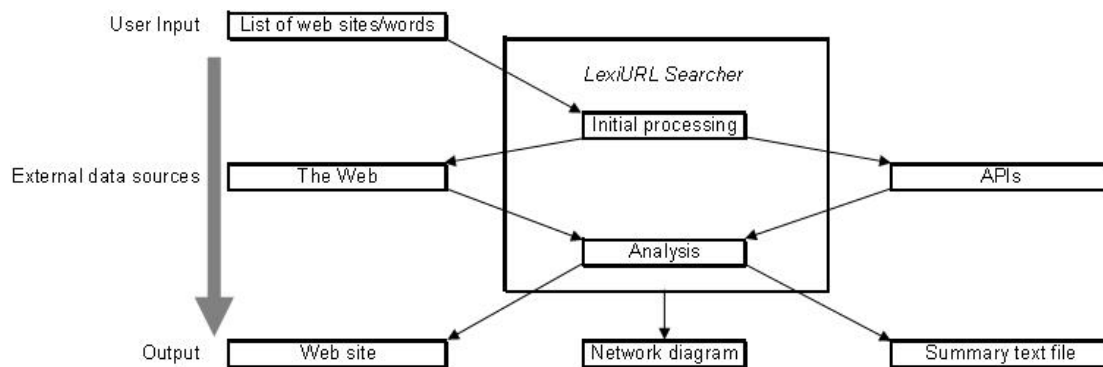


Ilustración 24. Pasos del programa Webometric Analyst. Tomado de Sud & Thelwall, 2014.

### 3.7.3 NORMALIZACION

Entre los resultados de las búsquedas encontramos la información necesaria, en este caso una matriz de comenciones, para la visualización de la red webométrica y su posterior comparativa con la bibliométrica.

Para esta comparación entre las redes bibliométricas y webométricas es necesario que las matrices sean tratadas de la misma manera. Así pues, tomando los datos originales extraídos por WebometricAnalyst y con el uso de Pajek, primero para eliminar las líneas múltiples, que no nos permitirían comparar las redes, y posteriormente con Vosviewer, se tratan los ficheros de las 4 redes webométricas diferentes para obtener redes de datos, que permitirán su visualización y comparación.



## **3.7.4 TRATAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS**

### **3.7.4.1 UNIDAD DE ANALISIS**

Puesto que se trata de describir la presencia bibliométrica y webométrica de los autores y comparar o descubrir qué información pueden añadir los resultados webométricos a los bibliométricos y viceversa, la unidad de análisis seguirán siendo los autores más cocitados en N&N en 2012. En la parte bibliométrica, en el apartado 4.1 se describe con detalle cómo se han identificado y normalizado los autores que serán la base para la consulta webométrica.

### **3.7.4.2 UNIDAD DE MEDIDA**

En este caso, los objetos de estudio se relacionan entre sí a través de las comenciones. Una comención se define como la aparición de dos (o más) términos en una página web o site determinado. Si no existe un link entre estas páginas en las que se comencionan los términos, se rechaza este site o página, puesto que no tienen relación. De esta manera se asegura la máxima compatibilidad entre comenciones y los resultados de los links de las comenciones (Sud & Thelwall, 2014).

Para asegurar la calidad de la red de comenciones, se realiza una revisión humana a través de la observación de la red tal y como se viene realizando en el análisis de cocitación de autores. Esta es la mejor manera para evitar la subjetividad y la vaguedad del método (Thelwall & Wilkinson, 2004).

Así pues, se busca cuáles son las páginas en las que estos autores han sido mencionados para realizar un análisis descriptivo estadístico, teniendo en cuenta los dominios de primer y segundo nivel y la tipología de estas páginas.

La tipología de páginas en que se recoge de forma mayoritaria la información sobre autores de N&N resulta representativa para conocer dónde se difunde principalmente la información científica en el mundo web. Ésta información aporta más conocimiento sobre la ciencia y su comportamiento desde el punto de vista web, añadiendo información a los análisis de redes bibliométricos habituales.

Para estudiar los sites en los que se ha mencionado conjuntamente a los autores objeto de estudio, se ha realizado una categorización con la que poder clarificar la variedad de tipologías resultado de la búsqueda. Para el desarrollo del análisis de links, se diseña una hoja de cálculo con la que obtener los porcentajes de estos y su representación gráfica. Referimos la *checklist* desarrollada por Sánchez-Pita (2014), muy útil para realizar la presente. Estas categorías son:

Plataformas para contenidos
- Científicas
- Divulgativas
Páginas oficiales de
- Gobiernos
- Universidades
- Asociaciones
- Congresos
Blogs
Noticias/Medios

Tabla 2 Checklist de tipologías web

**Plataformas para contenidos científicos:** las publicaciones periódicas son el objeto escogido mayoritariamente para diseminar los resultados de las investigaciones. Desde los años 90 del siglo XX, las editoriales de estas publicaciones, bien de acceso cerrado o abierto, han construido plataformas para

recoger la información. Ya se ha mencionado que para la evaluación de información científica esta es la primera vía.

**Plataformas para contenidos divulgativos:** Son muy habituales aquellas en las que se cuelga información para compartir. Algunas de ellas están especializadas en contenidos académicos y encontramos otras preferidas por los investigadores para colgar contenidos en formatos menos habituales, como presentaciones o comunicaciones o ponencias, en plataformas como Scrib. Los repositorios cuentan con estas características y también se incluyen en este apartado.

**Gobierno:** La presencia de los gobiernos en Internet está muy extendida. Estos invierten, en mayor o menor medida en Investigación + Desarrollo + Innovación. Con frecuencia, aparecen en estas páginas los autores de los estudios vinculados de forma económica al gobierno. En el caso de la N&N, Estados Unidos invirtió en N&N unos 37.000 millones de dólares, que George Bush destinó a este dominio en 2004 (Regis, 2004). Para este mismo año Japón y la UE invirtieron respectivamente 6,2 y 2,4 millones de euros (European Commission, 2004).

**Universidades:** En nuestro país, son las universidades las instituciones vinculadas de manera mayoritaria a la investigación. En otros casos, la investigación se produce también en centros o empresas privadas. La importancia de Internet como medio para publicitarse y difundir resultados de investigación también se ha aprovechado por estas instituciones educativas.

**Asociaciones:** Se han encontrado los autores mencionados en N&N en esta tipología de páginas. Muchos de estos autores pertenecen a prestigiosas sociedades o asociaciones vinculadas a su área de investigación.

**Blogs:** Otra potente herramienta de la web, un marco para la difusión de cualquier idea y que permite incluir cualquier formato (video, audio, imágenes).

**Noticias y medios de comunicación:** Se espera la mención de científicos destacados en las noticias y medios de comunicación que se alojan en la Web. La N&N ya está en noticias y medios, aunque no se puede valorar si la información es simple especulación sobre una línea de investigación poco conocida, o información relevante y científica en sí misma.

### **3.7.5 VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Con el programa VosViewer se realiza la visualización de la red. El procedimiento es exacto al realizado con la red bibliométrica, descrito anteriormente en el apartado 4.1.

### **3.7.6 COMPARATIVA BIBLIOMETRIA WEBMETRIA**

En disposición de las cuatro redes webométricas de comención, se busca la bondad de ajuste de estas 4 redes con la bibliométrica. Así se concluye cuál de ellas está más correlacionada y aportará resultados valiosos a la investigación.

De esta forma también se obtiene información sobre qué consulta resulta más pertinente para el estudio. No solo se compara cada una de estas redes con la bibliométrica, si no que también se ha optado por fusionar todas las redes webométricas con Pajek, para constatar si de esta manera la información webométrica sobre autores de N&N es más pertinente.

Para hallar la red webométrica más similar a la bibliométrica de las 5 con las que se cuentan, el procedimiento a seguir es el Procedimiento de Asignación Cuadrática (QAP).

QAP es un test estadístico condicional no paramétrico, cuyo procedimiento consiste en una aproximación permutacional que ofrece los niveles de probabilidad de asociación de las distintas matrices a través de su varianza. Mientras que las medidas de distancia entre puntos representan relaciones simétricas en cuanto a regularidades matemáticas y geométricas, la fórmula de la varianza se puede usar para relaciones arbitrarias (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002), y permite encontrar la correlación existente entre observaciones independientes por parte del investigador, pero que claramente tienen una relación. Como por ejemplo, en este caso, en el que los autores son los mismos y las citas y las menciones son paralelas o análogas. Además, no tiene en cuenta las distribuciones dentro del rango de N, ampliando de esta manera la posibilidad de aplicación a diferentes problemas (Krackhardt, 1992). Si se quiere definir de una manera general, es un tipo de regresión que se puede extender a datos no lineales o multivariantes.

Un porcentaje alto en este test muestra que la similaridad entre las matrices es alta (Krackhardt, 1992).

QAP dentro del campo de la ByD y webimetría se ha utilizado en estudios como los de Holmberg et al. (Holmberg & Thelwall, 2009), donde se esclarece el vínculo entre las distintas instituciones de gobierno y la localización geográfica en Finlandia y en Vargas-Quesada et al. (Vargas-Quesada, Al-Dwairi, Faba-Perez, & Moya-Anegón, 2013) donde queda demostrada la tendencia de las universidades en la zona MENA, para enlazar con las universidades geográficamente más cercanas.

Este procedimiento QAP se procesa con el software UCINET (Borgatti et al., 2002). Es un programa para Windows ampliamente utilizado para el análisis de redes sociales. Permite analizar redes de uno o dos modos hasta un máximo de dos millones de nodos.

El programa cuenta con varias herramientas de análisis de redes, como, por ejemplo, medidas de centralidad, identificación de subgrupos, teoría elemental de

grafos y permutaciones basadas en análisis estadísticos. El software también puede realizar transformaciones de matrices; normalización, transformaciones lineales, transposición, permutaciones, distancias geodésicas, agregación, etc. Se añaden funcionalidades para analizar las matrices con álgebra o análisis multivariantes (Apostolato, 2013).

Tras este proceso, ya es posible comentar la red webométrica con más relación con la bibliométrica, e integrar estos resultados en una red intersección de ambas, otra red de diferencias y una red bimodal. La red de intersección, la de diferencias y la bimodal parten de la red bibliométrica y webométrica para expresar al máximo la información web que se puede aportar a la red bibliométrica que corresponde con los 50 autores más cocitados en N&N de 2012.



## **4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN**





Los resultados se dividen en siete apartados. En el primero de ellos, se describe el cienciograma bibliométrico desde el punto de vista del análisis de redes y de la visualización de información. Para el análisis de redes se utilizan las medidas clásicas de centralidad que se aplicarán a la red en general y a cada uno de los clusters que representan las líneas de investigación de este dominio. Esta descripción es uno de los objetivos de esta tesis; aún no se había creado un mapa de 2012 de este joven dominio desde el punto de vista bibliométrico.

En esta tesis se han querido explorar las diferentes opciones que la información webométrica puede aportar a la bibliometría. Algunas han resultado más útiles que otras. Así pues, en este primer apartado se comienza realizando diferentes búsquedas en la web y localizando las páginas en las que los autores aparecen comencionados.

En el segundo apartado, se muestran los resultados del test *Quadratic Assignment Procedure* (QAP) que correlaciona las redes webométricas con la bibliométrica, con el objetivo de escoger la red webométrica con la correlación más alta con respecto a la red bibliométrica.

En el tercer apartado, se describe el cienciograma webométrico y las líneas de investigación que surgen de los clusters. Para este análisis se procede de la misma manera que con el cienciograma bibliométrico. Además, se compara la representatividad de los clusters bibliométricos con los aparecidos en el cienciograma web.

El cuarto apartado consiste en la descripción del cienciograma de intersección o cross-intersection. En él se combina e integra la información de la red webométrica y la bibliométrica. También se elabora el análisis del nuevo cienciograma a partir de las medidas clásicas de centralidad y se compara la representatividad de los clusters bibliométricos con los clusters de éste.

En la discusión que se produce durante la descripción de los cienciogramas webométrico y el de cross-intersection, se van buscando los patrones en la aparición de los clusters según la fuente de información. Poco a poco se descubre qué cienciograma, además del bibliométrico, es el más apropiado para la descripción de la ciencia y representa un giro más para la comprensión de los patrones de esta.

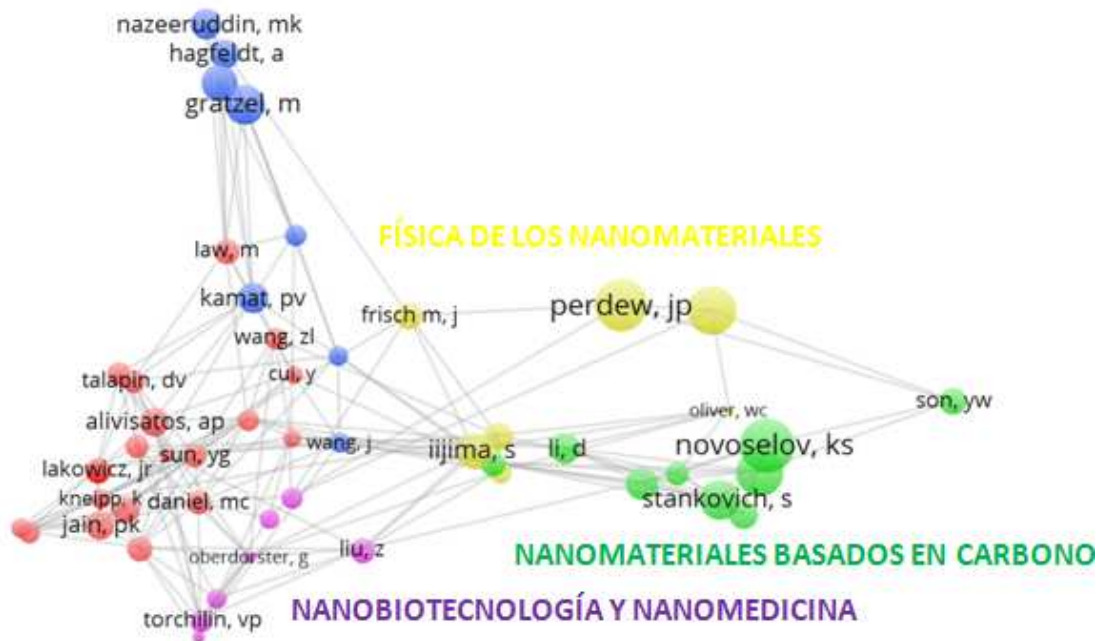
En apartados separados se muestran varios cienciogramas. Por un lado, el de diferencia o cross-difference, resultado de unir los cienciogramas bibliométrico y webométrico y visualizar las diferencias; y por otro lado, se muestra una red bimodal, resultado de unir los dos cienciogramas para visualizar ambos y facilitar la comprensión de la red cross-intersection.

El último y séptimo apartado, contiene los análisis de contenido web correspondientes a los cienciogramas bibliométrico, webométrico y de cross-intersection o *bibliowebométrico*. De todos ellos se hace un análisis general y por línea de investigación. Este análisis resulta útil en la descripción de los cienciogramas, porque aporta una información adicional sobre la presencia de este dominio, sus autores y sus líneas de investigación en la web.

## 4.1 CIENCIOGRAMA BIBLIOMÉTRICO

En el siguiente cienciograma (Ilustración 25), encontramos a los 50 autores más cocitados en la disciplina de N&N en el año 2012. Cada esfera es un vértice que representa a un autor de N&N cuyo apellido aparece al lado de esta. El tamaño de las esferas es proporcional al número de cocitas de cada uno de los actores de la red.

## NANOMATERIALES EN FOTOELECTRÓNICA



## NANO-ÓPTICA & NANO-OPTOMETRÍA Y NANOQUÍMICA



Ilustración 25. Cienciograma bibliométrico

La distribución espacial de los autores se ha realizado por medio del algoritmo de VosViewer, ya explicado en el capítulo 4 Materiales y método.

Los clusters de diferentes colores se han formado por medio del algoritmo de clustering del mismo VosViewer (Van Eck et al., 2010) y muestran la similitud temática entre los propios autores (oeuvre). De esta forma no solo se relacionan los autores, sino que también se puede desvelar de qué manera se relacionan las diferentes líneas de investigación de la N&N.

Uno de los objetivos de la descripción de la ciencia, es la posibilidad de analizar estas agrupaciones o clusters que representan las líneas de investigación de un dominio.

La N&N se conforma como un dominio pluridisciplinar en el que convergen la química, la ingeniería, la biología, la física, la medicina, la ciencia de los materiales y la computación. Por ello resulta compleja la división de estas líneas de investigación. La lista de posibles aplicaciones es muy grande y algunas comunidades científicas ya han denominado las parcelas en las que trabajan con nombres donde aparece el prefijo “nano”. En este cienciograma aparecen cinco clusters, e intentando seguir la clasificación del artículo de Serena y Amalio (2009), y teniendo en cuenta las líneas de investigación de los principales autores de cada cluster, se han etiquetado de la siguiente manera, como se puede observar en la Ilustración 25:

- *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica*, (cluster rojo)
- *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica*, (cluster azul)
- *Física de los nanomateriales*, (cluster amarillo)
- *Nanomateriales basados en carbono*, (cluster verde)
- *Nanobiotecnología y Nanomedicina*, (cluster morado)

### **4.1.1 MEDIDAS DE CENTRALIDAD GENERALES DEL CIENCIGRAMA**

El cienciograma que representa la N&N en 2012 a través de la cocitación de autores es una red simétrica, no dirigida, cuyos valores ha sido normalizados con el software VosViewer, que utiliza una medida de similaridad denominada “fuerza de asociación” o association strength (Van Eck & Waltman, 2010).

Esta red se compone de 50 vértices o nodos y 992 enlaces. Cuenta con un solo componente, mostrando que todos los vértices están conectados.

Como se ha indicado anteriormente, el tamaño de los nodos es proporcional a las cocitaciones recibidas y viene dado por su grado de centralidad o de enlaces que inciden en ellos, mostrando el nivel de actividad comunicativa de cada autor.

Esta medida de **centralidad de grado** aparece de manera media en el mapa con un valor de 39,7. Teniendo en cuenta que hay 50 vértices, es un número bastante elevado, representa que, de media, si un autor pudiera tener 49 enlaces tiene 39,7. Los autores del cienciograma están bien comunicados, es decir, están muy conexonados y enlazados entre si, mostrando la alta cocitación de estos autores y la interdisciplinariedad de la N&N.

También encontramos valores altos de **transitividad**, que demuestran la facilidad con la que fluye la información en la red (0,86). Debido a esta rapidez en el movimiento de la información entre los autores, esta puede ser incluso difusa.

De la misma manera, la **densidad de la red** (0,79), también muestra valores altos. Es una red densa (altos valores de grado de los nodos) en la que es bastante probable que los vecinos de un nodo también lo sean entre sí. De esta manera se muestra la relación entre los distintos autores y por tanto, entre las líneas de investigación revelando, nuevamente, la interdisciplinariedad de la N&N y la relación cercana en cuanto a las diferentes investigaciones.

El hecho de la alta densidad de la red, también repercute en su mayor conexión, en este caso, el número de líneas posibles en la red se acerca mucho al número real de estas.

La **centralidad de la red** de 0,18, un valor bajo, indica que no hay un solo autor central, sino que son varios de ellos quienes concentran el conocimiento importante de la N&N, y, además cuáles son las líneas de investigación más centrales. Es decir, no encontramos claramente un centro y su periferia.

Es una red muy conectada (como indica la densidad), pero no concentrada; esto, sumado a los valores altos de transitividad, se traduce en que en la N&N la información está bien distribuida y fluye fácilmente o incluso de manera difusa.

La **centralidad de cercanía** (baja, con un valor de 0,27), evidencia que ninguno de los autores destaca especialmente por beneficiarse de la cercanía de otros

más importantes. Es decir, todos los autores tiene grados altos e intermediación baja, mostrando su independencia e importancia. Además, hay que tener en cuenta que la densidad y la transitividad de la red son altas. Por todo ello, la cercanía baja no muestra que no se aprovechen los caminos más cortos y rápidos sino que muestra la situación de importancia de todos los nodos.

De manera general, la red cuenta con un **grado de intermediación** de 0,005, un valor muy bajo, que descubre que hay pocos autores a los que la información llega a través de otros y que se aprovechan bien los caminos para llegar a todos los nodos. Este hecho puede considerarse positivo para la red puesto que la información fluye rápido. Al contar con alta cocitación entre los autores y no haber nodos aislados, apenas existen intermediarios.

Para caracterizar la red de manera general ahora se desciende a un nivel micro. Teniendo en cuenta las medidas de centralidad de grado, los autores que cuentan con más centralidad son *Alivisatos*, *Iijima* y *Novoselov*. Estos representan a las líneas de investigación: *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica, Física de los nanomateriales* y *Nanomateriales basados en carbono* respectivamente. Son los autores más destacados dentro de su línea de investigación; *Alivisatos* es un preminente químico centrado en el estudio de nanocristales, *Iijima* el descubridor de los nanotubos de carbono y *Novoselov*, junto con *Geim*, son los investigadores más importantes sobre grafeno. Estas, se configuran como las líneas con más peso dentro de la N&N en 2012 (Véase tabla 3) por ser la más cocitadas y representan la investigación base de la N&N.

AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO
Alivisatos	0,98	Li	0,92	Davis	0,84	Law	0,82	Oberdorster	0,76
Iijima	0,98	Daniel	0,90	Huang	0,84	Medintz	0,82	Ferrari	0,74
Novoselov	0,98	Frisch	0,90	Hummers	0,84	Wang, ZL	0,82	Haruta	0,74
Geim	0,96	Link	0,90	Kneipp	0,84	Lakowicz	0,81	Johnson	0,69
Kamat	0,96	Sun	0,90	Kresse	0,84	Park	0,80	Nazeeruddin	0,67
Rao	0,96	Bard	0,88	Wang, F	0,84	Corma	0,78	Torchilin	0,57
Xia	0,96	O'regan	0,88	Wang, J	0,84	Liu	0,78	Son	0,53
Dresselhaus	0,94	Stankovich	0,88	Baughman	0,82	Talpin	0,78	Novotny	0,51
Jain	0,94	Yu	0,86	Fujishima	0,82	Hagfeldt	0,76	Muller	0,35
Perdew	0,94	Cui	0,84	Gratzel	0,82	Lou	0,76	Oliver	0,29

Tabla 3. Centralidad de grado de los autores de N&N

Específicamente los autores que cuentan con un valor positivo de intermediación, aunque este sea bajo, son *Iijima*, *Rao*, *Novoselov*, *Perdew*, *Alivisatos*, *Dresselhaus Geim* y *Xia*, en este orden. En ellos recae el papel de conectar unas áreas del grafo con otras; sus investigaciones son utilizadas por distintos autores que pertenecen a líneas diferentes dentro de la N&N, y también son intermediarios dentro de su propia línea de investigación, cuentan con el control de la comunicación de otros por la importancia de sus investigaciones (Véase la tabla 4). En el caso de *Iijima* y *Novoselov*, su centralidad de grado o importancia está reforzada por el hecho de ser intermediarios en la red. Sin embargo, como los valores son muy parecidos, se demuestra su independencia.

AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN
Iijima	0,009	Jain	0,006	Huang	0,004	Wang, F	0,003	Johnson	0,002
Rao	0,008	Li	0,006	Medintz	0,004	Oberdorster	0,003	Corma	0,002
Novoselov	0,008	Stankovich	0,006	Wang, J	0,004	Bard	0,003	Torchilin	0,001
Perdew	0,008	Baughman	0,005	Ferrari	0,004	Yu	0,003	Hagfeldt	0,001
Alivisatos	0,007	Link	0,005	Gratzel	0,004	Fujishima	0,003	Haruta	0,001
Dresselhaus	0,007	Daniel	0,005	Lakowicz	0,004	Wang, ZL	0,003	Nazeeruddin	0,001
Geim	0,007	Hummers	0,005	Sun	0,004	O'regan	0,003	Novotny	0,001
Xia	0,007	Davis	0,005	Kneipp	0,004	Law	0,002	Son	0,001
Kamat	0,006	Kresse	0,005	Cui	0,004	Lou	0,002	Muller	0,000
Frisch	0,006	Park	0,005	Liu	0,004	Talapin	0,002	Oliver	0,000

**Tabla 4. Centralidad de intermediación de los autores de N&N**

La distancia media de caminos entre pares, teniendo en cuenta que todos los autores están conectados (no hay autores aislados), es de 1,19. El par de autores más lejano son *Alivisatos* y *Oliver*, que representan también la mayor distancia en la red, pero es muy baja (2). Quienes cuentan con un número más elevado de vecinos de distancia geodésica son *Novoselov* (0,98), *Alivisatos* e *Iijima*, con el mismo valor. El espectro de valores varía desde 0,98 de *Novoselov*, hasta el autor más alejado de la red que cuenta con un valor de 0,58, correspondiente a *Oliver*. Nuevamente se refuerza la importancia de los autores más centrales de la red que coinciden con los que cuentan con más vecinos a distancia geodésica. (Véase tabla 5).



AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA
Alivisatos	0,980	Li	0,925	Davis	0,860	Gratzel	0,8450	Oberdorster	0,8030
Iijima	0,980	Daniel	0,907	Huang	0,860	Law	0,8450	Ferrari	0,7900
Novoselov	0,980	Frisch	0,907	Hummers	0,860	Medintz	0,8450	Haruta	0,7900
Geim	0,961	Link	0,907	Kneipp	0,860	Wang, ZL	0,8450	Johnson	0,7660
Kamat	0,961	Sun	0,907	Kresse	0,860	Park	0,8310	Nazeeruddin	0,7540
Rao	0,961	Bard	0,891	Lakowicz	0,860	Corma	0,8170	Torchilin	0,7000
Xia	0,961	O`regan	0,891	Wang, F	0,860	Liu	0,8170	Son	0,6810
Dresselhaus	0,942	Stankovich	0,891	Wang, J	0,860	Talpin	0,8170	Novotny	0,6710
Jain	0,942	Yu	0,875	Baughman	0,845	Hagfeldt	0,8030	Muller	0,6050
Perdew	0,942	Cui	0,860	Fujishima	0,845	Lou	0,8030	Oliver	0,5830

Tabla 5. Centralidad de cercanía de los autores de N&amp;N

Así pues, *Alivisatos*, *Iijima* y *Novoselov* son los autores más destacados de la red, aunque *Alivisatos* no cuenta con un valor importante en cuanto a intermediación. Ellos acumulan los valores mayores en las tres medidas de centralidad. Siendo muy cocitados entre sí.

Los **agujeros estructurales**, (véase tabla 6), pueden referirse tanto a vértices cuya desaparición implica perder toda o parte del conocimiento que representan o a vértices que van apareciendo en la red y representan la carga de todo el nuevo conocimiento.

AUTOR	AGUJERO ESTRUCTURAL	AUTOR	AGUJERO ESTRUCTURAL	AUTOR	AGUJERO ESTRUCTURAL	AUTOR	AGUJERO ESTRUCTURAL	AUTOR	AGUJERO ESTRUCTURAL
Muller	1,06	Nazeeruddin	0,81	Gratzel	0,62	Novotny	0,46	Law	0,35
Haruta	1,00	Wang, J	0,78	Li	0,61	Bard	0,46	Daniel	0,34
Son	0,95	Dresselhaus	0,77	Park	0,61	Novoselov	0,45	Link	0,34
Frisch	0,93	Kamat	0,70	Hummers	0,60	Lou	0,41	Alivisatos	0,32
Oliver	0,93	O`regan	0,69	Corma	0,59	Medintz	0,41	Cui	0,31
Liu	0,93	Perdew	0,69	Geim	0,57	Talpin	0,40	Wang, F	0,31
Oberdorster	0,91	Fujishima	0,69	Iijima	0,54	Johnson	0,40	Jain	0,31
Kresse	0,90	Ferrari	0,66	Stankovich	0,51	Huang	0,39	Lakowicz	0,27
Baughman	0,86	Davis	0,63	Torchilin	0,51	Wang, ZL	0,38	Xia	0,26
Hagfeldt	0,82	Rao	0,62	Yu	0,48	Kneipp	0,35	Sun	0,23

Tabla 6. Valores de los agujeros estructurales

*Muller*, *Haruta*, *Liu* y *Oberdorster* pertenecen a temas relacionados con la *Nanobiotecnología* y *nanomedicina*. *Son* pertenece a *Nanomateriales* basados en carbono, *Kresse*, *Frisch* y *Oliver* se encuentran en el cluster de *Física de los nanomateriales*.

Todos los autores que corresponden al grupo de agujeros estructurales tienen un grado de intermediación muy bajo. Es probable que la mayoría de ellos, al ocuparse de generar nuevo conocimiento, no tengan el control de la comunicación

de la información esencial en N&N, o que al ser investigaciones tan fundamentales para la N&N, se han diseminado rápidamente por el resto de autores. Esto refuerza la idea de la abundante cocitación dentro de la red; los agujeros estructurales no representan un peligro para la difusión de la información si desaparecieran.

Por otro lado, son autores con un grado de cercanía alto. Se ha visto que en la red, la información está muy distribuida, puesto que todos son muy cocitados entre sí, y por ello los vértices que representan agujeros estructurales encuentran estos valores, con abundantes vecinos a distancia geodésica. Todos los nodos de la red son bastante independientes.

Los hubso **concentradores** más destacados son *Oliver, Muller, Haruta y Hagfeldt*. Todos ellos son autores que están enlazados con otros autores que tienen grados de centralidad destacables. Todos los autores cuentan con un valor alto como concentradores, lo que muestra las relaciones efectivas dentro de la red, la alta cocitación y la importancia de la mayoría de los autores que la componen. (Véase tabla 7)

AUTOR	CONCENTRADOR	AUTOR	CONCENTRADOR	AUTOR	CONCENTRADOR	AUTOR	CONCENTRADOR	AUTOR	CONCENTRADOR
Oliver	0,99	O'regan	0,89	Oberdorster	0,87	Medintz	0,85	Geim	0,83
Muller	0,96	Law	0,89	Sun	0,86	Ferrari	0,85	Xia	0,83
Haruta	0,93	Yu	0,89	Cui	0,86	Hummers	0,85	Perdew	0,83
Hagfeldt	0,92	Bard	0,89	Wang, J	0,86	Park	0,84	Baughman	0,83
Nazeeruddin	0,91	Fujishima	0,88	Liu	0,86	Li	0,84	Dresselhaus	0,83
Son	0,91	Wang, ZL	0,88	Kneipp	0,86	Link	0,84	Frisch	0,82
Corma	0,90	Johnson	0,88	Kresse	0,85	Davis	0,84	Alivisatos	0,82
Novotny	0,90	Lou	0,88	Lakowicz	0,85	Jain	0,84	Novoselov	0,82
Talpin	0,90	Gratzel	0,87	Huang	0,85	Stankovich	0,84	Rao	0,82
Torchilin	0,89	Wang, F	0,87	Daniel	0,85	Kamat	0,84	Iijima	0,81

**Tabla 7. Valores de los concentradores**

*Liu* pertenece tanto a este grupo como al de agujeros estructurales. Hecho que puede deberse a que este autor se encuentra en la línea de investigación con menos desarrollo y de mayor conocimiento nuevo, y por ello con menor grado y menos relaciones entre los autores que la conforman, sin embargo este autor tiene los caminos más efectivos y a los autores más destacados para relacionarse con ellos y por lo tanto para relacionar las investigaciones dentro de la N&N. Todo esto parece indicarnos que, pese a ser un agujero estructural, no es tanto una debilidad de la red o un punto de ruptura, sino todo lo contrario, un nuevo punto

de conexión que quizá, quién sabe, podría ser el origen de un nuevo *cluster* o línea de investigación.

## 4.1.2 MEDIDAS DE CENTRALIDAD POR LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A continuación se comentan las distintas líneas de investigación de esta disciplina, agrupadas por cluster. Como hemos indicado anteriormente, estas son *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica* (cluster rojo), *Aplicación de nanomateriales basados en fotoelectrónica* (cluster azul), *Física de los nanomateriales* (cluster amarillo), *Nanomateriales basados en carbono* (cluster verde) y *Nanotecnología y nanomedicina* (cluster morado).

En la siguiente tabla pueden consultarse los clusters y la pertenencia de los autores a ellos.

AUTOR	CIENCIOGRAMA BIBLIOMÉTRICO	AUTOR	CIENCIOGRAMA BIBLIOMÉTRICO
Baughman	Física de los nanomateriales	Hagfeldt	Nanomateriales en fotoelectrónica
Dresselhaus	Física de los nanomateriales	Nazeeruddin	Nanomateriales en fotoelectrónica
Frisch	Física de los nanomateriales	O'regan	Nanomateriales en fotoelectrónica
Iijima	Física de los nanomateriales	Bard	Nanomateriales en fotoelectrónica
Perdew	Física de los nanomateriales	Wang, ZL	Nanomateriales en fotoelectrónica
Oliver	Física de los nanomateriales	Kamat	Nanomateriales en fotoelectrónica
Kresse	Física de los nanomateriales	Law	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Liu	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Cui	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Muller	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Wang, J	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Davis	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Medintz	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Torchilin	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Wang, F	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Corma	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Huang	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Haruta	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Jain	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Oberdorster	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Link	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Son	Nanomateriales basados en carbono	Lou	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Ferrari	Nanomateriales basados en carbono	Novotny	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Geim	Nanomateriales basados en carbono	Daniel	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Novoselov	Nanomateriales basados en carbono	Johnson	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Rao	Nanomateriales basados en carbono	Kneipp	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Stankovich	Nanomateriales basados en carbono	Lakowicz	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Li	Nanomateriales basados en carbono	Sun	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Park	Nanomateriales basados en carbono	Xia	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Hummers	Nanomateriales basados en carbono	Alivisatos	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Fujishima	Nanomateriales en fotoelectrónica	Talapin	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica
Gratzel	Nanomateriales en fotoelectrónica	Yu	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica

Tabla 8. Clusters del cienciograma bibliométrico

#### **4.1.2.1 NANO-ÓPTICA & NANO-OPTOMETRÍA Y NANOQUÍMICA**

En el cluster rojo se encuentran los autores pertenecientes a “Nano-óptica & Nano-optometría” por un lado y a la “Nanoquímica” por otro.

La Nano-óptica y Nano-optometría se pueden definir como el estudio de los fenómenos ópticos a escala nano para su aplicación en la N&N. Esta aplicación pasa por la necesidad de herramientas y estrategias de fabricación, caracterización y manipulación a escala nanométrica. Las aplicaciones se dirigen a física, ciencia de los materiales, biología, medicina, etc.

Dentro de la N&N, es una línea que se ocupa de la instrumentalización, lo que se relaciona con su permeabilidad entre líneas de investigación y su carácter tecnológico.

Constituyentes del campo son los estudios de interacción de la luz con sistemas a nanoescala, interacción óptica entre nanosistemas, fenómenos de resonancia, límite difraccional, etc. (Novotny & Hecht, 2006)

Ozin describe la Nanoquímica como la subdisciplina de la química que enfatiza en la síntesis de los materiales. Este área está relacionada con la química biomédica, los polímeros, síntesis de productos, y también se basa en la electrónica, óptica, magnética y la mecánica para la creación de estas estructuras. Desarrolla productos farmacéuticos, materiales estructurados, componentes electrónicos, materiales luminosos. También estudia los efectos y la seguridad de la nanociencia en el aire y el agua y nanopartículas para neutralizar la contaminación (American Chemical Society, n.d.).

A continuación mostramos los autores de este cluster: *Alivisatos, Cui, Daniel, Huang, Jain, Johnson, Kneipp, Lakowicz, Law, Link, Lou, Medintz, Novotny, Sun, Talapin, Wang, F, Wang, ZL, Xia* y *Yu*. Es el cluster más numeroso con 19 autores. Los relacionados con química son *Alivisatos, Daniel, Jain, Law, Link*, los

dedicados a temas biomédicos desde la química son *Lakowicz, Lou, Medintz, Xia* y *Yu*. Dentro de Nano-óptica & Nano-optometría encontramos a *Cui, Huang, Johnson, Kneipp, Novotny, Talapin, Wang, F y Wang, ZL*.

Los autores que aparecen en color rojo se corresponden con aquellos que son agujeros estructurales y los que aparecen en verde son concentradores, (Véase tabla 9). Esta codificación se repetirá durante todas las tablas.

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Alivisatos	Paul Alivisatos	University of California, Berkeley	0,98	0,007	0,98
Xia	Younan Xia	University of Washington	0,96	0,007	0,96
Jain	Prashant K. Jain	University of Illinois	0,94	0,006	0,94
Daniel	Marie Christine Daniel	University of Maryland	0,90	0,005	0,91
Link	Stephan Link	Rice University	0,90	0,005	0,91
Sun	Yugang Sun	University of Washington	0,90	0,004	0,91
Yu	William W Yu	Rice University	0,86	0,003	0,88
Cui	Yi Cui	Stanford University	0,84	0,004	0,86
Huang	Xiaohua Huang	Georgia Institute of Technology	0,84	0,004	0,86
Kneipp	Katrin Kneipp	Technical University of Denmark	0,84	0,004	0,86
Wang, F	Feng Wang	City University of Hong Kong	0,84	0,003	0,86
Law	Matt Law	University of California	0,82	0,002	0,85
Medintz	Igor I Menditz	De Gruyter Open	0,82	0,004	0,85
Wang, ZL	Zhong Lin Wang	Georgia Institute of Technology	0,82	0,003	0,85
Lakowicz	Joseph R Lakowicz	University of Maryland at Baltimore	0,81	0,004	0,86
Talapin	Dimitri Talapin	University of Chicago	0,78	0,002	0,82
Lou	Xiong Wen (David) Lou	National University of Singapore	0,76	0,002	0,80
Johnson	Peter B Johnson	National Isotope Centre	0,69	0,002	0,77
Novotny	Lukas Novotny	University of Rochester	0,51	0,001	0,67

**Tabla 9. Medidas de centralidad del cluster de Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica.**

En este cluster encontramos autores con alto grado de cocitación. Esta es la dinámica general de la red.

*Alivisatos*, investigador de nanocristales, aparece con máximo grado(0,98), lo que demuestra su importancia en el desarrollo de esta ciencia y en esta línea en específico. Este grado de centralidad alto, que provienen de autores con altos grados de centralidad, también lleva a *Alivisatos* a encontrarse entre uno de los dos autores más prestigiosos de la red junto con *Geim*. Es uno de los autores centrales de la red.

En cuanto a la capacidad de intermediación dentro del cluster, este también sigue la dinámica general de la red y cuenta con valores muy bajos. Dentro del grupo podríamos destacar a *Alivisatos* y a *Xia*.

Referido a la cercanía de los autores, nuevamente, se pueden destacar, con valores altos a *Alivisatos* y *Xia*. Son los autores mejor relacionados a distancia geodésica del cluster.

No encontramos agujeros estructurales a consecuencia de la estabilidad de las relaciones entre autores dentro de esta línea de investigación y de las propias investigaciones que muestran estar consolidadas.

En este cluster se encuentra un alto porcentaje de hubs o concentradores. Nuevamente corrobora la estabilidad de la línea de investigación en el sentido en el que todos los autores que la componen están bien relacionados destacando, como ya se ha mencionado, a *Alivisatos* y *Xia*.

Este cluster se sitúa a la izquierda del cienciograma, tiene relaciones densas y se encuentra relacionado sobre todo con el cluster *de Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica* (cluster azul) y con *Nanobiotecnología* y *Nanomedicina* (cluster morado).

Autores como *Law* y *Talpin* tienen enlaces con el cluster azul y otros como *Wang*, *ZL* y *Cui* se sitúan cerca temáticamente de este cluster. Sus investigaciones tienen un carácter multidisciplinar o llevan varias líneas de investigación.

Por otro lado, pegados al cluster morado encontramos los autores relacionados con la *Nanoquímica*. Estas dos líneas de investigación se conectan a través de los autores *Huang* y *Daniel*. Al igual que ocurre con *Wang*, *ZL* y *Cui*, sus investigaciones están cercanas temáticamente a los dos cluster.

#### 4.1.2.2 NANOMATERIALES BASADOS EN CARBONO

En el cluster verde encontramos a los investigadores en *Nanomateriales basados en carbono*.

Los nanomateriales son sustancias químicas o materiales manufacturados y utilizados a una escala nano. Su uso a esta escala produce una variación significativa de sus propiedades (resistencia, reactividad, conductividad, etc.) en comparación con sus usos a una escala mayor, por lo que requieren una evaluación de riesgos especializada.

Los nanomateriales se utilizan en campos como el sanitario, la electrónica y la cosmética, industria, medio ambiente, transporte, energía, etc. (European Commission, n.d.).

En este caso, los investigadores de este cluster se centran mayoritariamente en los nanomateriales basados en carbono, estos son *diamante, grafito, fullereno, carbono amorfo y nanotubos*.

El cluster se conforma por *Ferrari, Geim, Hummers, Li, Novoselov, Park, Rao, Son y Stankovich*. *Li y Rao* realizan investigaciones en otro tipo de nanomateriales además de aquellos basados en carbono. (Véase tabla 10).

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Novoselov	Konstantín Novosiólov	University of Manchester	0,98	0,008	0,98
Geim	Andre Konstantin Geim	University of Nottingham	0,96	0,007	0,96
Rao	CN Ramachandra Rao	Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research	0,96	0,008	0,96
Li	Dan Li	University of Washington	0,92	0,006	0,93
Stankovich	Shasha Stankovich	Northwestern University	0,88	0,006	0,89
Hummers	William S Hummers Jr	Mellon Institute of Industrial Research	0,84	0,005	0,86
Park	Sungjing Park	Northwestern University	0,80	0,005	0,83
Ferrari	Andrea C Ferrari	University of Cambridge	0,74	0,004	0,79
Son	Young Woo Son	Korea Institute for Advanced Study	0,53	0,001	0,68

Tabla 10. Medidas de centralidad del cluster de Nanomateriales basados en carbono.

Todos los investigadores, excepto *Son*, cuentan con cocitaciones muy elevadas y continúan con la dinámica general de la red en cuanto a intermediación y

cercanía con valores bajos. En este cluster se observan más claramente dos centros y una periferia: *Novoselov Geim* son los más centrales y alrededor de *Rao* se sitúa el segundo centro. Esto se debe a la repercusión de las investigaciones de *Novoselov* y *Geim*, muy importantes como punto de inicio en el desarrollo de esta línea de investigación, y *Rao* que se encuentra en otro centro puesto que sus investigaciones no solo se basan en el grafeno.

En el cienciograma se observa como esta línea de investigación se encuentra a la derecha del mismo. Se relaciona con *Física de los nanomateriales*. Cuenta con cocitaciones muy elevadas porque son investigación base, fuente del resto de líneas de investigación. Señalar que *Li* y *Rao* se encuentran situados muy cerca de *Física de los nanomateriales*.

En el cluster encontramos un agujero estructural: *Son*. Su bajo grado de centralidad indica que es un vértice débil, muy poco relacionado y con bajo grado de intermediación, como se observa en el cienciograma. No es muy cocitado, y por ello está apartado. Sus investigaciones sobre nanomateriales se centran en las aplicaciones computacionales, magnetismo y superconductividad y son menos básicas que las del resto de sus compañeros de cluster, de ahí su posición.

Dentro de este cluster se encuentra una autoridad: *Geim*, junto con *Alivisatos*, ya mencionado anteriormente. El autor con más centralidad dentro del cluster es *Novoselov*, pero es su mentor *Geim*, quien acumula esta posición de autoridad.

### **4.1.2.3 APLICACIÓN DE NANOMATERIALES EN FOTOELECTRONICA**

El cluster azul está conformado por los autores sobre *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica*.

La fotoelectrónica es una disciplina que se nutre de la fotónica y la electrónica.



Esta, también denominada ciencia de la luz, funciona con corrientes de partículas luminosas; los fotones. La electrónica, por su lado se ocupa de las corrientes de electrones. Si estas se unen, las aplicaciones de la fotoelectrónica pueden aplicarse a Tecnologías para la Información y las Comunicaciones, procesos de fabricación industriales, Ciencias de la Vida e iluminación y *displays*. Así mismo, se identifican otras actividades horizontales como son Seguridad y Sensores, Componentes ópticos y Sistemas, e Investigación básica.

Dentro de este grupo se incluyen *Bard*, *Fujishima*, *Gratzel*, *Hagfeldt*, *Kamat*, *Nazeeruddin*, *O`regan* y *Wang*, J. En específico, los autores de este cluster están relacionados con la investigación fotovoltaica, electro-óptica y mecánica eléctrica.

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Kamat	Prashant V Kamat	University of Texas	0,96	0,006	0,96
Bard	Allen J Bard	University of Texas at Austin	0,88	0,003	0,89
O`regan	Brian O`regan	University of Washington	0,88	0,003	0,89
Wang, J	Joseph Wang	University of California	0,84	0,004	0,86
Fujishima	Akira Fujishima	Kanagawa Academy of Science and Technology	0,82	0,003	0,85
Gratzel	Michael Gratzel	University of Lausanne	0,82	0,004	0,85
Hagfeldt	Anders Hagfeldt	Uppsala University	0,76	0,001	0,80
Nazeeruddin	Mohammad K Nazeeruddin	École Polytechnique Fédérale de Lausanne	0,67	0,001	0,75

**Tabla 11. Medidas de centralidad del cluster de Nanomateriales en fotoelectrónica.**

Entre ellos encontramos valores altos de centralidad, destacar por encima de los demás a *Kamat* con los valores más altos y a *Hagfeldt* y *Fujishima* que, dentro de este cluster, cuentan con los valores más bajos. (Véase tabla 11).

La capacidad de intermediación de este cluster es baja, como muestran sus valores; excepto *Kamat*, que cuenta con el valor mayor, que indica que es a través de él cómo se relaciona el conocimiento de esta línea de investigación con el resto de líneas de manera más clara. También cumplen esta función de intermediación *Wang*, J y *Gratzel* y seguidamente *Bard*. Se aprecia en el cienciograma claramente como son estos autores los que relacionan esta línea con los autores pertenecientes a *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica*, especialmente con la sección del cluster de *Nanoquímica*.

En cuanto a la cercanía, todos los valores son bajos, es decir: seguimos con la dinámica general en la que los autores son independientes para el flujo de información y se cuentan con caminos cortos entre ellos. *Kamat* parece ser el más cercano dentro del grupo y *Nazeeruddin* el más alejado, por este hecho y otras características inherentes a este último autor puede ser considerado como un agujero estructural.

#### 4.1.2.4 FISICA DE LOS NANOMATERIALES

En el cluster amarillo se agrupan los autores de *Física de los nanomateriales*. Esta permite el estudio de propiedades estructurales, dinámicas y electrónicas de nanoestructuras desde el punto de vista de la física. Esto es posible a partir de la mecánica cuántica.

Los autores relacionados con esta investigación son *Baughman*, *Dresselhaus*, *Frisch*, *Iijima*, *Kresse*, *Oliver* y *Perdew*. (Véase tabla 12).

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Iijima	Sumio Iijima	NEC CORP LTD	0,98	0,009	0,98
Dresselhaus	Mildred Dresselhaus	Massachusetts Institute of Technology	0,94	0,007	0,94
Perdew	John P Perdew	Tulane University	0,94	0,008	0,94
Frisch	Michael J Frisch	Gaussian Inc	0,90	0,006	0,91
Kresse	Georg Kresse	Vienna Technical University	0,84	0,005	0,86
Baughman	Ray Henry Baughman	University of Texas	0,82	0,005	0,85
Oliver	Warren C Oliver	Nanomaterials, Inc	0,29	0,000	0,58

Tabla12. Medidas de centralidad del de *Física de los nanomateriales*

*Iijima*, *Dresselhaus*, y *Perdew* se configuran como autores con un grado alto, no solo de su cluster, sino también en la generalidad de la red, mostrando su importancia individual y la de esta línea de investigación. Estos autores son físicos muy relevantes, por ejemplo, encontramos a *Iijima*, descubridor de los nanotubos de carbón.

Dentro de los bajos niveles de intermediación, *Iijima* es el que tiene mayor capacidad para conectar las líneas diferentes así como *Perdew*, *Dresselhaus* y *Baughman*. Básicamente, en este caso, coinciden los autores de más grado con

aquéllos que tienen mayor capacidad de intermediación. Es a partir de los propios autores que generan el conocimiento desde donde se difunde éste de manera directa.

Los valores de cercanía de estos autores son altos, exceptuando a *Oliver*, autor que cuenta con niveles bajos en las tres medidas y por ello también se conforma como un agujero estructural.

*Kresse* y *Frisch* también son agujeros estructurales. En este caso, parece ser que estos autores condensan investigación muy básica a la que puede accederse desde el resto del grupo. En sus investigaciones desarrollan métodos *ab initio* y por ello aparecen cercanos entre sí y separados del resto de autores, puesto que esta rama se vincula fuertemente a la química computacional y no tan estrictamente a la física.

#### **4.1.2.5 NANOBIOLOGÍA Y NANOMEDICINA**

En el cluster morado, aparecen los autores sobre *Nanobiología* y *Nanomedicina*.

La Nanobiología es una disciplina en la frontera entre la nanotecnología y la biotecnología. La convergencia con la biotecnología ofrece a las ciencias biológicas nuevos materiales y herramientas que poseen nuevas características o que mejoran significativamente su funcionamiento. Por otro lado, la biología ofrece a la Nanotecnología oportunidades sin precedentes para explorar, aprender y utilizar nanoestructuras funcionales que son inherentes a los seres vivos.

La definición de Nanobiología abarca el uso de sistemas biológicos como moldes para el desarrollo de nuevos productos de escala nanométrica (fundamentalmente nanodispositivos electrónicos) y la aplicación de herramientas, componentes y procesos de la Nanotecnología a los sistemas biológicos. Esto último se denomina Nanomedicina (Lechuga, 2010).

Los autores relacionados con temas de energía y medio ambientales son *Corma*, *Haruta* y *Liu*. Aquellos relacionados con temas de biomedicina son *Davis*, *Haruta*, *Muller*, *Oberdorster* y *Torchilin*.

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
<i>Davis</i>	Mark E Davis	California Institute of Technology	0,84	0,005	0,86
<i>Corma</i>	Avelino Corma	Universitat Politècnica de València	0,78	0,002	0,82
<i>Liu</i>	Zhuang Liu	Stanford University	0,78	0,004	0,82
<i>Oberdorster</i>	Gunter Oberdorster	University of Rochester	0,76	0,003	0,80
<i>Haruta</i>	Masatake Haruta	Tokyo Metropolitan University	0,74	0,001	0,79
<i>Torchilin</i>	Vladimir P Torchilin	Northeastern University	0,57	0,001	0,70
<i>Muller</i>	RH Muller	Free University of Berlin	0,35	0,000	0,61

**Tabla 13. Medidas de centralidad de Nanobiotecnología y Nanomedicina.**

Todos ellos cuentan con valores altos en las tres medidas, como viene siendo habitual en la red, excepto *Muller* y *Torchilin* que tienen valores muy bajos tanto en grado como en intermediación y algo más elevados en cercanía.

Casi todos los autores de este cluster son agujeros estructurales, parece ser que esta área de la N&N implica un conocimiento más novedoso y en esta zona de la red no están tan asentadas y son más débiles las relaciones entre los autores en comparación con otras áreas más básicas o más desarrolladas, o bien que sus investigaciones no tienen tanta relación a pesar de la interdisciplinariedad de la N&N. Por otro lado, estos nodos abren una posibilidad a nuevas líneas de investigación, mostrando la capacidad de crecimiento de este cluster.

*Davis* si cuenta con valores altos en las tres medidas que se describen para caracterizar el cienciograma. *Liu* también tiene valores altos de intermediación, conecta estas áreas con las demás. En realidad, en cuanto a la intermediación, excepto *Muller*, todos son intermediarios con valores altos, es decir, no muestran interdependencia entre sí, si no la importancia de todos ellos. (Véase tabla 13).

Esta línea de investigación conecta aquéllas que se encuentran a su derecha (*Física de los nanomateriales y Nanomateriales basados en carbono*) con el área que aparece a su izquierda (*Nano-optometría & Nano-optoelectrónica y Nanoquímica*).

### 4.1.3 PORCENTAJES DE LAS MEDIDAS DE CENTRALIDAD POR CLUSTER

Analizando las tres medidas de centralidad en valores relativos a los clusters, encontramos respecto al grado de centralidad que el 30% de los autores con más cocitas se encuentran en el cluster amarillo (*Física de los nanomateriales*) y verde (*Nanomateriales basados en carbono*). En el cluster amarillo el autor con más centralidad es *Īijima*, seguido de *Novoselov*, que pertenece al cluster verde. Ellos representan el conocimiento base de la N&N. El otro 40% corresponde a partes iguales a las líneas de investigación de N&N tecnológicas o destinadas a productos. Los autores con los valores más altos son los productores de los conocimientos básicos de esta disciplina.

*Alivisatos* es el autor con más centralidad de **grado**. Pertenece al cluster de *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica*. El 20% de autores más centrales pertenecen al cluster de *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica*, el autor con valores más elevados dentro de este es *Kamat*. El autor con más grado dentro de *Física de los nanomateriales* es *Īijima* y en *Nanomateriales basados en carbono* es *Novoselov*.

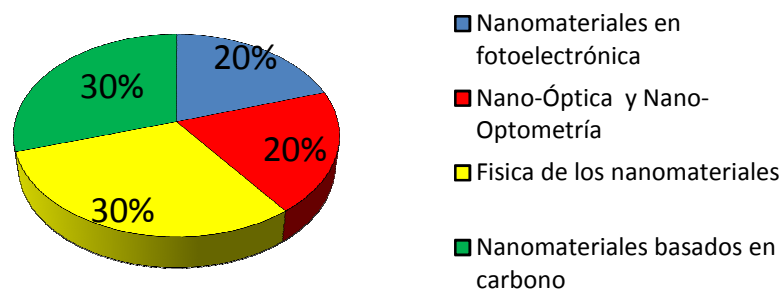


Ilustración 26. Porcentajes de la centralidad de grado de los clusters.

La **intermediación** supone el control de la comunicación frente a otros y su capacidad de restringirla. En la ilustración 27, se observa cómo la mitad de los autores con un valor elevado en cuanto a la intermediación, se encuentran dentro

de la *Física de los nanomateriales*, estos autores son principales en esta ciencia y representan el conocimiento base de esta disciplina seguido de *Nanomateriales en carbono*.

*Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica* y la *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica* son líneas de investigación orientadas a crear productos y consumen información básica de N&N.

Los autores con valores más altos en **intermediación** en cada uno de sus clusters son *Īijima*, *Novoselov*, *Alivisatos* y *Kamat*. Son los mismos autores que detentan los valores más altos dentro de su cluster en cuanto a grado. A continuación se muestra la ilustración 28 para apoyar este comentario.

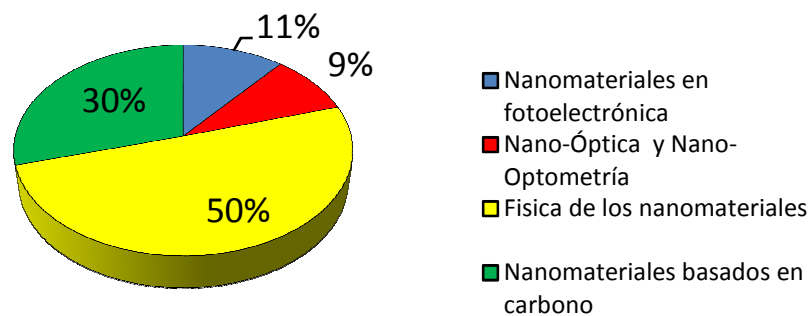


Ilustración 27. Porcentajes de la intermediación de los clusters

La centralidad de **cercanía** representa la distancia mínima entre autores sin apoyarse en intermediarios. Tal vez por ser más especializada o contar con menos desarrollo, no se consume información de *Nanobiotecnología* y *nanomedicina* de la misma manera que de otras líneas. *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica* es una línea tecnológica dirigida a productos y, consume información de las áreas básicas de N&N (*Nanoquímica*, *Física de los nanomateriales* y *Nanomateriales basados en carbono*) y también consume información de *Nano-óptica & nano-optometría*, a la que se vincula estrechamente. Nuevamente repiten autores con valores más elevados en centralidad de cercanía *Īijima*, *Alivisatos*, *Kamat* y *Corma* (Véase ilustración 28).

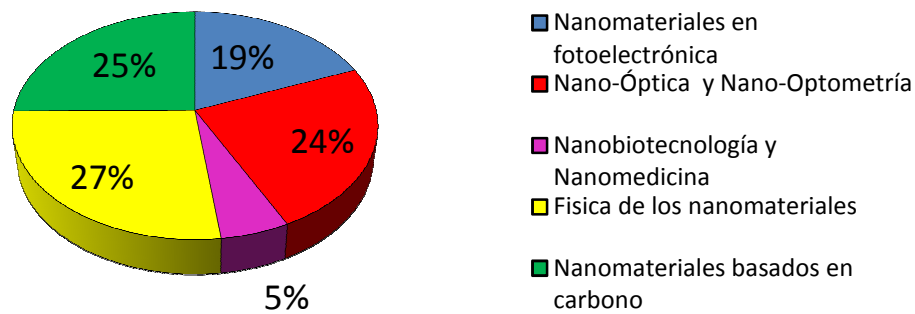


Ilustración 28. Porcentajes de la cercanía de los clusters

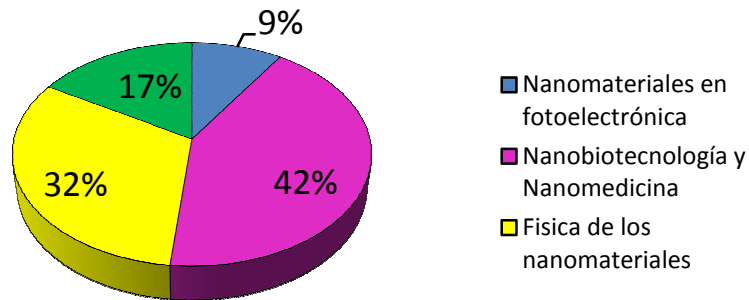
En cuanto a **agujeros estructurales**, la línea de investigación menos desarrollada o más joven es *Nanobiotecnología y Nanomedicina*, puesto que aquí se encuentra el número mayor de agujeros estructurales. *Física de los nanomateriales* también cuenta con el mayor número de autores que representan agujeros estructurales. En este caso, estos autores han desarrollado el conocimiento más básico para la N&N. Según líneas de investigación encontramos a *Liu, Frisch, Son, y Hagfeldt*. En la ilustración 29 aparecen las líneas de investigación referentes a los agujeros estructurales.

Los agujeros estructurales pertenecientes al cluster morado corresponden a autores que investigan sobre nuevo conocimiento dentro de su área excepto *Haruta*, en quien recae la carga de conocimiento más consolidado dentro de esta línea. Lo mismo que a *Haruta*, le acontece a *Frisch (Física de los nanomateriales)*, En su cluster también aparecen varios agujeros estructurales junto a él; *Kresse y Oliver*.

En el cluster verde se encuentra *Son*, que además de ser agujero estructural cuenta con baja cercanía y *Ferrari*, en el que recae este papel por ostentar conocimiento base sobre el grafeno en su cluster.

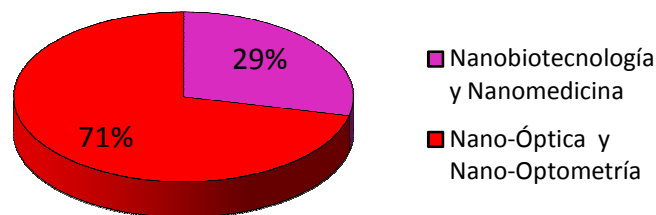
En el cluster azul tan solo *Hagfeldt* se configura como agujero estructural junto con *Nazeerudin*. En el cienciograma se les ve alejados del resto de vértices. La investigación a la que se dedican es de surgimiento de nuevo conocimiento.

Únicamente, en el cluster rojo (*Nano-optometría & Nano-optoelectrónica y Nanoquímica*) no hay agujeros estructurales. De esta manera muestra que esta línea de investigación esta muy asentada.



**Ilustración 29. Porcentajes de la agujeros estructurales de los clusters**

En cuanto a concentradores o hubs, estos se acumulan en la línea más estable (*Nano-optometría & Nano-optoelectrónica y Nanoquímica*) y en la menos estable (*Nanobiotecnología y Nanomedicina*). En el primer caso, el hecho de que esta línea de investigación cuente con tantos concentradores es señal de la importancia de los autores de este cluster. En el segundo caso, parece indicar que la línea de investigación no esta tan asentada. (Véase Ilustración 30).



**Ilustración 30. Porcentajes de los concentradores de los clusters**



## 4.2 TEST QUADRATIC ASSIGNMENT PROCEDURE(QAP)

Tras este análisis de la red de N&N correspondiente a las cocitaciones de 2012, se lleva a cabo el test que definirá qué red webométrica tiene más relación con la bibliométrica, que, evidentemente, se toma como referencia para el resto de cienciogramas.

Esta operación responde a uno de los objetivos de la tesis y es necesaria para la posterior intersección de los cienciogramas bibliométrico y webométrico.

En la tabla 14 se muestran los valores de la correlación entre la red bibliométrica y las 4 redes webométricas. También se compara la red bibliométrica con una fusión de las redes webométricas por si esta nueva red contuviera información más correlacionada con la red bibliométrica.

El resultado del test indica que la red webométrica con mayor correlación respecto a la bibliométrica es la segunda, que corresponde a las sentencias de búsqueda construidas de esta manera:

- "nombre" "apellido" "universidad" -site: universidad

Por ejemplo: "Michael" "Gratzel" "University of Lausanne" - site: <http://ipi.epfl.ch/graetzel>

	RED BIBLIOMETRICA	
	QAP CORRELACIONES	QAP P-VALOR
RED BIBLIOMETRICA	1	0
RED WEBMETRICA1	0,048	0,111
RED WEBMETRICA2	0,084	0,014
RED WEBMETRICA3	0,023	0,037
RED WEBMETRICA4	0,036	0,143
FUSION REDES WEBMETRICAS	0,046	0,063

Tabla 14. Resultados del test QAP

Respecto al número de nodos de las diferentes redes web, se observa que en la primera los autores conectados son 46; 48 en la segunda; 34 en la tercera y 41 en la cuarta. En la red fusión de las anteriores encontramos 50 vértices. De esto, podemos deducir que para este caso, no es determinante el número de nodos para la correlación con la red bibliométrica.

Se muestran a continuación los cienciogramas de las redes webométricas que no obtuvieron correlación tan alta como la número 2.

El siguiente cienciograma corresponde a las búsquedas correspondiente con la primera tipología explicada en el capítulo de Materiales y método, concretamente en el apartado 3.6.2. Este tipo corresponde a: "nombre" "apellido" "departamento/laboratorio" -site:universidad

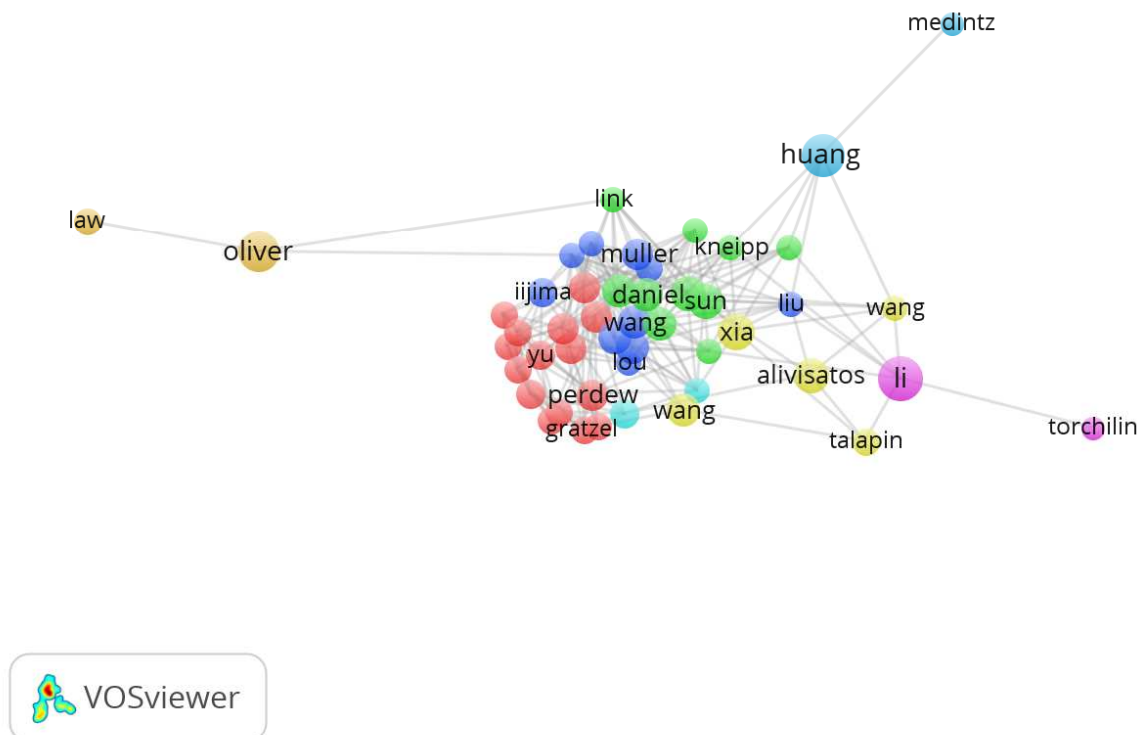


Ilustración 31. Cienciograma web de las búsquedas tipo 1.

Seguidamente se muestra el cienciograma construido con las sentencias de búsqueda tipo 3, construidas de esta forma: “apellido” “departamento/laboratorio”-site: universidad/laboratorio

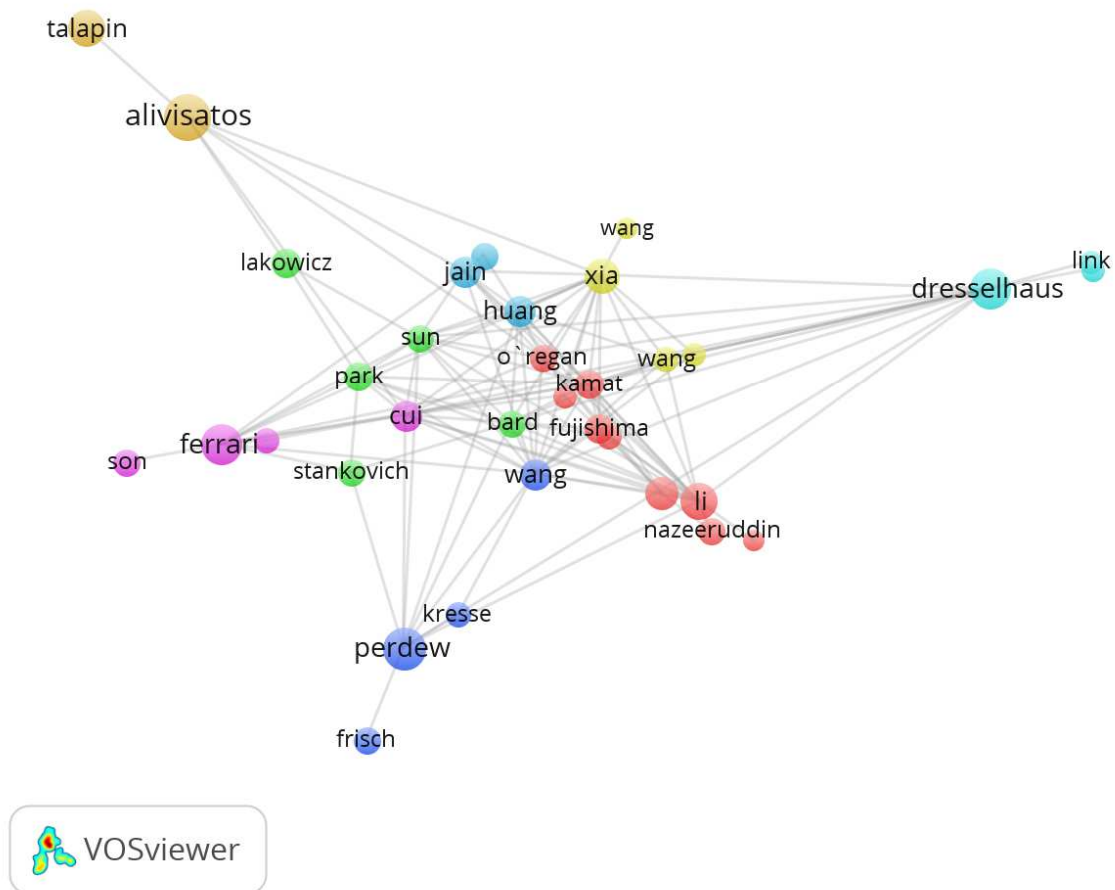


Ilustración 32. Cienciograma web de las búsquedas tipo 3.

La última tipología de búsquedas realizadas es “apellido”-“universidad”-site: universidad. Este es el cienciograma resultado.

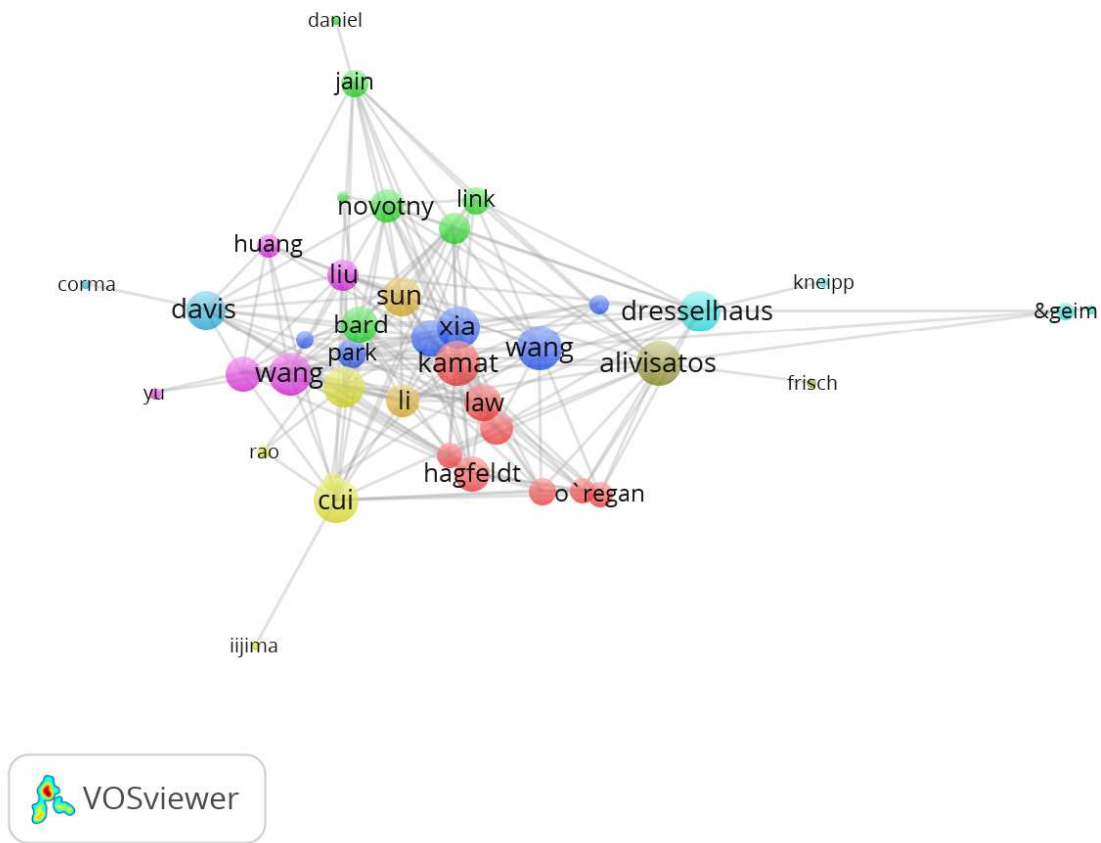


Ilustración 33. Cienciograma web de las búsquedas tipo 4.

Se han fusionado las redes webométricas en una sola por si contuviera información muy correlacionada con la bibliométrica, pero el resultado ha sido negativo. Se muestra el cienciograma correspondiente a la fusión:

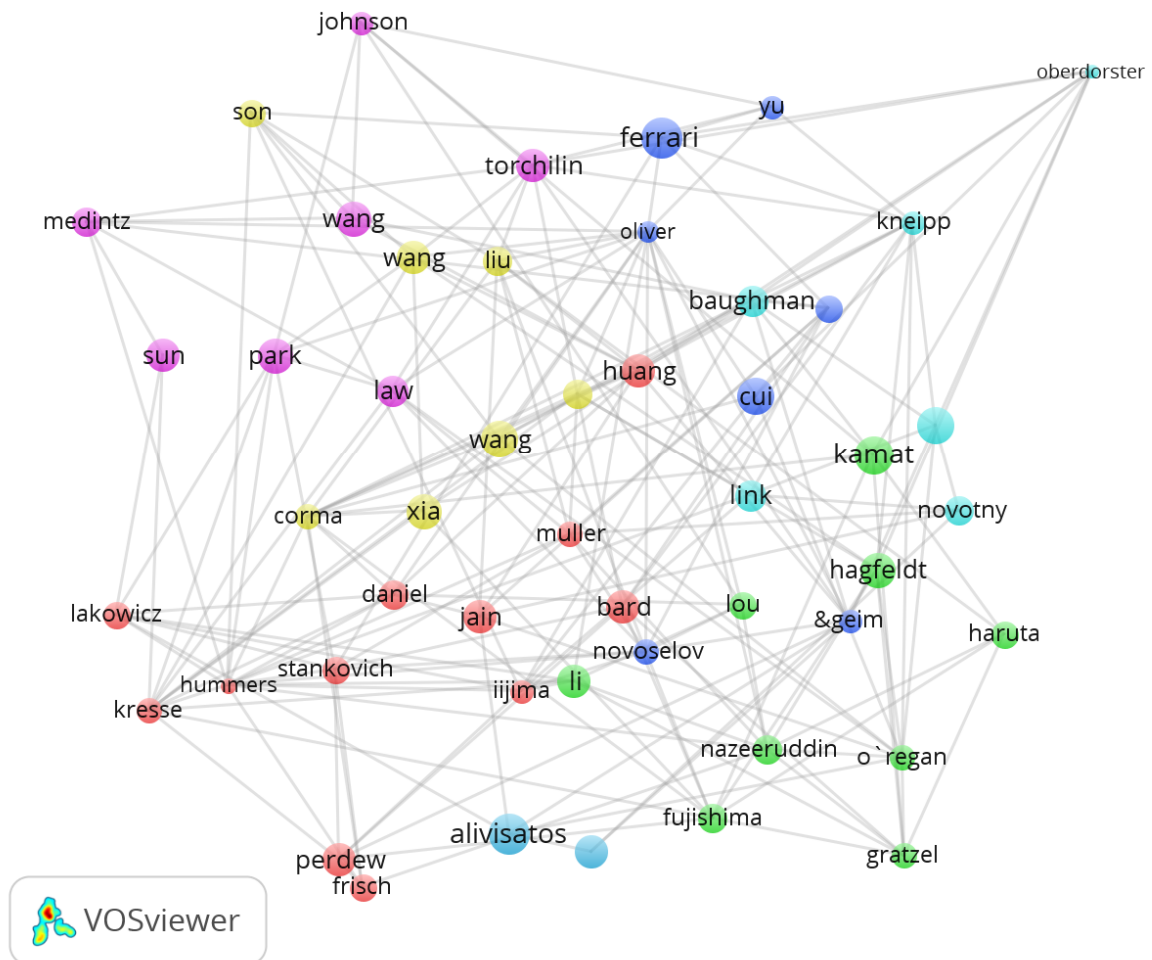


Ilustración 34. Cienciograma web de la fusión de redes webométricas.

## 4.3 CIENCIOGRAMA WEBMÉTRICO

En razón de los resultados del análisis del Proceso de Asignación Cuadrática (QAP), la red webométrica que más relación guarda con la bibliométrica es la que corresponde con la segunda tipología de búsquedas web: “nombre”

“apellido”-universidad”-site: universidad. Se muestra el cienciograma en la ilustración 35.

*Hummers* y *Oberdorster* parecen no tener vinculación desde el punto de vista de las comenciones web con el resto de autores. Así pues, el número de autores que se representan quedan reducidos a 48. La red cuenta con 852 líneas.

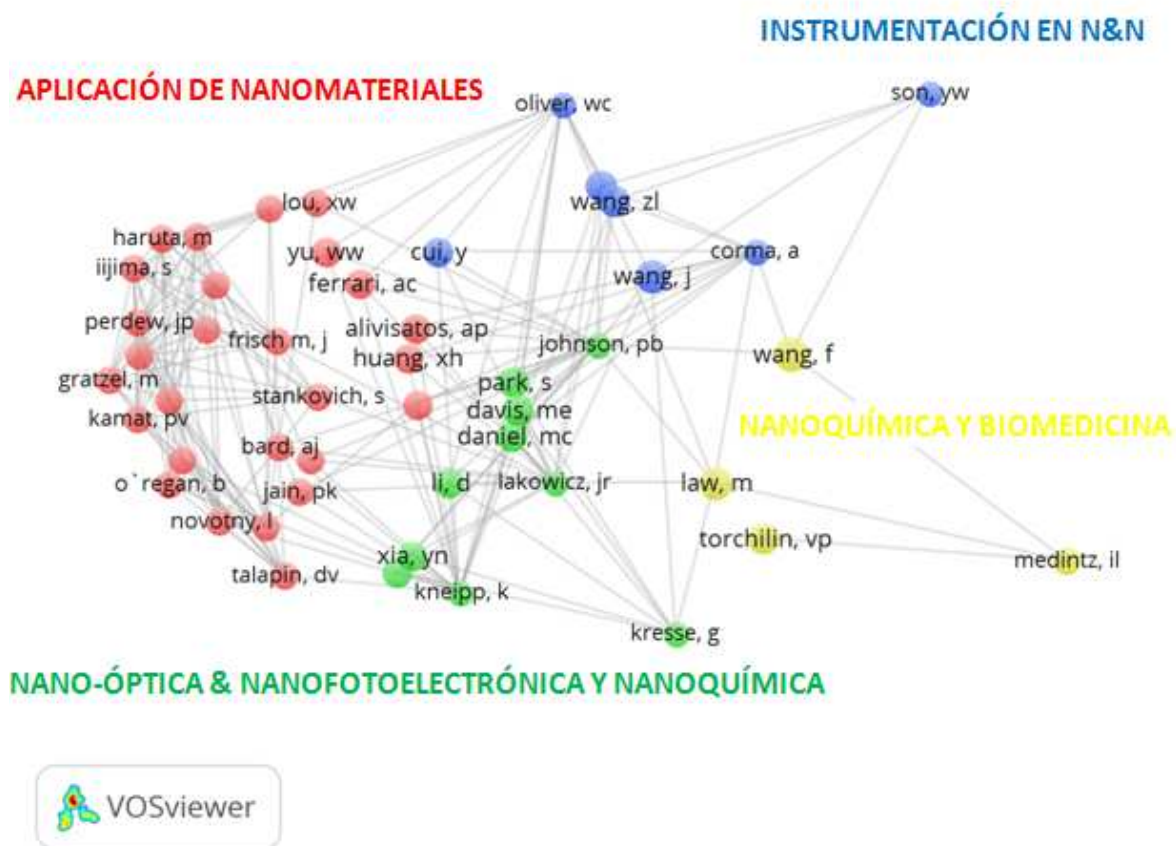


Ilustración 35. Cienciograma web con mayor correlación con el cienciograma bibliométrico.

Para este cienciograma se observan 4 clusters diferentes que corresponden con:

- *Aplicación de nanomateriales* (cluster rojo)
- *Instrumentación en N&N* (cluster azul)
- *Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica* (cluster verde)

- *Nanoquímica y Biomedicina*(cluster amarillo)

A continuación se muestra la tabla 15 con la pertenencia de los autores a los clusters webométricos.

AUTOR	CIENCIOGRAMA WEBMÉTRICO	AUTOR	CIENCIOGRAMA WEBMÉTRICO
Baughman	Aplicación de nanomateriales	Alivisatos	Aplicación de nanomateriales
Dresselhaus	Aplicación de nanomateriales	Talpin	Aplicación de nanomateriales
Frisch	Aplicación de nanomateriales	Yu	Aplicación de nanomateriales
Iijima	Aplicación de nanomateriales	Oliver	Instrumentación en N&N
Perdew	Aplicación de nanomateriales	Liu	Instrumentación en N&N
Muller	Aplicación de nanomateriales	Corma	Instrumentación en N&N
Haruta	Aplicación de nanomateriales	Son	Instrumentación en N&N
Ferrari	Aplicación de nanomateriales	Wang, ZL	Instrumentación en N&N
Geim	Aplicación de nanomateriales	Cui	Instrumentación en N&N
Novoselov	Aplicación de nanomateriales	Wang, J	Instrumentación en N&N
Rao	Aplicación de nanomateriales	Kresse	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica
Stankovich	Aplicación de nanomateriales	Davis	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica
Fujishima	Aplicación de nanomateriales	Li	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica
Gratzel	Aplicación de nanomateriales	Park	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica
Hagfeldt	Aplicación de nanomateriales	Daniel	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica
Nazeeruddin	Aplicación de nanomateriales	Johnson	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica
O'regan	Aplicación de nanomateriales	Kneipp	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica
Bard	Aplicación de nanomateriales	Lakowicz	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica
Kamat	Aplicación de nanomateriales	Sun	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica
Huang	Aplicación de nanomateriales	Xia	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica
Jain	Aplicación de nanomateriales	Torchilin	Nanoquímica y Biomedicina
Link	Aplicación de nanomateriales	Law	Nanoquímica y Biomedicina
Lou	Aplicación de nanomateriales	Medintz	Nanoquímica y Biomedicina
Novotny	Aplicación de nanomateriales	Wang, F	Nanoquímica y Biomedicina

Tabla 15. Clusters del cienciograma webométrico

### 4.3.1 MEDIDAS DE CENTRALIDAD GENERALES DEL CIENCIOGRAMA

Se presenta la tabla 16 en la que se exponen las medidas de centralidad de grado de los autores de N&N en la web.

AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO
Law	0,94	Alivisatos	0,88	Baughman	0,82	Iijima	0,73	Kneipp	0,49
Wang, ZL	0,94	Ferrari	0,88	Dresselhaus	0,82	Muller	0,73	Johnson	0,43
Daniel	0,92	Huang	0,88	O'regan	0,82	Nazeeruddin	0,73	Lakowicz	0,39
Davis	0,92	Sun	0,88	Geim	0,80	Perdew	0,71	Oliver	0,27
Liu	0,92	Xia	0,88	Kamat	0,80	Stankovich	0,71	Corma	0,24
Park	0,92	Bard	0,86	Novoselov	0,78	Talpin	0,69	Kresse	0,16
Wang, J	0,92	Jain	0,86	Gratzel	0,76	Torchilin	0,69	Son	0,08
Cui	0,90	Link	0,86	Novotny	0,76	Hagfeldt	0,67	Medintz	0,06
Li	0,90	Yu	0,86	Rao	0,76	Haruta	0,67		
Wang, F	0,90	Lou	0,84	Frisch	0,73	Fujishima	0,65		

Tabla 16. Medidas web de grado de los autores de N&N.

La **densidad** de la red es de 0,70, es una red densa, por tanto existen bastantes enlaces entre los autores. Tal y como ocurre en la red bibliométrica.

La transitividad nos proporciona la idea de como la información por estos enlaces o líneas. El valor de **transitividad** es de 0,90; así pues la información fluye fácilmente y los vértices más distantes son *Stankovich* y *Kresse* cuya distancia es 2.

El **grado** de toda la red es de 34,08, siendo un número alto, aunque no tanto como en el cienciograma bibliométrico. Sin embargo la centralidad de grado de la red es baja, cuenta con un 0,253 de manera parecida al cienciograma bibliométrico.

El coeficiente de **intermediación** medio de la red es de 0,0226. El valor indica que son pocos los autores que ostentan el papel de conectar unos autores con otros, (véase tabla 17). Así pues es rápido llegar de unas partes a otras de la red y los autores no son dependientes entre sí. Sus investigaciones llegan directamente al resto de la red de autores, otra muestra más de la interdisciplinariedad de la N&N y de la importancia parecida de este conjunto de autores.

AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN
Law	0,027	Cui	0,008	Jain	0,003	Rao	0,001	Coma	0
Wang, F	0,026	Sun	0,007	Link	0,003	Gratzel	0,001	Johnson	0
Wang, ZL	0,021	Xia	0,007	Geim	0,002	Talapin	0,001	Kneipp	0
Liu	0,017	Alvisatos	0,006	Dresselhaus	0,001	Nazeeruddin	0	Kresse	0
Wang, J	0,017	Huang	0,006	O' regan	0,001	Iijima	0	Lakowicz	0
Daniel	0,012	Ferrari	0,005	Frisch	0,001	Muller	0	Medintz	0
Davis	0,012	Yu	0,004	Novotny	0,001	Perdew	0	Oliver	0
Park	0,012	Baughman	0,004	Stankovich	0,001	Hagfeldt	0	Son	0
Li	0,009	Lou	0,003	Kamat	0,001	Fujishima	0		
Torchilin	0,009	Bard	0,003	Novoselov	0,001	Haruta	0		

**Tabla 17. Medidas web de intermediación de los autores de N&N.**

Los valores de cercanía varían entre el 0,94 y el 0,49. Todos los autores están muy bien relacionados por los caminos más eficientes, (véase tabla 18), demostrando que el conocimiento por los caminos más cortos y efectivos.



AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA
Law	0,94	Alvisatos	0,88	Baughman	0,84	Iijima	0,78	Kneipp	0,64
Wang, ZL	0,94	Ferrari	0,88	Dresselhaus	0,84	Muller	0,78	Johnson	0,62
Daniel	0,92	Huang	0,88	O'regan	0,84	Nazeeruddin	0,78	Lakowicz	0,60
Davis	0,92	Sun	0,88	Geim	0,82	Perdew	0,76	Oliver	0,56
Liu	0,92	Xia	0,88	Kamat	0,82	Stankovich	0,76	Corma	0,55
Park	0,92	Bard	0,87	Novoselov	0,81	Talpin	0,75	Kresse	0,52
Wang, J	0,92	Jain	0,87	Gratzel	0,79	Torchilin	0,75	Son	0,50
Cui	0,90	Link	0,87	Novotny	0,79	Hagfeldt	0,74	Medintz	0,50
Li	0,90	Yu	0,87	Rao	0,79	Haruta	0,74		
Wang, F	0,90	Lou	0,85	Frisch	0,78	Fujishima	0,73		

**Tabla 18. Medidas web de cercanía de los autores de N&N.**

Los valores y la caracterización de la red son bastante parecidos a los del cienciograma bibliométrico; un poco más bajos debido a que la información es menor a nivel de menciones web que la que encontramos en WoS.

A continuación, descendemos a un nivel micro, para continuar con la caracterización de la red de manera general.

Todos los autores son muy mencionados, y el peso de la información está distribuido y no aparecen autores centrales con una periferia alrededor en el cienciograma.

Los autores más enlazados son *Law* y *Wang J*, seguidos por *Daniel*, *Davis*, *Liu*, *Park*, *Wang, ZL*

En cuanto a la intermediación, aunque con valores muy bajos y parecidos, la ocupan *Law*, *Wang, F*, *Wang, J*, y *Liu*. Estos autores aparecen en el centro del cienciograma en línea vertical, conectan la parte derecha e izquierda del mismo. En la zona derecha del cienciograma aparecen muchos menos autores y están peor relacionados que el resto, que están más cercanos y comparten la parte más densa de la red.

Para hacernos una idea, los valores de **cercanía** a nivel micro, varían desde el más alto que es 0,94 de *Law* y *Wang, F*, *Wang, J* y *Liu*, hasta 0,49 de *Medintz*. Esto significa que, cuatro autores destacan en cuanto a caminos mínimos. El valor más bajo está por encima de la media, lo que nos lleva a decir que se aprovechan al

máximo las rutas mínimas que hay entre todos los autores para la difusión de la información

Todos los autores tienen valores altos en referencia a los **agujeros estructurales**. La red, aunque con valores altos en densidad, en algunas zonas es muy frágil y podría romperse si faltase uno de los autores. Destacar a *Novotny* con el valor más bajo (0,5), (véase tabla 19).

AUTOR	AGUJERO ESTRUCTURAL	AUTOR	AGUJERO ESTRUCTURAL	AUTOR	AGUJERO ESTRUCTURAL	AUTOR	AGUJERO ESTRUCTURAL	AUTOR	AGUJERO ESTRUCTURAL
Stankovich	1	Torchilin	1	Hagfeldt	1	Iijima	0,93	Alivisatos	0,77
Geim	1	Fujishima	1	Kamat	1	Davis	0,77	Novotny	0,50
Kresse	1	Lakowicz	1	Gratzel	1	Wang, J	0,77	Wang, F	0,11
Perdew	1	Medintz	1	Muller	0,93	Xia	0,77	Cui	0,11
Novoselov	1	Oliver	1	Bard	0,93	Daniel	0,77	Baughman	0,11
Lou	1	Johnson	1	Yu	0,93	Ferrari	0,77	Dresselhaus	0,11
Corma	1	Talpin	1	Link	0,93	Huang	0,77	Li	0,11
Wang, ZL	1	Law	1	Frisch	0,93	Sun	0,77	O'regan	0,11
Kneipp	1	Rao	1	Jain	0,93	Liu	0,77		
Haruta	1	Son	1	Nazeeruddin	0,93	Park	0,77		

Tabla 19. Valores web de los agujeros estructurales

Con valores muy bajos aparecen estos 10 hubs o **concentradores**, (véase tabla 20). Estos vértices son aquellos que enlazan con autoridades. No perdamos la perspectiva de los valores bajos que estos tienen. Estos son *WangZl*, *Davis*, *Liu*, *Wang, F*, *Wang, J*, *Law*, *Medintz*, *Park*, *Torchilin* y *Daniel*, (véase tabla20).

AUTOR	CONCENTRADOR	AUTOR	CONCENTRADOR	AUTOR	CONCENTRADOR	AUTOR	CONCENTRADOR	AUTOR	CONCENTRADOR
Kresse	1	Wang, ZL	0,804	Huang	0,865	Torchilin	0,929	Talpin	0,970
Corma	1	Liu	0,804	Alivisatos	0,865	Dresselhaus	0,938	Nazeeruddin	0,971
Kneipp	1	Davis	0,808	Ferrari	0,866	O'regan	0,938	Hagfeldt	0,977
Lakowicz	1	Daniel	0,808	Yu	0,887	Frisch	0,940	Muller	0,978
Medintz	1	Park	0,808	Bard	0,894	Novotny	0,952	Iijima	0,978
Oliver	1	Wang, F	0,812	Link	0,894	Kamat	0,957	Perdew	0,978
Johnson	1	Li	0,834	Jain	0,894	Stankovich	0,960	Fujishima	0,984
Son	1	Cui	0,838	Baughman	0,899	Novoselov	0,960	Haruta	0,985
Law	0,775	Xia	0,860	Lou	0,904	Rao	0,964		
Wang, J	0,776	Sun	0,860	Geim	0,927	Gratzel	0,964		

Tabla 20. Valores web de los concentradores

## 4.3.2 MEDIDAS DE CENTRALIDAD POR LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

### 4.3.2.1 APLICACIÓN DE NANOMATERIALES

En este cluster encontramos 37 autores: *Alivisatos, Cui, Daniel, Huang, Jain, Johnson, Kneipp, Lakowicz, Law, Link, Lou, Medintz, Novotny, Sun, Talapin, Wang F, Wang ZL, Xia, Yu., Ferrari, Bard, Baughman, O`regan, Dresselhaus, Geim, Kamat, Novoselov, Rao, Gratzel, Frisch, Nazeeruddin, Iijima, Muller, Stankovich, Perdew, Talapin, Hagfeldt, Haruta, Fujishima*. Encontramos sus medidas de centralidad en la tabla 21.

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Alivisatos	Paul Alivisatos	University of California, Berkeley	0,88	0,0056	0,8847
Huang	Xiaohua Huang	Georgia Institute of Technology	0,88	0,0056	0,8847
Ferrari	Andrea C Ferrari	University of Cambridge	0,88	0,0053	0,8847
Yu	William W Yu	Rice University	0,86	0,0042	0,8677
Bard	Allen J Bard	University of Texas at Austin	0,86	0,0033	0,8677
Jain	Prashant K. Jain	University of Illinois	0,86	0,0033	0,8677
Link	Stephan Link	Rice University	0,86	0,0033	0,8677
Lou	Xiong Wen (David) Lou	National University of Singapore	0,84	0,0035	0,8513
Baughman	Ray Henry Baughman	University of Texas	0,82	0,0037	0,8356
O`regan	Brian O`regan	University of Washington	0,82	0,0014	0,8356
Dresselhaus	Mildred Dresselhaus	Massachusetts Institute of Technology	0,82	0,0014	0,8356
Geim	Andre Konstantin Geim	University of Nottingham	0,80	0,0025	0,8204
Kamat	Prashant V Kamat	University of Texas	0,80	0,0009	0,8204
Novoselov	Konstantin Novosiolov	University of Manchester	0,78	0,0008	0,8057
Novotny	Lukas Novotny	University of Rochester	0,76	0,0010	0,7916
Rao	CN Ramachandra Rao	Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research	0,76	0,0007	0,7916
Gratzel	Michael Gratzel	University of Lausanne	0,76	0,0006	0,7916
Frisch	Michael J Frisch	Gaussian Inc	0,73	0,0013	0,7779
Nazeeruddin	Mohammad K Nazeeruddin	École Polytechnique Fédérale de Lausanne	0,73	0,0005	0,7779
Iijima	Sumio Iijima	NEC CORP LTD	0,73	0,0004	0,7779
Muller	RH Muller	Free University of Berlin	0,73	0,0004	0,7779
Stankovich	Shasha Stankovich	Northwestern University	0,71	0,0009	0,7647
Perdew	John P Perdew	Tulane University	0,71	0,0003	0,7647
Talapin	Dimitri Talapin	University of Chicago	0,69	0,0005	0,7520
Hagfeldt	Anders Hagfeldt	Uppsala University	0,67	0,0003	0,7397
Haruta	Masatake Haruta	Tokyo Metropolitan University	0,67	0,0002	0,7397
Fujishima	Akira Fujishima	Kanagawa Academy of Science and Technology	0,65	0,0002	0,7277

Tabla 21. Medidas web de centralidad de Aplicación de nanomateriales

Es el cluster mayoritario en cuanto a número de nodos. En general, tiene valores altos de centralidad de **grado**, y valores medios o bajos en cuanto a **intermediación**, porque no hay mucha dependencia entre unos y otros. Los autores son muy comencionados en la web aunque menos que en el resto de

clusters. Hay suficientes caminos a distancia geodésica como muestran los valores altos de **cercanía**.

El autor más representativo de este cluster es *Alivisatos*, detentando los valores más altos de las tres medidas de centralidad. *Huang* y *Ferrari* siguen de cerca los valores de *Alivisatos*. Por el contrario, *Fujishima* y *Haruta* tienen los valores más bajos dentro del cluster, sin mucha diferencia respecto a los más altos.

#### 4.3.2.2 NANO-ÓPTICA & NANOFOTOELECTRÓNICA Y NANOQUÍMICA

En este cluster encontramos 10 autores, *Daniel*, *Davis*, *Kresse*, *Lakowicz*, *Johnson*, *Kneipp*, *Sun*, *Xia*, *Li* y *Park*, (véase la tabla 22).

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Daniel	Marie Christine Daniel	University of Maryland	0,92	0,012	0,92
Davis	Mark E Davis	California Institute of Technology	0,92	0,012	0,92
Park	Sungjing Park	Northwestern University	0,92	0,012	0,92
Li	Dan Li	University of Washington	0,90	0,009	0,90
Sun	Yugang Sun	University of Washington	0,88	0,007	0,88
Xia	Younan Xia	University of Washington	0,88	0,007	0,88
Kneipp	Peter B Johnson	National Isotope Centre	0,49	0	0,64
Johnson	Peter B Johnson	National Isotope Centre	0,43	0	0,62
Lakowicz	Joseph R Lakowicz	University of Maryland at Baltimore	0,39	0	0,60
Kresse	Georg Kresse	Vienna Technical University	0,16	0	0,52

Tabla 22. Medidas de centralidad de Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica

*Daniel* presenta valores muy altos en grado y cercanía, no así en intermediación.

A excepción de tres de ellos, los valores de centralidad de grado son muy altos y la intermediación es muy baja; aparecen 4 autores con 0 en el valor de esta medida de centralidad. Referido a la cercanía, todos menos *Kresse* tienen valores

muy altos. Este autor, estudioso del magnetismo, parece necesitar de caminos más largos para conectarse a otros autores.

Así pues, hay tres autores muy comencionados (*Daniel* -nanoquímica, *Davis* -biomedicina y *Park* –nano-optoelectrónica), pero dentro del cluster nadie ostenta valores altos de intermediación, lo que muestra que la información fluye por el cluster con independencia entre autores y puesto que la cercanía es alta, con distancias geodésicas o relaciones directas y caminos cortos.

Se conforma de manera parecida al cluster de *Aplicación de nanomateriales* aparecido en el cienciograma bibliométrico. Sin embargo, se presenta en una situación más central; cuenta con valores más altos de intermediación que el cluster anterior y agrupa nodos con alto grado.

#### 4.3.2.3 INSTRUMENTACIÓN Y PRODUCTOS EN N&N

En este cluster los valores de grado son altos exceptuando a 3 de los 10 autores que lo conforman. Estos tres autores son: *Son*, *Oliver* y *Corma*. El resto de autores del cluster son *Wang, J*, *Wang, ZL*, *Liu*, y *Cui*, como se puede comprobar en la tabla 23. *Cui* se ocupa de baterías, las investigaciones de *Liu* tienen carácter medio ambiental, *Wang, ZL* estudian nanoingeniería y *Wang, J*, piezoelectricidad y energía. De energía también se ocupa *Corma* y *Oliver* del desarrollo de las técnicas y equipos de nanoindentadores.

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Wang, ZL	Zhong Lin Wang	Georgia Institute of Technology	0,94	0,021	0,94
Liu	Zhuang Liu	Stanford University	0,92	0,017	0,92
Wang, J	Joseph Wang	University of California	0,92	0,017	0,92
Cui	Yi Cui	Stanford University	0,90	0,008	0,90
Oliver	Warren C Oliver	Nanomaterials, Inc	0,27	0,000	0,56
Corma	Avelino Corma	Universitat Politècnica de València	0,24	0,000	0,55
Son	Young Woo Son	Korea Institute for Advanced Study	0,08	0,000	0,50

Tabla 23. Medidas de centralidad de Técnicas de fabricación de nanomateriales

En cuanto a la capacidad de intermediación, cuentan con valores muy bajos, 3 de estos autores cuentan con valor 0, los valores de cercanía que representa este cluster son medios y altos.

Los autores que parecen más desconectados de este cluster corresponden con los que tienen menor grado y sin potencial de intermediación por sus posiciones alejadas. Sin embargo, parecen ser capaces de conservar una cercanía media, y aprovechar de una manera efectiva las líneas para la comunicación. Es en este cluster en el que encontramos los autores con mayor intermediación, aunque con valores bajos.

De manera parecida a lo ocurrido en el cluster anterior, hay autores muy comencionados (excepto *Son*, *Oliver* y *Corma*) y la información fluye por el cluster entre autores sin mucha dependencia entre ellos y con distancias geodésicas y caminos cortos.

Como autor representativo de esta línea de investigación debido a contar con los valores altos en las tres medidas de centralidad es *Wang*, ZL. Este autor se ha dedicado a estudios en síntesis de nanomateriales y sus aplicaciones en energía y biomedicina. Es el líder de la investigación en ZnO y el pionero en piezo-electrónica y piezo-fotoelectrónica, que permite desarrollar productos tecnológicos.

#### **4.3.2.4 NANOQUÍMICA Y BIOMEDICINA**

Es el cluster en que se recogen menos autores: *Law*- química, *Medintz*- bioquímica, *Wang*, F- fotoelectrónica y *Torchilin* –nanobiomedicina, (véase tabla 24).

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Law	Matt Law	University of California	0,94	0,027	0,94
Medintz	Igor I Menditz	De Gruyter Open	0,06	0	0,50
Torchilin	Vladimir P Torchilin	Northeastern University	0,69	0,009	0,75
Wang F	Feng Wang	City University of Hong Kong	0,90	0,026	0,90

**Tabla 24. Medidas de centralidad de Nanoquímica y Biomedicina**

En cuanto a grado de centralidad de estos autores, cuentan con valores medios y muy altos; por el contrario, *Medintz* cuenta con valores extremadamente bajos. Los valores de intermediación son muy bajos y los de cercanía son altos excepto, nuevamente, *Medintz*. Son autores muy comencionados en la web y cuentan con un número considerable de distancias geodésicas en la red o caminos cortos e independencia entre los autores, puesto que su intermediación es baja.

*Law* es el representante del cluster con valores altos en grado y cercanía y no así en intermediación. Nuevamente un autor de *Nano-óptica & Nano-optoelectrónica y Nanoquímica*, según el cienciograma bibliométrico, es el más representativo del cluster. Específicamente estudia nanomateriales como los polímeros, energía solar y física y química, etc.

*Medintz* cuenta con valores muy bajos dentro del cluster y prácticamente en la red, se localiza muy apartado en el cienciograma. Casi no tiene comenciones web.

Estos autores se localizan a la derecha del cienciograma, dos de ellos ostentan buena posición en grado, y, aunque no están mal comunicados, si están algo apartados porque no están tan relacionados, como puede verse en la baja densidad de esta parte de la red.

### **4.3.3 REPRESENTATIVIDAD DE LOS CLUSTERS BIBLIOMÉTRICOS EN EL CIENCIOGRAMA WEBMÉTRICO**

Con el fin de denominar los cluster aparecidos en este cienciograma, relacionarlos y compararlos con las líneas de investigación presentadas en el cienciograma bibliométrico, se resalta el porcentaje perteneciente a las líneas de investigación aparecidas en el análisis bibliométrico en cada cluster webométrico.

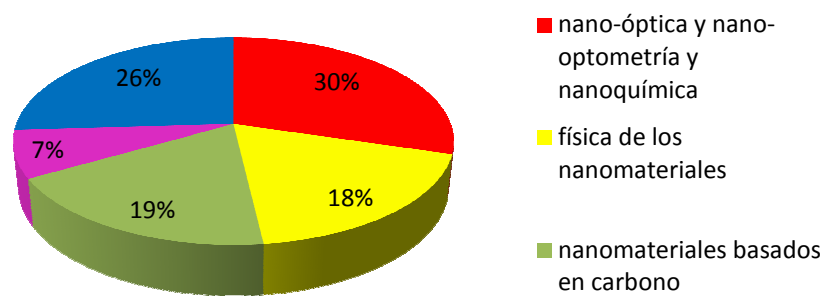
A continuación, se muestran los gráficos de sectores que muestran los porcentajes de las líneas de investigación de los cluster bibliométricos representadas en los cluster webométricos. Se respetan los colores de la ilustración 25 del cienciograma bibliométrico para facilitar la visualización y comprensión de los gráficos. También en el apartado 5.5. se muestra una tabla resumen, en la que aparecen los autores y la denominación de las líneas de investigación a las que pertenecen según cienciograma.

#### **4.3.3.1 APLICACIÓN DE NANOMATERIALES**

La agrupación de estos clusters web no coincide exactamente con la aparecida en el cienciograma bibliométrico, pero no se encuentran muy alejados y es posible determinar algún patrón que explique estas diferencias.

Se comenta el cluster de *Aplicación de nanomateriales*.





**Ilustración 36. Representatividad de las líneas de investigación del sciograma webométrico en Aplicación de nanomateriales**

Mayoritariamente, encontramos representados a los autores de la línea de investigación de *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica*, y posteriormente de *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica*. Aquellos autores relacionados con *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica* son los mayoritarios en todos los cluster del análisis web. Parecen haberse disgregado por todos ellos siendo muy representativos. Se pueden consultar los porcentajes en la ilustración 36.

La investigación base representada por el cluster amarillo (*Física de los nanomateriales*) y el verde (*Nanomateriales basados en carbono*) está aquí mezclada con líneas de investigación tecnológicas u orientadas a productos. Se difumina la división entre estas. También hay una representación pequeña del resto de cluster bibliométricos.

Los autores más representativos en la red bibliométrica se encuentran en este cluster.

El máximo de autores que corresponden a la línea de investigación de *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica* y el autor más representativo es *Alivisatos*, que pertenece a nanoquímica. Ya se ha mencionado que los autores de *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica* quedan disgregados en los clusters webométricos. Así que, teniendo esto en cuenta y puesto que en este cluster se ve reflejado el trabajo de los autores relacionados con Nanomateriales y su aplicación, así quedará denominado.

Se encuentran autores que han descubierto nanomateriales, como *Iijima* y *Novoselov* y otros autores dedicados a la utilización de nanomateriales en temas de energía como es el caso de *O'organ*, que pertenece al cluster de *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica*. La presencia de *Alivisatos* y su representatividad en el cluster, también es muestra de la aparición de autores estudiosos de *Nanoquímica* en este grupo.

#### **4.3.3.2      NANO-ÓPTICA                      &                              NANOFOTOELECTRÓNICA                      Y                              NANOQUÍMICA**

La mayoría de autores que aparecen en este cluster pertenecen a la línea de investigación de *Nano-óptica y Nano-optometría y Nanoquímica* del cienciograma bibliométrico, como ocurría en el cluster anterior. En esta agrupación, se han integrado autores pertenecientes al cluster del cienciograma bibliométrico denominado *Nanomateriales basados en carbono (Li y Park)*. En este nuevo cluster también se ha integrado *Kresse*, perteneciente a *Física de los nanomateriales* y *Davis* perteneciente al cluster denominado *Nanobiotecnología y Nanomedicina*, (véase ilustración 37). *Nano-óptica & nanofotoelectrónica* es una línea de investigación tecnológica que permite, a través de sus instrumentos, estudios en líneas de investigación como nanomedicina o nanobiotecnología. En este cluster se establece también la relación entre nanomedicina y nanobiotecnología y nanoquímica.

Nuevamente las líneas de investigación básicas y tecnológicas aparecen juntas en un cluster.

Finalmente se denomina al cluster *Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica* porque, aunque haya una aparición de *Nanomateriales basados en carbono* y una representación de Física (*Kresse*) y de Nanobiotecnología y

Nanomedicina, esto solo refuerza la idea de que en la web aparecen autores de líneas básicas y tecnológicas juntos.

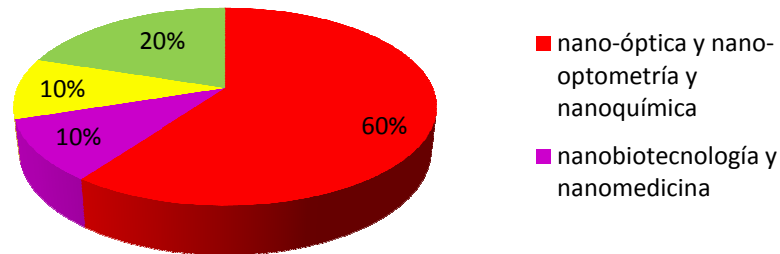
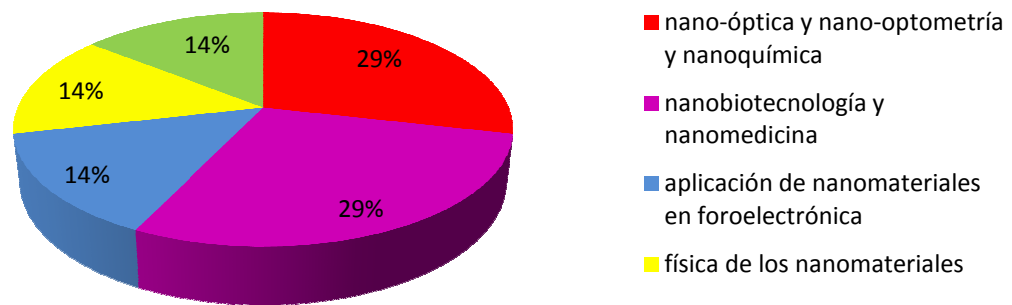


Ilustración 37. Representatividad de las líneas de investigación del sciograma webométrico en Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica

#### 4.3.3.3 INSTRUMENTACIÓN Y PRODUCTOS EN N&N

*Nano-óptica & Nano-óptoelectrónica y Nanoquímica* tienen la mayor representatividad en todos los cluster. En este caso comparte la mayoría de autores de esta línea de investigación con los autores de *Nanobiotecnología y Nanomedicina*, que ha quedado de manera mayoritaria integrada en este grupo. El resto del porcentaje se divide a partes iguales entre el resto de líneas de investigación, (véase ilustración 38).

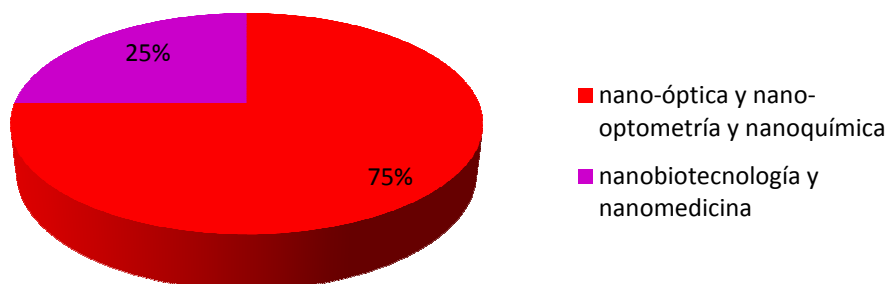
Encontramos en este cluster distintas aplicaciones e instrumentación para la N&N, en primer lugar orientados a energía, muy vinculados a la *Nanoquímica*, y seguidamente orientados a la *Nano-optoelectrónica*, que nutre de instrumentos a la *Nanobiotecnología y Nanomedicina*.



**Ilustración 38. Representatividad de las líneas de investigación del sciograma webométrico en Instrumentación y productos en N&N.**

#### 4.3.3.4 NANOQUÍMICA Y BIOMEDICINA

La mayoría de estos autores pertenecen también a la línea de investigación de *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica*. La línea de investigación referida a *Nanobiotecnología y Nanomedicina* comparte este cluster pero no es en el que queda representada mayoritariamente, (véase ilustración 39).



**Ilustración 39. Representatividad de las líneas de investigación del sciograma bibliométrico en Nanoquímica y Física de los nanomateriales**

Queda denominado este cluster como *Nanoquímica y Física de los nanomateriales*. Dentro de la denominación de *Nanoquímica* incluimos a los autores que se ocupan de la *Nanomedicina (Torchilin)* y de la energía fotoelectrónica (*Law*). Se hace referencia a la *Física de los nanomateriales* por la aparición de *Menditz*, aunque ya se ha comentado lo apartado que está del resto de su cluster y en la red.

Este cluster integra los elementos de los clusters rojo y morado en el cienciograma bibliométrico. Es un cluster que engloba autores de líneas básicas y tecnológicas, tal y como viene sucediendo en todas las agrupaciones que surgen naturalmente de la web a través de las comenciones. Nuevamente se muestra la capacidad de *Nano-óptica & Nano-optoelectrónica* para nutrir con instrumentos otras líneas de investigación.

En líneas generales el cluster, que en el cienciograma bibliométrico aparece como *Nano-óptica & Nano-optoelectrónica* y *Nanoquímica*, es el que más se ha disgregado entre todos los nuevos cluster web teniendo presencia máxima en ellos y *Aplicación de Nanomateriales en fotoelectrónica*, se ha difuminado integrándose con los autores pertenecientes al cluster comentado. Hay que señalar que estas líneas de investigación, muy vinculadas de por sí, proporcionan instrumentalización a otras.

En todos los clusters web también encontramos una representación de *Física de los nanomateriales* y *Nanomateriales basados en carbono*, estas líneas de investigación, junto con nanoquímica, son las más básicas o científicas, como ya se ha mostrado también en el cienciograma bibliométrico.

Por todo ello, se puede afirmar que las investigaciones científicas y tecnológicas quedan combinadas en la web. Esta combinación además permite tener una visión sobre qué líneas nutren a otras en cualquier sentido (instrumentación o base científica) y qué autores de diferentes especialidades comparten líneas de investigación rompiendo con la clásica división entre Ciencia y Tecnología (CyT).

## 4.4 CIENCIOGRAMA DE INTERSECCIÓN (CROSS INTERSECTION)

Con la representación de este cienciograma se ha pretendido visualizar aquellas relaciones que se corresponden en los dos cienciogramas; el aparecido desde la perspectiva bibliométrica y el aparecido desde la perspectiva webométrica. De esta manera, es posible averiguar qué información aporta la webmetría a la bibliometría, validando los resultados webmétricos y aumentando o “girando” la perspectiva en la que la información de la web cobra importancia.

A continuación se muestra el cienciograma resultado de la intersección del cienciograma bibliométrico y del webométrico, (véase ilustración 40).

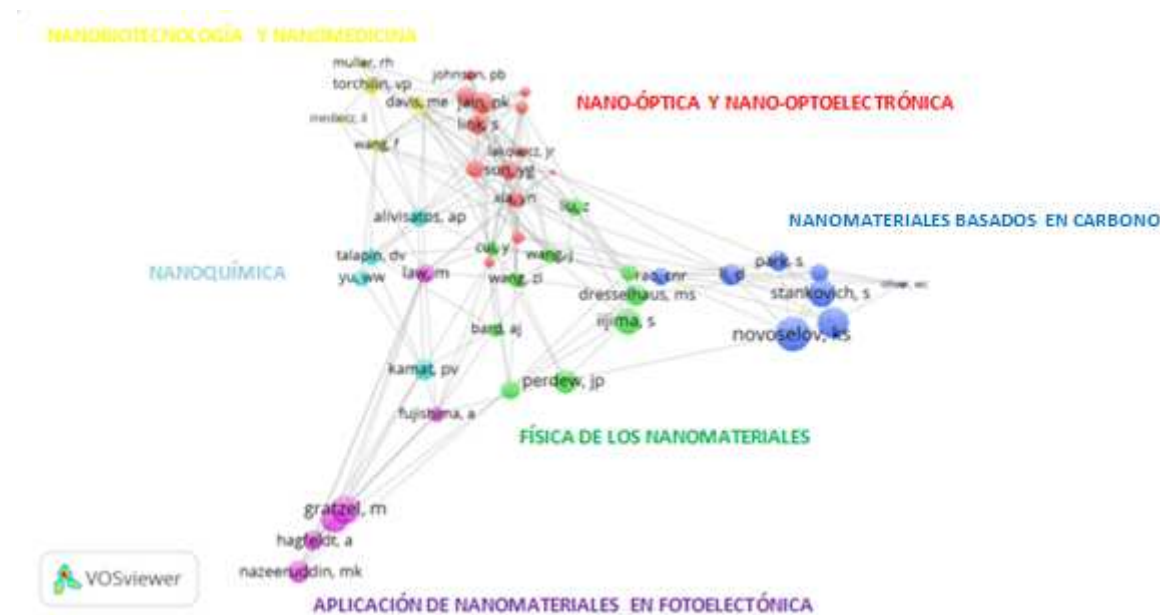


Ilustración 40. Cienciograma de intersección entre el bibliométrico y el webométrico.

Aparecen 6 cluster o agrupaciones diferentes en el cienciograma, estas son:

- *Aplicación de nanomateriales en fotoelectónica* (cluster morado)
- *Física de los nanomateriales* (cluster verde)
- *Nanomateriales basados en carbono*(cluster azul oscuro)

- *Nano-óptica y Nano-optoelectrónica* (cluster rojo)
- *Nanobiotecnología y Nanomedicina* (cluster amarillo)
- *Nanoquímica* (cluster azul claro)

En la siguiente tabla (25), se encuentran los autores por cluster bibliowebométrico.

AUTOR	CIENCIOGAMA CROSSINTERSECTION	AUTOR	CIENCIOGAMA CROSSINTERSECTION
Fujishima	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica	Ferrari	Nanomateriales basados en carbono
Gratzel	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica	Geim	Nanomateriales basados en carbono
Hagfeldt	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica	Novoselov	Nanomateriales basados en carbono
Nazeeruddin	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica	Rao	Nanomateriales basados en carbono
O'regan	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica	Stankovich	Nanomateriales basados en carbono
Law	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica	Li	Nanomateriales basados en carbono
Baughman	Física de los nanomateriales	Park	Nanomateriales basados en carbono
Dresselhaus	Física de los nanomateriales	Kresse	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Frisch	Física de los nanomateriales	Haruta	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Iijima	Física de los nanomateriales	Huang	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Perdew	Física de los nanomateriales	Jain	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Liu	Física de los nanomateriales	Link	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Son	Física de los nanomateriales	Lou	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Bard	Física de los nanomateriales	Novotny	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Wang, ZL	Física de los nanomateriales	Daniel	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Cui	Física de los nanomateriales	Johnson	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Wang, J	Física de los nanomateriales	Kneipp	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Muller	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Lakowicz	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Davis	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Sun	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Torchilin	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Xia	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Corma	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Kamat	Nanoquímica
Medintz	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Alivisatos	Nanoquímica
Wang, F	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Talpin	Nanoquímica
Oliver	Nanomateriales basados en carbono	Yu	Nanoquímica

Tabla 25. Cluster del cienciograma *bibliowebométrico*

#### 4.4.1 MEDIDAS DE CENTRALIDAD GENERALES DEL CIENCIOGAMA

La **densidad** de esta red es de 0,59, son valores medios, al contrario de los aparecidos en los cienciogramas descritos anteriormente. Evidente si se tiene en cuenta sólo la información que comparten. La **transitividad** de la red es de 0,805, la característica de un buen fluir de la comunicación queda heredado en este nuevo cienciograma.

La **centralidad** media es de 29,12, valores bajos que se recogen de los anteriores cienciogramas en los que no existe un centro claro y una periferia.

La centralidad de **grado** es de 0,30, de 0,02 la centralidad de **intermediación**, que comparte valor con la de **cercanía**. Tomando como referencia el autor que mayor y menor centralidad de cercanía tienen, este valor varía de 0,87 a 0,47. Se puede decir que este nuevo cienciograma comparte con los anteriores la fluidez de la red aunque en él la distribución de la información no es tan efectiva, puesto que la cercanía es baja.

A un nivel micro, son destacables, en esta red, según su centralidad de **grado**: *Alivisatos, Xia, Daniel, Jain, Sun, Li y Link*, (véase tabla 26). En este caso, coinciden *Alivisatos, Dresselhaus y Geim* como destacables en cuanto a presencia bibliométrica en el cienciograma de intersección y *Daniel* respecto al cienciograma webométrico. Tan solo *Alivisatos* parece tener tanta presencia en el cienciograma bibliométrico como en el web.

*Daniel* muestra presencia en la web por lo que aparece también como destacado en el cienciograma de crossintersection. *Jain, Sun, Li y Link* cobran fuerza en este cienciograma porque, aunque no son muy destacables dentro del cienciograma bibliométrico ni webométrico, si lo hacen en este nuevo cienciograma de crossintersection, (véase tabla 27).

AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO
Alivisatos	0,88	Dresselhaus	0,78	O'regan	0,74	Fujishima	0,63	Lakowicz	0,37
Xia	0,86	Huang	0,78	Yu	0,74	Gratzel	0,63	Johnson	0,33
Daniel	0,84	Kamat	0,78	Liu	0,71	Stankovich	0,63	Muller	0,31
Jain	0,84	Wang, F	0,78	Park	0,71	Haruta	0,55	Corma	0,20
Sun	0,84	Cui	0,76	Rao	0,71	Talapin	0,55	Kresse	0,14
Li	0,82	Geim	0,76	Baughman	0,67	Hagfeldt	0,53	Oliver	0,08
Link	0,82	Novoselov	0,76	Lou	0,67	Nazeeruddin	0,53	Medintz	0,06
Bard	0,80	Wang, F	0,76	Perdew	0,67	Kneipp	0,45	Son	0,06
Law	0,80	Wang, ZL	0,76	Ferrari	0,65	Torchilin	0,45		
Davis	0,78	Iijima	0,74	Frisch	0,65	Novotny	0,41		

Tabla 26. Medidas de centralidad de grado

Remarcables, también, pero porque cuentan con el menor grado son: *Son, Medintz, Oliver y Kresse*. Autores que no computan con valores muy altos en el cienciograma bibliométrico y que tampoco tienen mucha presencia en la web respecto a comenciones.



CIENCIOGRAMA BIBLIOMÉTRICO		CIENCIOGRAMA WEBMÉTRICO		CIENCIOGRAMA CROSSINTERSECTION	
AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO	AUTOR	GRADO
Alivisatos	48	Alivisatos	43	Alivisatos	43
Iijima	48	Law	46	Bard	42
Novoselov	48	Wang, ZL	46	Cui	41
Geim	47	Daniel	45	Baughman	41
Kamat	47	Davis	45	Corma	41
Rao	47	Wang, J	45	Daniel	40
Xia	47	Park	45	Davis	40
Dresselhaus	46	Liu	45	Ferrari	39
Jain	46	Li	44	Dresselhaus	39
Perdew	46	Cui	44	Geim	38

Tabla 27. Centralidad de grado en los tres cienciogramas

En cuanto a la centralidad de **intermediación**, (véase tabla 28), los autores con valores más altos, que no superan el 0,02, son: *Law*, *Wang F*, *Wang, J*, *Li* y *Park*. Tan solo *Frisch* aparece en los dos cienciogramas (bibliométrico y cross intersection). No hay coincidencia en cuanto a los intermediarios entre cienciogramas, pero en todos ellos la intermediación no es muy alta. Así queda demostrada la independencia entre autores dentro de la red, tal y como acontece en los otros dos cienciogramas.

AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN
Law	0,029	Alivisatos	0,013	Bard	0,005	Perdew	0,003	Haruta	0
Wang, F	0,022	Geim	0,013	Dresselhaus	0,005	Stankovich	0,003	Johnson	0
Wang, J	0,021	Ferrari	0,012	Kamat	0,005	Gratzel	0,002	Kresse	0
Li	0,020	Sun	0,012	Frisch	0,004	Fujishima	0,001	Lakowicz	0
Park	0,018	Huang	0,010	Iijima	0,004	Hagfeldt	0,001	Medintz	0
Liu	0,017	Jain	0,010	Lou	0,004	Kneipp	0,001	Muller	0
Wang, ZL	0,017	Link	0,009	Novoselov	0,004	Nazeeruddin	0,001	Oliver	0
Daniel	0,016	Torchilin	0,008	Rao	0,004	Novotny	0,001	Son	0
Davis	0,014	Cui	0,007	Yu	0,004	Talapin	0,001		
Xia	0,014	Baughman	0,006	O'regan	0,003	Corma	0		

Tabla 28. Medidas de centralidad de intermediación de los autores de N&amp;N.

Con los valores más bajos en intermediación aparecen *Oliver*, *Son*, *Kresse* y *Medintz*, los dos primeros con un 0. Dentro de la red son nodos por los que no pasan flujos de información para conectar a unos autores con otros.

CIENCIOGRAMA BIBLIOMÉTRICO		CIENCIOGRAMA WEBMÉTRICO		CIENCIOGRAMA CROSSINTERSECTION	
AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN	AUTOR	INTERMEDIACIÓN
Iijima	0,0092	Law	0,0269	Ferrari	0,0291
Rao	0,0081	Wang, F	0,0262	Johnson	0,0219
Novoselov	0,0076	Wang, ZL	0,0214	Hagfeldt	0,0205
Perdew	0,0075	Wang, J	0,0165	Daniel	0,0200
Alivisatos	0,0070	Liu	0,0165	Law	0,0183
Dresselhaus	0,0069	Daniel	0,0117	Lakowicz	0,0173
Geim	0,0067	Davis	0,0117	Jain	0,0167
Xia	0,0065	Park	0,0117	Baughman	0,0161
Kamat	0,0063	Li	0,0092	Frisch	0,0144
Frisch	0,0061	Torchilin	0,0090	Bard	0,0142

Tabla 29. Centralidad de intermediación en los tres cienciogramas

En cuanto a la **cercanía**, los autores con valores más altos tienen valores cerca del 0,89, son *Alivisatos*, *Xia*, *Jain*, *Sun*, *Daniel* y *Link*. Con valores más bajos son *Son*, *Medintz*, *Oliver*, *Kresse*, *Corma* y *Muller*.

AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA
Alivisatos	0,89	Dresselhaus	0,81	O'regan	0,78	Fujishima	0,72	Lakowicz	0,59
Xia	0,87	Huang	0,81	Yu	0,78	Gratzel	0,72	Johnson	0,58
Daniel	0,85	Kamat	0,81	Liu	0,77	Stankovich	0,72	Muller	0,56
Jain	0,85	Wang, J	0,81	Park	0,77	Haruta	0,67	Corma	0,54
Sun	0,85	Cui	0,79	Rao	0,77	Talapin	0,67	Kresse	0,51
Li	0,84	Geim	0,79	Baughman	0,74	Hagfeldt	0,66	Oliver	0,49
Link	0,84	Novoselov	0,79	Lou	0,74	Nazeeruddin	0,66	Medintz	0,48
Bard	0,82	Wang, F	0,79	Perdew	0,74	Kneipp	0,63	Son	0,48
Law	0,82	Wang, ZL	0,79	Frisch	0,73	Torchilin	0,63		
Davis	0,81	Iijima	0,78	Ferrari	0,72	Novotny	0,60		

Tabla 30. Medidas de centralidad de cercanía de los autores de N&N.

Tan solo *Alivisatos* y *Perdew* mantienen esta posición de elevado grado de cercanía en el cienciograma cross-intersection como puede comprobarse en la tabla 31.

CIENCIOGRAMA BIBLIOMÉTRICO		CIENCIOGRAMA WEBMÉTRICO		CIENCIOGRAMA CROSSINTERSECTION	
AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA	AUTOR	CERCANÍA
Alivisatos	0,9800	Alivisatos	0,8847	Torchilin	0,8847
Iijima	0,9800	Wang, ZL	0,9400	Alivisatos	0,8677
Novoselov	0,9800	Law	0,9400	Bard	0,8513
Rao	0,9608	Daniel	0,9208	Baughman	0,8513
Xia	0,9608	Wang, J	0,9208	Corma	0,8513
Geim	0,9608	Davis	0,9208	Law	0,8356
Kamat	0,9608	Park	0,9208	Cui	0,8356
Dresselhaus	0,9423	Liu	0,9208	Perdew	0,8204
Jain	0,9423	Li	0,9024	Hagfeldt	0,8204
Perdew	0,9423	Wang, F	0,9024	Daniel	0,8057

Tabla 31. Centralidad de cercanía en los tres cienciogramas

## 4.4.2 MEDIDAS DE CENTRALIDAD POR LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

### 4.4.2.1 NANO-ÓPTICA & NANO-OPTOMETRIA

Los autores pertenecientes a esta línea de investigación son *Daniel, Haruta, Huang, Jain, Johnson, Kneipp, Kresse, Lakowicz, Link, Lou, Novotny, Sun, Xia*, (Véase tabla 32).

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Xia	Yunan Xia	University of Washington	0,86	0,014	0,87
Daniel	Marie Christine Daniel	University of Maryland	0,84	0,016	0,85
Jain	PK Jain	University of Illinois	0,84	0,010	0,85
Sun	Yugang Sun	University of Washington	0,84	0,012	0,85
Link	Stephan Link	Rice University	0,82	0,009	0,84
Huang	Xiaohua Huang	Georgia Institute of Technology	0,78	0,010	0,81
Lou	Xiong Wen (David) Lou	National University of Singapore	0,67	0,004	0,74
Haruta	Masatake Haruta	Tokyo Metropolitan University	0,55	0,000	0,67
Kneipp	Katrin Kneipp	Technical University of Denmark	0,45	0,001	0,63
Novotny	Lukas Novotny	University of Rochester	0,41	0,001	0,60
Lakowicz	Joseph R Lakowicz	University of Maryland at Baltimore	0,37	0	0,59
Johnson	Peter B Johnson	National Isotope Centre	0,33	0	0,58
Kresse	Georg Kresse	Vienna Technical University	0,14	0	0,51

Tabla 32. Medidas de centralidad en Nano-óptica y Nano-optoelectrónica

Este es el cluster más numeroso, como le ocurre al cluster bibliométrico *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica*. Muchos de los autores son coincidentes en los dos clusters.

Los autores con más grado de esta línea de investigación son *Xia, Jain, Daniel, Sun, Link*. Estos mismos autores son los que se alcanzan con los valores mayores también en cuanto a intermediación y cercanía. Entre ellos se encuentran los agujeros estructurales de este cluster, estos son: *Daniel, Jain* y *Sun*. Dentro de esta línea de investigación son autores que no están situados lejos del resto y además tienen la característica de haber desarrollado los conocimientos más estables dentro de la línea de investigación, mostrando que este cluster está asentado en cuanto a la información que produce.

No hay concentradores en este cluster, hay equilibrio entre todos los autores aunque varios de ellos tienen valores altos en intermediación. La comunicación dependerá más de estos autores que de otros mostrando la dependencia entre ellos.

*Kresse* se sitúa en uno de los laterales del cluster de la red, siendo el que cuenta con los valores más bajos en esta línea de investigación.

#### 4.4.2.2 FÍSICA DE LOS NANOMATERIALES

Los autores que componen esta línea de investigación son *Bard, Baughman, Cui, Dresselhaus, Frisch, Iijima, Liu, Perdew, Son, Wang J, Wang ZL*.

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Bard	Allen J Bard	University of Texas at Austin	0,80	0,005	0,82
Dresselhaus	Mildred Dresselhaus	Massachusetts Institute of Technology	0,78	0,005	0,81
Wang, J	Joseph Wang	University of California	0,78	0,021	0,81
Cui	Yi Cui	Stanford University	0,76	0,007	0,79
Wang, ZL	Zhong Lin Wang	Georgia Institute of Technology	0,76	0,017	0,79
Iijima	Sumio Iijima	NEC CORP LTD	0,73	0,004	0,78
Liu	Zhuang Liu	Stanford University	0,71	0,017	0,76
Baughman	Ray Henry Baughman	University of Texas	0,67	0,006	0,74
Perdew	John P Perdew	Tulane University	0,67	0,003	0,74
Frisch	Michael J Frisch	Gaussian Inc	0,65	0,004	0,73
Son	Young Woo Son	Korea Institute for Advanced Study	0,06	0	0,47

Tabla 33. Medidas de centralidad en *Física de los nanomateriales*

Dentro de ellos, los autores con más grados son: *Bard*, *Dresselhaus* y *Wang*, J. Los autores con más intermediación son *Bard*, *Baughman*, *Wang*, J, *Liu*, *Wang*, ZL, y los autores con más cercanía son *Bard*, *Wang*, J., *Dresselhaus*, y *Wang*, ZL. Suelen coincidir los autores con mayor grado con los que ostentan valores mayores en cuanto a cercanía y centralidad como dinámica de la N&N en todos los cienciogramas. Esto facilita la localización de los autores más importantes.

Tan solo aparece *Liu* como agujero estructural dentro de este cluster, de la misma manera que ocurre en el cluster amarillo en el cienciograma bibliométrico.

En este caso los concentradores recaen en investigadores importantes dentro de la disciplina como son *Dresselhaus*, *Iijima* y *Perdew*, ellos llevan la carga del conocimiento más central de esta línea de investigación. Nuevamente no hay grandes sorpresas entre los resultados de los distintos cienciogramas.

#### 4.4.2.3 NANOMATERIALES BASADOS EN CARBONO

Los autores que componen esta línea de investigación son *Li*, *Novoselov*, *Oliver*, *Park*, *Rao*, *Stankovich*, *Ferrari* y *Geim*. Comparte la mayoría de autores pertenecientes al cluster bibliométrico de *Nanomateriales basados en carbono* excepto *Oliver*, cuyas investigaciones son de carácter más tecnológico.

Los autores con más grado corresponden a *Li*, *Geim*, *Novoselov*, *Park* y *Rao*. En este caso *Li* es el autor más representativo en este cluster. Ha cobrado fuerza por su presencia en la web.

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
<i>Li</i>	Dan Li	University of Washington	0,82	0,020	0,84
<i>Geim</i>	Andre Konstantin Geim	University of Nottingham	0,76	0,013	0,79
<i>Novoselov</i>	Konstantin Novosiólov	University of Manchester	0,76	0,004	0,79
<i>Park</i>	Sungjing Park	Northwestern University	0,71	0,018	0,76
<i>Rao</i>	CN Ramachandra Rao	Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research	0,71	0,004	0,76
<i>Ferrari</i>	Andrea C Ferrari	University of Cambridge	0,65	0,012	0,72
<i>Stankovich</i>	Shasha Stankovich	Northwestern University	0,63	0,003	0,72
<i>Oliver</i>	Warren C Oliver	Nanomaterials, Inc	0,08	0,000	0,49

**Tabla 34. Medidas de centralidad en Nanomateriales basados en carbono**

En cuanto a la intermediación, los autores con valores más altos son *Ferrari, Li, Geim, Novoselov* y *Park*, en este orden. Se corresponden con los autores con más grado y es, a través de ellos, como algunos de los autores se relacionan con otros.

Los autores con más **cercanía** son *Ferrari, Li, Geim, Novoselov* y *Park*, siguiendo la dinámica de acumular valores altos en las tres medidas de centralidad. En el caso opuesto se encuentra *Oliver*, quien cuenta con los valores más bajos. En el cienciograma bibliométrico también contaba con los valores más bajos.

*Rao* se conforma como agujero estructural, es el más alejado de todos como se aprecia en el cienciograma. Se ocupa de estudios sobre química del estado sólido y estructura de la materia, es por ello que se encuentra cercano a *Física de los nanomateriales*.

*Ferrari, Geim, Li, Novoselov, Rao* y *Stankovich* son los concentradores del cluster. Toda esta línea de investigación también parece muy bien asentada, son numerosos los valores altos de cercanía e intermediación y grado, entre todos comparten fluidez y optimización de las relaciones.

#### 4.4.2.4 NANOBIO TECNOLOGÍA Y NANOMEDICINA

Los autores que conforman este cluster o línea de investigación son *Corma, Davis, Medintz, Muller, Torchilin* y *Wang F*.

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Davis	Mark E Davis	California Institute of Technology	0,78	0,01	0,81
Wang F	Feng Wang	City University of Hong Kong	0,76	0,02	0,79
Torchilin	Vladimir P Torchilin	Northeastern University	0,45	0,01	0,63
Muller	RH Muller	Free University of Berlin	0,31	0	0,56
Corma	Avelino Corma	Universitat Politècnica de València	0,20	0	0,54
Medintz	Igor I Menditz	De Gruyter Open	0,06	0	0,48

**Tabla 35. Medidas de centralidad en Nanobiotecnología y Nanomedicina**

Respecto a la centralidad de grado, son de mayor a menor valor: *Corma*, *Davis*, *Wang F*, *Torchilin* y *Muller*. Son los más visibles dentro de este cluster. *Corma* cobra importancia en este caso por su presencia web y *Davis* coincide como autor destacable al igual que en el cienciograma bibliométrico.

Entre los autores con más intermediación y con más cercanía encontramos a: *Davis*, *Wang F*, *Torchilin*, *Muller* y *Corma* en este orden. Son los mismos autores con mayor grado.

En todos los cluster se repite esta tendencia, lo que muestra la eficiencia de la fluidez de información dentro de cada línea de investigación y que dentro de la homogeneidad de los autores algunos de ellos destacan levemente por su importancia, intermediación o cercanía.

Encontramos varios agujeros estructurales: *Corma*, *Davis*, *Medintz* y *Muller*. *Corma* y *Davis* representan el conocimiento más asentado dentro de la línea de investigación. Dentro de esta línea también hay diferentes tendencias; *Corma* representa las investigaciones en energía y medio ambiente entre otras y *Davis* está más inclinado hacia la biomedicina. *Medintz* y *Muller*, ambos dedicados a la biomedicina, representan el nuevo conocimiento como puede apreciarse por su situación de lejanía respecto del resto del cluster.

No hay concentradores dentro del cluster, todos los autores son bastante relevantes (grado e intermediación) y los caminos entre ellos son cortos y por tanto eficientes.

#### **4.4.2.5 APLICACIÓN DE NANOMATERIALES EN FOTOELECTRÓNICA**

En la tabla 36 encontramos los autores pertenecientes a esta línea de investigación. Son: *Fujishima*, *Gratzel*, *Hagfeldt*, *Law*, *Nazeeruddin* y *O`regan*.

Incluye la mayoría de autores de Nanomateriales en fotoelectrónica del cluster bibliométrico. Añadiendo a *Law*, que desarrolla sus actividades no sólo en la fotoelectrónica sino también en química.

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
<i>Law</i>	Matt Law	University of California	0,80	0,029	0,82
<i>O`regan</i>	Brian O`regan	University of Washington	0,73	0,003	0,78
<i>Fujishima</i>	Akira Fujishima	Kanagawa Academy of Science and Technology	0,63	0,001	0,72
<i>Gratzel</i>	Michael Gratzel	University of Lausanne	0,63	0,002	0,72
<i>Hagfeldt</i>	Anders Hagfeldt	Uppsala University	0,53	0,001	0,66
<i>Nazeeruddin</i>	Mohammad K Nazeeruddin	École Polytechnique Fédérale de Lausanne	0,53	0,001	0,66

**Tabla 36. Medidas de centralidad en Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica**

Los autores con más intermediación son *Law*, *O`regan*, *Gratzel*, *Fujishima*, *Hagfeldt*. Son los mismos que ostentan los valores mayores de grado y decercanía, aunque *Fujishima* y *Gratzel* cambian de posición el uno por el otro.

Agujeros estructurales son *Fujishima*, *Gratzel*, *Hagfeldt* y *Law*. Representan el conocimiento más establecido dentro de esta línea de investigación. *Hagfeldt* y *Gratzel* se encuentran en el centro de su cluster y juntos porque su conocimiento está relacionado y tiene más recorrido. Sus investigaciones tienen que ver con las celdas solares y la energía fotovoltaica. *Fujishima* y *Law* están relacionados con la química y la electro-óptica respectivamente. *O`regan*, junto con *Gratzel* han inventado las celdas y han sido pioneros en nanomateriales en baterías de litio. *Nazeeruddin* estuvo bajo la dirección de *Gratzel* durante un año y en este campo comenzó sus investigaciones.

Se encuentran a la izquierda en la esquina inferior del cienciograma, bastante alejados de los demás autores, excepto *Law*, que cuenta con máximos valores de intermediación y cercanía. Es el único autor que corresponde a otro cluster bibliométrico que el resto de autores, por ello se encuentra más cercano al cluster azul claro y verde que al morado al que pertenece.



#### 4.4.2.6 NANOQUÍMICA

Los autores que pertenecen a este cluster son *Alivisatos*–química–, *Kamat* – bioquímica y fotocatalisis–, *Talapin*–optoelectrónica– y *Yu*–biomedicina y química– como se muestra en la tabla 37.

AUTOR	NOMBRE	FILIACIÓN	GRADO	INTERMEDIACIÓN	CERCANÍA
Alivisatos	Paul Alivisatos	University of California, Berkeley	0,88	0,01	0,88
Kamat	Prashant V Kamat	University of Texas	0,78	0,01	0,81
Yu	William W Yu	Rice University	0,73	0	0,78
Talapin	Dimitri Talapin	University of Chicago	0,55	0	0,67

Tabla 37. Medidas de centralidad en Nanoquímica.

Es un cluster con muy pocos nodos. Con respecto al cienciograma bibliométrico, se produce la separación entre *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica*. En este caso, la aparición de este nuevo cluster es acertada agrupando en distintas líneas de investigación.

Dentro del cluster, *Alivisatos*, quien estudia las propiedades de los nanocristales, es el autor con más grado, coincidiendo con el análisis desde la perspectiva bibliométrica y webométrica. Tras él, aparecen *Kamat*, *Yu* y *Talapin*, y, en este mismo orden, cuentan con los valores más altos en intermediación y cercanía. Son autores ya destacados anteriormente en los otros cienciogramas por su importancia, por ejemplo *Kamat* también se mostraba como representante importante del cluster bibliométrico *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica*.

En su conjunto, el cluster contempla valores altos de cercanía, esto significa que hay caminos mínimos entre ellos, y los valores de intermediación no son destacables por lo que los autores son bastante independientes entre sí. Se reitera esta dinámica en el cienciograma.

*Yu* es un agujero estructural, se encuentra más alejado del resto de autores de su cluster, se deduce que su conocimiento es de nuevo surgimiento. *Kamat* se sitúa

muy cercano al cluster de fotoelectrónica debido al carácter de sus investigaciones.

### **4.4.3 REPRESENTATIVIDAD DE LOS CLUSTERS BIBLIOMÉTRICOS EN EL CIENCIOGRAMA CROSSINTERSECCIÓN**

En sí, resulta muy interesante la formación de los clusters de este cienciograma y cómo respetan la información bibliométrica combinada con la webométrica. Es aquí donde reside el valor de esta representación cruzada.

El patrón de esta variación en los clusters del cienciograma intersección, responde a que en líneas de investigación conformadas mayoritariamente por autores de conocimiento base, aparecen autores correspondientes a líneas de investigación tecnológicas o destinadas a productos y viceversa. Por consiguiente, se presenta más claramente cómo se nutren las líneas de investigación tecnológicas de las básicas, difuminando esta barrera en la organización del conocimiento. Este patrón se veía reflejado también en el cienciograma webométrico, sin embargo la división de clusters no es tan lógica como en este porque tiene demasiado valor la presencia web en la definición de los autores más destacados.

La conclusión es, que en este cienciograma son muy estables las líneas de investigación y además aporta información mucho más clara de cómo se relacionan las líneas básicas y tecnológicas. A partir de este mapa, encontramos los autores que combinan o relacionan en sus investigaciones líneas básicas y líneas orientadas a productos. Es una mezcla perfecta que añade información online sin disgregar la información bibliométrica, aportando otra que incluye un punto de vista fuera de la base de datos WoS.

#### 4.4.3.1 NANO-ÓPTICA & NANO-OPTOMETRÍA

En este cluster aparecen mayoritariamente todos los autores pertenecientes al cluster bibliométrico correspondiente con *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica*. Específicamente lo conforman los autores de *Nano-óptica & Nano-optometría* además de encontrarse *Kresse*, que pertenecía a *Física de los nanomateriales* en el cienciograma bibliométrico y *Haruta* que se incluía en el cluster de *Nanobiotecnología y Nanomedicina*. Así pues, se vincula la *Nano-óptica & Nano-optometría* con la *Física* y con la *Nanobiotecnología y Nanomedicina*. Aquí se muestra claramente la vinculación de la ciencia base con la tecnológica y se determina claramente que es *Kresse* el autor cuyos conocimientos sobre física, nutre esta línea de investigación mayoritariamente (Véase ilustración 41).

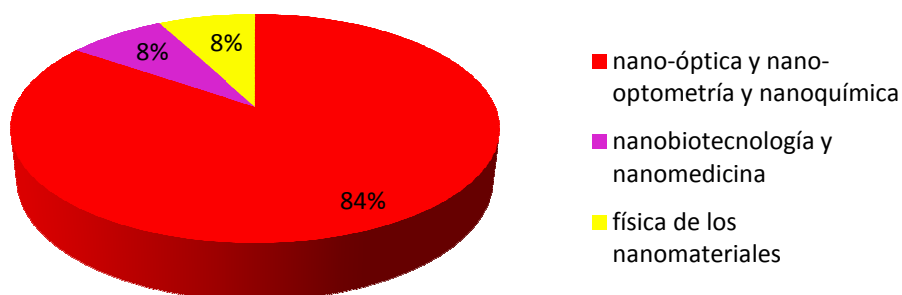


Ilustración 41. Porcentaje de autores de líneas de investigación del cienciograma bibliométrico en Nano-óptica & Nano-optometría

#### 4.4.3.2 FÍSICA DE LOS NANOMATERIALES

Mayoritariamente aparecen los autores vinculados a la línea de investigación de Física y por ello este cluster queda denominado así. Ciertamente encontramos autores del resto de clusters bibliométricos. Aparece un autor relacionado con la *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica* (*Bard*), otro relacionado con la *Nanobiotecnología y Nanomedicina* (*Liu*), otro vinculado a los *Nanomateriales basados en carbono* (*Son*) y tres vinculados a la *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica* (*Wang, J, Cui, Wang, ZL*). Estos autores vinculan la física, de la que se nutre toda la disciplina de la N&N, con sus respectivas líneas de

investigación. Se concluye que la física se conforma como un área fundamental. Es una línea básica y utilizada por todas las demás y esto no ocurre en los otros clusters. También se observa gran presencia de la línea de investigación de *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica*, (véase ilustración 42).

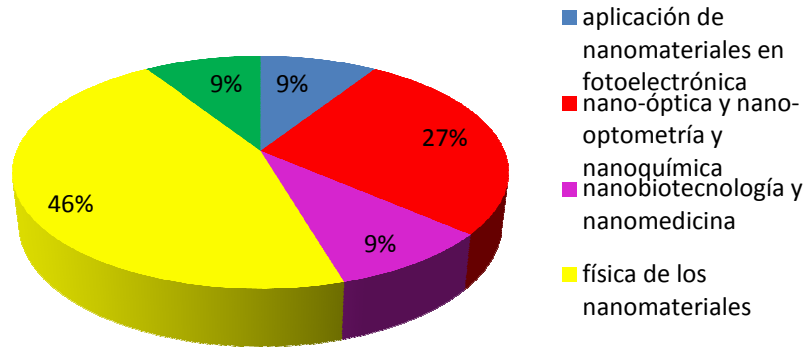


Ilustración 42. Porcentaje de autores de líneas de investigación del sciograma bibliométrico en Física de los nanomateriales

#### 4.4.3.3 NANOMATERIALES BASADOS EN CARBONO

Nuevamente, *Física de los nanomateriales* se muestra como base para la N&N apareciendo en este cluster dominado al 88% por *Nanomateriales basados en carbono*. En este caso es *Oliver* el autor que representa la física en esta línea de investigación. Aparece incluido aquí también porque sus investigaciones están muy relacionadas con nanomateriales entre otros aspectos. Queda esclarecida la relación entre Física y *Nanomateriales basados en carbono* como núcleo duro del dominio (Véase ilustración 43). Esta misma conclusión se alcanza en el análisis del sciograma bibliométrico.

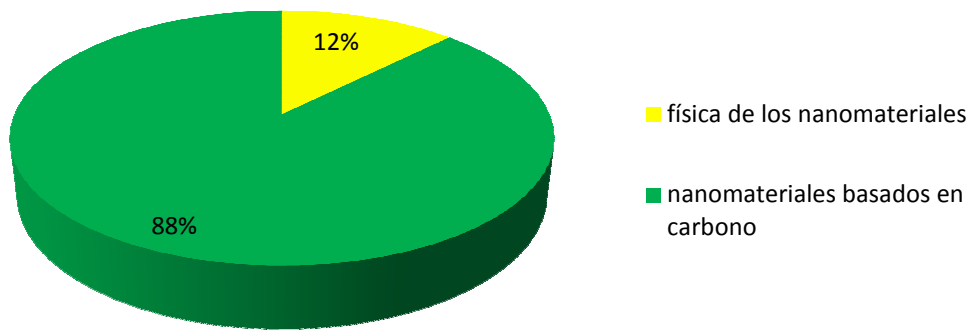


Ilustración 43. Porcentaje de autores de líneas de investigación del sciograma bibliométrico en Nanomateriales basados en carbono

#### 4.4.3.4 NANOBIOOTECNOLOGÍA Y NANOMEDICINA

Este cluster se conforma mayoritariamente por los autores pertenecientes a *Nanobiotecnología* y *Nanomedicina*, comparte un 33 % con *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica*. *Son, Menditz* y *Wang, F.* son los autores que partiendo de *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica*, en este sciograma aparecen en *Nanobiotecnología* y *Nanomedicina*. Las investigaciones de *Menditz* se centran en la bionanociencia, y por tanto aúnan la biología, la química y la nanobiotecnología, por ello no es extraño que apareciera vinculado a la *Nanoquímica* en el sciograma bibliométrico y ahora aparezca en este cluster. *Wang, F.* centra sus investigaciones en ingeniería del cristal, por ello aparece vinculado a *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica* en el sciograma bibliométrico pero aparece en este cluster seguramente por las aplicaciones del cristal para la instrumentación usada en *Nanobiotecnología* y *Nanomedicina*. (Véase la ilustración 44).

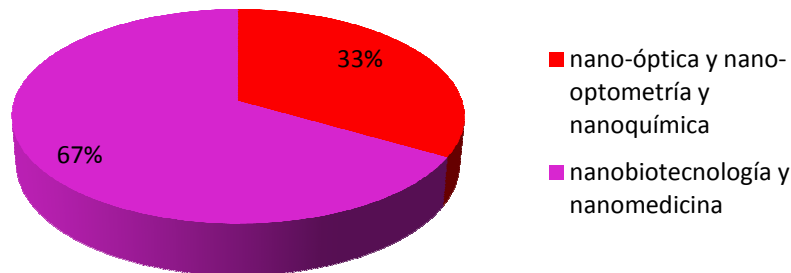


Ilustración 44. Porcentaje de autores de líneas de investigación del cienciograma bibliométrico en Nanobiotecnología y nanomedicina

#### 4.4.3.5 APLICACIÓN DE NANOMATERIALES EN FOTOELECTRÓNICA

En la ilustración 45 se muestran los porcentajes pertenecientes a este cluster en el que se encuentran recogidos la mayoría de autores pertenecientes a *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica* junto con *Law*, que en el cienciograma bibliométrico aparecía dentro de la línea de investigación de *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica*, quien en sus investigaciones también cuenta con este interés en fotoelectrónica, más concretamente aplicada a la energía.

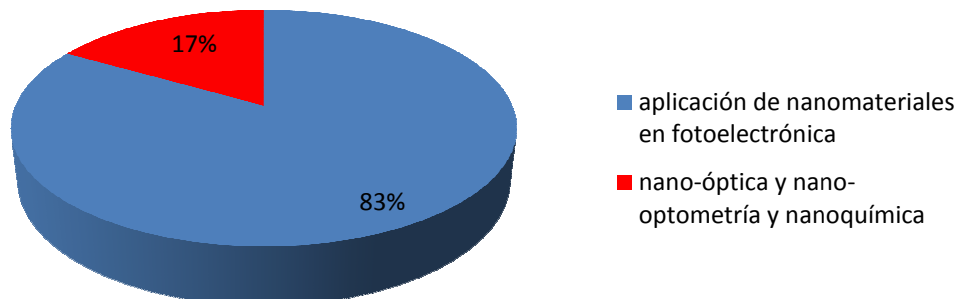


Ilustración 45. Porcentaje de autores de líneas de investigación del cienciograma bibliométrico en Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica

#### 4.4.3.6 NANOQUÍMICA

La instrumentalización y la nanoquímica se unen en este cluster. Con respecto al cienciograma bibliométrico encontramos que esta es la “ventaja” de intersectarlo con el webométrico puesto que aquí se separan la nanoquímica y la nano-optometría y nano-óptica. En este caso es *Kamat* el autor “fugado” de la línea de investigación de aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica aunque este autor se ocupa de temas ambientales y se encuentra mejor situado cerca de la nanoquímica, (véase la ilustración 46).

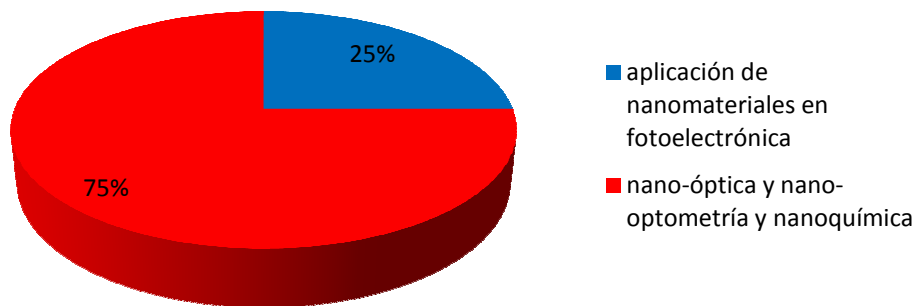


Ilustración 46. Porcentaje de autores de líneas de investigación del cienciograma bibliométrico en Nanoquímica

#### 4.4.4 TEST QAP PARA LA RED CROSS INTERSECTION

Buscando cuánto de la red bibliométrica y de la red webométrica hay en la intersección de ambas, se realiza este test. QAP define cuál de las dos redes tiene más correlación con cross intersection. Recordar que se tiene en cuenta la correlación más alta o el p-valor más bajo. En este caso la mayor correlación es con la red webométrica. La nueva red de intersección incluye los valores comunes de ambas, sin embargo la tendencia es a una semejanza mayor a la red webométrica. Así pues, estos resultados denotan la correlación fuerte existente

entre esta red de intersección y la webométrica, dándole valor a la información recuperada de la web, (véase tabla 38).

	RED CROSSINTERSECTION	
	QAP CORRELACIONES	QAP P-VALOR
RED CROSSINTERSECTION	1	0
RED BIBLIOMÉTRICA	0,36	0
RED WEBMETRICA	1	0

Tabla 38. Test QAP para la red cross intersection

## 4.5 AUTORES POR LINEA DE INVESTIGACIÓN SEGÚN CIENCIOGRAMA

Con el objetivo de clarificar si la webmetría aporta información valiosa a la bibliometría, se ha realizado la siguiente tabla(39). Se ordenan los autores por cluster bibliométrico o líneas de investigación, comparándolas con las obtenidas a través del estudio webométrico y del cienciograma de cross-intersection. Cada línea de investigación tiene un color diferente, se han respetado los colores que aparecen en los diferentes cienciogramas. De esta manera compararlas con el cluster bibliométrico es fácil y se puede observar si hay muchas variaciones entre los cienciogramas e incluso llegar a conclusiones, como que en el cienciograma de intersección se respetan las líneas de investigación del bibliométrico, pero añade información en la zona donde la barrera entre las líneas de investigación base y de tecnológicas, quedan mezcladas. Permite apreciar fácilmente cuáles son los autores de investigación base que nutren las líneas más tecnológicas u orientadas a productos, o los autores que son puente entre la investigación base y la de productos.



AUTOR	CIENCIGRAMA BIBLIOMÉTRICO	CIENCIGRAMA WEBMÉTRICO	CIENCIGRAMA CROSSINTERSECTION
Baughman	Física de los nanomateriales	Aplicación de nanomateriales	Física de los nanomateriales
Dresselhaus	Física de los nanomateriales	Aplicación de nanomateriales	Física de los nanomateriales
Frisch	Física de los nanomateriales	Aplicación de nanomateriales	Física de los nanomateriales
Iijima	Física de los nanomateriales	Aplicación de nanomateriales	Física de los nanomateriales
Perdew	Física de los nanomateriales	Aplicación de nanomateriales	Física de los nanomateriales
Oliver	Física de los nanomateriales	Instrumentación en N&N	Nanomateriales basados en carbono
Kresse	Física de los nanomateriales	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Liu	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Instrumentación en N&N	Física de los nanomateriales
Muller	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Aplicación de nanomateriales	Nanobiotecnología y Nanomedicina
Davis	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica	Nanobiotecnología y Nanomedicina
Torchilin	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Nanoquímica y Biomedicina	Nanobiotecnología y Nanomedicina
Corma	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Instrumentación en N&N	Nanobiotecnología y Nanomedicina
Haruta	Nanobiotecnología y Nanomedicina	Aplicación de nanomateriales	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Oberdorster	Nanobiotecnología y Nanomedicina	x	x
Son	Nanomateriales basados en carbono	Instrumentación en N&N	Física de los nanomateriales
Ferrari	Nanomateriales basados en carbono	Aplicación de nanomateriales	Nanomateriales basados en carbono
Geim	Nanomateriales basados en carbono	Aplicación de nanomateriales	Nanomateriales basados en carbono
Novoselov	Nanomateriales basados en carbono	Aplicación de nanomateriales	Nanomateriales basados en carbono
Rao	Nanomateriales basados en carbono	Aplicación de nanomateriales	Nanomateriales basados en carbono
Stankovich	Nanomateriales basados en carbono	Aplicación de nanomateriales	Nanomateriales basados en carbono
Li	Nanomateriales basados en carbono	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica	Nanomateriales basados en carbono
Park	Nanomateriales basados en carbono	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica	Nanomateriales basados en carbono
Hummers	Nanomateriales basados en carbono	x	x
Fujishima	Nanomateriales en fotoelectrónica	Aplicación de nanomateriales	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica
Grazel	Nanomateriales en fotoelectrónica	Aplicación de nanomateriales	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica
Hagfeldt	Nanomateriales en fotoelectrónica	Aplicación de nanomateriales	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica
Nazeeruddin	Nanomateriales en fotoelectrónica	Aplicación de nanomateriales	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica
O'regan	Nanomateriales en fotoelectrónica	Aplicación de nanomateriales	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica
Bard	Nanomateriales en fotoelectrónica	Aplicación de nanomateriales	Física de los nanomateriales
Wang, ZL	Nanomateriales en fotoelectrónica	Instrumentación en N&N	Física de los nanomateriales
Kamat	Nanomateriales en fotoelectrónica	Aplicación de nanomateriales	Nanoquímica
Law	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Nanoquímica y Biomedicina	Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica
Cui	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Instrumentación en N&N	Física de los nanomateriales
Wang, J	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Instrumentación en N&N	Física de los nanomateriales
Medintz	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Nanoquímica y Biomedicina	Nanobiotecnología y Nanomedicina
Wang, F	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Nanoquímica y Biomedicina	Nanobiotecnología y Nanomedicina
Huang	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Aplicación de nanomateriales	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Jain	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Aplicación de nanomateriales	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Link	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Aplicación de nanomateriales	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Lou	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Aplicación de nanomateriales	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Novotny	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Aplicación de nanomateriales	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Daniel	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Johnson	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Kneipp	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Lakowicz	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Sun	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Xia	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica	Nano-óptica y Nano-optoelectrónica
Alivisatos	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Aplicación de nanomateriales	Nanoquímica
Talpin	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Aplicación de nanomateriales	Nanoquímica
Yu	Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica	Aplicación de nanomateriales	Nanoquímica

Tabla 39. Autores por línea de investigación según cienciogramas

## 4.6 RED BIMODAL

Las redes se pueden clasificar según la naturaleza de los conjuntos de actores y las propiedades de sus enlaces.

El modo de una red se define como el número de conjuntos de entidades para los que se han medido variables estructurales.

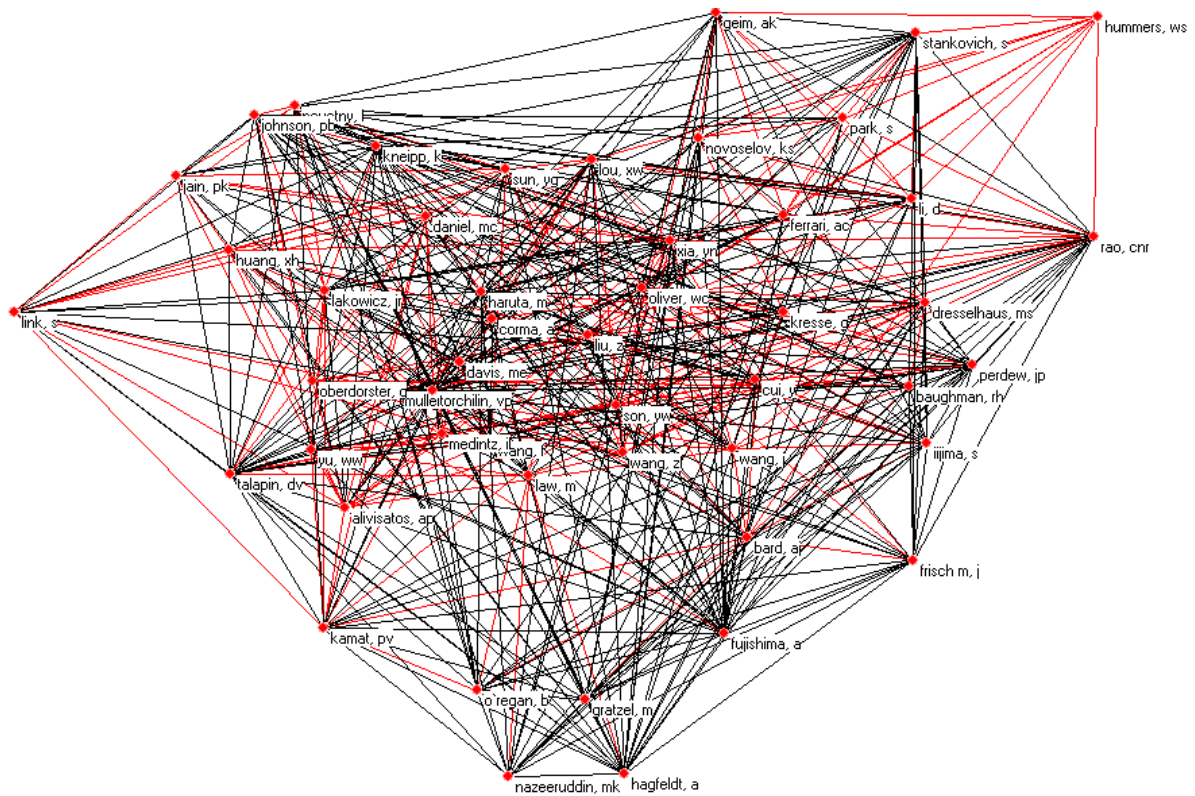
En las redes bimodales se estudian dos conjuntos de actores, o un conjunto de actores y sus acontecimientos.

La red bimodal que aquí se propone, se denomina red de afiliación y en ella, los actores tiene que estar vinculados a uno o más acontecimientos (Wasserman & Faust, 1998), es decir, el conjunto de actores de la red se relacionará a través de su afinidad mostrada a través de las cocitas por un lado y a través de las comenciones por otro.

Esta red construida en la tesis se muestra para facilitar la visualización y la comprensión del cienciograma de crossintersection. No se analiza a nivel de red puesto que no es concluyente, pero si aporta una idea clara en un solo golpe de vista, las diferencias y similitudes de los dos cienciogramas, el bibliométrico y el webométrico.

Puesto que Vosviewer no permite la visualización de redes bimodales se ha optado por visualizar ésta con Pajek. Softwareya utilizado en la tesis para realizar los análisis de redes.

Entre la maraña de relaciones representadas en la que las relaciones rojas son las del cienciograma bibliométrico y las negras las del cienciograma webométrico, se aprecia como muchas de ellas interseccionan, siendo pocas las zonas del cienciograma que quedan solamente coloreadas de rojo o de negro, mostrando la alta relación entre ambas. (Véase ilustración 47).



**Ilustración 47. Cienciograma bimodal**

En la parte superior derecha de la representación de la red bimodal, aparece *Hummers* con una serie de líneas todas ellas correspondientes a citas bibliométricas, (véase ilustración 48). No tiene representación webométrica y por ello no aparecen comenciones de este con otros autores. De la misma manera ocurre con *Oberdorster*, situado a la izquierda en la zona central, (véase ilustración 49). De un total de 50 autores 2 de ellos no tienen representación webométrica a través de las comenciones. Tan solo en estos casos la webmetría no aporta información útil a la imagen de los autores.

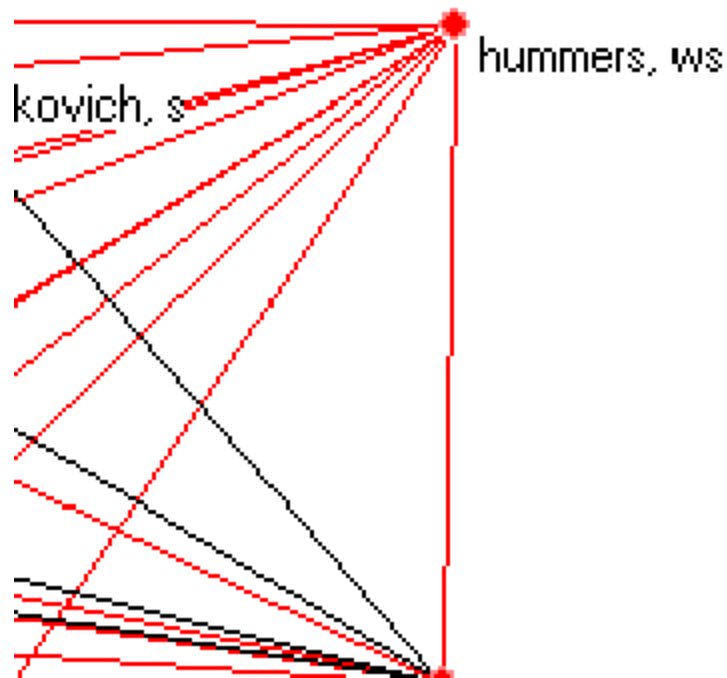


Ilustración 48. Zona superior derecha del cienciograma bimodal

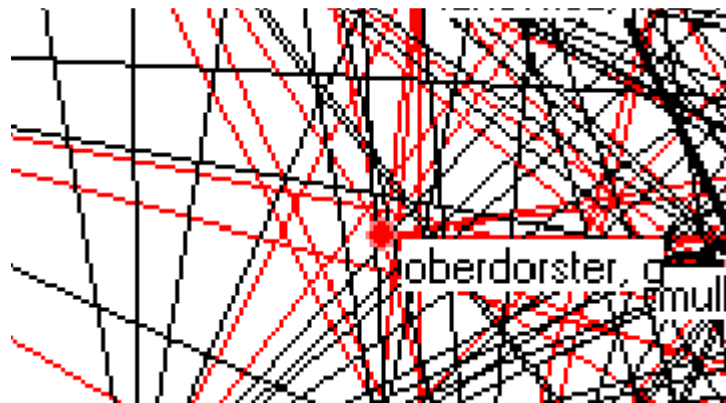


Ilustración 49. Zona izquierda del cienciograma bimodal

Además de *Hummers* y *Oberdorster*, los autores que tiene más diferencia entre su representación desde el punto de vista bibliométrico y el webométrico son *Davis*, *Huang*, *Torchilin*, *Sun*, *Muller*, *Jain*, *Daniel*, *Alivisatos*, *Link*, *Novotny*, *Yu*, *Xia*, *Lou*, *Liu*, y *Cui*. Aparecen a la izquierda de la red en la zona exterior y central. (Véase ilustración 50).

Estos autores cuentan con un número de comenciones mucho menor que su número de cocitaciones

En este caso la representación webométrica no aporta mucho valor añadido a la importancia que reflejan desde el punto de vista bibliométrico. Son autores que no quedan tan bien representados en la web como en el cienciograma bibliométrico.

En estos casos, la webmetría aporta poca información diferente respecto a la suministrada desde el punto de vista bibliométrico. Esto revela que estos autores deberían tener más en cuenta su imagen en la web.

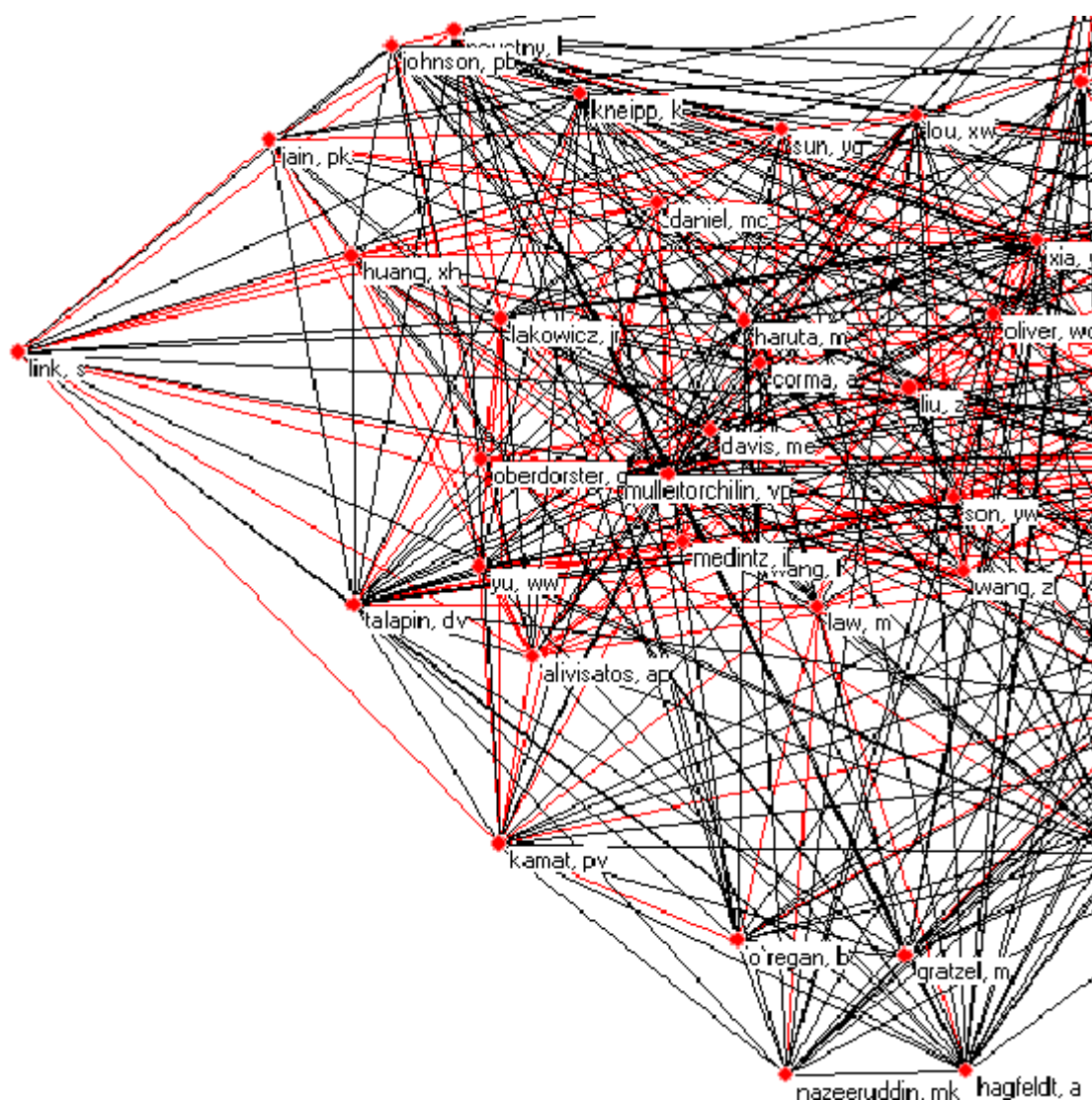
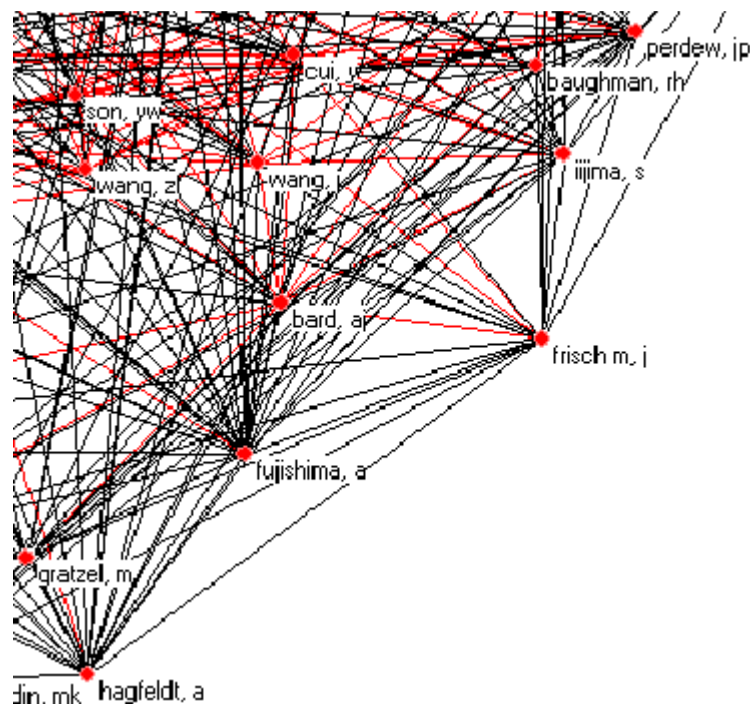


Ilustración 50. Zona exterior izquierda del cienciograma bimodal

Por el contrario cabe destacar a Hagfeldt, Perdew, Fujishima, Son y Kresse, que cuentan con gran representación en la web. En estos caso la webmetría aporta

más información sobre ellos y les presta más importancia, ya que tienen más comenciones que cocitaciones. Excepto *Son*, todos estos autores que tienen un nivel alto de cocitaciones. Aunque no son los autores más cocitados, sí que se sitúan dentro de la red bibliométrica como importantes así como en la webométrica con un número elevado de comenciones. Están localizados en la zona derecha de la red pero hacia el interior de esta.

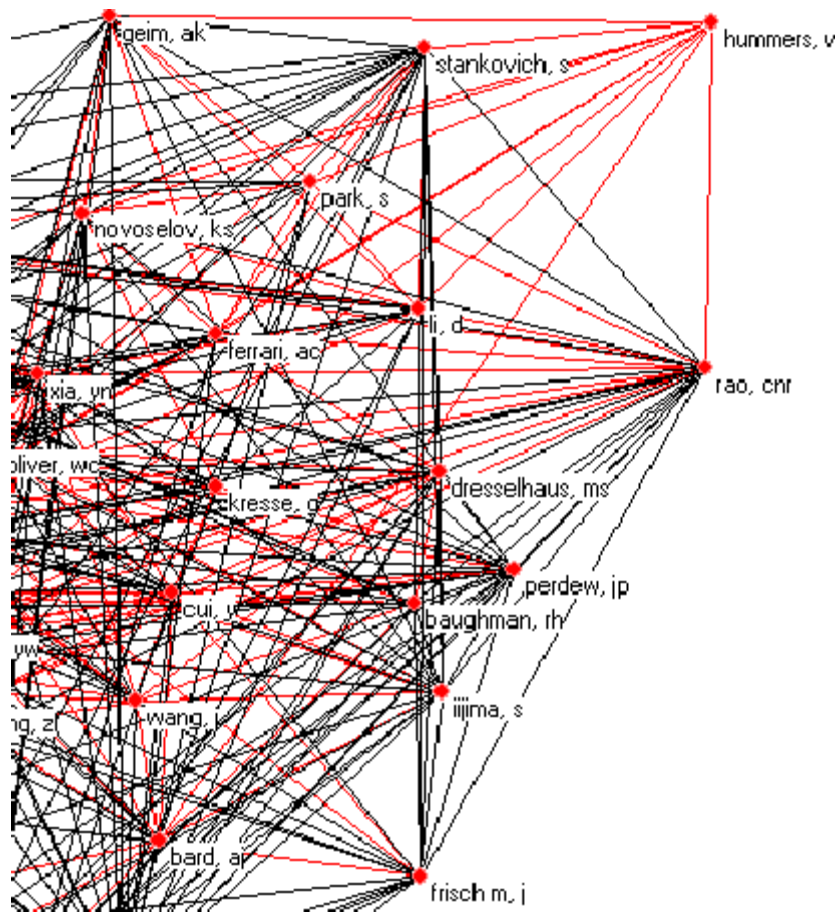
También se aprecia en la red bimodal cómo la mayoría de estos autores se sitúan en la parte exterior derecha y central, siguiendo el sentido de las agujas del reloj, desde el ya nombrado *Hummers*. (Véase ilustración 51).



**Ilustración 51. Zona exterior e inferior de la derecha del cienciograma bimodal**

Los autores más equilibrados respecto a su representación bibliométrica y webométrica son *Baughman*, *Novoselov*, *Park*, *Oliver*, *Nazeeruddin*, *Rao*, *Geim*, *Stankovich* y *Frisch*. (Véase ilustración 52). Coincide su representatividad en el cienciograma bibliométrico y en el webométrico. Es decir que cuentan con números parecidos en cuanto a las cocitas y a las comenciones, aunque las cocitas son

mayores en todos los casos. Estos autores se encuentran en la parte superior y derecha de la red, excepto *Nazeerudin* que aparece en la parte inferior.



**Ilustración 52. Zona exterior derecha del cienciograma bimodal**

No detectamos una relación directa o inversa en cuanto a ser más o menos comencionado según el número de cocitas. Sin embargo, se aprecia que la diferencia entre cocitas y comenciones no es muy amplia, aunque en la mayoría de los casos la cocitas superan a las comenciones. La imagen que ofrece la bibliometría de estos 50 autores no difiere mucho de la proporcionada por la webmetría. Así que la webmetría no solo se puede utilizar como apoyo si no también directamente como representación de la realidad de la N&N.

Esto responde a que la comención no es más que el resultado de la traslación a la web de las cocitas, es decir, la publicación de los trabajos en las web de las instituciones de investigación u otras instituciones (como gobiernos), web

personales o profesionales, web temáticas, webs de asociaciones, etc. Por tanto, cuando existe comención, es porque el reconocimiento bibliométrico ha llegado a la red, cuando no existe, es porque no hay una representación o equilibrio adecuado entre las cocitas y las comenciones.

Es por ello, que se propone, en la medida de lo posible, que las redes de coautoría, ya sean de autores, instituciones o países, se realicen de forma *bibliowebométrica* (redes de cross intersection) o al menos bimodal, pues como se puede observar en este epígrafe las redes de cocitación y de comención no son excluyentes, sino todo lo contrario, complementarias.

## 4.7 ANALISIS DE CONTENIDO WEB

Un análisis webométrico aplicado a la bibliometría requiere no solo de la interpretación de los resultados de la red si no también del análisis de contenido de las URLs resultado de la búsqueda.

En este apartado se identifican los dominios y urls mayoritarios aparecidos en las páginas en las que se comenciona a los pares de autores en N&N. También se tipifican a través de una *checklist* construida ad hoc (tabla 2).

Los dominios o el sistema de nombres de dominio (DNS) tienen el propósito de localizar y direccionar los equipos conectados a Internet o a una red privada. Este sistema se basa en la nomenclatura jerárquica para asignar estos nombres a los ordenadores.

Los dominios son entidades administrativas, se diseñan para asegurar una administración responsable de los mismos.



El sistema de dominios se basa en un árbol jerárquico que parte de unos pocos nombres de dominio de primer nivel. Estos se subdividen en niveles de dominio de segundo nivel y así sucesivamente.

No hay restricciones geográficas, topológicas o tecnológicas para obtener un nombre de dominio aunque para obtener algunos dominios hay normas restrictivas. Tampoco se hace necesario que los hosts de un dominio cuenten con un software o hardware común ni protocolos comunes.

Para especificar estos nombres de dominio, el sistema se sirve de un estándar denominado RFC920(Postel & Reynolds, 1984). En el documento se describen los protocolos oficiales, especificaciones y otros comentarios y referencias.

El objetivo de los nombres de dominio es aglutinar categorías como “gobierno”, “educación”, “empresas”, etc.(Internet Assigned Numbers Authority, n.d.). Por ello resulta interesante describirlas y buscar las tipología de páginas en las que los autores tiene presencia web demostrando en qué clase de dominios encontramos este tipo de información científica que tiene que ver con la N&N.

Estas categorías son:

.gov dominios relativos al gobierno.

.edu dominios relativos a educación.

.com dominios relativos a comercio.

.mil dominios relativos a instituciones militares.

.org dominios relativos a organizaciones.

.net El dominio net es un caso especial puesto que no se menciona en el documento 920, aunque en 2011 ya era el tercer dominio de nivel superior después de .com y .de. Este dominio se creó en 1985.

También hay otra serie de dominios de nivel superior que utilizan el código de dos letras en inglés (Alpha-2) para identificar los países según el Estandar de la ISO “Códigos para la representación de nombres de países” y que también son importantes para la averiguar desde dónde, geográficamente, se difunde esta información sobre N&N.

### 4.7.1 DOMINIOS WEB

Pasamos a contabilizar y tipificar los dominios en los que se encuentran comencionados los autores de N&N. Para que el resultado sea representativo, se ha establecido un umbral de al menos 1000 links.

Hay 120 dominios y subdominios diferentes entre las búsquedas realizadas. En la siguiente tabla (39) se representan los 7 más significativos.

DOMINIO	Nº DE URLS
.com	25.218
.org	23.715
.edu	15.509
.gov	2.659
.net	2.452
.cn	2.365
.de	1.001

Tabla 40. Dominios mayoritarios en las páginas resultado

Estos corresponden al dominio *.com* con 25.218 urls, al dominio *.org* con 23.715 urls, correspondientes a la categoría de comercio y organizaciones. El tercer dominio más enlazado es *.edu*, correspondiente a la categoría genérica de educación. También en las páginas de gobierno, con dominio *.gov*, encontramos los autores objeto de estudio comencionados, aunque con una diferencia amplia respecto a los dominios *.com*, *.org* y *.edu*. Se observa como el gobierno de EEUU, tiene predilección por contener en sus páginas información relativa a esta nueva disciplina y por ello ha creado la “Iniciativa Nacional de Nanotecnología”(USA Government, n.d.). Muchos de los avances que ofrece la N&N representan el

poder tecnológico, siempre importante para estar a la cabeza de los países del mundo. Como se observa, los dominios mayoritarios *.com* y *.org* son genéricos, lo que no nos aporta mucha información sobre dónde o con qué carácter se muestra la información sobre N&N. por el contrario el dominio *.edu*, minoritario en este caso, si aporta una idea sobre el carácter académico del host donde se alojan las menciones de autores. El análisis de dominios de segundo nivel será mucho más definitorio para el análisis de contenido.

Finalmente resultan reseñables los dominios *.cn* correspondiente a China y *.de*, correspondiente a Alemania, (véase la ilustración 53).

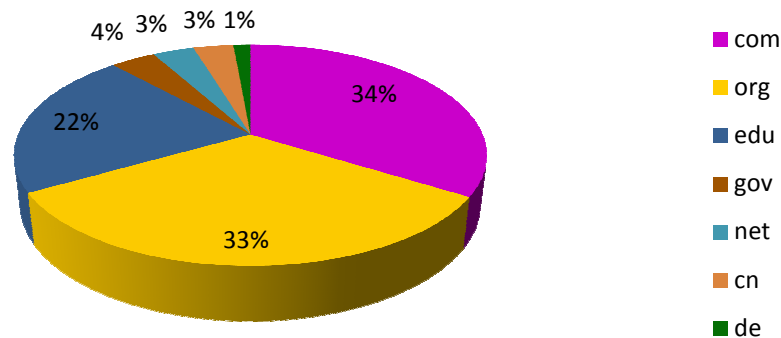


Ilustración 53. Porcentaje de los dominios de primer nivel

Para observar los dominios por países se muestra la tabla 40. Tan solo aparecen dos países con más de 1000 urls, que ha sido el umbral escogido para el análisis de contenido. Se han dispuesto los países o zonas geográficas en intervalos para su sencilla visualización. En total aparecen 100 países o zonas diferentes en las que se menciona a los autores de N&N, realizando un top 5 encontramos a China, Alemania, Reino Unido, Canadá y Taiwán. Hay que tener en cuenta que este es un dato indicativo puesto que además de países, hay zonas geográficas como Asia o Europa en la que diversos países también cuelgan su información u otros ejemplos, como el de EEUU, cuya información sobre N&N es visible en el dominio *.gov* y es el país que más información sobre N&N refleja en la web.

PAÍS O ZONA GEOGRÁFICA	Nº DE URLs
Alemania y China	más de 1000
Canadá, Italia, Reino Unido y Taiwán.	de 501 a 1000
Australia, Austria, Brasil, EEUU, España, Francia, Grecia, Hong Kong, India, Israel, Japón, Países Bajos, Polonia, República de Corea, Rusia, Singapur, Suecia, Suiza, Suráfrica y Unión Europea.	de 100 a 500
Dinamarca, Indonesia, Méjico, Noruega, República Checa, Samoa, Turquía y Vietnam.	de 51 a 100
Arabia Saudí, Bélgica, Catalunya, Chile, Croacia, Eslovaquia, Finlandia, Hungría, Irán, Irlanda, Islas Cocos (Koeling), Macau, Malasia, Montenegro, Nueva Zelanda, Portugal, Rumanía, Serbia, Tailandia, Territorios británicos del Océano Índico, Tuvalu y Ucrania.	de 11 a 50
Angola, Argentina, Asia, Bangladesh, Belice, Bielorusia, Bolivia, Botswana, Bulgaria, Camboya, Chipre, Colombia, Ecuador, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, Eslovenia, Estonia, Filipinas, Gabón, Iráq, Isla Ascensión, Kazakhstán, Kenia, Kuwait, Líbano, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Micronesia, Moldavia, Mongolia, Nepal, Niue, Omán, Pakistán, Palau, Perú, Qatar, San Marino, Santo Tomé y Príncipe, Sri Lanka, Tokelau, Tonga y Venezuela.	de 1 a 10

**Tabla 41. Dominios geográficos en las páginas resultado**

Mayoritariamente (41%) la N&N aparece reflejada en *academia.edu*, que ha quedado tipificada dentro de las páginas de carácter científico y educativo (véase tabla 43). Básicamente, la motivación de compartir información es lo que consigue que la N&N se vea representada en la red.

Todas las páginas que apuntan a la American Physical Society (22%) APS se relacionan con congresos. La información sobre congresos, debido al carácter propio de estos, es información actualizada, novedosa y original. Los congresos son una manera de avance y difusión de la ciencia más dinámico y rápido que a través de las publicaciones periódicas o las monografías. Por ello, esta representación de la N&N en estas páginas dota de este carácter a su información. Esta representación de los congresos en las páginas oficiales de una

asociación, sugiere la amplia labor de difusión de información científica sobre la materia.

También vinculada al mundo científico, se encuentra la plataforma del gobierno de los EEUU dedicada a la ciencia (18%). Este país es el que más información sobre N&N representa en la web, de esta manera se deduce su interés en la materia y en su difusión y sugiere la amplia producción de ciencia en este dominio.

Así pues, el 81% de las páginas que reflejan o representan la información sobre N&N en la web son de carácter científico.

En cuarto lugar aparece *4shared.com* (19%). Al carácter científico de la N&N se le añade, en menor proporción, información divulgativa desde esta plataforma para compartir contenidos.

Las plataformas para compartir contenidos, son en total un 60%, la cultura de compartir en la web es clara dentro de la N&N (véase ilustración 54).

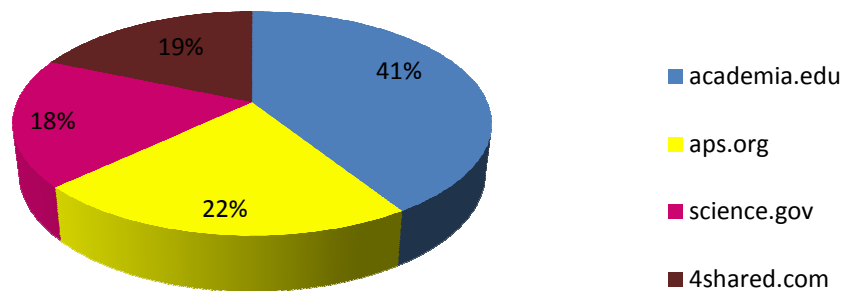


Ilustración 54. Porcentaje de los dominios de segundo nivel

## 4.7.2 TIPOLOGÍAS DE LAS PÁGINAS WEB

Los siguientes gráficos de sectores muestran las tipologías en las que se inscriben los autores mencionados. Estas tipologías han sido creadas a partir del *checklist* ya mencionada en la tabla 2.

En el gráfico (ilustración 55) se encuentra divididas estas categorías en:

1. Plataformas para contenidos científicos
2. Plataformas para contenidos divulgativos
3. Páginas oficiales de gobiernos
4. Páginas de universidades
5. Páginas de sociedades o asociaciones
6. Páginas de congresos
7. Páginas de blogs y noticias

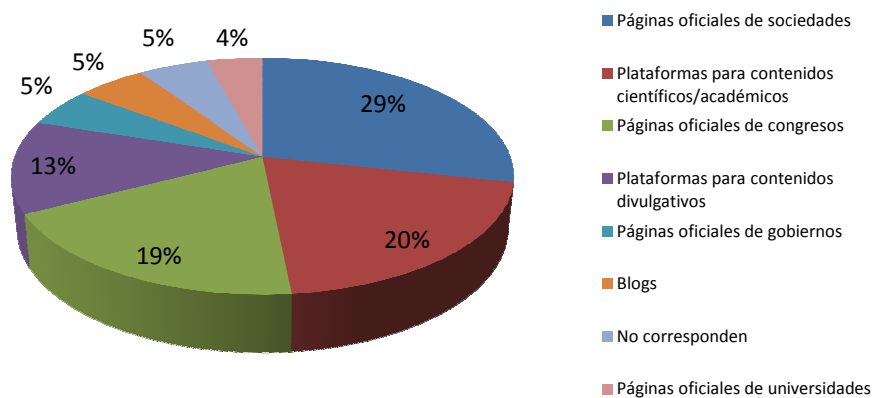


Ilustración 55. Tipologías pormenorizadas de las páginas

Las páginas de sociedades o asociaciones se alzan con la proporción más alta por encima de cualquier otra tipología (29%). Es a través de ellas donde se refleja de manera mayoritaria la N&N. La información que aparece en estas páginas es de calidad, teniendo en cuenta la fuente de información. A este respecto las asociaciones o sociedades cumplen un gran papel fomentando la divulgación de la N&N. La mayor parte de la información que aparece en esta tipología de

páginas se refiere a congresos, lo que sugiere la alta actividad y rápida evolución de este dominio científico así como la originalidad y la actualidad de esta información. A continuación se muestran las páginas y asociaciones incluídas dentro de esta tipología.

<b>Páginas de asociaciones o sociedades</b>		
aps.org	26%	American Physical Society
balzan.org	15%	Fundacion internacional Premio Balzan
mrs.org	15%	Material Research Society
aaahq.org	7%	American Accounting Association
aaaas.org	7%	American Society for the Advanced of the Science
aaar.org	4%	American Association for Aerosol Research
azkef.org	4%	American Zhu Kezhen Education Foundation
4sonline.org	4%	Social Studies of Science
aas.org	4%	American Astronomical Society
iitm.ac.in	4%	Indian Institute of Madras
electrochem.org	4%	The electrochemical society
aacp.org	4%	American Association of Colleges of Pharmacy
aaomp.org	4%	Amercian Academy of Oral and Maxilofacial Pathology

**Tabla 42. Dominios incluídos en la tipología Páginas de asociaciones o sociedades**

Con un porcentaje parecido (20%) aparecen las plataformas para compartir contenido científico y académico. Este hecho refuerza la idea de la difusión de información sobre N&N desde fuentes de información de calidad. En la tabla 43 aparecen las páginas agrupadas dentro de esta tipología.

<b>Páginas para contenido científico y académico</b>	
academia.edu	58%
issuu.com	16%
highlycited.com	11%
researchgate.com	5%
degruyter.com	5%
2physics.com	5%

**Tabla 43. Dominios incluídos en la tipología Páginas para contenido científico y académico**

Por otro lado las páginas de congresos representan la tercera tipología (19%). Se suma el grueso de información de carácter científico que se encuentra en la web.

<b>Páginas de Congresos</b>		
meetings.aps.org	39%	Americal Society for the Advanced of the Science
mrs.org	22%	Material Research Society
41.77.113.128/reviewers.html	17%	European Signal Processing Conference
emnc.org	6%	European Microfinance Network Conference
avs.org	6%	Science and tecnology of materials, intefaces and processing
electrochem.org	6%	The electrochemical society
aaar.org	6%	American Association for Aerosol Research

**Tabla 44. Dominiosincluidos dentro de la tipología Páginas de congreso**

La siguiente tipología de páginas web en las que la N&N se refleja son las de contenido divulgativo (13%). En este caso el reflejo de esta información muestra un carácter más divulgativo, aunque es probable que la mayoría de la información de N&N en ellas sean artículos científicos y otras tipologías científicas, pero no se puede avalar su calidad automáticamente como sucede en las plataformas de contenidos científicos y académicos o las del gobierno de EEUU o las dependientes de asociaciones o sociedades. La mayor parte de información sobre N&N en la web es de carácter científico aunque se instala en plataformas divulgativas aumentando su difusión en cuanto al espectro de usuarios que acceden a ella.

<b>Plataformas para compartir contenido divulgativo</b>	
academia.edu	58%
issuu.com	16%
highlycited.com	11%
researchgate	5%
degruyter.com	5%
2physics.com	5%

**Tabla 45. Dominiosincluidos en la tipología Páginas para compartir contenido divulgativo**



Las páginas de gobiernos (5%) se limitan en exclusiva al de los EEUU. Este país, en el host *science.gov* muestra la importancia que tiene para ellos este dominio científico y su afán de plasmar esto en la web. La información de N&N en esta página es de carácter científico.

Páginas de gobierno		
science.gov	100%	Página oficial de Información Científica del Gobierno de EEUU

**Tabla 46. Dominio incluido en la tipología Páginas de gobierno**

La aparición en blogs (5%) de estas comenciones no es muy representativa. Hay que añadir que todos los links de blogs son de servidores chinos por lo que es difícil analizar la significancia de estos ya que no tienen traducción al inglés, aunque en su mayoría parecen perfiles de investigadores. Pero aporta una idea de presencia de la China en la web respecto a la N&N. En la siguiente tabla se muestran las páginas de los blogs.

Blogs	
applesun0757.blog.163.com	20%
chuguoedu.blog.163.com	20%
liuzhanli112.blog.163.com	20%
pandagon.blog.163.com	20%
wangyufeng222.blog.163.com	20%

**Tabla 47. Dominios incluidos en la tipología Blogs**

En otro porcentaje no muy significativo se localizan algunos resultados que no son pertinentes puesto que nada tienen que ver con la N&N (5%).

No corresponden		
9512.net	20%	Servidor chino
www.39kf.com	20%	Servidor chino
www.chem8.org	20%	Servidor chino
dns2.asia.edu.tw	20%	Página sobre bibliografías
plainsite.org	20%	Plataforma de leyes

**Tabla 48. Dominios incluidos en la tipología Páginas no correspondientes**

En último lugar aparecen las páginas de universidades. No son un porcentaje elevado (4%) porque para evitar las autocitaciones se han eliminado las páginas de las universidades de pertenencia de los autores objeto de estudio.

Páginas de universidades		
arizona.ed	75%	Univ. de Arizona
library.binus.ac.id	25%	soporte para catálogo (Univ. de Sevilla)

Tabla 49. Dominios incluidos en la tipología Páginas de universidades

### 4.7.3 DOMINIOS Y TIPOLOGIA DE PÁGINAS WEB POR CLUSTER BIBLIOMÉTRICO

Se aplica un análisis de contenido a los clusters o líneas de investigación aparecidos en los cienciogramas. La ventaja del análisis de contenido, es que se puede utilizar para describir cualquier agrupación que se considere importante. En este caso, el análisis de contenido pretende ser información descriptiva que se añade a la caracterización de los clusters de los cienciogramas.

Todas las líneas de investigación de este cienciograma aparecen reflejadas a través de la comención de los autores de N&N mayoritariamente en el dominio *.com* seguidamente de *.org* excepto en *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica* en que el dominio *.org* supera por muy poco porcentaje a *.com*. Como tercer dominio mayoritario se encuentra el dominio *.edu*. Puesto que los dos dominios mayoritarios en los que se aloja la información son muy genéricos, no es posible describir con detalle las características de la información de N&N en ellos si no en un análisis de dominios de segundo nivel. El dominio *.edu* si refleja el carácter académico de la información sobre N&N en la web. Así pues, se reseñarán los porcentajes obtenidos en cada línea de investigación referentes a los dominios de primer nivel pero serán los de segundo nivel en los que

encontremos más claramente las características de la información sobre N&N en la web.

En cuanto a las tipologías de páginas correspondientes con la *checklist* diseñada para este trabajo, las menciones de autores han aparecido mayoritariamente en las páginas de asociaciones y de plataformas para contenidos científicos, así como en congresos. Parece que ha habido un creciente interés en que la información más relevante de N&N apareciera de manera mayoritaria en las plataformas científicas en sí, para que los usuarios localicen la información en estos lugares especializados en los que ya no es necesario hacer un juicio de valor de la fuente de información.

Dentro de este carácter científico de la información de N&N en la web, *Física de los nanomateriales*, y *Nanomateriales basados en carbono* junto con *Nanobiotecnología* y *nanomedicina*, son las que quedan representadas mayormente por las páginas de asociaciones o sociedades. *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica y Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica* tienen más presencia en las plataformas científicas y seguidamente en las asociaciones científicas o sociedades. Es loable el interés de las asociaciones científicas en la divulgación de la N&N y en su actividad respecto a los congresos.

En cuanto al reflejo de la actividad y evolución de la N&N se puede observar como todas las líneas de investigación tienen representación en páginas de congresos, sobre todo *Nanobiotecnología* y *nanomedicina* y *Física de los nanomateriales*. Su aparición en páginas de congresos y sitios de este carácter muestra la actualización de esta información y la constante evolución de la N&N.

Todas las líneas de investigación traspasan el carácter científico y se reflejan tímidamente en dominio de plataformas para contenidos divulgativos. Los no científicos también se interesan por la N&N en este sentido y por ello aparece información de las diferentes líneas de investigación en estas plataformas., sobre todo en *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica*.

Hay que destacar el interés del gobierno de EEUU en esta disciplina aunque no represente porcentajes muy altos. Este interés es muy claro, tres de las líneas de investigación están representadas en sus páginas excluyendo *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica* y *Nanomateriales basados en carbono*.

#### **4.7.3.1 APLICACIÓN DE NANOMATERIALES EN FOTOELECTRÓNICA**

Tal y como ocurre en el análisis general, en este cluster las páginas se encuentran mayoritariamente en el dominio *.com*(40%) seguido de cerca por *.org*(37%) y con representatividad en *edu*(23%).

En la ilustración 56, se muestra la tipología de páginas en las que aparecen los autores dedicados a la línea de investigación de *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica*. Conservan prácticamente el mismo orden de importancia que en el análisis general. Así pues, nuevamente las páginas de asociaciones (43%), obtienen el porcentaje más alto seguidas por las páginas de plataformas científicas (29%). Estas demuestran en carácter científico con el que se muestra la N&N en la web. Hecho que se ve corroborado si además se le suma el porcentaje de las páginas de congresos (7%). El reflejo de la N&N en estas páginas sugiere el carácter científico de la información de esta línea de investigación y su evolución de manera rápida.

Las plataformas para contenidos divulgativos (14%) son la tercera vía en la que se representa la información de N&N, esto aporta una idea de la diseminación de esta información a otras plataformas no estrictamente científicas y que dan servicio a un amplio número de usuario que no tienen porqué estar vinculados a la ciencia.

La información sobre esta línea de investigación no aparece en las páginas del gobierno de EEUU.

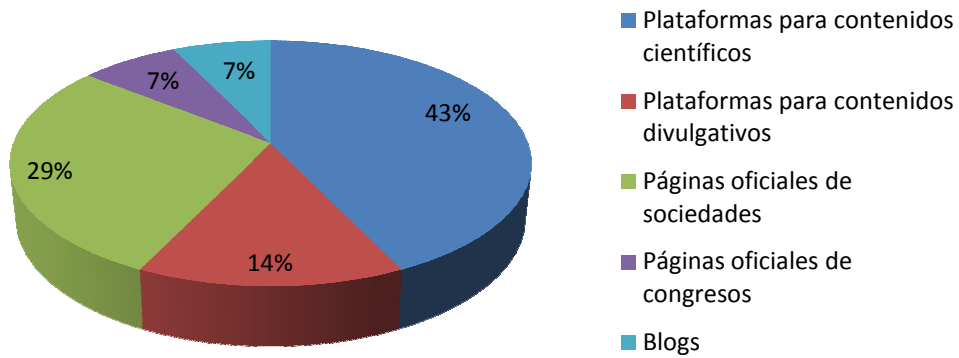


Ilustración 56. Tipologías de páginas en Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica.

#### 4.7.3.2 NANO-ÓPTICA Y NANO-OPTOMETRÍA Y NANOQUÍMICA

En este cluster, con porcentajes muy parecidos al cluster anterior, los dominios más representativos son *.com* y *.org* y posteriormente *.edu*. Se presenta la ilustración 57 en la que encontramos porcentajes muy pequeños pero reseñables en los dominios *.gov.net* y *.cn*. En este cluster se refleja la ocupación de China en mantener contenidos sobre esta línea de investigación, lo que sugiere la importancia de estas investigaciones y su producción científica. Con porcentajes mayores que los de China, aparecen las del gobierno de EEUU representado en el dominio *.gov*.

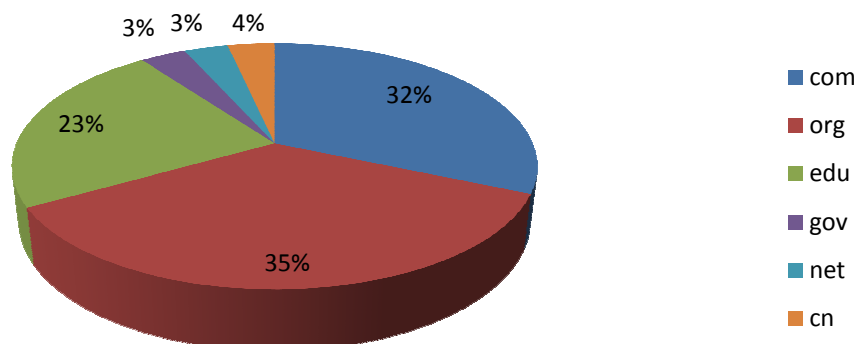


Ilustración 57. Dominios en Nano-óptica y nano-optometría y nanoquímica

Esta vez las plataformas para contenidos científicos son las más representativas de esta línea de investigación (32%) seguidas muy de cerca por las páginas de asociaciones o sociedades (29%). Vuelve a hacerse patente el carácter científico de la información de N&N en la web y el esfuerzo de las asociaciones como difusoras de esta información. Esta línea de investigación también parece de crecimiento rápido porque se refleja en páginas de congresos (14%). Aunque el carácter de esta línea de investigación en la web es científico, también hay que resaltar que el porcentaje de plataformas para compartir contenidos divulgativos tiene una presencia del 7% y la información sobre N&N se extiende más allá de los canales académicos calando entre mayor número de usuarios.

Al contrario que en la anterior línea de investigación, en esta si se aprecia el interés del gobierno de los EEUU (7%). Se pueden consultar los porcentajes en la ilustración 58. Con el mismo porcentaje (7%) aparecen los blogs, no se hace referencia a ellos puesto que son servidores chinos sin traducción y no podemos evaluar su contenido, tan solo nos sugieren el interés de China en esta línea de investigación.

Así pues, en esta línea de investigación encontramos a EEUU y a China como países que transfieren esta información. La información sobre esta línea de investigación transpasa los límites de la información académica complementándose con información divulgativa.

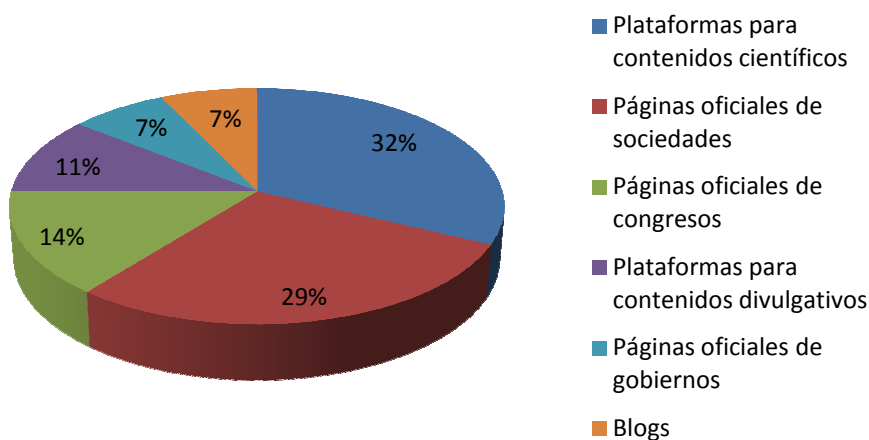


Ilustración 58. Tipologías de páginas en Nano-óptica y nano-optometría y nanoquímica

### 4.7.3.3 NANOBIOTECNOLOGÍA Y NANOMEDICINA

Siguiendo la dinámica del análisis general *.com*(37%) y *.org*(36%) son los dominios mayoritarios seguidos de *edu* (27%). En la ilustración 59 se muestra que se han encontrado comencionados los autores de *Nanobiotecnología* y *Nanomedicina* mayoritariamente en las páginas de asociaciones (32%) seguidas de las páginas de congresos (26%). Se reitera en la web el carácter de constante y rápida evolución de esta línea de investigación. Las páginas científicas y las de contenido divulgativo cuentan con el mismo porcentaje (11%). Así pues, el carácter de esta línea de investigación también es científico en la red aunque traspase estos límites para aparecer, en menor medida, en plataformas para contenidos divulgativos.

En esta línea de investigación aparecen las páginas científicas del gobierno de EEUU (10%) mostrando así su interés en este campo. El mismo porcentaje corresponde a las páginas de blogs, que no se entran a valorar por el desconocimiento del idioma chino. Igualmente queda patente la presencia de las páginas chinas respecto a la N&N.

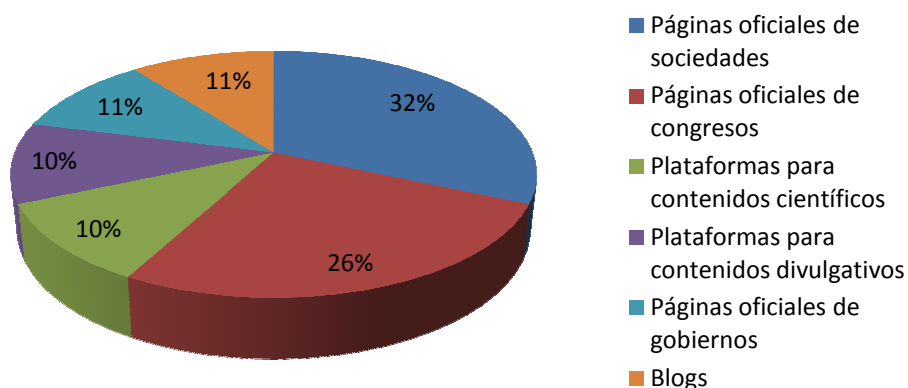


Ilustración 59. Tipologías de páginas en Nanobiotecnología y nanomedicina

#### 4.7.3.4 FÍSICA DE LOS NANOMATERIALES

Nuevamente .com(61%) es, de manera mayoritaria, el dominio en el que aparecen comencionados los autores de N&N de la línea de investigación de *Física de los nanomateriales*, el resto de páginas se localizan en .org (39%).

El porcentaje más elevado de tipología de páginas que reflejan la información de *Física de los nanomateriales* son los relacionados con las sociedades o asociaciones (36%), seguido por las páginas de plataformas para contenido científico (29%) y las de congresos (21%). Si se le suman las páginas del gobierno de EEUU (7%), que también son de carácter estrictamente científico, queda claro el carácter científico de la información sobre esta línea de investigación en la web. Las plataformas para contenidos divulgativos tienen la misma presencia que la página del gobierno de EEUU.

La información sobre esta línea de investigación también traspasa el carácter estrictamente académico situándose tímidamente en las plataformas para contenidos de todo tipo. Muestra que el común de los usuarios también se interesan por esta línea de investigación sin necesidad de ser expertos.

Claramente se ve la vinculación de EEUU en esta línea de investigación y la actualización de esta línea de información puesto que se localiza en páginas de congresos. Se pueden consultar los porcentajes en la ilustración 60.

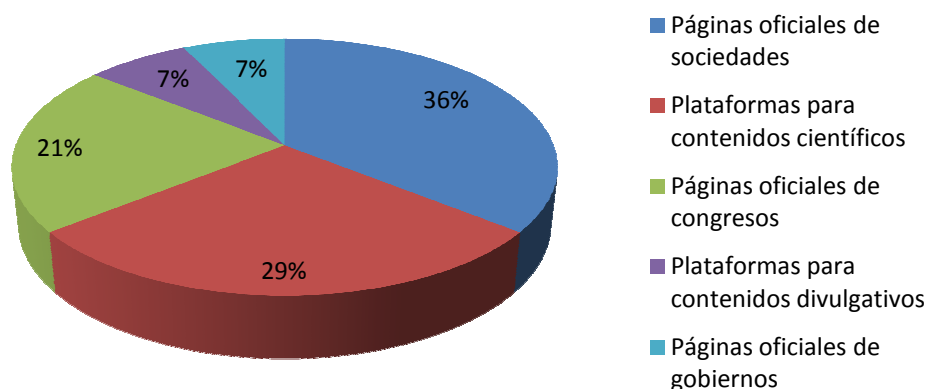


Ilustración 60. Tipologías de páginas en *Física de los nanomateriales*



### 4.7.3.5 NANOMATERIALES BASADOS EN CARBONO

De nuevo *.com* (57%), *.org*(28%) y *.edu*(15%) se alcanzan, en este orden, con la máxima presencia de dominios en esta línea de investigación.

Las plataformas de contenidos científicos (37%) y las páginas de asociaciones (36%), son el reflejo de esta línea de investigación en la web. El carácter científico de la información sobre N&N en la red queda demostrado nuevamente. Con los mismos porcentajes se encuentran las páginas de congresos (9%), que se suman a las de carácter científico, las de plataformas para contenidos divulgativos (9%) y los blogs. La línea de investigación sigue la tónica general mostrándose de carácter científico, difundida ampliamente por las asociaciones y con un tono importante de trabajo como muestra su presencia en los congresos. A esto hay que añadirle su presencia en páginas de contenido divulgativo.

Las páginas del gobierno de EEUU no parecen comenzar a los autores de esta línea de investigación. Es curioso porque es una línea muy importante. (Véase la ilustración 61). Sin embargo, que los blogs localizados sean de un servidor chino demuestra que en China si tiene reflejo esta línea de investigación.

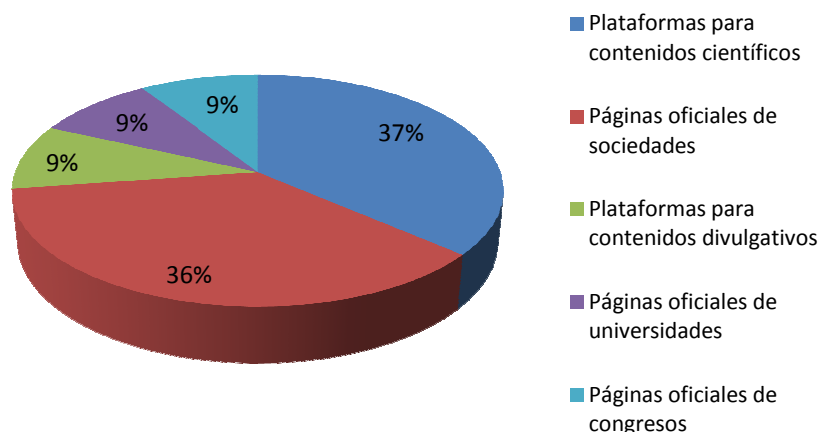


Ilustración 61. Tipologías de páginas en Nanomateriales basados en carbono.

#### 4.7.4 DOMINIOS Y TIPOLOGIA DE PÁGINAS WEB POR CLUSTER WEBMÉTRICO

A continuación, y para caracterizar los clusters aparecidos en el cienciograma webométrico, se muestran en gráficos de sectores los dominios de segundo nivel, así como la tipología de las páginas en cada uno de los clusters, completando el análisis de red del cienciograma webométrico con el siguiente análisis de contenido.

Las páginas de asociaciones científicas o sociedades parecen ser las que más presentan información sobre los clusters webométricos de N&N. Muestra el esfuerzo de estas sociedades por difundir esta información y el tratamiento científico que va a caracterizar este dominio científico. *Aplicación de nanomateriales* y *Nano-óptica y nanofotoelectrónica* y *Nanoquímica* son las dos líneas de investigación que más se caracterizan por su presencia en esta tipología de páginas.

Las páginas de congresos tienen fuerte presencia en todas las líneas de investigación excepto en *Nanoquímica* y *biodemecina*. Se ve reflejada la evolución a través de congresos de este dominio científico. *Fabricación de nanomateriales* es la línea con más representación en páginas de congresos.

En cuanto a las plataformas de contenidos científicos y académicos, éstas contienen información de todas las líneas de investigación excepto *Fabricación de nanotameriales*. *Aplicación de nanomateriales* parece ser la línea con más representación en este tipo de plataformas.

Decididamente, la información sobre N&N en la web es de carácter científico aunque todas las líneas de investigación contienen información en plataformas de carácter divulgativo sobre todo en *Fabricación de nanomateriales* y *Nanoquímica* y *Biomedicina* ampliando así su rango de usuarios y de difusión

Tan solo la *Nanoquímica* y *biodemicinano* aparece reflejada en las páginas del gobierno de los EEUU, todas las demás si tienen representación, lo que demuestra su interés en estas temáticas y denota el carácter científico de la información que se localiza en sus páginas.

#### 4.7.4.1 APLICACIÓN DE NANOMATERIALES

Este cluster sigue la línea del análisis general y aparece mayoritariamente el dominio *.com* seguido de cerca por *.org* y en un 21% el dominio *.edu*. Las páginas de gobierno no son muy representativas, pero es significativo que aparezcan. Nuevamente EEUU muestra su interés por esta línea de investigación. (Véase la ilustración 62).

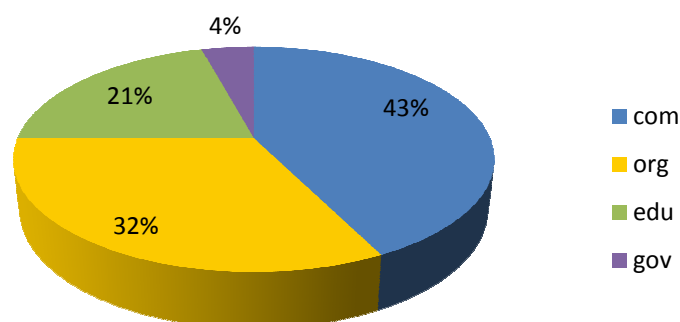


Ilustración 62. Dominios en Aplicación de nanomateriales

En cuanto a la tipología de páginas, en este cluster, son reseñables las páginas de carácter científico. Primeramente las páginas vinculadas a asociaciones o sociedades científicas (36%) seguidas por las plataformas de contenido científico y académico (28%) y las de congresos (24%). La información de esta línea de investigación trasciende a las plataformas de carácter divulgativo (9%). El gobierno de EEUU cuenta con información de esta línea de investigación en su página científica (9%). Apenas un 4% representa la presencia en servidores de universidades que no pertenecen a las filiaciones de los pares de autores. Por

ello, este dato no es significativo para la descripción de la N&N en la web desde el punto de vista de esta investigación.

La presencia de información científica y actualizada definen esta línea de investigación en la web. (Véase la ilustración 63).

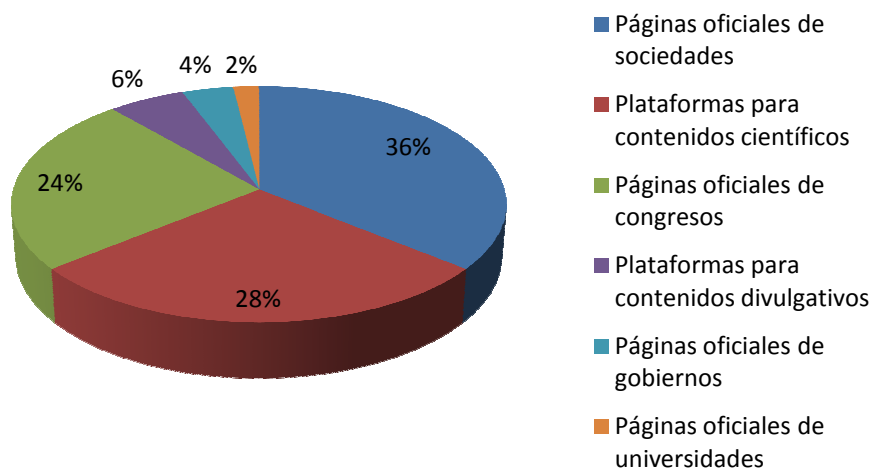


Ilustración 63. Tipología de páginas en aplicación de nanomateriales

#### 4.7.4.2 **NANO-ÓPTICA** & **NANOFOTOELECTRÓNICA** Y **NANOQUÍMICA**

El dominio más representativo para este cluster es *.org*(37%) seguido muy de cerca por *.com*(35%). Cambia ligeramente la dinámica general del análisis. El dominio *.edu*(28%) tiene prácticamente la misma presencia que en el cluster anterior.

Las páginas de carácter científico son mayoritarias en este cluster. Las más destacables y con gran porcentaje son las de asociaciones científicas o sociedades (58%). En segundo lugar, las de congresos (21%) seguidas por las del gobierno de EEUU (11%).

En cuanto a las plataformas de contenido divulgativo, cuentan con el mismo porcentaje que las plataformas para contenido científico y académico, un 5%.

Sugiere poca presencia de información que no tenga carácter científico pero deja clara su existencia. (Véase la ilustración 64).

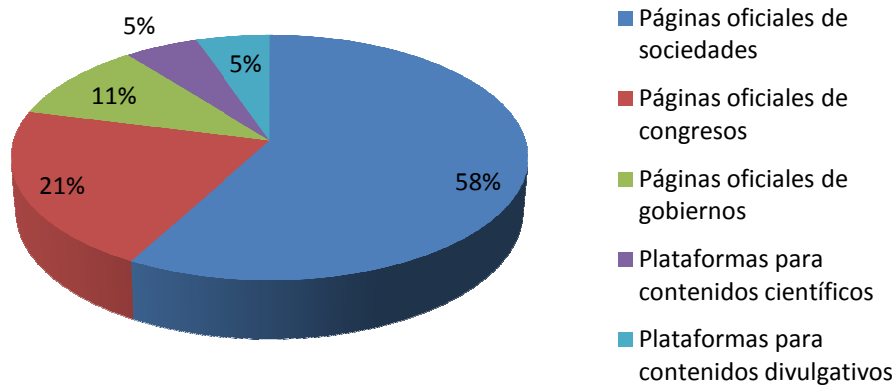


Ilustración 64. Tipologías de páginas en nano-óptica y nanofotoelectrónica y nanoquímica

#### 4.7.4.3 TÉCNICAS DE FABRICACIÓN DE NANOMATERIALES

Aparece, casi con los mismos porcentajes que en los clusters anteriores la representación de los dominios *.org* (42%), *.com* (32%) y *.edu* (26%). Como en el cluster anterior hay una variación, puesto que *.com* suele ser el dominio mayoritario, pero no es relevante.

Esta línea de investigación se refleja en las páginas de congresos de manera mayoritaria (37%). Es la línea que cuenta con mayor porcentaje de información recogida en esta tipología de páginas que muestra la evolución rápida de esta y la actualización de la información sobre ella en la web.

También tienen representación en las plataformas de contenido divulgativo (27%). Es el cluster en el que tiene más presencia la información divulgativa, aunque sigue sin superar el carácter de información científica de la N&N en la web. Al igual que en las líneas anteriores, la información sobre N&N traspasa los dominios académicos para encontrarse diseminada de manera más amplia en estas plataformas.

El gobierno de EEUU también se ocupa y cuenta con información sobre *Técnicas de fabricación en nanomateriales*.(9%)(Véase la ilustración 65).

Nuevamente no referenciamos las páginas de universidades, que cuentan con muy poco porcentaje (9%) ya que para evitar los loops no se han tenido en cuenta las universidades de filiación de los autores y cualquier conclusión de este porcentaje sería incongruente.

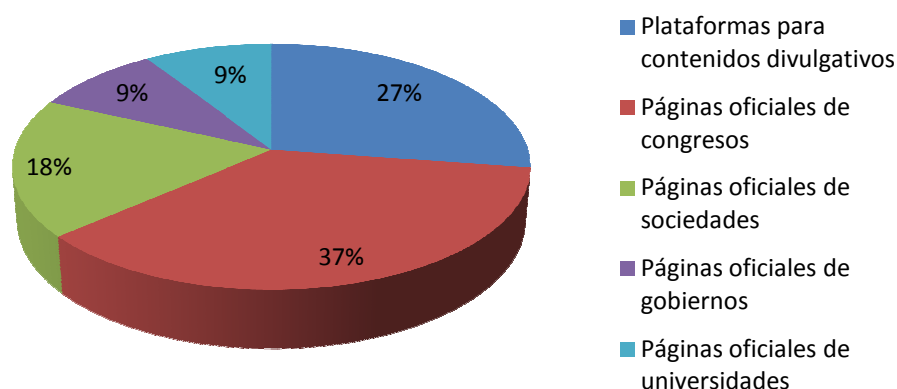


Ilustración 65. Tipologías de páginas en técnicas de fabricación de nanomateriales

#### 4.7.4.4 NANOQUÍMICA Y BIOMEDICINA

Nuevamente los dominios *.com*(42%) y *.org*(37%) se alzan con la mayoría de páginas del cluster, *.edu*(21%) queda en tercer lugar.

En la ilustración 66, se observa que las plataformas para contenidos científicos representan la mitad del cluster. Aparece tímidamente representación en las páginas de contenido divulgativo pero no así en las del gobierno de EEUU.

Las plataformas para compartir contenidos científicos y académicos se alzan con la mitad de la representación de la información en la web de esta línea de investigación (50%) seguidas de las páginas de plataformas de contenidos académicos (33%) y de asociaciones o sociedades (17%). El carácter de la información de esta línea de investigación en la web es científico con presencia

considerable de información de carácter más divulgativo. Aparece nuevamente el reflejo del trabajo de las páginas de sociedades o asociaciones.

No se representa a través de congresos lo que sugiere que no se ocupan de actualizar en la web los congresos de esta línea de investigación o que estos no son tan numerosos y no se cuenta con información de comunicaciones o ponencias.

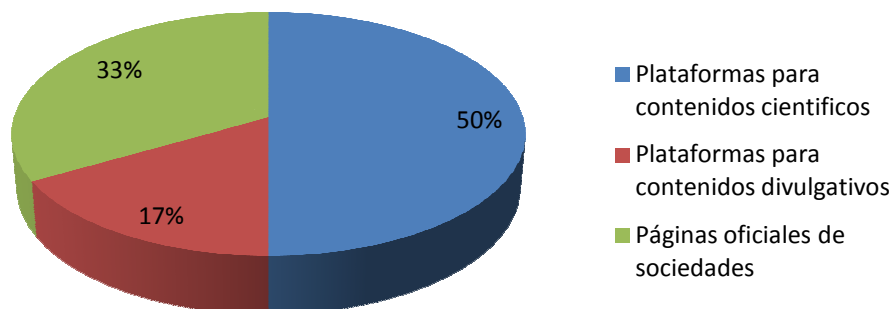


Ilustración 66. Tipologías en nanoquímica y biomedicina

#### 4.7.5 DOMINIOS Y TIPOLOGIA DE PÁGINAS WEB POR CLUSTER CROSS-INTERSECTION

Se completa el análisis de red y de visualización del cienciograma de intersección con el análisis de contenido de las páginas resultado de la búsqueda de las comenciones de los autores en N&N.

La información de los cluster *bibliowebométricos* es de carácter científico y actualizado, también aparece, con menos peso, en las plataformas de contenido

divulgativo, lo que muestra que traspasa los límites estrictamente académicos llegando a un mayor rango de usuarios.

Cabe destacar que las páginas de asociaciones científicas o sociedades contienen mucha información sobre N&N casi de manera mayoritaria en todas las líneas de investigación excepto en *Nanobiotecnología y nanomedicina* y en *Nanoquímica*. La línea de investigación más representada en estas páginas es *Física de los nanomateriales*, no suena extraño teniendo en cuenta que el dominio de la asociación de física de EEUU contiene el bruto de las páginas de asociaciones. También se encuentra muy representada *Nano-óptica y nanofotoelectrónica* seguida *Nanomateriales basados en carbono*.

La siguiente tipología más significativa es la de plataformas científicas y educativas, especialmente en *Nanobiotecnología y nanomedicina* y en *Nanomateriales basados en carbono*, corroborando el carácter científico de la información de N&N en la web.

Respecto a su presencia en páginas de congresos, *Nanoquímica* es la más representada seguida de *Nanobiotecnología y nanomedicina*. Es por ello que el carácter de estas líneas de investigación se intuye actualizado y denota su rápida evolución a través de los congresos.

En todos los cluster aparecen, de manera más o menos representativa, las páginas de plataformas para contenidos divulgativos aunque nunca superan el porcentaje de información de carácter científico en la red.

Tan solo los autores de *Nano-óptica y Nano-optoelectrónica* aparecen en páginas gubernamentales de EEUU. Esta línea de investigación acapara la atención de estas páginas. El tratamiento de la información en este dominio es de carácter científico.



#### 4.7.5.1 NANO-ÓPTICA & NANO-OPTOELECTRÓNICA

Con un 40% el dominio *.org* es mayoritario seguido de *.com* con un 35% y un 25% de *.edu*.

Las menciones de autores de esta línea de investigación acontecen de manera abundante en páginas de sociedades o asociaciones (29%), que representan mayoritariamente la existencia de información científica sobre N&N en la web. Las páginas científicas, de congresos y del gobierno de los EEUU también son significativas (19%). Así pues, el reflejo de la N&N muestra su carácter científico y de rápida evolución. Siguiendo con la tónica general, esta línea de investigación tiene un pequeño reflejo en las plataformas para contenidos divulgativos (14%), de esta manera amplia su difusión (véase ilustración 67).

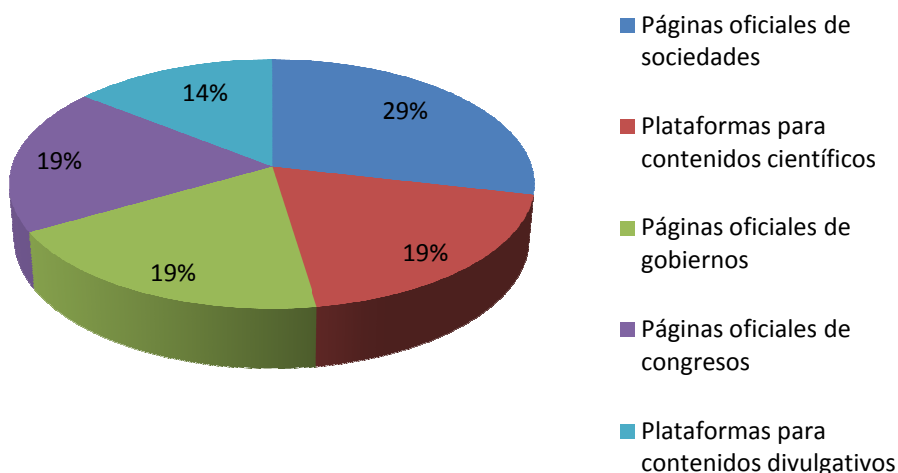
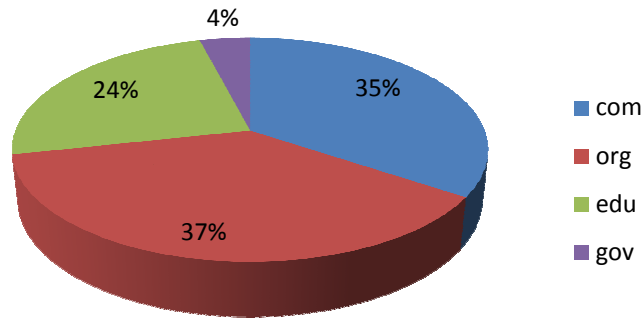


Ilustración 67. Tipologías de páginas en Nano-óptica y nano-optoelectrónica

#### 4.7.5.2 FÍSICA DE LOS NANOMATERIALES

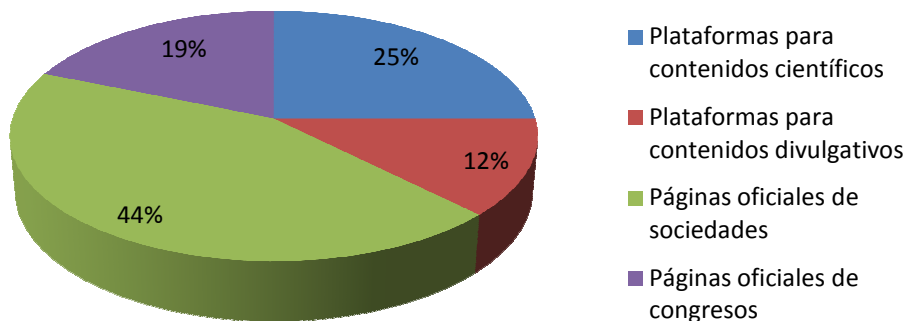
En este cluster, *.org*, *.com* y *.edu*, y *gov*. en ese orden, son los dominios donde se alojan las páginas en las que se menciona a los autores objeto de estudio cuyas investigaciones se centran en *Física de los nanomateriales* tal y como se aprecia en la ilustración 68.



**Ilustración 68.** Dominios en *Física de los nanomateriales*

En cuanto a la tipología de páginas que contienen las menciones, se encuentran las de las asociaciones o sociedades científicas (44%), como viene siendo habitual, y de manera muy amplia en esta línea de investigación. Las plataformas de contenidos científicos (25%) también contienen la información sobre esta línea de información seguidas por las páginas de congresos (19%). Todas las tipologías mencionadas corroboran que la información en web de esta línea de investigación es de carácter científico. Al igual que en el resto de clusters de los cienciogramas, cuentan con representación en las páginas de contenidos divulgativos (12%). Ampliando así su espectro de difusión y sugiriendo un carácter divulgativo de estos contenidos.

Cabe destacar que esta línea de investigación no encuentra reflejo en las páginas del gobierno de EEUU. (Véase ilustración 69).



**Ilustración 69.** Tipologías de páginas en *Física de los nanomateriales*

### 4.7.5.3 NANOMATERIALES BASADOS EN CARBONO

Con los mismos porcentajes (31%), las asociaciones o sociedades y las plataformas para contenidos científicos representan la mayoría de información sobre N&N en la web. En esta línea de investigación los contenidos en plataformas divulgativas (23%) se sitúan por encima de los congresos (15%). Al reflejarse esta información en páginas de congresos queda clara la evolución rápida de la línea de investigación por el carácter de los congresos en sí. Esta línea de investigación no tiene representación en las páginas del gobierno de EEUU, tal como ocurría en *Física de los nanomateriales.*, (véase ilustración 70).

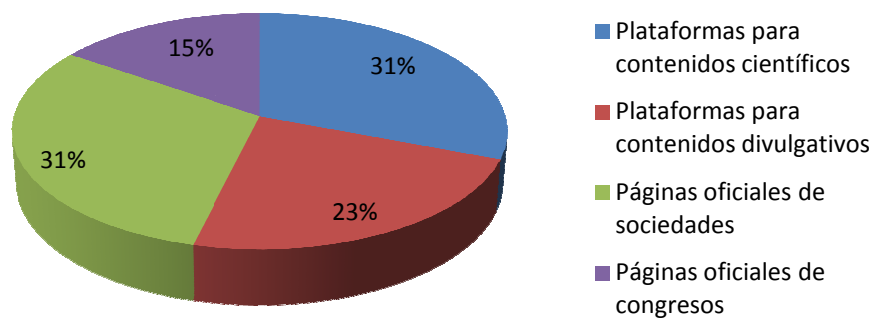


Ilustración 70. Tipologías de páginas en Nanomateriales basados en carbono

### 4.7.5.4 NANOBIOLOGÍA Y NANOMEDICINA

Nuevamente, con porcentajes muy similares al resto de clusters, los dominios mayoritarios en orden de importancia son *.org* (39%), *.com* (36%) y *.edu* (25%). En la ilustración 71, se observa que plataformas para contenidos científicos obtiene el porcentaje mayor (37%) de tipo de páginas en el que se localizan las menciones de los autores de *Nanobiología y Nanomedicina*.

Las asociaciones científicas o sociedades (27%) al igual que las de congresos también cuentan con gran representación en este cluster. Así pues, el carácter de la información de esta línea de investigación en la web es científico, tan solo un 9% de las páginas son de contenido divulgativo y su presencia en páginas de congresos sugiere la actualización de esta información

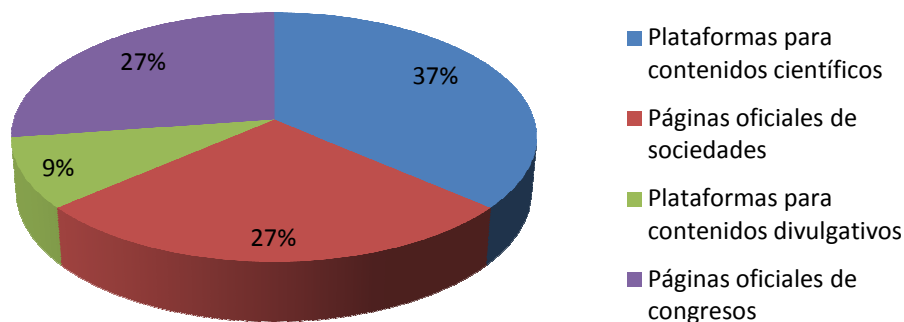


Ilustración 71. Tipologías de páginas en Nanobiotecnología y nanomedicina

#### 4.7.5.5 APLICACIÓN DE NANOMATERIALES EN FOTOELECTRÓNICA

El dominio .com (67%) se presenta como mayoritario en esta línea de investigación por delante de .org(33%). En este caso los links a .edu no llegan a 1000 y por ello no se han contabilizado como relevantes.

Al igual que en la línea de investigación de *Nanomateriales basados en carbono*, las páginas mayoritarias donde reside la información sobre esta línea de investigación son las de asociaciones o sociedades (40%) junto con las plataformas para contenidos científicos (30%). A continuación aparecen las plataformas de contenidos divulgativos (20%) mostrando el carácter no solo científico de la información sobre esta línea de investigación en la web. Con una representación de 10% se encuentran las páginas de congresos. La presencia en

estas páginas sugiere la rápida comunicación de esta información y la novedad y actualidad de la misma, tal y como se muestra en la ilustración 72.

Nuevamente el gobierno de los EEUU no cuenta con información sobre esta línea de investigación.

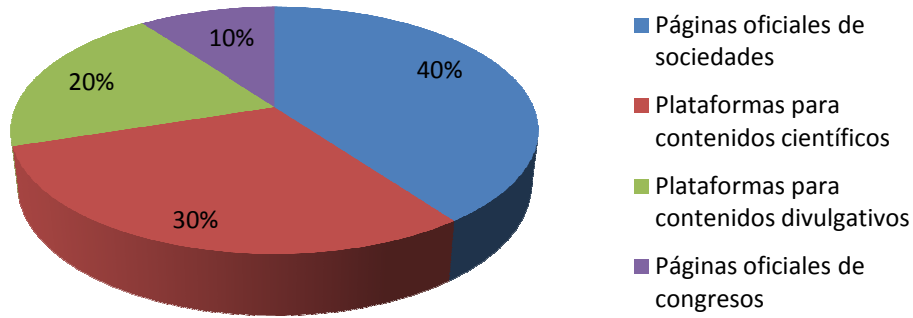
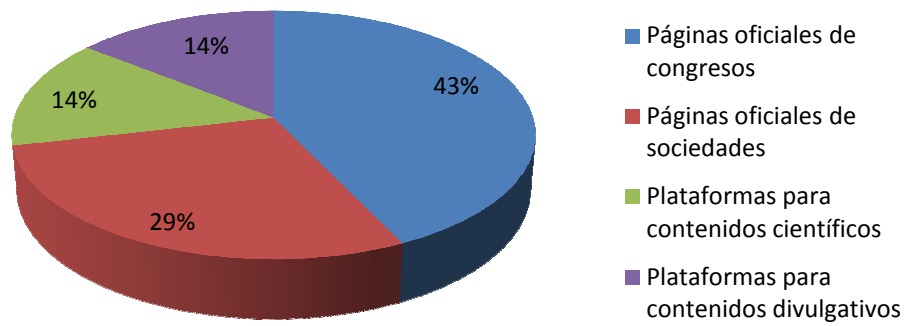


Ilustración 72. Tipologías de páginas en Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica

#### 4.7.5.6 NANOQUÍMICA

Cambia ligeramente la dinámica general de las líneas de investigación y los dominios por orden de mayor porcentaje son *.org*(37%), *.com*(36%) y *.edu* (27%).

La información sobre esta línea de investigación se refleja mayoritariamente en los congresos (43%). Seguida de las páginas de asociaciones o sociedades (29%). Tienen la misma presencia las páginas de plataformas científicas y divulgativas (14%). Predominantemente la información de esta línea de investigación es de carácter científico, su reflejo en páginas de congresos sugiere la actualización de esta información y el ritmo de la evolución de esta. (véase ilustración 73). Esta línea de investigación tampoco tiene presencia en las páginas del gobierno de EEUU, tan solo *nano-óptica* y *nano-optoelectrónica* cuentan con reflejo en *scienc.gov*.



**Ilustración 73. Tipologías de páginas en Nanoquímica**



## **5. CONCLUSIONES**





En esta tesis se han combinado redes webométricas y redes bibliométricas, añadiendo a su descripción un análisis de contenido web.

Por un lado, el cienciograma bibliométrico describe el dominio de la N&N, y por otro, la información web ha resultado muy interesante para la construcción de un nuevo cienciograma de cross intersection en el que aparecen los datos en común del bibliométrico y del webométrico. Este nuevo cienciograma aporta una idea de la N&N que respeta el análisis bibliométrico y añade información web.

Los análisis de contenido web son una herramienta muy potente para discernir dónde se aloja la información referente a la presencia de estos autores y de la N&N en las páginas recuperadas de las búsquedas realizadas. Este análisis permite una descripción añadida a cualquier cienciograma a analizar.

Consideramos que se ha desarrollado una metodología adecuada para integrar la información de la presencia bibliométrica y webométrica de los autores de N&N. Esta es útil para el estudio de los análisis de dominio incluyendo la faceta web en estos, explorando las posibilidades de un análisis *bibliowebométrico*.

Las conclusiones se resumen en siete puntos para concordar con los objetivos de esta tesis. Para ello pasamos a detallar nuevamente cada uno de los objetivos propuestos en el apartado 3, su consecución y las conclusiones que se han obtenido.

1. *Realizar una representación gráfica o foto fija de la ciencia de los autores más cocitados en el mundo de la N&N en el año 2012 a partir de los datos descargados de la Web of Science (WoS).*

Se han normalizado los nombres de los autores más cocitados en N&N en el año 2012. Esta labor es imprescindible para la posterior visualización del cienciograma bibliométrico de este dominio, que permite describir su

comportamiento y sus líneas de investigación. Se han identificado los 50 autores más cocitados del N&N en la *Web of Science* para el año 2012.

*¿Cuáles son las líneas de investigación de N&N desde la perspectiva bibliométrica?*

Las líneas de investigación aparecidas en el cienciograma se corresponden con:

1. *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica,*
2. *Nanomateriales en fotoelectrónica,*
3. *Nanomateriales basados en carbono,*
4. *Física de los nanomateriales*
5. *Nanobiotecnología y Nanomedicina*

*¿Cuáles de ellas son las más cocitadas de la N&N?*

Las líneas de investigación más cocitadas son *Nanomateriales basados en carbono* y *Física de los nanomateriales*. En este caso las líneas de investigación más cocitadas se corresponden con las más básicas dentro de la N&N.

*¿Qué líneas aportan la parte de instrumentación o son más cocitadas por su carácter técnico?*

Las líneas de investigación más tecnológicas son *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica*, *Aplicación de Nanomateriales en fotoelectrónica* y *Nanobiotecnología y Nanomedicina*.

*¿Qué autores de cada línea de investigación son los más cocitados debido a la importancia de sus investigaciones?*

Dentro de cada una de estas líneas, los autores más preeminentes debido a la importancia de sus investigadores son, en *Nano-óptica & nano-optometría y Nanoquímica*, *Alivisatos* y *Xia*. En la línea de *Nanomateriales basados en carbono* encontramos a *Novoselov* y *Geim*. En *Física de los nanomateriales*, los más destacables son *Dresselhaus* e *Īijima*. *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica* queda representada por *Kamat*. Finalmente, *Davis* es el autor más importante dentro de *Nanobiotecnología y Nanomedicina*.

2. *Componer, a partir de distintas combinaciones de búsquedas, redes de comención en la web con los 50 autores más cocitados durante el año 2012, indentificados anteriormente en la WoS.*

Una vez comentado el cienciograma bibliométrico, el siguiente objetivo pasa por la elaboración de una serie de cienciogramas webométricos. Para ello se han compuesto 4 sentencias de búsqueda diferentes para recoger de manera pertinente y exhaustiva la información sobre las comenciones en la web de los 50 autores más cocitados en N&N. Además de la representación de los resultados de las 4 sentencias de búsqueda, se han fusionado éstas para conseguir una quinta red para determinar cuál es la que mejor correlaciona con la red bibliométrica. De esta manera se han obtenido 5 cienciogramas de las comenciones web de los autores.

3. *Determinar qué tipo de sentencia de búsqueda es más apropiada para la recuperación de datos en la web respecto a estos autores.*

El tipo de búsquedas que aportan información pertinente sobre los autores más cocitados de N&N en 2012 son aquellas que se han construido

combinando los datos de los nombres de pila, apellidos, páginas de la universidad y la palabra clave nano.

La sentencia de búsqueda que ha aportado información webométrica más pertinente al estudio corresponde a la segunda tipología de las cuatro propuestas, que incluye el nombre, el apellido y la universidad excluyendo las páginas de la propia universidad "nombre" "apellido" "universidad" -site:universidad. Por ejemplo: "Michael" "Gratzel" "University of Lausanne" -site:http://ipi.epfl.ch/gratzel. Se ha llegado a esta conclusión a través del test QAP, que determina cuál de ellas está más correlacionada con el cienciograma bibliométrico. De esta forma se especifica qué sentencia de búsqueda es más apropiada para la recuperación de datos en la web.

*¿Es útil el uso del test QAP para la comparación entre matrices bibliométricas y webométricas?*

En esta tesis se demuestra la pertinencia de este test para la comparación no sólo de matrices de datos con otras matrices de datos geográficos, sino entre matrices bibliométricas y webométricas que cumplan determinadas características. En este caso, la coincidencia de autores y la analogía de las unidades de medida son las condiciones para poder aplicar este test.

#### *4. Comentar la red webométrica que más correlación tiene con la bibliométrica y estudiar si puede aportar resultados válidos al estudio.*

Se han comentado las características de la red webométrica más correlacionada con la red bibliométrica.

*¿Cuáles son las líneas de investigación de N&N desde la perspectiva webométrica?*

Desde la perspectiva webométrica, las líneas de investigación son:

1. *Nano-óptica & Nanofotoelectrónica y Nanoquímica*
2. *Aplicación de nanomateriales,*
3. *Instrumentación en N&N*
4. *Nanoquímica y Biomedicina.*

Respecto a las líneas de investigación del cluster bibliométrico, ha desaparecido *Física de los nanomateriales y Nanomateriales basados en carbono* para quedar prácticamente incluidas en el nuevo cluster *Aplicación de nanomateriales*. Las líneas bibliométricas que corresponden con la investigación básica de N&N se han fundido.

En el nuevo cluster *Aplicación de nanomateriales* también se han incluido algunos autores de *Nano-óptica & Nano-optometría y Nanoquímica*.

Se encuentra también la fusión de *Nanobiotecnología y Nanomedicina* con *Nanoquímica* en el cluster *Nanoquímica y Biomedicina*, aunque los autores de los cluster bibliométricos se han repartido entre las diferentes líneas webométricas aparecidas.

Por último, *Instrumentación en N&N* aparece formado por autores de todas las líneas de investigación bibliométricas. Se han agrupado los autores cuyas investigaciones tratan instrumentación en N&N desde diferentes campos.

*¿Cuál es el patrón de los clusters que aparecen en la red webométrica respecto a la red bibliométrica?*

La investigación científica y la tecnológica no están sistemáticamente divididas en la web, pero se puede apreciar la relación clara entre las líneas de investigación aparecidas en el cienciograma bibliométrico y en el webométrico. La información recogida en la web es menor que la recogida en la WoS, puesto que hay autores que no se han comencionado en la web. En otro sentido, la presencia de los autores que sí se han comencionado es ligeramente diferente al análisis bibliométrico, aunque

aquellos que son importantes en la red bibliométrica tienen trascendencia en la web.

*¿Qué autores de cada línea de investigación son más productivos o cocitados debido a la importancia de sus investigaciones en la red?*

En cuanto a los autores más destacados de cada uno de los clusters aparecidos en la red webométrica encontramos en *Aplicación de nanomateriales*, a *Alivisatos, Huang y Ferrari*, en *Nano-óptica & nanofotoelectrónica* y *Nanoquímica* a *Daniel*. En *Instrumentación y productos en N&N*, los autores más destacados son *Cui, Wang ZL y Liu*, y, finalmente, en *Nanoquímica y Biomedicina*, el más representativo es *Law*.

5. *Realizar una nueva red con la intersección de la red bibliométrica y la webométrica, para encontrar los puntos en común de ambas redes y determinar la información más estable de N&N desde el punto de vista de la bibliometría y de la webmetría.*

La red de intersección entre la bibliométrica y la webométrica integra los puntos en común entre ambas e integra la información que comparten. En las siguientes preguntas de este apartado se responde a qué información es común haciendo referencia a la similitud entre líneas de investigación y la importancia de autores de cada una de estas.

*¿Cuáles son las líneas de investigación de N&N desde la perspectiva bibliowebométrica?*

Las líneas de investigación de N&N desde la perspectiva *bibliowebométrica* son:

1. *Nano-óptica y Nano-optoelectrónica*
2. *Nanomateriales basados en carbono*
3. *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica*
4. *Física de los nanomateriales*
5. *Nanobiotecnología y Nanomedicina*
6. *Nanoquímica*

Las líneas de investigación coincidentes son *Física de los nanomateriales* por un lado, *Nanomateriales basados en carbono* por otro y finalmente, *Nanobiotecnología y Nanomedicina*.

La relación del resto de líneas de investigación es muy clara aunque su denominación no coincide exactamente; *Nano-óptica & Nano-optometría* y *Nanoquímica* aparecen como *Nano-óptica y Nano-optoelectrónica* y una sola línea de investigación para *Nanoquímica*. En cuanto a *Nanomateriales en fotoelectrónica*, su línea coincidente se denomina *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica*. Estos cambios de denominación responden a la inclusión o no de algunos autores en los nuevos clusters por el carácter de sus investigaciones.

### *¿Qué patrón aparece en las agrupaciones de esta red?*

Se recuperan las líneas de investigación aparecidas en la red de cocitación, pero además, en cada una de ellas aparecen los autores de líneas básicas y tecnológicas, con lo que se supera esta separación típica entre el conocimiento y se aporta una división más realista o práctica de las líneas de investigación. Es un pequeño paso para un cambio de paradigma que se ajusta al expuesto por Hjørland (2013), en el que el propio movimiento de la ciencia es el que define su realidad. La ciencia ha sido un fenómeno offline primeramente; sin embargo, con la importancia que toma la web, también en el mundo científico, es necesario explorar esta cara en la que la ciencia también se ve reflejada.



*¿Cuáles son los autores más representativos de cada línea de investigación?*

Los autores más representativos según líneas de investigación son: en *Nano-óptica y nano-óptica*, *Xia, Jain y Sun*, en *Física de los nanomateriales*, *Bard, Baughman y Dresselhaus*. En *Nanomateriales basados en carbono* *Liu, Geim y Novoselov*, en *Nanobiotecnología y nanomedicina* se encuentran *Corma y Davis*. En *Aplicación de nanomateriales en fotoelectrónica*, los autores más relevantes son *Law y O'Regan*. Finalmente en *Nanoquímica* aparecen *Alivisatos y Kamat*.

*¿Son coincidentes con los autores aparecidos en la red bibliométrica?*

Respecto a la coincidencia entre estos autores y los aparecidos en la red bibliométrica, *Alivisatos, Xia, Novoselov, Geim, Dresselhaus y Davis* aparecen como representantes de sus líneas de investigación en el cienciograma bibliométrico y en el *bibliowebométrico* también muestran su importancia, tan solo *Kamat* no conserva esta posición preponderante. El resto de autores que en el cienciograma *bibliowebométrico* aparecen como representantes de sus líneas de investigación por ser más preeminentes (*Jain, Sun, Bard y Baughman, Liu, Corma, Law y O'Regan*) tienen mayor presencia en la web, siendo este el hecho que los lleva a ostentar este rol.

*¿Cuál es la representación bibliowebométrica de los autores más significativos de cada línea de investigación aparecida en la red bibliométrica?*

En cuanto a la representación *bibliowebométrica* de los autores más significativos de cada línea de investigación aparecida en la red

bibliométrica, tan solo *Kamat*, no mantiene su puesto de mayor relevancia porque queda eclipsado por *Alivisatos*. Los dos aparecen en el cluster de *Nanoquímica*, y su posición en este caso está por debajo de *Alivisatos*. *Iijima* y *Perdew* que no son tan visibles en la red *bibliowebométrica* como en la bibliométrica, sin embargo aparecen como concentradores y con altos grados, mostrando que, aunque no tengan la presencia web más destacable, siguen siendo de importancia dentro de su línea de investigación.

6. *Realizar una red bimodal buscando nuevas perspectivas con estas dos redes.*

Buscando una visualización más clara y mejor comprensión de los resultados del cienciograma *bibliowebométrico*, se ha realizado una red bimodal del cienciograma bibliométrico y webométrico.

*¿La visualización de la red bimodal es útil para la comprensión de la red bibliowebométrica?*

Esta nueva red es útil puesto que ayuda a la visualización de la red *bibliowebométrica*. En ella resulta sencillo localizar los puntos comunes de las dos redes y los puntos en los que más se diferencian valorando así la pertinencia de la red *bibliowebométrica*.

7. *Describir a través del análisis de contenido todos los cienciogramas relevantes para la tesis.*

Se han descrito a través del análisis de contenido todos los cienciogramas relevantes para la tesis.

*¿Es relevante el análisis de contenido de los cienciogramas?*

Los análisis de dominio web y de tipología de páginas web son una herramienta descriptiva potente para el análisis de la presencia web de los autores de N&N.

En este caso la información descriptiva es relevante porque permite identificar en qué registros fluye la información sobre N&N. Así ofrece una imagen de cuál es el punto de vista desde el que se trata esta información o desde qué otras temáticas se trata la N&N, sus potencialidades en la industria, qué países, asociaciones o sociedades se ocupan institucionalmente de proyectar temáticas relacionadas con N&N. También desvela si esta información se trata de manera más divulgativa o más técnica.

*¿En qué dominios aparecen las menciones web de los autores más representativos de la N&N?*

Los dominios mayoritarios en los que aparecen las menciones de los autores objeto de estudio son *.com*, *.org* y *.edu*. Esto muestra que los dominios genéricos y de empresas reflejan esta información en primer lugar, seguidos por aquellos que se relacionan con instituciones y finalmente los vinculados a un nivel educativo.

En cuanto a los dominios por países son los de China y Alemania donde aparecen los autores mencionados seguidos por Reino Unido, Canadá y Taiwán. La presencia mayoritaria de información sobre N&N en EEUU en la web se vincula al dominio *.gov*.

Entre los dominios de segundo nivel encontramos *academia.edu*, *aps.org*, *4shared.com* y *science.gov*. El primero de ellos referencia una plataforma para compartir contenidos académicos. Entre las organizaciones e instituciones la “American Physical Society” y el gobierno de los Estados

Unidos contienen menciones de los autores y por tanto información sobre N&N de manera mayoritaria. Esto refleja que EEUU se interesa por la N&N y por su divulgación y aporta una idea de la producción científica del país aunque no dentro de las páginas que le corresponden geográficamente, es por ello no han aparecido en el párrafo referente a los dominios por países.

### *¿Qué tipología de páginas recogen las menciones de los autores de N&N?*

Las tipologías de páginas que recogen las menciones o la presencia webométrica de los autores son mayoritariamente las páginas de sociedades o asociaciones científicas. Es a través de ellas donde se refleja la N&N. La información que aparece en estas páginas es de calidad y de carácter científico, teniendo en cuenta la fuente de información. A este respecto las asociaciones científicas cumplen un gran papel fomentando la divulgación de la N&N.

La mayor parte de la información que aparece en esta tipología de páginas se refiere a congresos, lo que sugiere la alta actividad y rápida evolución de este dominio científico así como la originalidad y la actualidad de esta información. Por otro lado las páginas de congresos representan la tercera tipología.

Por detrás, aparecen las plataformas para compartir contenido científico y académico. Este hecho refuerza la idea de la difusión de información sobre N&N desde fuentes de información de calidad y de carácter científico.

La siguiente tipología de páginas web en las que la N&N se refleja son las de contenido divulgativo. En este caso la información muestra un carácter más divulgativo, aunque podría darse el caso de que sean artículos científicos y otras tipologías científicas no se puede avalar su calidad ni la tipología de documentos.

La mayor parte de información sobre N&N en la web es de carácter científico aunque se instala en plataformas divulgativas con una difusión más amplia en cuanto al espectro de usuarios que acceder a ella.

Las páginas de gobiernos se limitan en exclusiva al de los EEUU. Este país, en el host *science.gov* muestra la importancia que tiene para ellos este dominio científico y su afán de plasmar esto en la web. La información de N&N en esta página es de carácter científico.

La aparición en blogs de estas menciones no es muy representativa. Hay que añadir que todos los links de blogs son de servidores chinos por lo que es difícil analizar la significancia de estos ya que no tienen traducción al inglés, aunque en su mayoría parecen perfiles de investigadores. Pero si nos sugiere la importancia de China en este dominio científico.

## **6. CONCLUSIONS**



Webmetric and bibliometric maps have been combined and a web content analysis has been done.

On the one hand, the bibliometric map describes N&N domain and, on the other hand, web information has been very useful for the construction of a new map: the cross-intersection map. In this one, the common information of the bibliometric and webmetric map is included. This provides a new idea about N&N that respects the bibliometric analysis and adds web information.

Web content analysis is a powerful tool to distinguish where the information about these authors and N&N is hosted. This allows to add a description to any map.

An adequate methodology has been developed to integrate bibliometric and webmetric information of the authors of N&N. This methodology is useful for the study of domain analysis including a web facet, exploring the possibilities of a *bibliowebmetric* analysis.

The conclusions are summed up in seven points to coincide with the thesis objectives. Each of the objectives proposed at section 3 are newly detailed with their achievements and the conclusions obtained.

1. To visualize the most cited authors in N&N in 2012 through WoS data.

The names of the most cited authors in N&N in 2012 have been normalized. This work is essential to the visualization of the bibliometric map for this domain that allows to characterize N&N behaviour and its lines of research.

*Which are the N&N lines of research from the bibliometric perspective?*

The lines of research in this map are:

1. *Nano-optics & Nano-optometry and Nanochemistry*



2. *Nanomaterials on photoelectronics*
3. *Carbon nanomaterials*
4. *Physics of nanomaterials*
5. *Nanobiotechnology and Nanomedicine.*

The most cocited lines of research are *Nano-optics& nano-optometry and Nanochemistry, Physics of nanomaterials and Carbon nanomaterials.*

*Which N&N lines are most cocited or basic ones?*

The most basic lines of research are *Carbon nanomaterials and Physics of nanomaterials.* In this case the most cocited lines are the basis ones of N&N.

*Which lines contribute to obtain products or are more cocited by its technical character?*

The most technological lines are *Nano-optics& nano-optometry and Nanochemistry, Applications of nanomaterials on photoelectronics and Nanobiotechnology and Nanomedicine.*

*Which authors from each line of research are more productive or cocited due to the importance of their researches?*

The more recognised authors are *Alivisatos and Xia* on *Nano-optics& nano-optometry* and *nanochemistry.* On *Carbon nanomaterials* *Novoselov and Geim, Dresselhaus* and *Iijima* on *physics of nanomaterials.* About *Applications of nanomaterials on photoelectronics,* *Kamat* is the most important. Finally, *Davis* is the representative on *Nanobiotechnology and Nanomedicine.*

- 2. To built any web comention maps of the most cocited authors in 2012 from different search queries combinations. These authors have been identified previously on WoS.*

Once the bibliometric map has been discussed, the next objeive is to elaborate a webmetric map. For that, four different queries has been built to collect the information about comentions of the 50 most cocited authors on N&N in a pertinent and exhaustive way. Besides the visualizacion of this four maps, another map has been done based on the fusion of the other maps. It has been done to find if this fith map is more correlated to the bibliometric map.

- 3. Which query has been more pertinent to collect information on the most cocited authors on N&N in 2012?*

The most pertinent queries are the ones built combining, in different ways, nick name, surname, belonging university and the keyword *nano*.

Among the four queries, the second type has been the most pertinent. This one is the best to retrieve the information about the authors. The combination for the query is; nickname, surname, belonging university excluding the pages of the university, for instance: "nickname" "surname""university"-site:university. For example "Michael""Gratzel""University of Lausanne"- site:http://lpi.epfl.ch/gratzel.

The QAP test is what has determinate the query that correlates the most to the bibliometric map.

*Is the QAP test usefull for the comparation among bibliometric and webmetric matrix?*

Within this thesis, the QAP pertinency is demonstrated. Not just for data matrix and other matrix about geographical data, but also among bibliometric and webmetric matrix that obey any characteristics. In this case, the coincidence of the authors and the analogy between the measure unities are the conditions for the advisability of this test.

4. *To comment the webmetric map which is more corelated to the bibliometric map. Also study if the webmetric map provides valuable results to the research.*

The most correlated webmetric map to the bibliometric one has been comented. This webmetric map provides valuable results and also make it possible to notice the behaviour patterns of science on the web.

*Which are the N&N lines of research from the webmetric perspective?*

The lines of research appeared in this map are:

1. *Nano-optics & Nano photoelectronics and Nanochemistry*
2. *Aplication of nanomaterials*
3. *N&N instrumentation*
4. *Nanochemistry and Biomedicine*

Attending to this research lines with respect to the bibliometric ones, there are authors from the bibliometric clusters *Nano-optics & Nano-optometry and Nanochemistry* and also from *Nanomaterials on photoelectronics* included on every new web cluster. This lines are related between them and provide technical instrumentation to the others. This is the reason for their aggrupation.

Web cluster *Nano-optics & Nano photoelectronics and Nanochemistry*, keeps the same name than the bibliometric line due to the characteristic of the authors researchs.

*Physics of nanomateriales* and *Carbon nanomaterials* are practically included in the web cluster *Applications of nanomaterials*. The bibliometrics lines corresponding to basic research has been fused grouped with technological lines.

Also in the web cluster *Applications of nanomaterials* some of the author from other bibliometric cluster are included: are the ones that research on instrumentation from different research lines.

There has been a disgregation between the authors of bibliometric cluster *Nano-optics* & *Nano-optometry* and *Nanochemistry* to different web clusters what means the technical character of the bibliometric cluster.

Authors from *Nanobiotechnology* and *Nanomedicine* are mostly on the web cluster *Nanochemistry and biomedicine*. But also on the web cluster *instrumentation on N&N*.

*Which is the cluster pattern in the webmetric map in relation to the bibliometric map?*

Scientific and technological research are not sistematically divided on the web as clear as in the WoS representation. It is easy to appreciate the relation between lines of research at the bibliometric scientogram and the webmetric one. The information collected from WoS is more numerous than the one collected on the web. There are a few authors that are not comentioned on the web. In other sense, the presence of the authors comentioned is slightly different than in the cocitations, but the relevant ones are noticeables on the web.

*Which authors from each line of research are more productive or comentioned on the web due to the importance of their researches?*

The noticeable authors from each line of research are *Alivisatos, Huang and Ferrari* on *Applications of nanomaterials*, *Daniel* on *Nano-optics & Nano-photoelectronics* and *Nanochemistry*. On N&N instrumentation the more noticeable are *Cui, Wang ZL* y *Liu*, and, finally on *Nanochemistry* and *biomedicine* *Law* is the pre-eminent.

5. *To visualize a new map based on the cross-intersection of the bibliometric and webmetric maps to stand out the common points between them and to determinate the steady information on N&N from both bibliometric and webmetric perspective.*

The cross-intersection map integrates the common and steady points between bibliometric and webmetric perspectives. At the following answers it is possible to notice which information is common with relation to the similarity among bibliometric research lines and webmetric ones and the noticeable author in each one.

*Which are the N&N lines of research from the bibliowebmetric perspective?*

The lines of research which appeared in this map are:

1. *Nano-optics and Nano-optoelectronics*
2. *Aplication of nanomaterials on photoelectronics*
3. *Physics of the nanomaterials*
4. *Carbon nanomaterials*
5. *Nanobiotechnology and Nanomedicine*
6. *Nanochemistry.*

The match lines of research in both bibliometric and bibliowebmetric clusters are *Physics of the nanomaterials*, *Carbon nanomaterials*, *Nanomaterials on photoelectronics* and *Nanobiotechnology and Nanomedicine*.

The relation among the other lines of research is clear even though they are not named the same, *Nano-optics* & *Nano-optometry* and *Nanochemistry* is related to *Nano-optics* and *Nano-optoelectronics* and there is a new line of research on *Nanochemistry*. This name change is due to the inclusion or not of any of the authors in the clusters depending on the character of their researches.

*Which pattern appears on the clusters in this map?*

The lines of research appeared through cocitations are recovered, which means both bibliometric and bibliowebmetric lines of research are the same, but in each of them there is a mix of authors that belong to technical and to scientific line. The usual distinction between science and technology is overtaken and a new and more realistic and pragmatic vision of the knowledge given. It is a little step to change the paradigm and to fit better with the Hjørland's one (2013), in which the own movement of the science defines its reality. Science has been an offline phenomena, but taking into account the importance of the web, it is necessary to explore the place where the science is also alive.

*Which authors from each line of research are more productive due to the importance of their researches?*

The noticeable authors from each line of research are *Xia, Jain y Sun* on *Nano-optics and Nano-optoelectronics*, on *Physics of nanomaterials* *Bard, Baughman* and *Dresselhaus*. About *Carbon nanomaterials* *Liu, Geim* and *Novoselov* are the important ones. *Corma* and *Davis* are preeminent on *Nanobiotechnology and Nanomedicine*. *Law* and *O'regan* on *Application of nanomaterials on photoelectronics*. Finally *Alivisatos* and *Kamat* on *Nanochemistry*.

*Are there any coincidence within the authors in the bibliometric map?*

*Alivisatos, Xia, Novoselov, Geim, Dresselhaus* and *Davis* are prominent authors on their lines of research on both the bibliometric and *bibliowebmetric* maps, only *Kamat* losses his position. The rest of authors that appears as prominent on the *bibliowebmetric* map (*Jain, Sun, Bard y Baughman, Liu, Corma, Law* and *O'regan*) have an important web presence, which leads to their good position at the *bibliowebmetric* map. Position that is not so sygnificatively on the bibliometric map.

*In comparision to the more significant authors on each line of research at bibliometric map, which is their bibliowebmetric representation?*

In this case, just *Kamat* does not keep its position from the bibliometric perspective. This is due to the bigger importance of *Alivisatos*, who appears in the same line of research that *Kamat* from the *bibliowebmetric* perspective. *Iijima* and *Perdew* are not so visible at the *bibliowebmetric* map, but they appear as hubs. This fact demonstrates the importance of them on their line of research eventhought they are not so visible on the web.

6. *To visualize a bimodal map looking for a new perspectives using both bibliometric and webmetric approaches to notice which of the maps is useful for this and future research.*

Looking for a clear and comprehensive visualization of the *bibliowebmetric* map a bimodal map has been drawn.

*Is the bimodal map useful for the understanding of the bibliowebmetric map?*

The bimodal map makes it easy to localize the matching and also the different points of both maps. It is a visual and quick understanding of the *bibliowebmetric* one.

.

7. *To describe the relevant maps through content analysis.*

All the relevant maps have been described through content analysis.

*Is relevant the description of the maps through content analysis?*

Web domain and tipology pages analysis are a powerful tool to describe the web presence of the N&N authors.

The descriptive information is relevant because it allows to identify in where the N&N information flows. This offers an image of which is the point of view from N&N is treated or other tematics related to N&N, its potenciality to the industry, which countries or societies are busy on N&N and also if this information is handled in a divulgative or in a scientific way.



*In which domain are hosted the comentions of the most representative authors in N&N?*

The main domains in which the comentions of the authos of the study appear are *.com*, *.org* and *.edu*. This means that the generic domains reflect this information followed by the domains related to institutions or societies and finally the educative domains.

Regarding to the country domains, the rank is China, Germany, United Kingdom, Canada and Taiwan. But USA has more presence on N&N on the web, but not on its geographical domain.

Among the second level domains *academia.edu*, *aps.org*, *4shared.com* and *science.gov* are found. The first one refers to a content sharing platform. Among institutions or societies, mostly “The american physics association” and the USA government content the web comentions. This reproduce the interest of USA for N&N and its spreading but no in its own geographic domain.

*Which web pages tipologies host the comentions of the authors on N&N?*

On the web N&N is handled mostly as scientific and less as divulgative content.

The web pages tipology that host the comentions are principally scientific societies or associations. The information on this pages is scientific and qualitative. This societies seems to play an important role on disseminating N&N.

Secondly, scientific platforms reflects N&N information, this idea redounds on the scientific character of N&N on the web due to the source of information.

The congress webpages, the third tipology on importance, suggests that this domain develops quickly and also its lively character.

Following congress webpages, divulgative sharing platforms appears. In this case the information seems not to be strictly scientific. This adds to N&N a divulgative use, reaching more web users than specialist on N&N.

Finally, N&N information is hosted on the scientific EEUU govern webpage. This means the importance of this country over all about N&N. The information on this web page is scientific.

There is a slight mention to blogs. They are hosted on China servers, so we can not know its significance, because there is no english translation, but gives us an idea of the importance of China on N&N.



## **7.LIMITACIONES**



Se comentan de las limitaciones encontradas durante la realización de la tesis.

Desde el punto de vista de la fuente de información, el estudio bibliométrico toma WoS como fuente de información y esta tiene ciertas limitaciones en cuanto a cobertura y al idioma, que se han comentado en el apartado 4.1.1.1. *Idoneidad de la base de datos*. Otra limitación determinante en el estudio es que esta base de datos solo recoge al primer autor de cada ítem y no al resto de coautores. Como consecuencia, se ha normalizado tan solo el primer autor y solo se ha contado con ellos como objeto de estudio. Evidentemente la representación de la red sigue siendo fidedigna pero podría ser más completa si se tuvieran en cuenta todos los coautores.

En cuanto a la parte webométrica, en la que la web es la fuente de información, el factor más importante a tener en cuenta es el motor de búsqueda, más específicamente el número de URLs que devuelve este para cada consulta webométrica (Wilkinson & Thelwall, 2013).

La mejora en las respuestas o urls reside en la construcción de sentencias correctas que tengan en cuenta el idioma y las zonas geográficas (search market), variables que afectan directamente al número de urls resultado (Wilkinson & Thelwall, 2013) . En este caso las búsquedas se han realizado en inglés intentando obtener los mejores resultados.

En otro orden, a nivel de diseño, definir los años para acotar la investigación ha dependido de un factor determinante: la normalización de los nombres de autor. Así pues, la recolección de datos bibliométricos correspondientes a 2012 responde a la realización de un estudio bibliométrico sobre N&N en un período aún no estudiado y actual para posibilitar la comparativa con los datos webométricos. El tiempo transcurrido y necesario para la normalización de los nombres de autor ha fijado la fecha para recoger datos webométricos referentes a 2014. Si bien es cierto que, la aparición de estos autores en el mundo virtual es segura, y a su vez no transcurre demasiado como para que las características

inherentes a la información web produzcan que los autores no aparezcan, lo deseable sería, ahora que la metodología y las herramientas están definidas, recoger la información bibliométrica y webométrica del mismo año.

Otra limitación en el diseño es el número limitado de autores objeto de estudio. En el apartado 4.1.3.1. *Unidades de análisis* se ha tratado sobre el número de nodos apropiados para la representación de una red. 50 son un número suficiente según White(2003), pero sería interesante recrear la red con un número de autores mayor, hasta llegar al punto de saturación en la representación, 120, y que este sea el punto de corte. Esta limitación deriva del uso de WoS, como se ha expuesto anteriormente.

Habría sido muy interesante tomar la perspectiva de White (2001) y realizar Cameos, (caracterización automática de perfiles bibliométricos que se generan por ordenador a partir del nombre de un autor), con los nombres de los autores más destacados en N&N, pero esta tesis pretende a través de ellos y su *oeuvre*, ser capaz de describir toda la disciplina en conjunto a partir de cienciogramas o cartografía de la ciencia mediante grafos. Por ello, este análisis quedará pendiente para definir más pormenorizadamente la N&N en un nivel micro.

Con todas estas limitaciones, se ha intentado desarrollar una investigación lo más pertinente y exhaustiva posible para la consecución de unos datos que realmente representen la realidad de la N&N y acercarnos a ella y a su naturaleza.

## **8. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN**





Siempre que se encuentra una nueva metodología para el estudio de la ciencia esta se vuelve aplicable a otras esferas en las que ya se habían utilizado otras metodologías. Así pues, y ya que la ciencia es un sistema vivo, se puede reinterpretar o completar todo el trabajo realizado anteriormente desde perspectivas bibliométricas y cuantitativas aplicando esta metodología *bibliowebométrica*, y, por otro lado, se puede seguir avanzando hacia aquellas esferas que la metodología anterior tiene programadas.

Sin embargo, para futuros trabajos resultaría más interesante escoger no solo una de las redes webométricas sino agregar cada una de las redes webométricas realizadas para ser más exhaustivo en la información recogida en la web y desgranar la metainformación que de ella saquemos, es decir, el comportamiento y dinámicas de cualquier dominio científico en la web.

La consecuencia directa será ampliar los análisis de la ciencia y seguir adelante en la construcción, descripción y comprensión del análisis dentro de la bibliometría y webmetría para ampliar los límites de estas. Esta metodología se basa en la construcción de cuantigramas y en el enriquecimiento de su descripción a través del análisis de contenido típico de la webmetría.

Como objetivo claro en futuros trabajos y para superar las limitaciones del número de autores del estudio consecuencia del uso de WoS, se propone el uso de Scopus. En esta base de datos aparecen todos los autores del mismo artículo e información completa de ellos para su fácil identificación.

Además, Scopus, al contrario que WoS, permite el uso del bibliographic coupling (BC), que también se propone para futuros trabajos frente al uso de las cocitas.

El análisis de cocitación de autores se ha utilizado durante las últimas dos décadas especialmente para mapear la estructura intelectual de un campo temático representado a través de sus autores pero no se ha realizado a través

del BC (D. Zhao & Strotmann, 2009). Sin embargo, el BC permite sortear los problemas de las cocitas y es apropiado para anticiparse a los descubrimientos tecnológicos (Kuusi & Meyer, 2007b). BC también permite analizar frentes de investigación con vinculaciones no muy fuertes, al contrario que la cocitación que se centra más en la detección de áreas robustas de investigación basadas en vinculaciones fuertes (Bassecoulard, Lelu, & Zitt, 2001; Glänzel & Czerwon, 1996). También se podría proponer una metodología en la que no solo se use el BC si no que se combinen las medias de citación más habituales, es decir, la citación directa, co-citación y BC. Esta idea se desprende de los buenos resultados de un análisis de esta combinación de citaciones aplicada a las revistas de Scopus del SJR (Gómez-Núñez, Vargas-Quesada, Chinchilla-Rodríguez, Batagelj, & Moya-Anegón, 2016).

Con esta nueva metodología se pueden seguir realizando cienciogramas bibliométricos para describir lo que en ellos aparece de manera clásica, como metodología fiable. A partir de aquí, resulta interesante la construcción de cienciogramas de intersección entre las matrices bibliométricas de cocitas o de BC y las webométricas de menciones, u otras que sean paralelas. El objetivo sería aportar más información a cualquier dominio objeto de estudio teniendo en cuenta la web. Es importante que se refleje la información web en estos estudios, puesto que ésta también tiene carácter científico y sigue evolucionando y estableciéndose como medio de comunicación científico.

Esta metodología es extrapolable a todos los campos científicos, actualizando su estado real, y también es traspasable a otros niveles de agregación, es decir, es posible realizar estos análisis centrándose en documentos, instituciones, países, áreas geográficas, etc.

Además de incluir otros niveles de agregación, se pueden realizar estudios de este tipo de manera longitudinal, que permitan destacar las similitudes entre las redes web, buscando patrones webométricos, bibliométricos y *bibliowebométricos* a lo largo del tiempo.

Al igual que uno de los objetivos de la bibliometría es la creación de indicadores para una evaluación acertada de la ciencia, se podrían crear indicadores web a partir de la información webométrica destacable para mayor profundidad en el análisis *bibliowebométrico* con vistas a incluir esta metodología en la evaluación de la ciencia.



## **9. BIBLIOGRAFÍA**



- Ackland, R., Gibson, R., Lusoli, W., & Ward, S. (2016). Engaging With the Public ? Assessing the Online Presence and Communication Practices of the Nanotechnology Industry. *Social Science Computer Review*, 28(4), 443–465. doi:10.1177/0894439310362735
- Aguillo, I. F. (2000). Indicadores hacia una evaluación no objetiva (cuantitativa) de sedes webs. In *La gestión del conocimiento : retos y soluciones de los profesionales de la información : VII Jornadas Españolas de Documentación*, (pp. 233–248). Bilbao. Retrieved from <http://www.uoc.edu/dt/20251/>
- Aguillo, I. F., Granadino, B., Ortega, J. L., & Prieto, J. A. (2006). Scientific research activity and communication measured with cybermetrics indicators. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57. doi:10.1002/asi
- Almind, T. C., & Ingwersen, P. (1997). Informetric analyses on the world wide web: methodological approaches to “webometrics.” *Journal of Documentation*, 53(4), 404–426.
- American Chemical Society. (n.d.). American Chemical Society. Retrieved from <http://www.acs.org/content/acs/en/careers/college-to-career/chemistry-careers/nanochemistry.html>
- Apostolato, I. A. (2013). An overview of Software Applications for Social Network Analysis. *Interantional Review of Social Research*, 3(3), 71–77.
- Arora, S. K., Porter, A. L., Youtie, J., & Shapira, P. (2013). Capturing new developments in an emerging technology: An updated search strategy for identifying nanotechnology research outputs. *Scientometrics*, 95(1), 351–370. doi:10.1007/s11192-012-0903-6
- Arora, S. K., Youtie, J., Shapira, P., & Gao, L. (2013). Entry strategies in an emerging technology : a pilot web-based study of graphene firms. *Scientometrics*, 95, 1189–1207. doi:10.1007/s11192-013-0950-7
- Åström, F., & Åström, F. (2002). Visualizing library and information science concept spaces through keyword and citation based maps and clusters. In H. Bruce, R. Fidel, P. Ingwersen, & P. Vakkari (Eds), 50(1), 185–197.
- Bajwa, R. S., & Yaldram, K. (2013). Bibliometric analysis of biotechnology research in Pakistan. *Scientometrics*, 95, 529–540. doi:10.1007/s11192-012-0839-x
- Bajwa, R. S., Yaldram, K., & Rafique, S. (2013). A scientometric assessment of research output in nanoscience and nanotechnology: Pakistan perspective. *Scientometrics*, 94(1), 333–342. doi:10.1007/s11192-012-0699-4
- Bakker, C. R., Aalborg, R., Beyhan, B., & Mckelvey, M. (2013). on DRUID Academy 2013 Academic Inventors and Knowledge Technology Transfer in nanoscience in Sweden, (December).



- Balzani, V. (2005). Nanoscience and nanotechnology: A personal view of a chemist. *Small*, 1(3), 278–283. doi:10.1002/sml.200400010
- Baradar, R., Tajdaran, M., Musavi, S. M., & Abedi, H. (2009). Mapping the Iranian ISI papers on Nanoscience and Nanotechnology: A citation analysis approach. *Malaysian Journal of Library and Information Science*, 14(3), 95–107.
- Bar-Ilan, J. (2004). The use of web search engines in information science research. *Annual Review of Information Science and Technology*, 38(1), 231–288. doi:10.1002/aris.1440380106
- Bartol, T., & Stopar, K. (2015). Nano language and distribution of article title terms according to power laws. *Scientometrics*, 103, 435–451. doi:10.1007/s11192-015-1546-1
- Bassecoulard, E., Lelu, A., & Zitt, M. (2001). Mapping nanosciences by citation flows: A preliminary analysis. *Scientometrics*, 70(3), 859–880.
- Batagelj, V., & Mrvar, A. (2010). Pajek software.
- Bettencourt, L. M. A., Kaiser, D. I., & Kaur, J. (2008). Scientific discovery and topological transitions in collaboration networks. *Journal of Informetrics*, 1–21.
- Bhattacharya, S., & Madhulika, S. (2012). China and India : The two new players in the nanotechnology race. *Scientometrics*, 93, 59–87. doi:10.1007/s11192-012-0651-7
- Björneborn, L., & Ingwersen, P. (2004). Toward a basic framework for webometrics. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 55(14), 1216–1227. doi:10.1002/asi.20077
- Björneborn, L., & Ingwersen, P. (2004). T. doi:10.1002/asi.20077
- Bjurstro, A., & Polk, M. (2011). Climate change and interdisciplinarity : a co-citation analysis of IPCC Third Assessment Report. *Scientometrics*, 87, 525–550. doi:10.1007/s11192-011-0356-3
- Bordons, M., & Zulueta, M. A. (1999). Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Revista Española de Cardiología*, 52(10), 790–800.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Braun, T., Glänzel, W., & Schubert, A. (2000). How balanced is the Science Citation Index journal coverage?- A preliminary overview of macro level statistical data., in Cronin, B. and Atkins, AB. (Eds.), *The Web of Knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield*. Asist Monograph Series.
- Braun, T., Schubert, a., & Zsindely, S. (1997). Nanoscience and nanotechnology on the balance. *Scientometrics*, 38(2), 321–325. doi:10.1007/BF02457417

- Braun, T., Schubert, A., & Kostoff, R. N. (2002). A chemistry field in search of applications statistical analysis of U.S. fullerene patents. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 42(5), 1011–1015. doi:10.1021/ci0200117
- Braun, T., Zsindely, S., Dióspatonyi, I., & Zádor, E. (2007). Gatekeeping patterns in nano-titled journals. *Scientometrics*, 70(3), 651–667. doi:10.1007/s11192-007-0306-2
- Bray, T. (1996). Measuring the web. *The World Wide Web Journal*, 1(3). Retrieved from [http://iw3c2.cs.ust.hk/WWW5/www5conf.inria.fr/fich\\_html/papers/P9/Overview.html](http://iw3c2.cs.ust.hk/WWW5/www5conf.inria.fr/fich_html/papers/P9/Overview.html)
- Buter, R. K., Noyons, E. C. M., & Raan, F. J. Van. (2011). Searching for converging research using field to field citations. *Scientometrics*, 86, 325–338. doi:10.1007/s11192-010-0246-0
- Calero, C., Buter, R. K., Cabello Valdés, C., & Noyons, E. (2006). How to identify research groups using publication analysis : an example in the field of nanotechnology. *Scientometrics*, 66(2), 365–376.
- Capurro, R., & Hjørland, B. (2003). Theorizing Information and Information Use The Concept of Information. *Annual Review of Information Science and Technology*, 37, 343–411.
- Chen, H., & Roco, M. C. (2009a). Mapping Nanotechnology Innovations and Knowledge: Global and Longitudinal Patent and Literature Analysis (pp. 1–330). NEW YORK: SPRINGER.
- Chen, H., & Roco, M. C. (2009b). Mapping Nanotechnology Innovations and Knowledge: Global and Longitudinal Patent and Literature Analysis PREFACE. In *MAPPING NANOTECHNOLOGY INNOVATIONS AND KNOWLEDGE: GLOBAL AND LONGITUDINAL PATENT AND LITERATURE ANALYSIS* (p. IX). NEW YORK: SPRINGER.
- Chen, K., & Guan, J. (2011). A bibliometric investigation of research performance in emerging nanobiopharmaceuticals. *Journal of Informetrics*, 5(2), 233–247. doi:10.1016/j.joi.2010.10.007
- Chinchilla-Rodríguez, Z., Miguel, S., Perianes-Rodríguez, A., Olmeda-Gómez, C., & Ovalle-Perandones, A. (2016). Quantifying and visualizing different types of scientific collaboration in Nanoscience and Nanotechnology field. In *21st International Conference on Science and Technology Indicators, STI2016. Valencia, Spain*.
- Chinchilla-Rodríguez, Z., Miguel, S., Perianes-Rodríguez, A., Ovalle-Perandones, A., & Olmeda-Gómez, C. (2016). Autonomy vs. dependency of scientific collaboration in scientific performance. In *21st International Conference on Science and Technology Indicators, STI2016. Valencia, Spain*.
- Chinchilla-Rodríguez, Z., & Moya-Anegón, F. de. (2007). La investigación científica española (1995-2002): una aproximación métrica. Granada: Universidad de Granada.

- Chinchilla-Rodríguez, Z., Ocaña-Rosa, K., & Vargas-Quesada, B. (2016). How to Combine Research Guarantor and Collaboration Patterns to Measure Scientific Performance of Countries in Scientific Fields: Nanoscience and Nanotechnology as a Case Study. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 1(July), 1–15. doi:10.3389/frma.2016.00002
- Cronin, B. (2001). Bibliometrics and beyond: some thoughts on web-based citation analysis. *Journal of Information Science*, 27(1), 1–7. doi:10.1177/016555150102700101
- Culnan, M. J. (1986). The Intellectual Development of Management Information Systems, 1972-1982: A Co-Citation Analysis. *Management Science*. doi:10.1287/mnsc.32.2.156
- Dai, Y., Song, Y., & Gao, H. (2015). Bibliometric analysis of research progress in membrane water treatment technology from 1985 to 2013. *Scientometrics*, 105(1), 577–591. doi:10.1007/s11192-015-1669-4
- Dang, Y., Zhang, Y., Chen, H., Brown, S. A., Hu, P. J. H., & Nunamaker, J. F. (2012). Theory-Informed Design and Evaluation of an Advanced Search and Knowledge Mapping System in Nanotechnology. *Journal of Management Information Systems*, 28(4), 99.
- Dehmer, M., & Sivakumar, L. (2012). Recent developments in quantitative graph theory: Information inequalities for networks. *PLoS ONE*, 7(2). doi:10.1371/journal.pone.0031395
- Dhyani, D., Ng, W. K., & Bhowmick, S. S. (2002). A survey of Web metrics. *ACM Computing Surveys*, 34(4), 469–503. doi:10.1145/592642.592645
- Didegah, F., & Thelwall, M. (2013). Determinants of research citation impact in nanoscience and nanotechnology. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(5), 1055–1064. doi:10.1002/asi.22806
- Dolfsma, W., & Leydesdorff, L. (2008). Innovation Systems as Patent Networks, 1–17.
- Dryzek, J. S. (1997). *The Politics of the Earth. Environmental Discourses*. Oxford: Oxford University Press.
- Egghe, L., & Rousseau, R. (1990). Introduction to Informetrics. *Information Processing & Management*. Elsevier Science Publishers. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030645739290087G>
- Emmert-Streib, F., & Dehmer, M. (2011). Networks for systems biology: conceptual connection of data and function. *IET Systems Biology*, 5(3), 185–207. doi:10.1049/iet-syb.2010.0025
- Eto, H. (2003). Interdisciplinary information input and output of a nano-technology project. *Scientometrics*, 58(1), 5–33.

- European Commission. (n.d.). European Commission. Environment. Retrieved from [http://ec.europa.eu/environment/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm)
- European Commission. (2004). *Towards a European strategy for nanotechnology. Nanotechnology communication*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Towards+a+Europe+an+Strategy+for+Nanotechnology#0>
- Faba-Pérez, C. (2003). *Análisis cibernético de la información web*. Universidad de Granada.
- Fan, W., Liu, Y., Kay, L., & Cheng, Y. (2014). Two Poles in Global Nano Research : Structure and Evolution of the Global Nano Collaborative Innovation Network. *Proceedings of PICMET '14: Infrastructure and Service Integration*, 140–150.
- Fenner, M. (2011). Author Identifier Overview. *Libreas - Library Ideas*, 18, 24–29.
- Finardi, U. (2011). Time relations between scientific production and patenting of knowledge: The case of nanotechnologies. *Scientometrics*, 89(1), 37–50. doi:10.1007/s11192-011-0443-5
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215–239. doi:10.1016/0378-8733(78)90021-7
- Fruchterman, T. M. J., & Reingold, E. M. (1991). Graph Drawing by Force-Directed Placement. *Software – Practice & Experience*, 21(11), 1129–1164.
- Fu, H. Z., & Ho, Y. S. (2013). Independent research of China in Science Citation Index Expanded during 1980-2011. *Journal of Informetrics*, 7(1), 210–222. doi:10.1016/j.joi.2012.11.005
- García-Guinea, J., & Ruis, J. D. (1998). The Consequences of Publishing in Journals Written in Spanish in Spain. *Interciencia*, 23(3), 185–187.
- Glänzel, W., & Czerwon, H. J. (1996). A new methodological approach to bibliographic coupling and its application to the national, regional and institutional level. *Scientometrics*, 37, 195–221.
- Gök, A., Waterworth, A., & Shapira, P. (2015). Use of web mining in studying innovation. *Scientometrics*, 102, 653–671. doi:10.1007/s11192-014-1434-0
- Gómez-Núñez, A. J., Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., Batagelj, V., & Moya-Anegón, F. de. (2016). Visualization and analysis of SCImago Journal & Country Rank structure via journal clustering. *Aslib Journal of Information Management*, 68(5), 607–627.
- Gómez-Núñez, A. J., Vargas-Quesada, B., & Moya-Anegón, F. de. (2016). Updating the SCImago Journal and Country Rank Classification : A New Approach Using Ward's Clustering and Alternative Combination of Citation Measures. *JOURNAL OF THE*

*ASSOCIATION FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 67(1), 178–190. doi:10.1002/asi

- Gorjiara, T., & Baldock, C. (2014). Nanoscience and nanotechnology research publications: A comparison between Australia and the rest of the world. *Scientometrics*, 100(1), 121–148. doi:10.1007/s11192-014-1287-6
- Guan, J., & Shi, Y. (2012). Transnational citation, technological diversity and small world in global nanotechnology patenting. *Scientometrics*, 93(3), 609–633. doi:10.1007/s11192-012-0706-9
- Guan, J., & Wang, G. (2010). A comparative study of research performance in nanotechnology for China's inventor-authors and their non-inventing peers. *Scientometrics*, 84(2), 331–343. doi:10.1007/s11192-009-0140-9
- Guan, J., & Wei, H. (2015). A bilateral comparison of research performance at an institutional level. *Scientometrics*, 147–173. doi:10.1007/s11192-015-1599-1
- Guo, H., Weingart, S., & Bo, K. (2011). Mixed-indicators model for identifying emerging research areas. *Scientometrics*, 89, 421–435. doi:10.1007/s11192-011-0433-7
- Guo, Y., Zhou, X., Porter, A. L., & Robinson, D. (2013). Nano-Enhanced drug delivery (NEDD) research pattern for two countries: US and China. In *14th International Society of Scientometrics and Informetrics Conference, Vienna (Austria)* (Vol. II, pp. 1278–1290).
- Harnad, S. (2005). The Implementation of the Berlin Declaration on Open Access. *D-Lib Magazine*, 11(3). Retrieved from <http://www.dlib.org/dlib/march05/harnad/03harnad.html>
- Haruechaiyasak, C., Thaiprayoon, S., & Kongthon, A. (2010). Expertise mapping based on a bibliographic keyword annotation model. *Lecture Notes in Computer Science (including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. doi:10.1007/978-3-642-13654-2\_32
- Heinze, T., Heidler, R., Heiberger, R. H., & Riebling, J. (2013). New Patterns of Scientific Growth : How Research Expanded After the Invention of Scanning Tunneling Microscopy and the Discovery of Buckminsterfullerenes. *JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 64(4), 829–843. doi:10.1002/asi
- Hengel, C. (2003). Authority files and metadata: The idea of an international authority file. *Zeitschrift Fur Bibliothekswesen Und Bibliographie*, 50(4), 210–214.
- Hennemann, S., Wang, T., & Liefner, I. (2011). Measuring regional science networks in China : a comparison of international and domestic bibliographic data sources. *Scientometrics*, 88, 535–554. doi:10.1007/s11192-011-0410-1

- Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L., Rijcke, S., & Rafols, I. (2015). The Leiden Manifesto for research metrics. *Nature*, *520*(7548), 9–11. doi:10.1038/520429a
- Hjørland, B. (2002). Domain analysis in information science: Eleven approaches – traditional as well as innovative. *Journal of Documentation*, *58*(4), 422–462. doi:10.1108/00220410210431136
- Hjørland, B. (2013). Citation analysis: A social and dynamic approach to knowledge organization. *Information Processing & Management*, *49*(6), 1313–1325. doi:10.1016/j.ipm.2013.07.001
- Hjørland, B., & Albrechtsen, H. (1995). Toward a New Horizon in Information Science :, *46*(6), 400–425.
- Holmberg, K., & Thelwall, M. (2009). Local government web sites in Finland: A geographic and webometric analysis. *Scientometrics*, *79*(1), 157–169. doi:10.1007/s11192-009-0410-6
- Hu, X., & Rousseau, R. (2013). Are Chinese nanoscience citation curves converging towards their American counterparts ?, *18*(3), 49–56.
- Huang, Y., Schuehle, J., Porter, A. L., & Youtie, J. (2015). A systematic method to create search strategies for emerging technologies based on the Web of Science : illustrated for “ Big Data .” *Scientometrics*, *105*(3), 2005–2022. doi:10.1007/s11192-015-1638-y
- Ingwersen, P., & Christensen, F. H. (1997). Data set isolation for bibliometric online analyses of research publications: fundamental methodological issues. *Journal of the American Society for Information Science*, *48*(3), 205–217. doi:10.1002/(sici)1097-4571(199703)48:3<205::aid-asi3>3.0.co;2-0
- Internet Assigned Numbers Authority. (n.d.). IANA. Retrieved July 3, 2015, from <http://www.iana.org/domains>
- Jansen, D., von Görtz, R., & Heidler, R. (2010). Knowledge production and the structure of collaboration networks in two scientific fields. *Scientometrics*, *83*(1), 219–241. doi:10.1007/s11192-009-0022-1
- Jeong, Y. K., Song, M., & Ding, Y. (2012). Content-based Author Co-citation Analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technol*, *63*(7), 1313–1326.
- Jiménez-Contreras, E., & Moya-Anegón, F. de. (2001). El destino las revistas científicas. El caso español a través de una muestra ( 1950-90 ). *Revista Española de Documentación*, *24*(2), 147–161.
- Jouvenet, M. (2013). Boundary work between research communities: Culture and power in a French nanosciences and nanotechnology hub. *Social Science Information*, *52*(1), 134–158. doi:10.1177/0539018412466638

- Kademani, B. S., Sagar, A., Surwase, G., & Bhanumurthy, K. (2013). Publication trends in materials science: A global perspective. *Scientometrics*, *94*(3), 1275–1295. doi:10.1007/s11192-012-0835-1
- Kamada, T., & Kawai, S. (1989). An algorithm for drawing general undirected graphs. *Information Processing Letters*, *31*, 7–15.
- Karlovčec, M., Mladenčić, D., Grobelnik, M., & Jermol, M. (2016). Conceptualization of science using collaboration and competences. *The Electronic Library*, *34*(1), 2–23. doi:10.1108/EL-01-2014-0015
- Karpagam, R., Gopalakrishnan, S., Natarajan, M., & Ramesh Babu, B. (2011). Mapping of nanoscience and nanotechnology research in India: A scientometric analysis, 1990-2009. *Scientometrics*, *89*(2), 501–522. doi:10.1007/s11192-011-0477-8
- Kessler, M. M. (1963). Bibliographic coupling between scientific papers. *American Documentation*, *14*(1), 10–25.
- Kim, J. H. (2012). A Hyperlink and Semantic Network Analysis of the Triple Helix ( University-Government- Industry ): The Interorganizational Communication Structure of Nanotechnology. *Journal of Computer-Mediated Communication*, *17*, 152–170. doi:10.1111/j.1083-6101.2011.01564.x
- Klincewicz, K. (2016). The emergent dynamics of a technological research topic : the case of graphene. *Scientometrics*, *106*(1), 319–345. doi:10.1007/s11192-015-1780-6
- Koehler, W., Anderson, A. D., Dowdy, B. A., Fields, D. E., Golden, M., Hall, D., ... Wasteneys, C. D. (2000). A profile in statistics of journal articles: fifty years of American documentation and the journal of the American society for information science. *International Journal of Scientometrics, Informetrics and Bibliometrics*, *4*, 1–32.
- Kostoff, R. N. (2008). Comparison of China/USA science and technology performance. *Journal of Informetrics*, *2*(4), 354–363. doi:10.1016/j.joi.2008.06.004
- Kostoff, R. N. (2012). China/USA nanotechnology research output comparison-2011 update. *Technological Forecasting and Social Change*, *79*(5), 986–990. doi:10.1016/j.techfore.2012.01.007
- Kostoff, R. N., Barth, R. B., & Lau, C. G. Y. (2008a). Quality vs. quantity of publications in nanotechnology field from the People's Republic of China. *Chinese Science Bulletin*, *53*(8), 1272–1280. doi:10.1007/s11434-008-0183-y
- Kostoff, R. N., Barth, R. B., & Lau, C. G. Y. (2008b). Relation of seminal nanotechnology document production to total nanotechnology document production - South Korea. *Scientometrics*, *76*(1), 43–67. doi:10.1007/s11192-007-1891-9
- Kostoff, R. N., Koytcheff, R. G., & CG., Lau, C. G. (2009). Seminal nanotechnology literature: a review. *Journal of Nanosci Ence and Nanotechnology*, *9*(11), 6239–70.

- Kostoff, R. N., Koytcheff, R. G., & Lau, C. G. Y. (2007a). Global nanotechnology research metrics. *Scientometrics*, 70(3), 565–601.
- Kostoff, R. N., Koytcheff, R. G., & Lau, C. G. Y. (2007b). Structure of the Nanoscience and Nanotechnology Instrumentation Literature. *Current Nanoscience*, 3(2), 135–154.
- Kostoff, R. N., Murday, J. S., Lau, C. G. Y., & Tolles, W. M. (2006). The seminal literature of nanotechnology research. *Journal of Nanoparticle Research*, 8(2), 193–213. doi:10.1007/s11051-005-9034-9
- Kostoff, R. N., Stump, J. A., Johnson, D., Murday, J. S., Lau, C. G. Y., & Tolles, W. M. (2006). The structure and infrastructure of the global nanotechnology literature. *Journal of Nanoparticle Research*, 8(3-4), 301–321. doi:10.1007/s11051-005-9035-8
- Kousha, K., & Thelwall, M. (2006). Motivations for URL citations to open access library and information science articles. *Scientometrics*, 68(3), 501–517. doi:10.1007/s11192-006-0126-9
- Kousha, K., & Thelwall, M. (2007a). Google scholar citations and google Web/URL citations: A multi-discipline exploratory analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(7), 1055–1065. doi:10.1002/asi.20584
- Kousha, K., & Thelwall, M. (2007b). The Web impact of open access social science research. *Library & Information Science Research*, 29(4), 495–507. doi:10.1016/j.lisr.2007.05.003
- Krackhardt, D. (1992). A Caveat on the Use of Quadrati Assignment Procedure. *Journal of Quantitative Anthropology*, 3, 279–296.
- Kuusi, O., & Meyer, M. (2007a). Anticipating technological breakthroughs : Using bibliographic coupling to explore the nanotubes paradigm. *Scientometrics*, 70(3), 759–777. doi:10.1007/s11192-007-0311-5
- Kuusi, O., & Meyer, M. (2007b). Anticipating technological breakthroughs: Using bibliographic coupling to explore the nanotubes paradigm. *Scientometrics*, 70(3), 759–777.
- Kyvik, S. (2003). Changing trends in publishing behaviour among university faculty , 1980-2000. *Scientometrics.*, 58(1), 35–48.
- Lara, A. (1983). Precisiones en torno a la delimitación conceptual entre cienciaología, cienciaometría, informetría y sociometría documentaria. *Revista Española de Documentación Científica*, 6(4), 333–337.
- Larsen, K. (2007). Interdisciplinarity in environmental technology applications - Examining knowledge interaction between physics and chemistry research teams. In D. M. Torres Salinas (Ed.), *Proceedings of ISSI 2007: 11th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*, (pp. 463–468). LEUVEN.



- Larsen, K. (2008). Knowledge network hubs and measures of research impact, science structure, and publication output in nanostructured solar cell research. *Scientometrics*, 74(1), 123–142. doi:10.1007/s11192-008-0107-2
- Lavrik, O. L., Busygina, T. V., Shaburova, N. N., & Zibareva, I. V. (2015). Nanoscience and nanotechnology in the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences: bibliometric analysis and evaluation. *Journal of Nanoparticle Research*, 17(2). doi:10.1007/s11051-015-2900-1
- Lechuga, L. M. (2010). Nanobiotecnología : Avances Diagnósticos y Terapéuticos La Nanobiotecnología , convergencia entre la Nanotecnología y la Biotecnología , es la rama de la Nanotecnología que se perfila como la de mayor impacto en un futuro próximo debido a sus importantes. *Revista de Investigación En Gestión de La Innovación Y Tecnología*, 35, 1–12.
- Leydesdorff, L. (2008). The delineation of nanoscience and nanotechnology in terms of journals and patents: A most recent update. *Scientometrics*, 76(1), 159–167. doi:10.1007/s11192-007-1889-3
- Leydesdorff, L. (2010). The Emergence of Nanotechnology. In K. Börner & E. F. Hardy (Eds.), *6th Iteration (2009): Science Maps for Scholars, "Places & Spaces: Mapping Science*, (p. The Emergence of Nanoscience). Royal Society Global Science Report Launch Conference, Kavli Royal Society International Center, London, England. Retrieved from [http://scimaps.org/maps/map/the\\_emergence\\_of\\_nan\\_121/](http://scimaps.org/maps/map/the_emergence_of_nan_121/)
- Leydesdorff, L. (2013). An evaluation of impacts in “Nanoscience & nanotechnology”: Steps towards standards for citation analysis. *Scientometrics*, 94(1), 35–55. doi:10.1007/s11192-012-0750-5
- Leydesdorff, L., & Wagner, C. (2009). Is the United States losing ground in science? A global perspective on the world science system. *Scientometrics*, 78(1), 23–36. doi:10.1007/s11192-008-1830-4
- Leydesdorff, L., & Zhou, P. (2005). Are the contributions of China and Korea upsetting the world system of science? *Scientometrics*, 63(3), 617–630. doi:10.1007/s11192-005-0231-1
- Leydesdorff, L., & Zhou, P. (2007). Nanotechnology as a field of science: Its delineation in terms of journals and patents. *Scientometrics*, 70(3), 693–713. doi:10.1007/s11192-007-0308-0
- Li, N., Anderson, A. A., Brossard, D., & Scheufele, A. D. (2014). Channeling Science Information Seekers ’ Attention ? A Content Analysis of Top-Ranked vs . Lower-Ranked Sites in Google \*. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 19, 562–575. doi:10.1111/jcc4.12043
- Lin, M. W., & Zhang, J. (2007). Language trends in nanoscience and technology: The case of Chinese-language publications. *Scientometrics*, 70(3), 555–564. doi:10.1007/s11192-007-0302-6

- Liu, H. I., Chang, B. C., & Chen, K. . (2012). Collaboration patterns of Taiwanese scientific publications in various research areas. *Scientometrics*, *92*, 145–155. doi:10.1007/s11192-012-0719-4
- Liu, W., Gu, M., Hu, G., Li, C., Liao, H., Tang, L., & Shapira, P. (2014). Profile of developments in biomass-based bioenergy research: A 20-year perspective. *Scientometrics*, *99*(2), 507–521. doi:10.1007/s11192-013-1152-z
- Lucio-Arias, D., & Leydesdorff, L. (2007). Knowledge Emergence in Scientific Communication. *Scientometrics*, *70*(3), 603–632.
- Lucio-Arias, D., & Leydesdorff, L. (2009). An Indicator of Research Front Activity : Measuring Intellectual Organization as Uncertainty Reduction in Document Sets. *Journal of the American Society for Information Science & Technology*, *60*(12), 2488–2498.
- Maghrebi, M., Abbasi, A., Amiri, S., & Monsefi, R. (2011). A collective and abridged lexical query for delineation of nanotechnology publications. *Scientometrics*, *86*, 15–25. doi:10.1007/s11192-010-0304-7
- Marshakova, I. (1973a). System of Document Connections Based on References. *Nauchn-Techn.Inform.*, *2*(6), 3–8.
- Marshakova, I. V. (1973b). A system of document connection based on references. *Scientific and Technical Information Serial of VINITI*, *6*(2), 3–8.
- Más-Bleda, A., Thelwall, M., Kousha, K., & Aguillo, I. F. (2013). Successful Researchers Publicizing Research Online : An Outlink Analysis of European Highly Cited Scientists ' Personal Websites 1, 1–20.
- Más-Bleda, A., Thelwall, M., Kousha, K., & Aguillo, I. F. (2014). Do highly cited researchers successfully use the social web? *Scientometrics*, 337–356. doi:10.1007/s11192-014-1345-0
- Mason, O., & Verwoerd, M. (2007). Graph theory and networks in Biology. *IET Systems Biology*, *1*(2), 89–119. doi:10.1049/iet-syb:20060038
- MCGarry, K. (1991). Differing views of Knowledge. In Meadows (Ed.), *Knowledge and communication: Essays on the information chain*.
- Mehta, A., Herron, P., Motoyama, Y., Appelbaum, R., & Lenoir, T. (2012). Globalization and de-globalization in nanotechnology research: The role of China. *Scientometrics*, *93*(2), 439–458. doi:10.1007/s11192-012-0687-8
- Meyer, M. (2006). Knowledge integrators or weak links? An exploratory comparison of patenting researchers with their non-inventing peers in nano-science and technology. *Scientometrics*, *68*(3), 545–560. doi:10.1007/s11192-006-0129-6

- Meyer, M. (2007). What do we know about innovation in nanotechnology? Some propositions about an emerging field between hype and path-dependency. *Scientometrics*, 70(3), 779–810. doi:10.1007/s11192-007-0312-4
- Meyer, M., Debackere, K., & Glänzel, W. (2010). Can applied science be “good science”? Exploring the relationship between patent citations and citation impact in nanoscience. *Scientometrics*, 85(2), 527–539. doi:10.1007/s11192-009-0154-3
- Meyer, M., & Persson, O. (1998). NANOTECHNOLOGY - INTERDISCIPLINARITY , PATTERNS OF COLLABORATION AND DIFFERENCES IN APPLICATION Interdisciplinarity Distribution of papers by field. *Scientometrics*, 42(2), 195–205.
- Milanez, D. H., Lopes de Faria, L. I., do Amaral, R. M., Leiva, D. R., & Rodrigues Gregolin, J. A. (2014). Patents in nanotechnology: an analysis using macro-indicators and forecasting curves. *Scientometrics*, 101, 1097–1112. doi:10.1007/s11192-014-1244-4
- Minguillo, D. (2013). *Mapping R & D support infrastructures: A scientometric and webmetrics study of UK Science Park*.
- Moed, H. F. (2005). Citation analysis of scientific journals and journal impact measures. *CURRENT SCIENCE*, 89(12), 1990–1996.
- Mohammadi, E. (2012). Knowledge mapping of the Iranian nanoscience and technology: A text mining approach. *Scientometrics*, 92(3), 593–608. doi:10.1007/s11192-012-0644-6
- Moya-Anegón, F. de, Herrero-Solana, V., Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., Muñoz-Fernández, F., ... Olmeda-Gómez, C. (2004). Atlas de la ciencia: Propuesta, 11–29.
- Moya-Anegón, F. de, Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., Muñoz-Fernández, F., & Herrero-Solana, V. (2007). Visualizing the marrow of science. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(14), 2167–2179. doi:10.1002/asi.20683
- Munoz-Sandoval, E. (2014). Trends in nanoscience, nanotechnology, and carbon nanotubes: A bibliometric approach. *Journal of Nanoparticle Research*, 16(1). doi:10.1007/s11051-013-2152-x
- Muñoz-Écija, T., Vargas-Quesada, B., & Chinchilla-Rodríguez, Z. (2016). Identification and visualization of the intellectual structure and the main research lines in Nanoscience and Nanotechnology at the worldwide level. *Journal of Nanoparticle Research (submitted)*.
- Muñoz-Écija, T., Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., Gómez-Núñez, A. J., & Moya-Anegón, F. de. (2013). Nanoscience and Nanotechnology in Scopus: Journal Identification and Visualization. In *14th International Society of Scientometrics and Informetrics Conference*. Vienna (Austria).

- Nacke, O. (1979). Informetrics.- Definition, status of knowledge and development of principles. *Nachrichten Fur Dokumentation*, 30(6), 219–226.
- NanoSpain, C. C. de. (2003). *NANOTECNOLOGIA EN ESPAÑA Y PROPUESTA DE ACCION ESTRATEGICA DENTRO DEL PLAN NACIONAL DE I + D + I ( 2004-2007 ) RED ESPAÑOLA DE NANOTECNOLOGIA ( NANOSPAIN )*.
- Nerur, S. P., Rasheed, A. A., & Natarajan, V. (2008). The intellectual structure of the strategic management field: an author co-citation analysis. *Strategic Management Journal*, 29(3), 319–336.
- Neylon, C., & Wu, S. (2009). Article-level metrics and the evolution of scientific impact. *PLoS Biology*, 7(11). doi:10.1371/journal.pbio.1000242
- Novotny, L., & Hecht, B. (2006). *Principles Nano-optics*. Cambridge. Retrieved from [https://www.photonics.ethz.ch/fileadmin/user\\_upload/Courses/NanoOptics/intro.pdf](https://www.photonics.ethz.ch/fileadmin/user_upload/Courses/NanoOptics/intro.pdf)
- Onel, S., Zeid, A., & Kamarthi, S. (2011). and citation networks. *Scientometrics*, 89, 119–138. doi:10.1007/s11192-011-0434-6
- Park, M., & Lee, T.-S. (2016). A longitudinal study of information needs and search behaviors in science and technology: A query analysis. *The Electronic Library*, 34(1), 83 – 98. doi:http://dx.doi.org/10.1108/EL-04-2014-0058
- Porter, A. L., Schoeneck, D. J., & Carley, S. (2013). Measuring the extent to which a research domain is self-contained. In *14th International Society of Scientometrics and Informetrics Conference, Vienna (Austria)* (pp. 1188–1201).
- Postel, J., & Reynolds, J. (1984). RFC 920. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Pouris, A. (2007). Nanoscale research in South Africa: A mapping exercise based on scientometrics. *Scientometrics*, 70(3), 541–553. doi:10.1007/s11192-007-0301-7
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of Documentation*, 25(4), 348–349. doi:10.1108/eb026482
- Rafols, I., & Meyer, M. (2007a). Diversity measures and network centralities as indicators of interdisciplinarity: Case studies in bionanoscience. *Proceedings of ISSI 2007: 11th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics, Vols I and II*, 631–642 ST – Diversity measures and network centr. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000250317700070
- Rafols, I., & Meyer, M. (2007b). How cross-disciplinary is bionanotechnology ? Explorations in the specialty of molecular motors. *Scientometrics*, 70(3), 633–650. doi:10.1007/s11192-007-0305-3
- Rafols, I., & Meyer, M. (2010). Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: Case studies in bionanoscience. *Scientometrics*, 82(2), 263–287. doi:10.1007/s11192-009-0041-y

- Regis, E. (2004). The Incredible Shrinking Man. *Wired*, 12(10).
- Reijnhoudt, L., Costas, R., Noyons, E., Börner, K., & Scharnhorst, A. (2014). “Seed + expand”: a general methodology for detecting publication oeuvres of individual researchers. *Scientometrics*, 1–15. doi:10.1007/s11192-014-1256-0
- Ricardo Arencibia, J., Araújo Ruiz, J. A., & Torricella Morales, R. G. (2005). Contribuciones cortas La Nanotecnología como disciplina científica un estudio. *ACIMED*, 13(4).
- Sánchez-Pita, F. (2014). *Los sitios web de los institutos de investigación de Castilla y León como herramientas dirigidas .a la difusión del conocimiento*.
- Sancho, R. (2001). Medición de las actividades de Ciencia y Tecnología. Estadísticas e indicadores. *Revista Española de Documentación*, 24(4), 382.
- Sant’Anna, L. D. S., Alencar, M. S. D. M., & Ferreira, A. P. (2014). Nanomaterials patenting in Brazil: Some considerations for the national regulatory framework. *Scientometrics*, 100(3), 675–686. doi:10.1007/s11192-014-1300-0
- Sanz-Casado, E., Aragon, I., & Mendez, A. (1995). The function of national journals in disseminating applied science. *Journal of Information Science*, 21(4), 319–323.
- Schmoch, U., & Thielmann, A. (2012). Cyclical long-term development of complex technologies — Premature expectations in nanotechnology ? *Beech Tree Publishing*, 21(31), 126–135. doi:10.1093/reseval/rvsOO7
- Schummer, J. (2007). The global institutionalization of nanotechnology research : A bibliometric approach to the assessment. *Scientometrics*, 70(3), 669–692. doi:10.1007/s11192-007-0307-1
- Serena, D., & Amalio, P. (2009). *Nanociencia y nanotecnología: aspectos generales*. (D.- F. G. de la U. A. de Madrid, Ed.). Retrieved from HTTP://www.ebrary.com
- Shapira, P., Youtie, J., & Porter, A. L. (2010). The emergence of social science research on nanotechnology. *Scientometrics*, 85(2), 595–611. doi:10.1007/s11192-010-0204-x
- Shiri, A. (1998). Cybermetrics: A new horizon in information research. In *FID CONFERENCE AND CONGRESS; III-45-III-50; International Federation for Information and Documentation: Towards the new information society of tomorrow; innovations, challenges and impact*. New Delhi.
- Shiri, A. (2011). Revealing Interdisciplinarity in Nanoscience and Technology Queries: A Transaction Log Analysis Approach. *Knowledge Organization*, 38(2), 135.
- Sinn, R. (2005). Encyclopedia of nanoscience and nanotechnology. *Reference & User Services Quarterly*, 44(3), 257–258.

- Small, H. (1973a). Co-citation in the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 24, 256–269.
- Small, H. (1973b). co-citation in the scientific literature: a new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*, (july-august), 265–268.
- Solla Price, D. J. de. (1965). Networks of Scientific Papers. *Science*, 149(3683), 510–515.
- Sotudeh, H., & Khoshian, N. (2014a). Gender differences in science: The case of scientific productivity in Nano Science & Technology during 2005-2007. *Scientometrics*, 98(1), 457–472. doi:10.1007/s11192-013-1031-7
- Sotudeh, H., & Khoshian, N. (2014b). Gender, web presence and scientific productivity in nanoscience and nanotechnology. *Scientometrics*, 1–20. doi:10.1007/s11192-014-1234-6
- Sud, P., & Thelwall, M. (2014). Linked Title Mentions : A New Automated Link Search 2 . Literature Review : Methods of counting links. (in Press) *Scientometrics*.
- Tague-Sutcliffe, J. (1992). An introduction to informetrics. *Information Processing and Management*, 28(1), 1–3. doi:10.1016/0306-4573(92)90087-G
- Tang, L. (2013). Does “birds of a feather flock together” matter-Evidence from a longitudinal study on US-China scientific collaboration. *Journal of Informetrics*, 7(2), 330–344. doi:10.1016/j.joi.2012.11.010
- Tang, L., & Shapira, P. (2011a). China-US scientific collaboration in nanotechnology: patterns and dynamics. *Scientometrics*, 88(1), 1–16. doi:10.1007/s11192-011-0376-z
- Tang, L., & Shapira, P. (2011b). Regional development and interregional collaboration in the growth of nanotechnology research in China. *Scientometrics*, 86(2), 299–315. doi:10.1007/s11192-010-0274-9
- Tang, L., Shapira, P., & Youtie, J. (2015). Is There a Clubbing Effect Underlying Chinese Research Citation Increases? *JOURNAL OF THE ASSOCIATION FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 66(9). doi:10.1002/asi
- Tang, L., & Walsh, J. P. (2010). Bibliometric fingerprints : name disambiguation based on approximate structure equivalence of cognitive maps. *Scientometrics*, 84(3), 763–784. doi:10.1007/s11192-010-0196-6
- Thelwall, M. (2007). Bibliometrics to webometrics. *Journal of Information Science*, 34(4), 1–18. doi:10.1177/0165551506nnnnnn
- Thelwall, M. (2009). *Introduction to Webometrics. Quantitative Web Research for the Social Sciences. Quantitative Web Research for the Social Science*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Introduction+to+Webometrics#2>

- Thelwall, M. (2010). Webometrics : emergent or doomed ? In *Proceedings of the Seventh International Conference on Conceptions* (pp. 1–10).
- Thelwall, M. (2012). Introduction to Webometric Analyst 2.0: A research tool for social scientists. Retrieved from <http://lexiurl.wlv.ac.uk/searcher/IntroductionToWebometricAnalyst2.doc>
- Thelwall, M. (2014). Bibliometrics to webometrics, *34*(4), 605–621. doi:10.1177/0165551507087238
- Thelwall, M., Li, X., Barjak, F., & Robinson, S. (2008). Assessing the international web connectivity of research groups. *Aslib Proceedings*, *60*(1), 18–31. doi:10.1108/00012530810847344
- Thelwall, M., & Prabowo, R. (2007). Identifying and characterising public science-related fears. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *58*(3), 379–390.
- Thelwall, M., & Price, L. (2006). Language evolution and the spread of ideas on the Web: A procedure for identifying emergent hybrid word family members. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *57*(10).
- Thelwall, M., & Sud, P. (2011). A Comparison of Methods for Collecting Web Citation Data for Academic Organizations. *JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, *62*(8), 1488–1497. doi:10.1002/asi
- Thelwall, M., & Wilkinson, D. (2004). Finding similar academic Web sites with links, bibliometric couplings and colinks. *Information Processing & Management*, *40*(3), 515–526. doi:10.1016/S0306-4573(03)00042-6
- Thelwall, M., & Wilkinson, D. (2012). Link and Co-inlink Network Diagrams With URL Citations, *63*(4), 805–816. doi:10.1002/asi
- Thomson Reuters. (2014a). Isi Web of science. Retrieved from <https://apps.webofknowledge.com>
- Thomson Reuters. (2014b). ResearcherID. Retrieved from <http://www.researcherid.com>
- Trachtengerts, M., Erkimbaev, A., Zitserman, V., & Kobzev, G. (2015). Using a digital library instead of a traditional database ABCD-based infrastructure for. *The Electronic Library*, *33*(5), 916 – 927. doi:10.1108/EL-08-2014-0136
- Tsay, M. Y. (2008). A bibliometric analysis of hydrogen energy literature, 1965–2005. *Scientometrics*, *75*(3), 421–438. doi:10.1007/s11192-007-1785-x
- Tsay, M. Y., & Lin, Y. J. (2009). Scientometric analysis of transport phenomenon literature, 1900-2007. *Malaysian Journal of Library and Information Science*, *14*(3), 35–58.

- Tufte, E. R. (1983). *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, CT: Graphics Press.
- United Engineering Foundation, AIChE, AIME, ASCE, ASME, IEEE, ... SWE. (2015). Engineering and Technology History Wiki. Retrieved January 11, 2016, from [http://ethw.org/National\\_Nanotechnology\\_Initiative](http://ethw.org/National_Nanotechnology_Initiative)
- USA Government. (n.d.). Official website of the United States National Nanotechnology Initiative. Retrieved from <http://www.nano.gov/>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. doi:10.1007/s11192-009-0146-3
- Van Eck, N. J., Waltman, L., Dekker, R., & Van Den Berg, J. (2010). A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional scaling and VOS. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(12), 2405–2416. doi:10.1002/asi.21421
- Vargas-Quesada, B. (2005). Visualización y análisis de grandes dominios científicos mediante redes pathfinder (pfnet). *Tesis Doctoral*.
- Vargas-Quesada, B., Al-Dwairi, K. M. O., Faba-Pérez, C., & Moya-Anegón, F. de. (2013). Web structure and influence of the Arab universities of the MENA zone (Middle East and North Africa): Visualization and analysis. *Aslib Proceedings*, 65, 623–643. doi:10.1108/AP-10-2012-0082
- Vaughan, L., & Shaw, D. (2003). Bibliographic and Web Citations: What Is the Difference? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54(14), 1313–1322. doi:10.1002/asi.10338
- Vaughan, L., & Thelwall, M. (2005). A modeling approach to uncover hyperlink patterns: the case of Canadian universities. *Information Processing & Management*, 41(2), 347–359. doi:10.1016/j.ipm.2003.10.001
- Villanueva-Felez, A., Fernandez-Zubieta, A., & Palomares-Montero, D. (2014). The relational properties of collaborative networks and the generation of scientific knowledge: a question of size or of balance? *Revista Española de Documentación Científica*, 37(4).
- Waltman, L., van Eck, N. J., & Noyons, E. C. M. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics*, 4(4), 629–635. doi:10.1016/j.joi.2010.07.002
- Wang, G., & Guan, J. (2010). The role of patenting activity for scientific research: A study of academic inventors from China's nanotechnology. *Journal of Informetrics*, 4(3), 338–350. doi:10.1016/j.joi.2010.02.002



- Wang, J., & Shapira, P. (2011). Funding acknowledgement analysis : an enhanced tool to investigate research sponsorship impacts : the case of nanotechnology. *Scientometrics*, 87, 563–586. doi:10.1007/s11192-011-0362-5
- Wang, L., Notten, A., & Surpatean, A. (2013). Interdisciplinarity of nano research fields: A keyword mining approach. *Scientometrics*, 94(3), 877–892. doi:10.1007/s11192-012-0856-9
- Wang, X., Li, R., Ren, S., & Zhu, D. (2014). Collaboration network and pattern analysis : case study of dye-sensitized solar cells. *Scientometrics*, 98, 1745–1762. doi:10.1007/s11192-013-1180-8
- Wang, X., Xu, S., Liu, D., Liang, Y., Wang, C., & The, Y. (2012). The Role of Chinese-American Scientists in China-US Scientific Collaboration : A Study in Nanotechnology. *Scientometrics*, 91(3), 737–749. doi:10.1007/s11192-012-0693-x
- Wang, X., Xu, S., Wang, Z., Peng, L., & Wang, C. (2013). International scientific collaboration of China : collaborating countries , institutions and individuals. *Scientometrics*, 95, 885–894. doi:10.1007/s11192-012-0877-4
- Wasserman, S., & Faust, K. (1998). *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- White, H. D. (1990). Author co-citation analysis: Overview and defence. In C. L. Borgman (Ed.), *Scholarly communication and bibliometrics* (pp. 84–106). Newbury Park, CA: Sage Publications.
- White, H. D. (2001). Author-centered bibliometrics through CAMEOs: Characterizations automatically made and edited online. *Scientometrics*, 51(3), 607–637. doi:10.1023/A:1019607522125
- White, H. D. (2003). Pathfinder networks and author cocitation analysis: A remapping of paradigmatic information scientists. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54(5), 423–434. doi:10.1002/asi.10228
- White, H. D., & Griffith, B. (1981). Author co-citation: A literature Measure of Intellectual Structure. *Journal of the American Society for Information Science*, 32(3), 163–172.
- White, H. D., & Griffith, B. (1982). Authors as markers of intellectual space: Co-citation in studies of science, technology and society. *Journal of Documentation*, 38, 255–272.
- White, H. D., & McCain, K. W. (1998). Visualizing a discipline: An author co-citation analysis of information science, 1972–1995. *Journal of the American Society for Information Science*, 49(4), 327–355. doi:10.1002/(SICI)1097-4571(19980401)49:4<327::AID-ASI4>3.0.CO;2-4
- Wilkinson, D., & Thelwall, M. (2013). Search markets and search results: The case of Bing. *Library & Information Science Research*, 35(4), 318–325. doi:10.1016/j.lisr.2013.04.006

- Wong, P. K., Ho, Y. P., & Chan, C. K. (2007). Internationalization and evolution of application areas of an emerging technology: The case of nanotechnology. *Scientometrics*, 70(3), 715–737. doi:10.1007/s11192-007-0309-z
- Xie, P. (2015). Study of international anticancer research trends via cword and document co-citation visualization analysis. *Scientometrics*, 105(1), 611–622. doi:10.1007/s11192-015-1689-0
- Yoon, J., & Kim, K. (2011). Identifying rapidly evolving technological trends for R & D planning using SAO-based semantic patent networks. *Scientometrics*, 88, 213–228. doi:10.1007/s11192-011-0383-0
- Yu, G., Wang, M. Y., & Yu, D. R. (2010). Characterizing knowledge diffusion of Nanoscience & Nanotechnology by citation analysis. *Scientometrics*, 84(1), 81–97. doi:10.1007/s11192-009-0090-2
- Zhai, L., Pan, Y., Guo, Y., & Bi, F. (2014). International comparative study on nanofiltration and patents. *Scientometrics*, 101, 1361–1374. doi:10.1007/s11192-014-1394-4
- Zhang, H., Ivanova, K., Giles, C. L., Foley, H. C., & Yen, J. (2010). Locality and Attachedness-Based Temporal Social Network Growth Dynamics Analysis : A Case Study of Evolving Nanotechnology Scientific Collaboration. *JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 61(5), 964–977. doi:10.1002/asi
- Zhao, D., & Logan, E. (2002). Citation analysis using scientific publications on the Web as data source : A case study in the XML research area 1. *Scientometrics*, 54(3), 449–472.
- Zhao, D., & Strotmann, A. (2009). Author Bibliographic Coupling : Another approach to citation-based author knowledge network analysis. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, 45(1), 1–10.
- Zhao, Q., & Guan, J. (2012). Modeling the dynamic relation between science and technology in nanotechnology. *Scientometrics*, 90(2), 561–579. doi:10.1007/s11192-011-0520-9
- Zhao, Q., & Guan, J. (2013). Love dynamics between science and technology: Some evidences in nanoscience and nanotechnology. *Scientometrics*, 94(1), 113–132. doi:10.1007/s11192-012-0785-7
- Zhao, Y., & Ma, N. (2012). Portrait of China's R&D Activities in Nano-Science and Nanotechnology in Bibliometric Study. *Advanced Materials Research*, 535-537(3), 505–510. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.535-537.505
- Zheng, J., Zhao, Z. Y., Zhang, X., Chen, D. Z., & Huang, M. H. (2014). International collaboration development in nanotechnology: A perspective of patent network analysis. *Scientometrics*, 98(1), 683–702. doi:10.1007/s11192-013-1081-x

- Zheng, T., Wang, J., Wang, Q., Nie, C., Smale, N., Shi, Z., & Wang, X. (2015). A bibliometric analysis of industrial wastewater research: current trends and future prospects. *Scientometrics*, *105*(2), 863–882. doi:10.1007/s11192-015-1736-x
- Zhou, P., & Bornmann, L. (2015). An overview of academic publishing and collaboration. *Scientometrics*, *102*(866), 1781–1793. doi:10.1007/s11192-014-1418-0
- Zhou, P., & Leydesdorff, L. (2004). 2004年中国的纳米技术研究成果世界领先 [China's research output in nanotech takes the lead in the world in 2004: The world position of China's publications. *Chinese S&T Daily*, October.
- Zhou, X., & Zhao, G. (2015). Global liposome research in the period of 1995-2014: a bibliometric analysis. *Scientometrics*, *105*(1), 231–248. doi:10.1007/s11192-015-1659-6
- Zibareva, I. V., Vedyagin, A. A., & Bukhtiyarov, V. I. (2014). Nanocatalysis: A bibliometric analysis. *Kinetics and Catalysis*, *55*(1), 1–11. doi:10.1134/S0023158414010194
- Zitt, M. (2011). Hybrid Citation-Word Representations in Science Mapping : Portolan Charts of Research Fields ? *JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, *62*(1), 19–39. doi:10.1002/asi
- Zitt, M., & Bassecoulard, E. (2006). Delineating complex scientific fields by an hybrid lexical-citation method : An application to nanosciences. *Information Processing and Management*, *42*, 1513–1531. doi:10.1016/j.ipm.2006.03.016