



UNIVERSIDAD DE GRANADA

MÁSTER EN INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN CIENTÍFICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Análisis de la colaboración científica en el Instituto de Neurociencias de la Universidad de Barcelona**

**(2011-2016)**

Presentado por:

**D./D<sup>a</sup>. Jordi Tremosa Armengol**

Tutora:

**Prof. Dra. Carmen Gálvez**

Curso académico 2017 / 2018

## **Agradecimientos**

A la Dra. Carmen Gálvez, quien además de guiarme en todo momento en la realización del trabajo, también ha sabido transmitirme la serenidad y los ánimos necesarios en momentos complicados.

A mis hermanas y sobrinos, quienes no deben ser conscientes del importante papel que ha jugado su soporte incondicional para que este trabajo pudiera llegar a buen puerto.

A mis padres, ellos han sido y serán mi ejemplo a seguir, y de quienes aprendí que con sacrificio y constancia se pueden alcanzar objetivos y metas difíciles.

A Esther, a quien sin duda le ha tocado recorrer el trayecto más sinuoso y duro de este largo camino, renunciado a su tiempo, al “nosotros”, para que “yo” pudiera volcarme en mi tarea. Gracias por haber estado siempre a mi lado.

# Sumario

	Pág.
Resumen	10
1. Introducción	12
2. La colaboración científica a través del Análisis de Redes Sociales	15
2.1. Estudio de la centralidad dentro de las redes de colaboración científica	17
2.2. Recopilación y normalización de los datos para el análisis de una red de colaboración científica	19
3. El Instituto de Neurociencias de la Universidad de Barcelona (INUB)	22
3.1 Impacto de la reestructuración académica de la Universidad de Barcelona sobre el INUB	25
4. Objetivos	29
5. Material y Método	30
6. Resultados y Discusión	33
6.1. Análisis de la producción	36
6.2. Análisis de la colaboración	44
6.2.1. La colaboración dentro de las revistas	50
6.3. Análisis de las revistas	51
6.4. Análisis de Redes Sociales en el INUB	56
6.4.1. Análisis de clústers	67
7. Conclusiones	122
Bibliografía	125

# Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Áreas y grupos de investigación del INUB	23
Tabla 2. Denominación de los departamentos de la Universidad de Barcelona antes de la reforma de estructuras académicas y de organización administrativa	26
Tabla 3. Denominación de los departamentos de la Universidad de Barcelona después de la reforma de estructuras académicas y de organización administrativa	27
Tabla 4. Clasificación de artículos según las áreas de investigación de WoS	33
Tabla 5. Distribución en términos absolutos y relativos de los artículos a lo largo del período	36
Tabla 6. Productividad de los investigadores del INUB	37
Tabla 7. Resumen de valores atípicos y extremos de la producción	41
Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la productividad de los autores	41
Tabla 9. Grupos/Líneas de investigación lideradas por los autores más productivos del INUB	42
Tabla 10. Distribución de los autores en términos absolutos y relativos en función de los artículos publicados	43
Tabla 11. Media anual de autores por artículo y desviación típica	44
Tabla 12. Relación de valores atípicos y extremos, ID. en WoS y número de autores de cada artículo	46
Tabla 13. Estadísticos descriptivos (E) y errores típicos (DE) relativos a la cantidad de autores/artículo	48

	Pág.
Tabla 14. Principales estadísticos descriptivos (E) y sus correspondientes errores típicos (DE) después de aplicar la winsorización	50
Tabla 15. Relación de revistas con más de 10 artículos publicados, porcentaje sobre el total de la producción del período y porcentaje acumulado	52
Tabla 16. Relación revistas-producción acumulada	53
Tabla 17. Resumen de revistas que ocupan el mismo cuartil en uno o en los dos índices del JCR	54
Tabla 18. Resumen de revistas en función del <i>AJIFP</i> de <i>JCR</i>	55
Tabla 19. Resumen de artículos en función del <i>AJIF</i> de su revista	56
Tabla 20. Componentes de la red original	57
Tabla 21. Grado: investigadores del INUB dentro del Top 25	58
Tabla 22. Cercanía: investigadores del INUB dentro del Top 25	59
Tabla 23. Intermediación: investigadores del INUB dentro del Top 25	59
Tabla 24. Grupos/Áreas de investigación de los investigadores del INUB con valores más altos de centralidad	60
Tabla 25. Detección de comunidades en la red original mediante la aplicación del Louvain Method del programa <i>Pajek</i>	61
Tabla 26. Clústeres más numerosos dentro de la red original	61
Tabla 27. Componentes de la red simplificada	62
Tabla 28. Grado: investigadores del INUB dentro del Top 25 en la red original y en la red simplificada	63

	Pág.
Tabla 29. Cercanía: investigadores del INUB dentro del Top 25 en la red original y en la red simplificada	64
Tabla 30. Intermediación: investigadores del INUB dentro del Top 25 en la red original y en la red simplificada	65
Tabla 31. Detección de comunidades en la red simplificada mediante la aplicación del Louvain Method del programa <i>Pajek</i>	66
Tabla 32. Clústeres y nodos de la partición seleccionada para el análisis	66

## Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1. Distribución de los artículos en términos absolutos durante el período 2011- 2016	36
Figura 2. Gráfico de caja de la producción del período	40
Figura 3. Artículos publicados por autor en términos absolutos	43
Figura 4. Artículos publicados por autor en términos relativos	44
Figura 5. Media anual de autores por artículo	45
Figura 6. Gráficos de cajas de la distribución del número de autores a lo largo del período	45
Figura 7. Gráficos de cajas de la distribución del número de autores por artículo a lo largo del período, después de aplicarse la winsorización	49
Figura 8. Evolución de los cuartiles durante el período	54
Figura 9. Gráfico de la red original	57
Figura 10. Gráfico de la red simplificada	63
Figura 11. Clúster 1: subcomunidad 22 nodos (a)	67
Figura 12. Clúster 1: subcomunidad 22 nodos (b)	68
Figura 13. Clúster 1: subcomunidad 17 nodos	70
Figura 14. Clúster 1: subcomunidad 15 nodos	71
Figura 15. Clúster 1: subcomunidad 14 nodos	73
Figura 16. Clúster 1: subcomunidad 11 nodos	74

	Pág.
Figura 17. Clúster 2: subcomunidad 9 nodos	75
Figura 18. Clúster 2: subcomunidad 8 nodos	76
Figura 19. Clúster 2: subcomunidad 5 nodos	78
Figura 20. Clúster 2: subcomunidad 3 nodos	78
Figura 21. Clúster 3: subcomunidad 10 nodos	80
Figura 22. Clúster 4: subcomunidad 25 nodos	82
Figura 23. Clúster 4: subcomunidad 7 nodos	83
Figura 24. Clúster 5: subcomunidad 32 nodos	85
Figura 25. Clúster 5: subcomunidad 28 nodos	86
Figura 26. Clúster 5: subcomunidad 25 nodos	89
Figura 27. Clúster 5: subcomunidad 10 nodos	90
Figura 28. Clúster 6: subcomunidad 21 nodos	91
Figura 29. Clúster 6: subcomunidad 14 nodos	93
Figura 30. Clúster 6: subcomunidad 9 nodos	94
Figura 31. Clúster 7	95
Figura 32. Clúster 8: subcomunidad 36 nodos	98
Figura 33. Clúster 8: subcomunidad 6 nodos	99

	Pág.
Figura 34. Clúster 9	100
Figura 35. Clúster 10: subcomunidad 30 nodos	101
Figura 36. Clúster 10: subcomunidad 7 nodos (a)	103
Figura 37. Clúster 10: subcomunidad 7 nodos (b)	104
Figura 38. Clúster 11: subcomunidad 29 nodos	107
Figura 39. Clúster 11: subcomunidad 9 nodos	108
Figura 40. Clúster 11: subcomunidad 8 nodos (a)	110
Figura 41. Clúster 11: subcomunidad 8 nodos (b)	111
Figura 42. Clúster 12	113
Figura 43. Clúster 13	114
Figura 44. Clúster 14: subcomunidad 28 nodos	116
Figura 45. Clúster 15	118
Figura 46. Clúster 16	118
Figura 47. Clúster 17	121

## Resumen

El presente Trabajo de Final de Máster analiza la colaboración científica en el Instituto de Neurociencias de la Universidad de Barcelona (INUB). Para llevar a cabo esta investigación se buscaron en los índices *Science Citation Index Expanded* y *Science Citation Index* del *Web of Science Core Collection (WoS CC)* artículos publicados en colaboración por parte del personal académico del INUB, durante el período 2011-2016. La información obtenida se analizó con el programa *SPSS*, para el cálculo de estadísticos relativos a la producción, y *Pajek*, para la detección de redes de colaboración y para el análisis de la posición que ocupan los investigadores dentro de ellas. Se utilizó el *Average Journal Impact Factor Percentile (AJIFP)* del *Journal Citation Reports* para analizar el prestigio de las revistas donde publicaron sus artículos los investigadores del INUB. De los 1.916 artículos seleccionados en *WoS CC*, un 53,65% (n=1.028) se publicaron en revistas situadas entre los percentiles 75 y 99, y un 79,33% (n=1.520) lo hicieron en revistas situadas entre los percentiles 50 y 99. La producción media en colaboración fue de unos 319 artículos por año. El Índice de Firmas por Trabajo se movió dentro del rango de 7,41 a 9,92 autores por artículo y su cálculo se vio influenciado por la dispersión observada en la cantidad de autores que firmaron los diferentes artículos seleccionados. Para la detección de redes sociales solo se tuvo en cuenta los autores con 5 o más artículos publicados y se analizaron un total de 37 redes con una composición de 3 a 36 nodos. El análisis de la colaboración científica en el INUB refleja la existencia de una importante colaboración con otros institutos y organismos vinculados a la Universidad de Barcelona, y con instituciones de ámbito nacional e internacional. Las redes de colaboración detectadas se caracterizan por ser redes libres de escala y por presentar propiedades de *Small Worlds*.

**Palabras clave:** Colaboración científica; Redes Sociales; Instituto de Neurociencias Neurociencia; Universidad de Barcelona

## Abstract

*This Final Master's Degree Project analyses the level of scientific collaboration of researchers at the Institute of Neurosciences of the Universitat de Barcelona (INUB). The study searched the Web of Science (WoS) Core Collection (WoSCC) (indexes: Science Citation Index [SCI] and Science Citation Index Expanded [SCI-E]) to identify a sample of multi-authored papers in which INUB academic staff appeared as authors during the period 2011–2016. The sample was then analysed using SPSS to calculate statistics on the production of papers and Pajek to identify social networks and analyse the position researchers held in these. Average Journal Impact Factor Percentile (AJIFP) of the Journal Citation Reports was used to analyse the prestige of the journals in which the INUB researchers published. Of the 1,916 papers selected in WoSCC, 53.65% (n=1.028) were published in journals positioned between the 75th and 100th percentiles, and 79.33% (n=1.520) appeared in journals positioned between the 50th and 100th percentiles. The average number of co-authored papers per year was 319. The collaboration index ranged between 7.41 and 9.92 authors per paper and was influenced by the dispersion observed in the number of researchers who authored the different papers selected. When examining the social networks, the study only considered those researchers who had authored a minimum of five papers, analysing a total of 37 networks whose composition ranged between 3 and 36 nodes. The findings reflect a substantial degree of scientific collaboration between INUB researchers and researchers from other institutes and units associated with the Universitat de Barcelona and other organizations at both national and international levels. The social networks which the INUB researchers formed part of were mainly characterized by their scale-free and small-world properties.*

**Keywords:** *Scientific collaboration; Social Network; Institute of Neurosciences Neuroscience; University of Barcelona*

## 1. Introducción

La colaboración científica es un instrumento estratégico para grupos, universidades e instituciones dedicados a la investigación científica de alto nivel y, aunque los beneficios no sean siempre los esperados, sin tal colaboración sería imposible lograr avances en el conocimiento científico (Aleixandre-Benavent et al., 2013; González-Alcaide et al., 2008; Perianes-Rodríguez, Olmeda-Gómez, & Moya-Anegón, 2010). El desarrollo de la colaboración científica comporta la aparición de redes de investigadores conectados por un interés común —la plasmación física de este interés suele ser la coautoría de un documento científico—, pudiéndose representar dicha red a partir de un conjunto de puntos que identifica a los investigadores y una serie de líneas que hacen referencia a las relaciones que se dan entre ellos (Freeman, 1978; Newman, 2001).

Dentro del estudio de la colaboración científica, la coautoría de documentos es uno de los aspectos sobre los que se ha centrado el foco de interés (Kumar, 2015). La predominancia de los artículos como instrumento para difundir los logros alcanzados en una investigación, hace que el análisis de la autoría de este tipo de documentos sea una de las vías principales para el estudio de las redes de colaboración científica (Wu & Duan, 2015). A menudo, dentro del estudio de la colaboración científica, además de analizar las relaciones y patrones de coautoría entre investigadores, también se dirige el centro de interés hacia el prestigio de las revistas en las que estos publican los resultados de sus trabajos de investigación. El *Journal Impact Factor* (JIF), entendido como el promedio de citas que reciben en un año concreto los artículos de una revista que se publicaron en un período de tiempo determinado —habitualmente los dos años anteriores al período para el que se calcula el JIF—, es la medida que se ha utilizado tradicionalmente para establecer el prestigio de una publicación (Garfield, 2006). Sin embargo, esta medida no ha estado exenta de críticas, especialmente por la existencia de diferencias en los patrones de citación entre las diversas disciplinas científicas, hecho que dificulta la comparación entre ellas (Seglen, 1997). Para dar solución a esta crítica se planteó el uso de los percentiles, especialmente el de los cuartiles, como un instrumento normalizador del factor de impacto, permitiendo la comparación entre diferentes categorías temáticas (Bornmann, Moya-Anegón, & Leydesdorff, 2010; Miguel-Dasit, Martí-bonmatí, Aleixandre-Benavent, Sanfeliu, & Valderrama-Zurián, 2004; Seglen, 1997; A.B. Wagner, 2009).

El desarrollo experimentado por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha sido esencial para el incremento de la colaboración científica, permitiendo una explotación más eficaz de los recursos disponibles y facilitando la eliminación de barreras institucionales, disciplinares y espaciales (Aguado-López et al., 2009). El uso de las TIC se ha extendido al análisis de los patrones de colaboración observados entre los investigadores. Programas informáticos como *Pajek* posibilitan el procesamiento de datos para el análisis y visualización de redes de colaboración científica (Djomba & Zaletel-Kragelj, 2016; González-Alcaide et al., 2008; Nooy, Mrvar, & Batagelj, 2011).

Las redes de colaboración científica experimentan cambios a lo largo del tiempo en el número de autores, la posición que estos ocupan dentro de la red, las relaciones que se establecen entre ellos y las formas como se producen tales relaciones (Abbasi, Hossain, & Leydesdorff, 2012). Este tipo de redes constituyen una realidad dinámica donde un mismo autor puede tener un rol diferente según el momento en que se lleve a cabo el análisis. Dentro de las redes de colaboración se aprecia dos tipos diferenciados de investigadores: los séniores y los noveles. Los primeros ostentan una posición privilegiada debido a su estatus académico y su experiencia en el campo de la investigación, mientras que los segundos deben realizar un duro esfuerzo para abrirse camino en un entorno competitivo, valiéndose de la participación en proyectos liderados por investigadores séniores, para adquirir y desarrollar habilidades de investigación que les permitan avanzar en su carrera profesional (Springer Nature, 2016; Tan & Potočnik, 2006).

El incremento de la multidisciplinariedad en el ámbito de la colaboración científica — dentro de las ciencias cognitivas se observa la interrelación entre la Antropología, la Inteligencia Artificial, la Lingüística, la Filosofía, la Psicología y la Neurociencia entre otras disciplinas— conlleva la aparición de nuevas disciplinas (Fields, 2015). La creciente complejidad y especialización que van adquiriendo los temas de investigación, hace necesaria la creación de equipos de carácter multidisciplinar que permitan afrontar retos difícilmente abordables por un único investigador o una sola área de conocimiento (Toral et al., 2011; C. S. Wagner & Leydesdorff, 2005; Wu & Duan, 2015). Este escenario es un caldo de cultivo ideal para la aparición de redes de colaboración científica y se hace necesario la aplicación de técnicas de Análisis de Redes Sociales (ARS) para conocer la estructura y el funcionamiento de estas.

Aunque la extensión de las redes sociales puede diferir de una red a otra, la mayoría suelen ser estructuras con propiedades de *Small World*, caracterizadas por el predominio de distancias relativamente cortas entre los nodos integrantes de la red (Barabási et al., 2002; Fields, 2015). Una particularidad propia de las redes de colaboración científica es que mayoritariamente son redes libres de escala, lo que implica que algunos autores pueden establecer grandes cantidades de enlaces mientras que otros pueden tener pocos (Abbasi et al., 2012; Barabási et al., 2002; Kumar, 2015; Sebestyén, Hau-Horváth, & Varga, 2017; C. S. Wagner & Leydesdorff, 2005; Yan & Ding, 2017).

Según la intensidad de colaboración se observan diferencias entredisciplinas, siendo más intensa en el ámbito de la Neurociencia que en el de las Matemáticas (Barabási et al., 2002). Un estudio llevado a cabo por Braun, Glänzel, & Schubert (2001) sobre patrones de colaboración entre autores que publican en revistas de Neurociencias, reveló que la productividad se situaba en 1,7 artículos por año y que el grado de coautoría era de 3 a 4 autores por artículo. A pesar de las similitudes que se puedan dar, es de esperar que los patrones de colaboración observados dentro de una red estén condicionados por las características de las disciplinas que la conforman. Por su parte, la representación gráfica contribuye a una mejor comprensión e interpretación de las redes de colaboración

científica, razón por la que dentro del ARS se utilizan diferentes algoritmos para la generación de gráficos y diversos formatos para la visualización de estos (Brandenburg, Himsolt, & Rohrer, 1996; Moya-Anegón et al., 2006, 2007; Vargas-Quesada, Moya-Anegón, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, & Guerrero Bote, 2008).

El Instituto de Neurociencias de la Universidad de Barcelona (INUB), como centro de investigación de alto nivel en el campo de la neurología, la psicología y las ciencias del comportamiento en general, está integrado por un conjunto de investigadores que configuran un entramado de relaciones con otros colegas, mediante la colaboración en proyectos de investigación de índole nacional e internacional. Fruto de dicha colaboración se obtienen un conjunto de *outputs*, especialmente artículos científicos, caracterizados por el número de autores e instituciones que intervienen, así como las revistas en las que se acaba dando visibilidad a tales artículos. Los elementos anteriores y las redes sociales de investigadores que se acaban conformando, suponen un interesante campo de estudio que se pretende abordar en el presente Trabajo de Final de Máster.

En cuanto a la estructura del trabajo, a esta introducción le sigue el apartado 2, orientado a establecer un marco teórico que ayude a entender el análisis de la colaboración científica a través del ARS. Dentro de este apartado se desarrollan dos subapartados, uno dedicado a las medidas aplicadas dentro del ARS, especialmente a las de centralidad, y otro relativo al proceso de recopilación y normalización de datos previo al ARS. El apartado 3 se ocupa del INUB, incluyendo un subapartado que trata del posible efecto que el plan de reordenación académica de la Universidad de Barcelona (UB) puede haber causado sobre la adscripción de los investigadores del INUB. En el apartado 4 se definen los objetivos propios del trabajo. El apartado 5 recoge la metodología aplicada, mientras que en el apartado 6 se presentan los resultados y la discusión de estos. Se concluye con un apartado relativo a las conclusiones extraídas sobre la colaboración científica en el INUB.

## **2. La colaboración científica a través del Análisis de Redes Sociales**

Una red de colaboración científica constituye un subconjunto dentro de las redes sociales y mediante la aplicación de técnicas propias del Análisis de Redes Sociales (ARS), se puede estudiar su estructura y el estatus de los investigadores que la conforman (Toral et al., 2011). El ARS nace en Estados Unidos en la década de los años 30 del siglo XX, fruto de diferentes trabajos de un conjunto de psicólogos y sociólogos alemanes emigrantes de la Alemania nazi, como Kurt Lewin o Jacob Moreno, considerado este último el padre de la Sociometría, disciplina en la que aparece el sociograma como instrumento para representar formal y gráficamente a los agentes/nodos de una red y las relaciones que se dan entre ellos (Abbasi et al., 2012; Chung, Hossain, & Davis, 2005; Djomba & Zaletel- Kragelj, 2016; Otte & Rousseau, 2002; Scott, 2000).

Aunque el estudio de patrones de colaboración científica es propio de las ciencias de la información, el origen hay que buscarlo en el campo de las matemáticas con la introducción del concepto de Número Erdős —este número era igual a 1 en caso de haber colaborado directamente con el matemático Paul Erdős, 2 si la colaboración era con un colaborador directo de Erdős y así sucesivamente— (Newman, 2001). El ARS permite identificar patrones de colaboración y para ello se pueden aplicar dos tipos de enfoques, uno de tipo sociocéntrico orientado a la detección de patrones que se dan en el conjunto de la red y otro de carácter egocéntrico focalizado en el análisis de las relaciones de unos determinados nodos/agentes de la red (Chung et al., 2005; Nooy et al., 2011; Scott, 2000). En función de los nodos que las conforman las redes se pueden clasificar en pequeñas —menos de 100 nodos—, medianas —entre 100 y 1000 nodos— y grandes —más de 1000 nodos—, siendo más difícil la visualización de los nodos cuanto mayor sea el tamaño de la red (Perianes-Rodríguez et al., 2010). La unión de nodos mediante líneas configura las rutas de una red, viniendo marcada la longitud de esta por el número de líneas que contiene (Scott, 2000).

La aplicación de conceptos propios de la Teoría de Grafos es de gran ayuda para entender las características estructurales de una red (Newman, 2001). Según Alexandre-Benavent et al. (2013) la representación gráfica proporciona información sobre el tamaño, la intensidad de la colaboración entre los miembros de la red y sobre la situación de centralidad e intermediación de dichos miembros. No cabe duda de que la representación gráfica es un instrumento indispensable para el análisis de redes de colaboración científica. En el campo de las representaciones gráficas cabe distinguir entre gráficos dirigidos, caracterizados por la existencia de vínculos constituidos por un nodo inicial y otro final, y gráficos no dirigidos, donde el peso de la relación entre dos nodos —sea  $i,j$  o  $j,i$ — es el mismo debido a que ambos tienen la misma implicación/participación en una actividad (Otte & Rousseau, 2002; Scott, 2000).

La Universität Koblenz Landau (2017) muestra ejemplos de redes sociales dirigidas y no-dirigidas:

- Twitter (dirigida)

*“This is the directed network of “@username” mentions on Twitter. Each node is a Twitter user, and each directed edge from user A to user B means that user A has mentioned user B in a tweet using the “@username” syntax. Multiple edges are allowed, and each edge is annotated with the timestamp of the tweet. Since it is possible to mention one’s own username, this network contains loops.”*

- DBLP co-authorship (no-dirigida)

*“This is the co-authorship network of the DBLP computer science bibliography. Nodes are authors and an undirected edge between two nodes exists if the corresponding authors have published at least one paper together.”*

El dibujo de una red puede variar en función de las relaciones que se produzcan entre sus nodos, relaciones que determinarán el papel que cada nodo ocupa dentro de la misma. La topología de las redes sociales es variada, pudiendo adoptar formas que van de la estrella (en este tipo de red existe un nodo central que recibe enlaces de los otros nodos, los cuales no establecen conexiones entre ellos), a la malla (todos los nodos de la red están conectados entre ellos, bien sea directa o indirectamente), pasando por la forma de anillo (cada nodo de la red está conectado al nodo que le precede y al que le sigue) (Krishna, Indukuri, & Syed, 2012).

La literatura centrada en el ARS pone de relieve la existencia de redes más pequeñas dentro de una red. Estas redes reciben el nombre de *cliqués* y constituyen subredes formadas por grupos de nodos en las que un mismo nodo pueda formar parte de diferentes *cliqués* o subredes, dando lugar a un entramado de interrelaciones entre *cliqués* (Otte & Rousseau, 2002; Scott, 2000). Además de los *cliqués* Scott (2000) identifica otras tipologías de subredes:

- Componentes. Subredes en los que todos los nodos están conectados entre sí a través de uno o más caminos y ninguno de los puntos se conecta a otro fuera de la subred.
- Ciclos. Subredes formadas por conexiones entre tres o más nodos, caracterizados porque el camino que los une empieza y acaba en el mismo nodo.
- *N-cliqués*. Subconjuntos donde *n* representa la máxima longitud del camino que une a los nodos que forman parte del subconjunto. En este caso las conexiones entre nodos pueden darse de forma directa o indirecta.

Uno de los propósitos del ARS es elaborar representaciones gráficas suficientemente estéticas a nivel visual que faciliten la interpretación y comprensión de las redes, pudiendo aplicar para ello algoritmos dirigidos por fuerzas (Kumar, 2015; Moya-Anegón et al., 2006, 2007; Vargas-Quesada et al., 2008). Brandenburg et al. (1996) llevaron a cabo un estudio comparativo sobre cinco tipos diferentes de algoritmos dirigidos por fuerzas —considerados como los óptimos para la representación gráfica de redes no dirigidas— y llegaron a la conclusión que no existían diferencias relevantes entre ellos. A pesar de ello, la práctica revela que los *algoritmos Fruchterman-Reingold* y *Kamada-Kawai* son los más utilizados dentro del ARS (Moya-Anegón et al., 2006, 2007; Vargas-Quesada et al., 2008). En su estudio sobre la elaboración de representaciones gráficas relativas a la información científica, Moya-Anegón et al. (2007) llevaron a cabo una comparación sobre la aplicación práctica de estos dos algoritmos, decantándose por el *Kamada-Kawai* debido a:

- La velocidad en la generación de los gráficos.
- La alta capacidad para ocupar al máximo el espacio disponible.
- La reducción del solapamiento de nodos y enlaces.

En relación con la visualización de los gráficos existen diversos formatos y aunque la elección de uno u otro suele venir condicionada por las características del programa informático utilizado, el formato SVG (*Scalable Vector Graphics*) presenta la ventaja de ser rápido y gratuito (Moya-Anegón et al., 2006, 2007).

## **2.1. Estudio de la centralidad dentro de las redes de colaboración científica**

El concepto de centralidad —formulado por Bavelas en 1948 en un estudio sobre los procesos grupales que se dan dentro de grupos pequeños— y las medidas que se utilizan para el cálculo de esta, son esenciales para analizar el papel que desarrolla un nodo dentro de la estructura de una red social (Freeman, 1978). Tales medidas permiten identificar a los nodos más importantes en función de su integración en la red, calculada a partir de los enlaces establecidos con otros agentes —centralidad local—, y de la posición estratégica que ocupan dentro de la misma en base a la distancia existente entre nodos —centralidad global— (Nooy et al., 2011; Scott, 2000). Freeman (1978) define el concepto de centralidad a través de la metáfora de la estrella. Según este autor, una persona ubicada en el centro de una red en forma de estrella ocupará una posición central con respecto al resto de miembros de la red y por ende una situación especial dentro de la misma. Es imprescindible diferenciar el concepto de centralidad del de centralización, refiriéndose este último al grado de cohesión general de la red en su conjunto (Nooy et al., 2011; Scott, 2000).

Existe un consenso entre los diferentes autores en cuanto al conjunto de medidas aplicadas para el estudio de la centralidad y sus características (Abbasi et al., 2012; Aleixandre-Benavent et al., 2013; Freeman, 1978; González-Alcaide et al., 2008; Kumar, 2015; Nooy et al., 2011; Scott, 2000; Yan & Ding, 2017):

- Grado (*degree*): Mide el número de nodos a los que un nodo está vinculado, reflejando las relaciones directas entre autores. Aquellos que presentan un mayor número de enlaces pueden ocupar posiciones más ventajosas dentro de la red. Esta medida supone un indicador de la popularidad de un nodo dentro de la red y de su nivel de influencia dentro de la misma en base a la capacidad de retener y hacer circular la información.
- Cercanía (*closeness*): Mide la distancia media de un agente con relación a los demás nodos de la red, dando una idea de la centralidad general del agente en dicha red y midiendo su independencia con respecto al resto de agentes. Aquellos nodos que presenten una mejor posición tienen una mayor capacidad para obtener la información y hacerla circular de una forma más eficiente.
- Intermediación (*betweenness*): Mide la frecuencia con la que un actor aparece dentro del camino geodésico entre nodos —aquel que es más corto. Los valores altos son propios de aquellos agentes que ostentan una mayor centralidad y suelen vincular subredes diferentes.

Scott (2000) y Nooy et al. (2011) apuntan que en el caso de los grafos dirigidos el grado de centralidad se descompone entre los enlaces que un nodo recibe (*in-degree*) y los que emite (*out-degree*). Constituye una medida de centralidad local que puede verse influida, entre otros factores, por el tamaño de la red (Scott, 2000). Para Abbasi, Hossain, & Leydesdorff (2012) el grado de centralidad se relaciona con el concepto de vínculo preferencial, según el cual los nuevos nodos muestran una predisposición a establecer contactos con aquellos nodos de una red que gozan de una buena conexión dentro de la misma. La noción de vínculo preferencial se fundamenta en el *Efecto Mateo* introducido por R.K.Merton en 1968 en el artículo *The Matthew Effect in Science* publicado en la revista *Science*, donde defendía la existencia de una ventaja acumulativa que hace que los ricos cada vez sean más ricos (Abbasi et al., 2012; C. S. Wagner & Leydesdorff, 2005). La aplicación de este principio a la colaboración científica implicaría que los investigadores con una posición prominente tendrían más facilidad para mantenerla e incluso mejorarla. Según Sabidussi (citado en Scott, 2000, p. 86) el concepto de cercanía hace referencia a la suma de distancias geodésicas de un nodo con respecto al resto de nodos de la red. Constituye una medida de centralidad global y al igual que en la medida de Grado, en el caso de grafos dirigidos, puede medirse en términos de *in-closeness* y *out-closeness* (Scott, 2000).

Por su parte la intermediación gira en torno a la idea de dependencia local, de manera que cuanto más situado esté un nodo en medio de otros, más dependientes serán estos

últimos del primero, quien tendrá una posición central dentro de la estructura de la red (Nooy et al., 2011; Scott, 2000). Considerando el aumento de las colaboraciones de tipo multidisciplinar, Field (2015) defiende la existencia de autores que actúan como enlace entre disciplinas dentro de una red —a los que llama *cross-disciplinary brokers*— y argumenta que este rol recae en muchas ocasiones sobre autores que ocupan una posición central dentro de su disciplina.

Newman (2001) apunta que además de la distancia entre autores, existen otras medidas que contribuyen a la caracterización de una red de colaboración científica, como la cantidad de colaboraciones establecidas o el número de documentos escritos en coautoría. González-Alcaide et al. (2008) utilizan el Índice de Firmas por Trabajo (IFT) como indicador para medir la intensidad de la colaboración a partir del promedio de autores con el que se ha colaborado. Otra medida que se puede aplicar es la de la Densidad, indicador que mide el grado de cohesión de una red a partir de la cantidad de enlaces que se producen entre nodos y que se obtiene mediante el cálculo de la proporción entre enlaces reales y potenciales, de manera que cuantos más puntos estén conectados más densa será la red (García-Hernández, 2012; Scott, 2000).

## **2.2. Recopilación y normalización de los datos para el análisis de una red de colaboración científica**

Al plantearse un trabajo de investigación propio del ARS, es necesario dotarse de herramientas que proporcionen la información y los mecanismos necesarios. Aunque las plataformas *Web of Science* (WoS) y *Scopus* se revelan como dos de los recursos más idóneos, no se encuentran exentas de limitaciones que afectan tanto a la recopilación como a la normalización de la información (Perianes-Rodríguez et al., 2010):

Ventajas:

- Carácter multidisciplinar.
- Amplia cobertura temática y geográfica.
- Proporcionan información relativa a las afiliaciones de los autores.
- La información se muestra de forma estructurada en campos normalizados.
- Tal estructuración se aprovecha para la extracción de datos y su posterior explotación.

Inconvenientes:

- Inexistencia de un registro de autoridades que facilite la representación unívoca de un investigador.
- Inconsistencias en la indización de los autores y sus afiliaciones.

La falta de estandarización de los criterios editoriales provoca errores e inconsistencias en los registros bibliográficos, convirtiendo la normalización de la información relativa a autores e instituciones en un proceso costoso, debiendo hacer frente a las distintas formas utilizadas para identificar a dichos autores y las instituciones a las que pertenecen (Aguado-López et al., 2009; González-Alcaide et al., 2006). Una de las causas principales de la variabilidad de los nombres de los investigadores se encuentra en las diferencias culturales en la construcción de nombres (Ruiz-Pérez, Delgado López-Cózar, & Jiménez-Contreras, 2002). Según Haak, Fenner, Paglione, Pentz, & Ratner (2012) la dificultad para identificar los trabajos de los investigadores no se debe solo a cambios en la forma de firmar, a la existencia de nombres comunes y a los cambios de nombre, sino que también es fruto de una mala interpretación por parte de editores y productores de revistas y de bases de datos. Un elemento a tener en cuenta al efectuar la normalización de los datos es que en la afiliación de un autor se puede hacer referencia a más de una institución—en el caso de los hospitales universitarios, la afiliación puede hacer referencia al hospital y a la universidad a la que está vinculado— (González-Alcaide et al., 2006).

A parte de dificultar el análisis de redes de colaboración científica, los problemas de normalización de los autores y sus afiliaciones repercuten negativamente sobre la visibilidad de la producción científica. En un escenario como este, han ido apareciendo recomendaciones e instrucciones orientadas a minimizar los efectos negativos. La FECYT (2017) emite recomendaciones que van desde la cuestión idiomática en la construcción de afiliaciones —recomendando el uso preferente de la lengua propia del investigador por encima del inglés—, hasta diferentes alternativas para la construcción de la forma normalizada del nombre de un investigador. Las propias instituciones y centros de investigación también redactan documentos en la misma línea, como el caso del IDIBAPS (2017) en Cataluña.

La base de datos WoS permite recuperar la producción científica de los autores vinculados a una institución, departamento, país, etc., utilizando la información de la afiliación en el campo de búsqueda *Address* (Vargas-Quesada et al., 2008). Sin embargo, Franssen (2014) considera que la eficacia de este campo es limitada y defiende el uso de la forma preferida del nombre de una institución, utilizando el campo de búsqueda *Organization-Enhanced*. WoS elabora y mantiene un índice de los nombres preferidos de las instituciones, bajo los que se recogen las diversas variantes de nombre que estas pueden tener en la práctica de la comunicación científica (Claritative Analytics, 2017b). Para la resolución del problema de las diferentes variantes del nombre de un mismo investigador, García (2012) y Haak et al. (2012) se hacen eco de la existencia de diferentes sistemas orientados a la identificación unívoca de autores (Ej. *ResearcherID* en WoS y *Author ID* en Scopus), pero añaden que ninguno se usa de forma sistemática y predominante. Es probable que una de las razones por las que estos identificadores no consigan el éxito esperado, sea el hecho que tanto *ResearcherID* como *Author ID* son

sistemas propietarios, es decir, están vinculados a un entorno concreto —*Web of Science* y *Scopus*— y son controlados por el productor —*Thomson and Reuters* y *Elsevier*, respectivamente.

En un escenario como el anterior nace ORCID (*Open Researcher&Contributor ID*), impulsado por *Nature Publishing Group* y *Thomson and Reuters*, como sistema para identificar de manera unívoca a los autores y sus publicaciones —en el sentido más amplio, incluyendo conjuntos de datos o presentaciones en congresos— (García-Gómez, 2012; Haak et al., 2012). Para Haak et al. (2012) la eficacia de ORCID depende de su integración en los diferentes flujos de publicación (ej. envío y aceptación de manuscritos o publicación de artículos) y de la aceptación de su uso por parte de todos los agentes implicados (ej. Investigadores, agencias de financiación o instituciones). Estos autores apuntan que, en el campo de la colaboración científica, las editoriales pueden establecer un mecanismo que permita recopilar de forma automática el ORCID de los autores diferentes al *Corresponding Author*, una vez haya sido aceptado el manuscrito, minimizando de esta manera los problemas tradicionales asociados a la identificación correcta del conjunto de investigadores que participan en una publicación.

### 3. El Instituto de Neurociencias de la Universidad de Barcelona (INUB)

El Instituto de Neurociencias de la Universidad de Barcelona (INUB) se constituye en diciembre de 2015 (<http://www.neurociencias.ub.edu/en/>), como extensión del antiguo Instituto de Investigación en Cerebro, Cognición y Conducta (IR3C) creado en febrero de 2011. El INUB se define de la siguiente manera:

*“The Institute of Neurosciences of the University of Barcelona gathers researchers aiming to understand the central nervous system in all the analysis levels, from the biology of the neuron, through the formation of neural circuits, to the global function of the brain, which is the basis of cognition and behaviour. The Institute of Neurosciences was constituted in 2015, in order to highlight the research in neurosciences by the University of Barcelona, and to boost synergies between disciplines which traditionally have been separated. The Institute joins about 300 members from the Faculties of Psychology, Medicine, Biology and Pharmacy... aims to be a national and international reference in neurosciences research, because of the quality of its research activity and the international projection of its researchers, but also because it includes all the main research branches of modern neurosciences. Furthermore, in our Institute we aim to promote an inclusive and efficient research model, aligned with societal challenges and based on principles of Responsible Research and Innovation.”*

De esta definición se intuye la complejidad del INUB, tanto por la transversalidad del campo de estudio como de las investigaciones que puedan llevarse a cabo.

Los investigadores del instituto se agrupan en cinco categorías:

- Personal académico: profesorado —catedrático, titular, agregado, lector, asociado médico, visitante—, investigadores del programa Ramón y Cajal e investigadores del ICREA.
- Investigadores postdoctorales
- Investigadores en formación
- Personal técnico de soporte
- Colaboradores

La actividad investigadora se articula en seis grandes áreas de investigación y cada una de ellas se compone de diferentes grupos o líneas de investigación (Tabla 1).

**Tabla 1.** Áreas y grupos de investigación del INUB

Áreas de investigación	Grupos de investigación
<i>Cognitive neuroscience and Neuropsychology</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— <i>Cognitive Neuroscience Research Group</i></li> <li>— <i>Auditory Cognitive Neuroscience</i></li> <li>— <i>Numerical Cognition and Math Anxiety</i></li> <li>— <i>Predictive Processes in Motor-Sensory Interactions</i></li> <li>— <i>Neuropsychology Group</i></li> <li>— <i>Neuroimaging in Degenerative Disorders (CJNEUROLAB)</i></li> <li>— <i>Addiction and Dual Disorders</i></li> <li>— <i>Barcelona Brain Stimulation Lab (BBS_LAB)</i></li> <li>— <i>Obesity and Neuroimaging</i></li> <li>— <i>Healthy Aging and Cerebrovascular Disease</i></li> <li>— <i>Cerebral Palsy and Neuroimaging</i></li> <li>— <i>Neurodevelopmental Disorders</i></li> </ul>
<i>Neurology and Psychiatry</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— <i>The Clinical Schizophrenia Group (GEC)</i></li> <li>— <i>Child and Adolescent Psychiatry and Psychology Research Group</i></li> <li>— <i>Neurophysiology Lab</i></li> <li>— <i>Immunopathogenesis Of Paraneoplastic Neurologic Syndrome</i></li> <li>— <i>Neurophysiology and Functional Studies of The Nervous System</i></li> <li>— <i>Bipolar Disorder</i></li> </ul>
<i>Neurobiology and Neuropharmacology</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— <i>Laboratori de Neurobiologia Cel·lular i Molecular</i></li> <li>— <i>Neuropharmacology and Pain</i></li> <li>— <i>Molecular and Cellular Neurobiotechnology</i></li> <li>— <i>Neuropharmacology in Aging and Neurodegeneration</i></li> <li>— <i>Neuroinflammation Group</i></li> <li>— <i>Molecular Mechanisms of Memory</i></li> <li>— <i>Developmental Neurobiology and Regeneration</i></li> <li>— <i>Neuro-Celltec-Ub</i></li> </ul>

Áreas de investigación	Grupos de investigación
<i>Physiopathology of Nervous System Disease</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— <i>Cellular and Molecular Basis of Huntington's Disease and Other Disorders of The Basal Ganglia</i></li> <li>— <i>Stem cells and regenerative medicine</i></li> <li>— <i>Intercellular Communication</i></li> <li>— <i>Neural Development</i></li> <li>— <i>Neurodegeneration and Neuroprotection</i></li> <li>— <i>Neurofarmacologia: Prevenció de l'envelliment (GREN)</i></li> <li>— <i>Cancer, Neural Cell Fate and Cell Pluripotency</i></li> <li>— <i>Fisiologia i Patologia de la Relació Funcional Glia- Neurona</i></li> <li>— <i>Neuropathology</i></li> <li>— <i>Neurodegeneration and Synaptic Dysfunction in Huntington'S Disease</i></li> <li>— <i>Physiopathology and Toxicology of Sensory and Motor Systems</i></li> <li>— <i>Grupde Neuroquímica</i></li> <li>— <i>Malagelada's Lab</i></li> <li>— <i>Blood-Brain Barrier Research Group</i></li> <li>— <i>Kinases and Phosphatases in Neuronal Function and Dysfunction</i></li> </ul>
<i>Cognition, Behaviour and Computation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— <i>Vision and Control of Action (VISCA)</i></li> <li>— <i>Active Perception and Sensorimotor Integration</i></li> <li>— <i>Binocular Vision and Visual Attention</i></li> <li>— <i>Functional Organization and Cognitive Processing of The Brain</i></li> <li>— <i>Cognition and Brain Plasticity Unit (Brainvitge)</i></li> <li>— <i>Brain Mechanisms of Language Learning</i></li> <li>— <i>Dynamics of Memory Formation</i></li> <li>— <i>Learning from Reward</i></li> <li>— <i>Brain Plasticity</i></li> <li>— <i>Attention, Perception and Acquisition of Language (APAL)</i></li> </ul>

Áreas de investigación	Grupos de investigación
<i>Cognition, Behaviour and Computation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— <i>Neurovirtual Group – Learning and Cognition: A Comparative Approach</i></li> <li>— <i>Research in Primatology</i></li> <li>— <i>Adaptive Behavior and Interaction</i></li> <li>— <i>Event Lab</i></li> <li>— <i>Tècniques Estadístiques Avançades Aplicades a la Psicologia</i></li> </ul>
<i>Clinical and Applied Psychology</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— <i>Group of Advanced Studies on Violence (GEAV)</i></li> <li>— <i>Research and Innovation Group on Designs (GRID)</i></li> <li>— <i>Envel·liment, Discapacitat i Salut (EDIS)</i></li> <li>— <i>Intervention in Clinical and Health Psychology</i></li> <li>— <i>Study Group on Invariance of Analysis and Measurement Instruments of Change in The Social and Health Areas (Geimac)</i></li> <li>— <i>Virtual Reality Applications for Clinical and Health Psychology (Vr-Psy Lab)</i></li> <li>— <i>Structural Equation Modeling and Item Response Theory (SEM&amp;IRT)</i></li> <li>— <i>Child and Adolescent Victimization Research Group (GREVIA)</i></li> <li>— <i>InvictusResearch</i></li> <li>— <i>Research Group in Gerontology</i></li> </ul>

### **3.1. Impacto de la reestructuración académica de la Universidad de Barcelona sobre el INUB**

Por acuerdo del Consejo de Gobierno de la Universidad de Barcelona se aprueba la reforma de estructuras académicas y de organización administrativa, mediante la que se establece una reducción del 44% de los departamentos (Universitat de Barcelona, 2016). Este hecho conlleva la desaparición y fusión de departamentos dando lugar a la creación de nuevas denominaciones en la adscripción del Personal Docente e Investigador (PDI). Este acuerdo implica cambios en la construcción de las afiliaciones que identifican la

producción científica del PDI. En relación con los departamentos que están representados en el INUB, la Tabla 2 muestra las denominaciones antes de la reestructuración y la Tabla 3 las nuevas denominaciones.

**Tabla 2.** Denominación de los departamentos de la Universidad de Barcelona antes de la reforma de estructuras académicas y de organización administrativa.

Facultad	Departamento (antiguo)		
	(Catalán)	(Castellano)	(Inglés)
Biología	Bioquímica i Biologia Molecular	Bioquímica y Biología Molecular	<i>Biochemistry and Molecular Biology</i>
	Biologia Cel·lular	Biología Celular	<i>Cell Biology</i>
	Biologia Animal	Biología Animal	<i>Animal Biology</i>
Farmacia	Farmacologia i Química Terapèutica	Farmacología y Química Terapéutica	<i>Pharmacology and Therapeutic Chemistry</i>
	Fisiologia	Fisiología	<i>Physiology</i>
Medicina	Ciències Fisiològiques I	Ciencias Fisiológicas I	<i>Physiological Sciences I</i>
	Psiquiatria i Psicobiologia Clínica	Psiquiatría y Psicobiología Clínica	<i>Psychiatry and Clinical Psychobiology</i>
	Medicina	Medicina	<i>Medicine</i>
	Anatomia Patològica, Farmacologia i Microbiologia	Anatomía Patológica, Farmacología y Microbiología	<i>Pathological Anatomy, Pharmacology and Microbiology</i>
	Patologia i Terapèutica Experimental	Patología y Terapéutica Experimental	<i>Pathology and Experimental Therapy</i>
	Ciències Fisiològiques II	Ciencias Fisiológicas II	<i>Physiological Sciences II</i>
	Enfermeria Fonamental i Medicoquirúrgica	Enfermería Fundamental y Medicoquirúrgica	<i>Fundamental Care and Medical-Surgical Nursing</i>

Facultad	Departamento (antiguo)		
	(Catalán)	(Castellano)	(Inglés)
Psicología	Psiquiatria i Psicobiologia Clínica	Psiquiatría y Psicobiología Clínica	<i>Psychiatry and Clinical Psychobiology</i>
	Personalitat, Evaluació i Tractament Psicològic	Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico	<i>Personality, Assessment and Psychological Treatments</i>
	Psicologia Bàsica	Psicología Básica	<i>Basic Psychology</i>
	Psicologia Evolutiva i de l'Educació	Psicología Evolutiva y de la Educación	<i>Developmental and Educational Psychology</i>
	Metodologia de les Ciències del Comportament	Metodología de las Ciencias del Comportamiento	<i>Behavioral Sciences Methodology</i>
	Psicologia Social	Psicología Social	<i>Social Psychology</i>

**Tabla 3.** Denominación de los departamentos de la Universidad de Barcelona después de la reforma de estructuras académicas y de organización administrativa.

Facultad	Departamento (nuevo)		
	(Catalán)	(Castellano)	(Inglés)
Biología	Bioquímica i Biomedicina Molecular	Bioquímica y Biomedicina Molecular	<i>Biochemistry and Molecular Biomedicine</i>
	Biologia Cel·lular, Fisiologia i Immunologia	Biología Celular, Fisiología e Immunología	<i>Cell Biology, Physiology and Immunology</i>
	Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals	Biología Evolutiva, Ecología y Ciencias Ambientales	<i>Evolutionary Biology, Ecology and Environmental Sciences</i>
Farmacia	Farmacologia, Toxicologia i Química Terapèutica	Farmacología, Toxicología y Química Terapéutica	<i>Pharmacology, Toxicology and Therapeutic Chemistry</i>
	Bioquímica i Fisiologia	Bioquímica y Fisiología	<i>Biochemistry and Physiology</i>

Facultad	Departamento (nuevo)		
	<i>(Catalán)</i>	<i>(Castellano)</i>	<i>(Inglés)</i>
<b>Medicina</b>	<i>Biomedicina</i>	<i>Biomedicina</i>	<i>Biomedicine</i>
	Medicina	Medicina	<i>Medicine</i>
	<i>Fonaments Clínics</i>	<i>Fundamentos Clínicos</i>	<i>Basic Clinical Practice</i>
	<i>Ciències Fisiològiques</i>	<i>Ciencias Fisiológicas</i>	<i>Physiological Sciences</i>
<b>Psicología</b>	Psicología Clínica i Psicobiologia	Psicología Clínica y Psicobiología	<i>Clinical Psychology and Psychobiology</i>
	Cognició, Desenvolupament i Psicologia de l'Educació	Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación	<i>Cognition, Development and Educational Psychology</i>
	Psicologia Social i Psicologia Quantitativa	Psicología Social y Psicología Cuantitativa	<i>Social Psychology and Quantitative Psychology</i>

## 4. Objetivos

- Estudiar la estructura social de los investigadores del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Barcelona, en los trabajos publicados en el período 2011–2016, a través de las relaciones de coautoría.
- Analizar la colaboración científica e identificar los grupos e instituciones que han participado en la investigación del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Barcelona en el período 2011–2016, a partir del estudio de los artículos publicados en revistas científicas.
- Detectar cuáles son los investigadores del Instituto de Neurociencias que presentan un mayor grado de conexiones, de cercanía y de intermediación dentro de la estructura reticular.
- Detectar la existencia de subredes de coautoría dentro de la red principal.

## 5. Material y Método

### *Base de datos seleccionada*

A pesar de que al principio se establece como fuente de recogida de datos el *Science Citation Index Expanded (SCIE) del WoS Core Collection*, por contener artículos de las áreas de investigación propias del INUB —Neurociencias y Psiquiatría—, se acaba ampliando al *Social Science Citation Index (SSCI)* debido a que en él también se encuentran artículos vinculados a diferentes áreas de investigación del INUB —tales como Lingüística, Psiquiatría o Psicología.

### *Normalización de los autores*

Teniendo en cuenta la potencialidad de los identificadores únicos ORCID y *ResearcherID* para solventar el problema de las variantes de nombre de un autor, inicialmente se plantea la posibilidad de utilizar ambos de forma combinada. Dicho planteamiento se descarta por dos razones que introducirían un sesgo importante en el resultado final de la investigación:

- No todos los investigadores del instituto tienen alguno de estos identificadores.
- En el caso de algunos investigadores que tienen como mínimo uno de los identificadores, la producción asociada al identificador difiere considerablemente de la que se obtiene a partir de una búsqueda en la que se utilizan las diferentes variantes del nombre.

Para la construcción de las diferentes variantes del nombre se toma como referencia el documento de Ruiz-Pérez et al. (2002):

ej. *First name first surname second surname*  
*First name middle name first surname second surname*  
....  
*First name first surname second surname-third surname*

También se tienen en cuenta las recomendaciones que la FECYT (2017) da a los investigadores españoles en su propuesta de manual para la normalización del nombre de autor. Se normaliza el nombre de un total de 135 investigadores, pertenecientes a la categoría de personal académico del INUB.

### *Uso de las afiliaciones en la recuperación de artículos*

Teniendo en cuenta las dificultades indicadas por Perianes-Rodríguez et al. (2010) para la construcción de afiliaciones institucionales válidas —dificultades que se ven

incrementadas en el caso del INUB debido a que tales afiliaciones se pueden construir en catalán, castellano o inglés—, en un primer momento se plantea utilizar para la búsqueda de artículos, la forma normalizada de la organización principal asociada al investigador, esperando que esta sea la Universidad de Barcelona. Siguiendo las instrucciones de Claritative Analytics (2017a) se establece *Univ Barcelona* como forma normalizada.

En una primera búsqueda exploratoria esta forma se revela poco eficiente debido a que se recuperan artículos de investigadores afiliados a la Universidad Autónoma de Barcelona bajo la afiliación *Autonomous Univ Barcelona*. Ante esta situación se opta por utilizar la opción *Organization Enhanced (OE)* de WoS que permite utilizar el nombre preferido de una institución y recuperar documentos en los que se use alguna variante del nombre de la institución (Claritative Analytics, 2017b). En el caso de la Universidad de Barcelona el nombre preferido es *University of Barcelona*.

Aunque el departamento de adscripción del investigador no se utiliza en la búsqueda, sí que se tiene en cuenta para acabar de confirmar que un artículo está vinculado a un investigador del INUB. Se tiene en consideración el acuerdo de la Universidad de Barcelona (2016) sobre la reorganización departamental que conlleva cambios en la denominación de los departamentos.

### ***Selección de artículos***

Para la selección de los artículos se aplican los siguientes criterios:

- Deber estar escritos por un mínimo de dos autores.
- Publicados entre 2011 y 2016.
- En la afiliación se debe hacer referencia al INUB —o su predecesor el IR3C—, a la denominación antigua o nueva de algún departamento de las facultades representadas en el INUB, o alguna de las variantes de nombre englobadas dentro de la forma preferida de nombre University of Barcelona (Ej. Hospital Clínica de Barcelona, IDIBAPS, IDIBELL, etc.).
- Su temática debe pertenecer a alguna de las áreas de investigación indicadas en la Tabla 1. Para ello se han tenido en cuenta los títulos, *abstracts* y palabras clave de los artículos, así como las categorías de WoS dentro de las que se clasifica cada uno de los artículos.
- Debido a las limitaciones del autor de este Trabajo de Final de Máster sobre el conocimiento de las áreas de investigación del Instituto, se ha aplicado un criterio inclusivo y ante la duda de la pertinencia de un artículo, se ha optado por seleccionarlo.

### ***Recuperación y tratamiento de la información***

Mediante la utilización del programa *Excel* se construye una tabla que contenga:

- Las posibles variantes del nombre de un investigador.
- La cantidad de artículos recuperados a partir de alguna de las variantes del nombre de un investigador, indicando:
  - Cantidad de artículos seleccionados
  - Promedio de autores por artículo

Para la explotación de los datos obtenidos en WoS se utiliza el programa *isi.exe* (<https://www.leydesdorff.net/software/isi/>). Entre otros ficheros este programa crea uno con el nombre de los autores (*au.dbf*) y otro con el nombre completo de los autores (*af.dbf*). Tales ficheros se ejecutan con el programa *Excel* y se utilizan para normalizar, en la medida de lo posible, el nombre de los investigadores que no pertenecen al personal académico del INUB, eliminando aquellos autores que se encuentren duplicados. En el caso de los investigadores del INUB que utilicen diferentes formas de nombre, se lleva a cabo una unificación bajo la forma más utilizada. Una vez tratados los datos con *isi.exe* y *Excel*, se utiliza el programa *txt2pajek* para generar un fichero en formato .net que pueda ser trabajado con el programa *Pajek*. Con este último programa se detectan las diferentes subredes existentes dentro de la red principal, se calculan las medidas de centralidad y se elaboran las representaciones gráficas necesarias para la comprensión de la red de colaboración científica del INUB. Se utilizó el programa *SPSS* para el cálculo de estadísticos descriptivos y gráficos de caja relacionados con la producción y la coautoría de artículos.

## 6. Resultados y Discusión

La última búsqueda se realizó durante el mes de septiembre de 2017 y se revisaron 6.107 artículos, de los que solo 1.916 cumplieron los requisitos de selección. La Tabla 4 muestra la clasificación de los artículos en las distintas áreas de investigación definidas dentro de *Web of Science* —un artículo puede estar clasificado en más de un área de investigación.

**Tabla 4.** Clasificación de artículos según las áreas de investigación de WoS.

<i>"Research Areas" en WoS</i>	<i>Núm. Artículos</i>	<i>% Artículos</i>
<i>NEUROSCIENCES NEUROLOGY</i>	826	43,11%
<i>PSYCHIATRY</i>	426	22,23%
<i>PSYCHOLOGY</i>	400	20,88%
<i>BIOCHEMISTRY MOLECULAR BIOLOGY</i>	121	6,32%
<i>SCIENCE TECHNOLOGY OTHER TOPICS</i>	118	6,16%
<i>PHARMACOLOGY PHARMACY</i>	110	5,74%
<i>GERIATRICS GERONTOLOGY</i>	76	3,97%
<i>CELL BIOLOGY</i>	71	3,71%
<i>BEHAVIORAL SCIENCES</i>	66	3,44%
<i>PATHOLOGY</i>	55	2,87%
<i>GENETICS HEREDITY</i>	48	2,51%
<i>PHYSIOLOGY</i>	41	2,14%
<i>RADIOLOGY NUCLEAR MEDICINE MEDICAL IMAGING</i>	41	2,14%
<i>COMPUTER SCIENCE</i>	27	1,41%
<i>REHABILITATION</i>	25	1,30%
<i>ENDOCRINOLOGY METABOLISM</i>	24	1,25%
<i>MATHEMATICS</i>	24	1,25%
<i>PEDIATRICS</i>	24	1,25%
<i>RESEARCH EXPERIMENTAL MEDICINE</i>	22	1,15%
<i>SOCIAL SCIENCES OTHER TOPICS</i>	21	1,10%
<i>LIFE SCIENCES BIOMEDICINE OTHER TOPICS</i>	19	0,99%
<i>EDUCATION EDUCATIONAL RESEARCH</i>	18	0,94%
<i>IMMUNOLOGY</i>	18	0,94%
<i>LINGUISTICS</i>	18	0,94%
<i>SPORT SCIENCES</i>	18	0,94%
<i>BIOPHYSICS</i>	16	0,84%
<i>ONCOLOGY</i>	16	0,84%
<i>OPHTHALMOLOGY</i>	16	0,84%

<i>"Research Areas" en WoS</i>	<i>Núm. Artículos</i>	<i>% Artículos</i>
<i>PUBLIC ENVIRONMENTAL OCCUPATIONAL HEALTH</i>	16	0,84%
<i>ZOOLOGY</i>	16	0,84%
<i>GENERAL INTERNAL MEDICINE</i>	14	0,73%
<i>HEALTH CARE SCIENCES SERVICES</i>	14	0,73%
<i>CHEMISTRY</i>	12	0,63%
<i>ANESTHESIOLOGY</i>	11	0,57%
<i>ENGINEERING</i>	11	0,57%
<i>TOXICOLOGY</i>	11	0,57%
<i>AUDIOLOGY SPEECH LANGUAGE PATHOLOGY</i>	10	0,52%
<i>NUTRITION DIETETICS</i>	10	0,52%
<i>CRIMINOLOGY PENOLOGY</i>	9	0,47%
<i>SOCIAL WORK</i>	9	0,47%
<i>SURGERY</i>	9	0,47%
<i>BIOTECHNOLOGY APPLIED MICROBIOLOGY</i>	8	0,42%
<i>SUBSTANCE ABUSE</i>	7	0,37%
<i>ANATOMY MORPHOLOGY</i>	6	0,31%
<i>MATHEMATICAL METHODS IN SOCIAL SCIENCES</i>	6	0,31%
<i>OBSTETRICS GYNECOLOGY</i>	6	0,31%
<i>OTORHINOLARYNGOLOGY</i>	6	0,31%
<i>CARDIOVASCULAR SYSTEM CARDIOLOGY</i>	5	0,26%
<i>GOVERNMENT LAW</i>	5	0,26%
<i>HEMATOLOGY</i>	5	0,26%
<i>NURSING</i>	5	0,26%
<i>MATERIALS SCIENCE</i>	4	0,21%
<i>TRANSPLANTATION</i>	4	0,21%
<i>ANTHROPOLOGY</i>	3	0,16%
<i>BUSINESS ECONOMICS</i>	3	0,16%
<i>ENVIRONMENTAL SCIENCES ECOLOGY</i>	3	0,16%
<i>MATHEMATICAL COMPUTATIONAL BIOLOGY</i>	3	0,16%
<i>RESPIRATORY SYSTEM</i>	3	0,16%
<i>UROLOGY NEPHROLOGY</i>	3	0,16%
<i>BIOMEDICAL SOCIAL SCIENCES</i>	2	0,10%
<i>INFORMATION SCIENCE LIBRARY SCIENCE</i>	2	0,10%

<i>"Research Areas" en WoS</i>	<b>Núm. Artículos</b>	<b>% Artículos</b>
<i>REPRODUCTIVE BIOLOGY</i>	2	0,10%
<i>SOCIAL ISSUES</i>	2	0,10%
<i>VETERINARY SCIENCES</i>	2	0,10%
<i>ALLERGY</i>	1	0,05%
<i>AUTOMATION CONTROL SYSTEMS</i>	1	0,05%
<i>BIODIVERSITY CONSERVATION</i>	1	0,05%
<i>COMMUNICATION</i>	1	0,05%
<i>DERMATOLOGY</i>	1	0,05%
<i>DEVELOPMENTAL BIOLOGY</i>	1	0,05%
<i>EVOLUTIONARY BIOLOGY</i>	1	0,05%
<i>FOOD SCIENCE TECHNOLOGY</i>	1	0,05%
<i>IMAGING SCIENCE PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY</i>	1	0,05%
<i>LEGAL MEDICINE</i>	1	0,05%
<i>MEDICAL ETHICS</i>	1	0,05%
<i>MEDICAL INFORMATICS</i>	1	0,05%
<i>MICROBIOLOGY</i>	1	0,05%
<i>MICROSCOPY</i>	1	0,05%
<i>MUSIC</i>	1	0,05%
<i>PHYSICS</i>	1	0,05%
<i>POLYMER SCIENCE</i>	1	0,05%
<i>PUBLIC ADMINISTRATION</i>	1	0,05%
<i>SOCIOLOGY</i>	1	0,05%
<i>TRANSPORTATION</i>	1	0,05%
<i>WOMEN S STUDIES</i>	1	0,05%

Se computan un total de 79 áreas de investigación que van desde la Neurociencia y la Biología Molecular a las Matemáticas y la Informática, pasando por la Gerontología, la Sociología y el Trabajo Social. Este dato da cuenta de la complejidad y de la diversidad del INUB en lo que al campo de investigación se refiere.

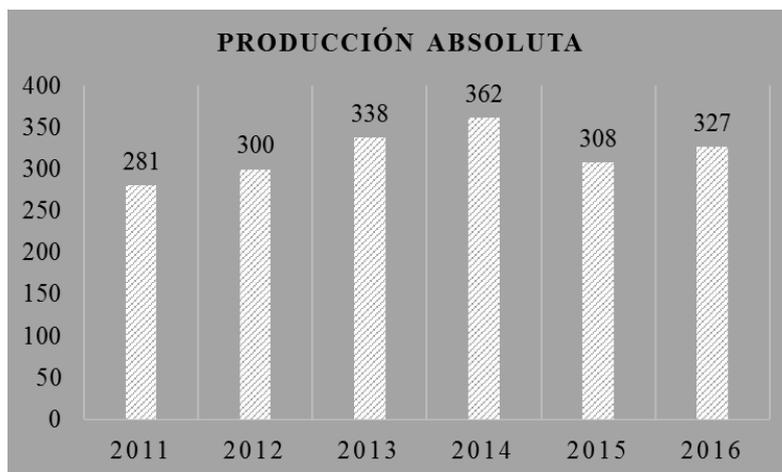
*Neurosciences & Neurology* con el 43,11% (n=826) de los artículos, *Psychiatry* con el 22,23% (n=426) y *Psychology* con el 20,88% (n=400), son las áreas más representativas, seguidas por *Biochemistry & Molecular Biology* con el 6,32% (n=121) de los artículos, *Science & Technology - Other Topics* con el 6,16% (n=118) y *Geriatrics & Gerontology* con el 3,97% (n=76).

## 6.1. Análisis de la producción

El promedio de artículos del período es de 319,33 por año, siendo 2011 el año menos productivo con 281 artículos (14,67%) y observándose una tendencia al alza de la productividad hasta 2014 —300 artículos (15,66%) en 2012, 338 artículos (17,64 %) en 2013—, año en que se alcanza el pico máximo con 362 artículos (18,89 %). En 2015 se experimenta un descenso considerable con 308 artículos publicados (16,08%) y en 2016 se recupera la tendencia alcista con 327 artículos (17,07%). La Tabla 5 y la Figura 1 muestran la distribución de los artículos que cuentan con participación de algún investigador del INUB durante el período analizado.

**Tabla 5.** Distribución en términos absolutos y relativos de los artículos a lo largo del período.

Año	Producción absoluta	Producción relativa
2011	281	14,67%
2012	300	15,66%
2013	338	17,64%
2014	362	18,89%
2015	308	16,08%
2016	327	17,07%
	1.916	100%



**Figura 1.** Distribución de los artículos en términos absolutos durante el período 2011-2016.

De los 135 investigadores del INUB analizados, 129 son autores de alguno de los artículos seleccionados (Tabla 6).

**Tabla 6.** Productividad de los investigadores del INUB.

Investigador/a	Productividad (Núm. de artículos)
Vieta Pascual, Eduard	180
Ferrer Abizanda, Isidro	158
Bernardo Arroyo, Miguel	89
Graus Ribas, Francesc	79
Rodríguez Fornells, Antonio	79
Junqué Plaja, Carme	69
Castro Fornieles, Josefa	67
Pallàs Lliberia, Mercè	66
Valls Solé, José	62
Camins Espuny, Antonio	61
Slater, Melvyn	52
Santamaría Cano, Joan	47
Guardia Olmos, Joan	46
Ciruela Alférez, Francisco	45
Bartrés Faz, David	44
Alberch Vie, Jordi	41
Escera Mico, Carles Enric	39
Soriano García, Eduardo	39
Compta Hirnyj, Yaroslau	37
Gómez Benito, Juana	37
Anguera Argilaga, M <sup>a</sup> Teresa	36
Lázaro García, María Luisa	35
Marco Pallarés, Josep	35
Adan Puig, Ana	31
Gutiérrez Maldonado, José	31
López Moliner, Joan	29
Segura Fábregas, Bárbara	28
Guilera Ferré, Georgina	27
Villar Posada, Feliciano	26
Fuentemilla Garriga, Lluís	25
Penadés Rubio, Rafael	25
Río Fernández, José A. del	25
Martínez Aran, Ana Isabel	23
Pereda Beltrán, Noemí	23

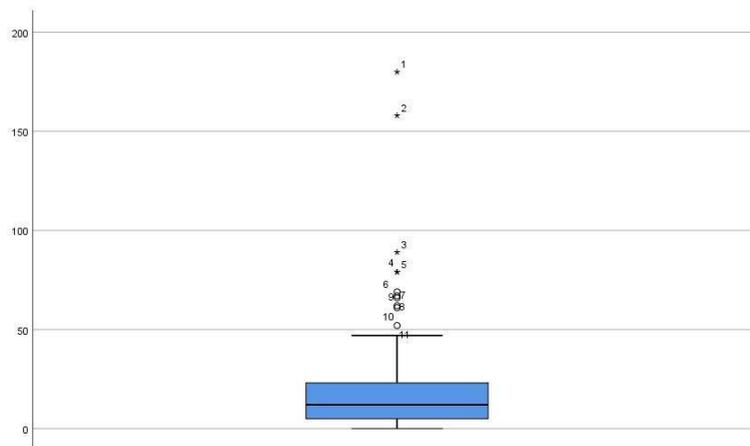
Investigador/a	Productividad (Núm. de artículos)
Pérez Navarro, Esther	23
Super, Hendrik Anne	22
Auladell Costa, María Carmen	21
Catalán Campos, Rosa	21
Peró Cebollero, Maribel	21
Celdrán Castro, Montserrat	20
Feixas Viaplana, Guillem	20
Rumenov Manolov, Rumen	20
Conde Sala, Josep Lluís	18
de Diego Balaguer, Ruth	18
Valdés Miyar, José Manuel	18
Mataró Serrat, Maria	17
Maydeu Olivares, Alberto	17
Vía García, Marc	17
Blasi Cabús, Juan M. Vianney	16
Estévez Povedano, Raúl	16
Pelegrí Gabalda, María del Carme	16
Vilaplana Hortensi, Jordi	16
Canals Coll, Josep Maria	15
Kirchner Nebot, Teresa	15
Mahy Gehenne, Josette-Nicole	15
Parellada Rodón, Eduardo	15
Rodríguez Allué, Manuel José	15
Barrios Cerrejon, María Teresa	14
Gasull Casanova, Xavier	14
Ginés Padrós, Sílvia	14
Rodríguez Ferreiro, Javier	14
Bono Cabré, roser	13
Llorens Baucells, Jordi	13
Núñez Peña, M <sup>a</sup> Isabel	13
Pons Gimeno, Ferran	13
Salvador Beltrán, Francesc	13
Amador Campos, Juan Antonio	12
Aznar Casanova, Jose Antonio	12
Clemente Lapena, I. Concepción	12
Díez Chamizo, María Victoria	12
Andrés Perpiñá, Susana	11
Escartín Solanelles, Jorge	11
Gallardo Pujol, David	11
Miralbell Blanch, Júlia	11

Investigador/a	Productividad (Núm. de artículos)
Rodríguez Carballeira, Álvaro	11
Saura Martí, Josep	11
Torres Gímenez, Anna	11
Vallano Ferraz, Antonio Fco.	11
Jurado Luque, María Ángeles	10
Pueyo Benito, Roser	10
Saldaña García, María Carmen	10
Solanas Pérez, Antonio	10
Bosch Galceran, Laura	9
Gavín Marín, Rosalina	9
Alcantara Horrillo, Soledad	8
Canudas teixidó, Anna Maria	8
Edel, Michael John	8
Llobet Berenguer, Artur	8
Pugliese, Marco	8
Quera Jordana, Vicente	8
Aguado Tomás, Fernando	7
Andrés Pueyo, Antonio	7
Colomé González, Àngels	7
Malagelada Grau, Cristina	7
Sansa Aguilar, Joan	7
Ulloa Darquea, Fausto A.	7
Burgaya Márquez, Ferran	6
Pascual Sánchez, Marta	6
Álvarez Artigas, Antonio	5
Cornella Gríful, Míriam	5
Sánchez González, Silvia	5
Soler Martín, Carla	5
Solsona Sancho, Carles Ma.	5
Torra Santamaría, Mª Mercedes	5
Triado Tur, María Carmen	5
Barrallo Gimeno, Alejandro	4
Comes Beltran, Núria	4
Keil, Matthias Sven	4
Leiva Ureña, David	4
Sedo Cabezón, Lara	4
Soriano Zaragoza, Francesc Xavier	4
Soto del Cerro, David	4
Tubau Sala, Elisabet	4
Ureña Bares, Jesús Mariano	4

Investigador/a	Productividad (Núm. de artículos)
Vidal Taboada, José Manuel	4
Carbonell Bardera, Maria Lourdes	3
Colell Mimo, Montserrat	3
Cuffi Cheliz, María Laura	3
Cutillas Arroyo, Blanca María	3
Palomera Avalos, Verónica	3
Redondo Illescas, Santiago	3
Serra Grabulosa, José María	3
Giblin, Jonathan Peter	2
Gual Sala, Arcadio	2
Jiménez Guerrero, Andrés	2
Méndez Zunzunegui, Ana	2
Sindreu Balet, Carlos	2
Caldú Ferrús, xavier	1
San Miguel Insua, Iria	1

La productividad media de los investigadores del INUB es de 19,80 artículos por investigador, con una desviación típica (DT) de 25,70. El alto valor registrado por la DT es indicativo de una elevada dispersión de los valores de la distribución.

El gráfico de caja (Figura 2) muestra la existencia de valores atípicos y extremos, así como la asimetría positiva de la distribución.



**Figura 2.** Gráfico de caja de la producción del período.

Los valores detectados como extremos y atípicos representan el 8,15% (n=11) del total y se recogen en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Resumen de valores atípicos y extremos de la producción.

Núm. Artículos	Tipo Valor
180	Extremo
158	Extremo
89	Extremo
79	Extremo
79	Extremo
69	Atípico
67	Atípico
66	Atípico
62	Atípico
61	Atípico
52	Atípico

Además de la media y la DT, la Tabla 8 contiene algunos de los principales estadísticos descriptivos de la distribución de los artículos del período.

**Tabla 8.** Estadísticos descriptivos de la productividad de los autores.

	Estadístico	Desv. Error	
<b>Productividad</b>	<b>Media</b>	19,8	2,212
	<b>Mediana</b>	12	
	<b>Desv. Típica</b>	25,703	
	<b>Mínimo</b>	0	
	<b>Máximo</b>	180	
	<b>Rango</b>	180	
	<b>Rango intercuartil</b>	18	
	<b>Cuartil 1</b>	5	
	<b>Cuartil 2</b>	23	
	<b>Asimetría</b>	3,512	0,209

Un valor de la media superior al de la mediana ( $19,8 > 12$ ), junto con el del estadístico que mide la asimetría, mayor que 0 y dos veces mayor que su error típico ( $3,512 > 0,209$ ), son indicativos de que la distribución presenta una asimetría de tipo positivo, de manera que la mayoría de los valores se concentran por debajo de la mediana. El alto valor registrado por la DT, el valor mínimo (0) y el valor máximo (180), dan idea de

una alta variabilidad dentro de los valores de la distribución. A partir de los datos del rango intercuartílico y de los cuartiles 1 y 3, se puede afirmar que el 50% de los casos de la distribución se mueven dentro de un rango de entre 5 y 23 artículos.

Un 31,11% (n=42) de los investigadores están por encima de la media de productividad. Los 10 investigadores más productivos son Eduard Vieta (n=180), Isidro Ferrer (n=158), Miguel Bernardo (n=89), Francesc Graus (n=79), Antonio Rodríguez Fornells (n=79), Carme Junque (n=69), Josefina Castro Fornieles (n=67), Mercè Pallàs (n=66), José Valls (n=62) y Antonio Camins (n=61). Estos datos están en consonancia con la posición que ocupan dentro del INUB, puesto que todos ellos están al frente de algún grupo o línea de investigación (Tabla 9).

**Tabla 9.** Grupos/Líneas de investigación lideradas por los autores más productivos del INUB.

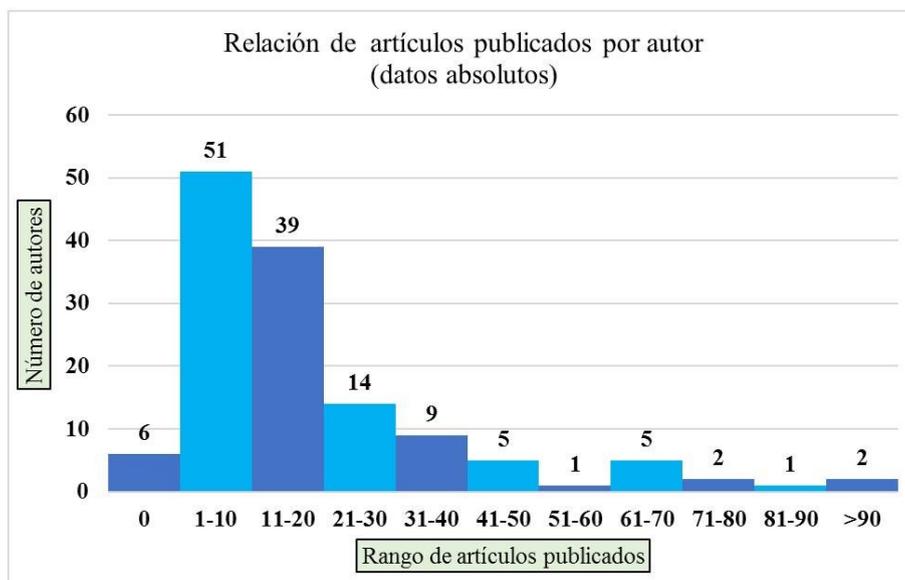
Investigador	Grupo/Línea de Investigación
Eduard Vieta	<i>Bipolar Disorder</i>
Isidro Ferrer	<i>Neuropathology</i>
Miguel Bernardo	<i>Clinic Schizophrenia Group</i>
Frances Graus	<i>Immunopathogenesis of Paraneoplastic Neurologic Syndrome</i>
Antonio Rodríguez Fornells	<i>Brainvitge – Brain Plasticity</i>
Carme Junqué	<i>Neuropsychology – Neuroimaging in degenerative disorders</i>
Josefa Castro Fornieles	<i>Child and Adolescent Psychiatry and Psychology Research Group</i>
Mercè Pallàs	<i>Neuropharmacology in Aging and neurodegeneration</i>
José Valls	<i>Electromyography, Motor Control and Neuropathic Pain</i>
Antonio Camins	<i>Grup de Recerca en Neurofarmacologia: Prevenció de l'envelliment (GREN)</i>

Se observa que el 37,78% (n=51) de los investigadores han publicado entre 1 y 10 artículos y el 28,89% (n=39) entre 11 y 20, de manera que el 66,67% (n=90) de los investigadores del INUB se mueven dentro de una horquilla de entre 1 y 20 artículos publicados. Un 8,15% (n=11) de los investigadores superan los 50 artículos publicados, mientras que el 1,48% (n=2) publican más de 90 artículos. Tan solo un 4,44% (n=6) no tienen ningún artículo publicado en WoS, durante el período analizado, que esté vinculado a la Universidad de Barcelona. La Tabla 10 y las Figuras 3 y 4 muestran los

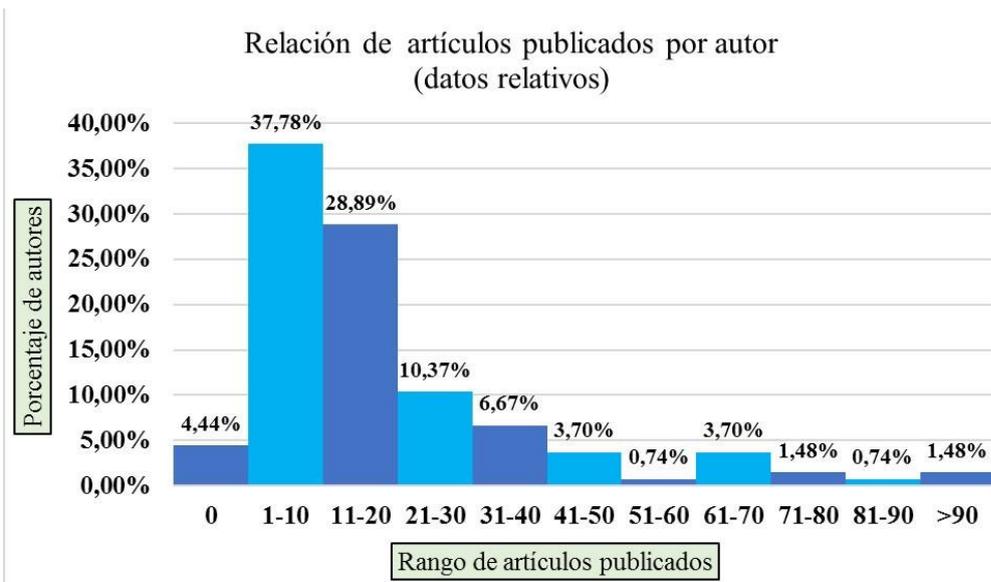
datos de una forma más pormenorizada.

**Tabla 10.** Distribución de los autores en términos absolutos y relativos en función de los artículos publicados.

Artículos publicados (rango)	Autores (n)	Autores (%)
0	6	4,44%
1-10	51	37,78%
11-20	39	28,89%
21-30	14	10,37%
31-40	9	6,67%
41-50	5	3,70%
51-60	1	0,74%
61-70	5	3,70%
71-80	2	1,48%
81-90	1	0,74%
>90	2	1,48%
	135	100%



**Figura 3.** Artículos publicados por autor en términos absolutos.



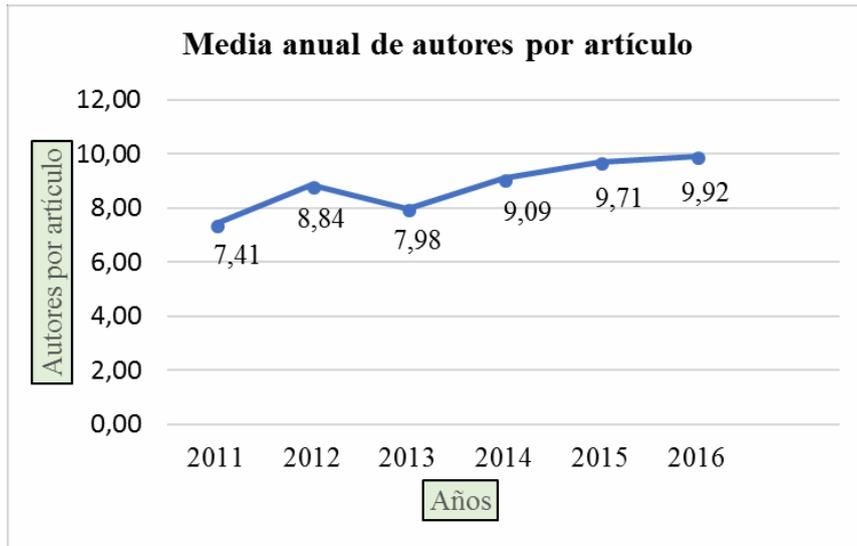
**Figura 4.** Artículos publicados por autor en términos relativos.

## 6.2. Análisis de la colaboración

La Tabla 11 y la Figura 5 ofrecen una relación anual del Índice de Firmas por Trabajo (IFT), acompañada de su correspondiente desviación típica (DT). Se observa una tendencia alcista desde el año 2011, con un IFT=7,41 (DT=4,31), hasta el año 2016, con un IFT=9,92 (DT=12,51). Esta tendencia solo se ve interrumpida el año 2013, donde se pasa de un IFT=8,84 (DT=22,80) del año anterior a un IFT=7,98 (DT=5,80). El año 2014 se produce una recuperación, llegando a un IFT=9,09 (DT=12,09).

**Tabla 11.** Media anual de autores por artículo y desviación típica.

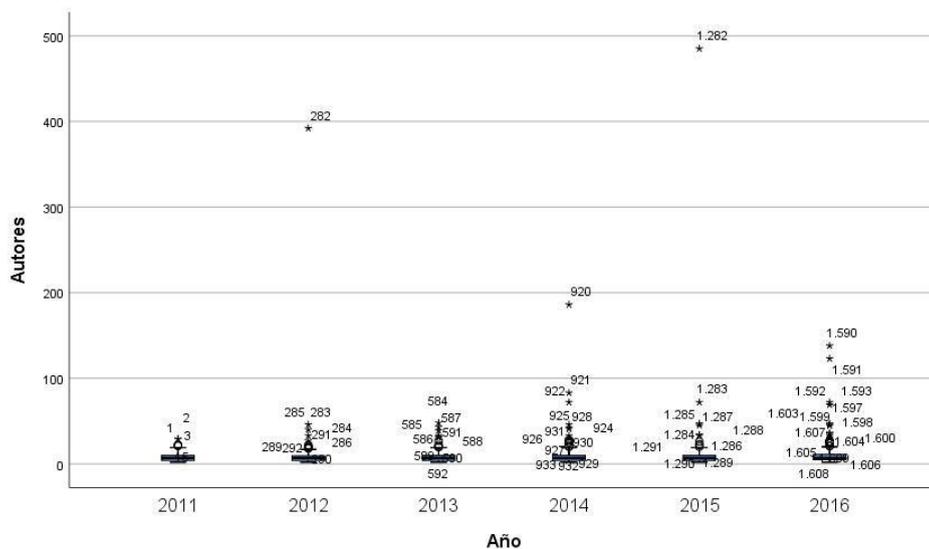
Año	IFT	DT
2011	7,41	4,31
2012	8,84	22,80
2013	7,98	5,80
2014	9,09	12,09
2015	9,71	27,99
2016	9,92	12,51



**Figura 5.** Media anual de autores por artículo.

Los valores de las desviaciones típicas reflejan una importante dispersión dentro de la distribución de valores de cada uno de los años.

Los gráficos de caja de la distribución de los valores para los diferentes años del periodo (Figura 6), señalan la presencia de valores atípicos y extremos. En los años 2012, 2014 y 2015 se observa la existencia de algún valor muy extremo. Por otra parte, 2014, 2015 y 2016 son los años que contienen una mayor cantidad de valores atípicos y extremos. En la Tabla 12 se recogen los principales valores atípicos y extremos de cada año, incluyendo el identificador de cada uno de ellos en *Web of Science*.



**Tabla 12.** Relación de valores atípicos y extremos, ID. en WoS y número de autores de cada artículo.

<b>Id. WoS</b>	<b>Año</b>	<b>Núm. Autores</b>	<b>Tipo de valor</b>
000285625000012	2011	29	Extremo
000287330300010	2011	29	Extremo
000294527500001	2011	22	Atípico
000297842800013	2011	22	Atípico
000290063400022	2011	21	Atípico
000310434500030	2012	<b>392</b>	Extremo
000302254800030	2012	46	Extremo
000308286800008	2012	40	Extremo
000310597700003	2012	33	Extremo
000307161100013	2012	27	Extremo
000322611400009	2013	48	Extremo
000322911600001	2013	43	Extremo
000323602600018	2013	39	Extremo
000319476700017	2013	33	Extremo
000323602600012	2013	31	Extremo
000338130300004	2014	<b>186</b>	Extremo
000339902600049	2014	83	Extremo
000341335700017	2014	72	Extremo
000332471500003	2014	46	Extremo
000346777400001	2014	42	Extremo
000362095100036	2015	<b>485</b>	Extremo
000348032300017	2015	72	Extremo
000348747300022	2015	47	Extremo
000360209000015	2015	45	Extremo
000347815300016	2015	34	Extremo
000393077300018	2016	<b>138</b>	Extremo
000371775000028	2016	<b>123</b>	Extremo
000367601800006	2016	72	Extremo
000381844200061	2016	69	Extremo
000368991300025	2016	47	Extremo

Los dos artículos con más autores, 392 (año 2012) y 485 (año 2015), están vinculados al *Genomes Project Consortium* del que forma parte el investigador del INUB Marc Via, adscrito en 2012 al Departamento de Biología Animal de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona y en 2015 al Departamento de Psicología Clínica y Psicobiología de la Facultad de Psicología de la misma Universidad. La complejidad del campo de investigación —el estudio de la variación del genoma humano— y la elevada cantidad de recursos económicos necesarios, son las principales razones del gran número de autores presentes en ambos artículos. El principal valor extremo del año 2014 (n=186) está vinculado al proyecto *European Network of National Schizophrenia Networks Studying Gene-Environment Interactions (EU-GEI)*, en el que participó el investigador del INUB Miguel Bernardo de la sección del Departamento de Psiquiatría y Psicobiología clínica adscrita a la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona. El *EU-GEI* definía como objetivo:

*The aim of EU-GEI is to identify the interactive genetic, clinical and environmental determinants involved in the development, severity and outcome of schizophrenia (EU-GEI, Schiz. Res. 2008; 102: 21-6). In order to identify these interactive determinants, EU-GEI will employ family-based, multidisciplinary research paradigms, which allow for the efficient assessment of gene-environment interactions. In order to go beyond old findings from historical convenience cohorts with crude measures of environmental factors and clinical outcomes, the focus in EU-GEI will be on recruitment of new, family-based clinical samples with state-of-the-art assessments of environmental, clinical and genetic determinants as well as their underlying neural and behavioural mechanisms. New statistical tools will be developed to combine the latest multilevel epidemiological with the latest genome-wide genetic approaches to analysis. Translation of results to clinical practice will be facilitated by additional experimental research and risk assessment bioinformatics approaches. This will result in the identification of modifiable biological and cognitive mechanisms underlying gene-environment interactions and the construction of Risk Assessment Charts and Momentary Assessment Technology tools which can be used for (i) early prediction of transition to psychotic disorder in help-seeking individuals with an at-risk mental state and (ii) early prediction of course and outcome after illness onset. In order to reach these goals, EU-GEI has assembled a multidisciplinary team of top schizophrenia researchers who have the range of skills required to deliver a program of research that meets all the call's requirements and who have access to / will collect a number of unique European samples. The partners in EU-GEI represent the nationally funded schizophrenia / mental health networks of the UK, Netherlands, France, Spain, Turkey and Germany as well as other partners. (2015).*

De esta definición se desprende la complejidad del ámbito de investigación y la

necesidad de crear un equipo multidisciplinar para obtener unos resultados óptimos, lo que repercute en la cantidad de autores que aparecen en el artículo.

Los dos artículos con más autores del año 2016, 138 y 123 respectivamente, cuentan con la participación de Eduard Vieta, adscrito al Departamento de Medicina de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona. En este caso, el ámbito de investigación de ambos artículos también está relacionado con la genética, lo que induce a pensar que las razones de un elevado número de autores sean las mismas que las indicadas para los casos de Marc Via y Miguel Bernardo.

En la Tabla 13 se muestran los estadísticos descriptivos útiles para interpretar el comportamiento de los valores en los diferentes años del período estudiado.

**Tabla 13.** Estadísticos descriptivos (E) y errores típicos (DE) relativos a la cantidad de autores/artículo.

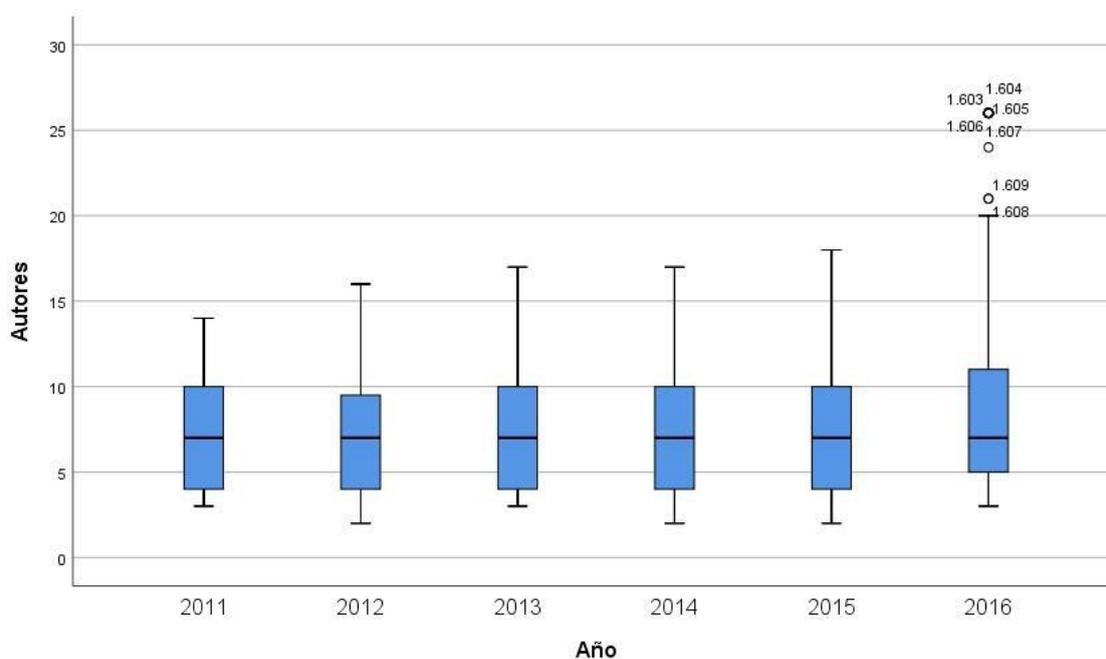
	Estadísticos											
	2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	E	DE	E	DE	E	DE	E	DE	E	DE	E	DE
Media	7,41	0,257	8,84	1,316	7,98	0,315	9,09	0,635	9,71	1,595	9,92	0,692
Mediana	7,00		7,00		7,00		7,00		7,00		7,00	
Desv. Est.	4,305		22,796		5,795		12,090		27,986		12,513	
Mínimo	2		2		2		2		2		2	
Máximo	29		392		48		186		485		138	
Rango	27		390		46		184		483		136	
R. Intercuartil	6		5,75		6		6		6		6	
Cuartil 1	4,00		4		4,00		4,00		4,00		5,00	
Cuartil 3	10,00		9,75		10,00		10,00		10,00		11,00	
Asimetría	1,586	0,145	16,017	0,141	2,996	0,133	9,995	0,128	16,113	0,139	6,605	0,135

Se observa que el valor de la mediana en todos los años del período es 7, siendo este el valor que dejaría la mitad de las observaciones por encima de él y la otra mitad por debajo suyo. Para todos los años, los valores de la media son superiores a los de la mediana, especialmente en los años 2014 ( $9.09 > 7$ ), 2015 ( $9.71 > 7$ ) y 2016 ( $9.92 > 7$ ). Este hecho es un primer indicio de que todas las distribuciones se caracterizan por presentar una asimetría positiva. El valor positivo de los estadísticos que miden la asimetría, unido al hecho que todos ellos son mayores que el doble de su error estándar, confirman la existencia de dicha asimetría positiva significativa en todos los años. Considerando que en todos los años se dan valores extremos, la información aportada por el estadístico de rango no puede considerarse como un buen indicador de la dispersión de los datos. Un ejemplo claro lo encontraríamos en los años 2012 y 2015, donde para cada año se identifica un valor extremo muy alejado del resto de valores.

De la información aportada por el rango intercuartílico y los cuartiles 1 y 3, se

desprende que, en los años 2011, 2013, 2014 y 2015, el 50% de los casos se encuentran comprendidos dentro de un rango de entre 4 y 10 autores por artículo, mientras que en 2012 lo hacen dentro de un rango de entre 4 y 9.75 autores por artículo y en 2016 entre 5 y 11 autores por artículo.

Teniendo en cuenta que todos los años del período se ven afectados por la existencia de valores extremos, se hace necesario aplicar alguna técnica orientada a la obtención de estadísticos más robustos que permitan una mejor interpretación de los resultados. A pesar de que *SPSS* calcula la media recortada, eliminando el 5% de las observaciones más altas y el 5% de las observaciones más bajas, se opta por aplicar la técnica de winsorización, consistente en la sustitución de un porcentaje de las observaciones situadas en los extremos de la distribución por el valor de las observaciones más cercanas (Dixon & Yuen, 1974). Se sustituye un 5% de los valores más altos y un 5% de los valores más bajos, se elaboran de nuevo los gráficos de caja para cada uno de los años del período (Figura 7) y se vuelven a calcular los estadísticos más relevantes (Tabla14).



**Figura 7.** Gráficos de cajas de la distribución del número de autores por artículo a lo largo del período, después de aplicarse la winsorización.

En la representación gráfica resultante de aplicar la técnica de winsorización, se observa como las distribuciones de los años 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015 no presentan ni valores atípicos ni extremos. Sin embargo, en el año 2016 se siguen dando valores atípicos, aunque no se observan valores extremos. La extensión de los bigotes de las cajas denota una mayor dispersión de los valores situados por la parte superior de las distribuciones. Así mismo todas las distribuciones parecen presentar una asimetría de tipo positivo.

**Tabla 14.** Principales estadísticos descriptivos (E) y sus correspondientes errores típicos (DE) después de aplicar la winsorización.

	Estadísticos											
	2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	E	DE	E	DE	E	DE	E	DE	E	DE	E	DE
Media	7,19	0,205	7,23	0,221	7,57	0,216	7,86	0,221	7,67	0,242	8,78	0,316
Mediana	7,00		7,00		7,00		7,00		7,00		7,00	
Desv. Est.	3,430		3,819		3,978		4,209		4,247		5,716	
Mínimo	3		2		3		2		2		3	
Máximo	14		16		17		17		18		26	
Rango	11		14		14		15		16		23	

	Estadísticos											
	2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	E	DE	E	DE	E	DE	E	DE	E	DE	E	DE
R. Intercuartil	6		6		6		6		6		6	
Cuartil 1	4,00		4		4,00		4,00		4,00		5,00	
Cuartil 3	10,00		9,75		10,00		10,00		10,00		11,00	
Asimetría	0,506	0,145	0,698	0,141	0,809	0,133	0,665	0,128	0,874	0,139	1,558	0,135

Aunque las medias winsorizadas se aproximan al valor de la mediana, que es el mismo para todos los años ( $Me=7$ ), sus valores siguen siendo superiores al de esta. Este hecho, unido al de que los valores de los estadísticos que miden la asimetría sean superiores a 0 y más de dos veces mayores que los valores del error estándar, corroboran que las distribuciones siguen presentando una asimetría positiva una vez aplicada la técnica de winsorización. La desaparición de valores extremos tras aplicar la técnica de winsorización, hace que la información aportada por el estadístico Rango pueda considerarse más representativa de la dispersión que se producen en los valores de las distribuciones. La aplicación de la técnica de winsorización no introduce ninguna modificación a la información aportada por el rango intercuartílico y los cuartiles 1 y 3 de las distribuciones originales.

### 6.2.1. La colaboración dentro de las revistas

Un 37,47 % ( $n=718$ ) de los artículos se caracterizan por tener entre 2 y 5 autores, y dichos artículos se reparten entre el 56,79% ( $n=343$ ) de las revistas. La revista que más artículos tiene en esta franja de colaboradores es *Plos One* —se trata de la revista más representativa del período con 82 de los 1.916 artículos seleccionados—, donde predominan los artículos con 5 autores ( $n=10$ ), seguidos de los de 3 ( $n=8$ ), 4 ( $n=6$ ) y 2 ( $n=4$ ) respectivamente. Le siguen un grupo de tres revistas con 12 artículos cada una:

- *Frontiers in Psychology*. El 75% de los artículos seleccionados de esta revista se encuentra dentro de esta franja. 6 artículos cuentan con la participación de 3 autores, mientras que los otros 6 se reparten equitativamente entre artículos de 2,

4 y 5 autores.

- *Neuroimage*. Es la cuarta revista más productiva dentro del período analizado y tiene 7 artículos con 5 autores, 3 artículos con 4 autores y 2 artículos con 2 y 3 autores respectivamente.
- *Psichothema*. El 85,71% de los artículos seleccionados de esta revista se encuentran dentro de esta franja, con 9 y 3 artículos de 4 y 3 autores respectivamente.

Por la parte alta, el 21,61% (n=414) de los artículos se caracterizan por tener más de 10 autores y se distribuyen entre el 30,3% (n=183) de las revistas. Igual que sucedía en la parte baja, la revista *Plos One* es la que tiene más artículos en esta franja con 17 artículos que se mueven entre los 11 y los 22 autores, predominando los de 11 (3 artículos) y los de 12 (4 artículos). Le siguen dos grupos de dos revistas cada uno, con 12 y 11 artículos respectivamente:

- *Journal of Affective Disorders*. Es la segunda revista más productiva del período analizado y aunque uno de los artículos tiene 72 autores, los otros 11 se mueven dentro de una horquilla de 11 a 14 autores.
- *Schizophrenia Research*. A pesar de que uno de los artículos cuenta con 28 autores, los otros 11 se mueven en un rango de entre 11 y 16 autores.
- *Human Molecular Genetics*. Cuenta con dos artículos de 138 y 42 autores respectivamente, pero los otros 9 se mueven en un rango de entre 11 y 19 autores, con un predominio de los artículos de 11 (n=2) y de los de 17 (n=2) autores.
- *Neurology*. Tiene dos artículos con 27 y 29 autores, mientras los otros nueve se sitúan en una horquilla de 11 a 18 autores, con predominio de los artículos de 11 (n=2), 13 (n=2), 15 (n=2) y 18 (n=2) autores.

Por último, el 12,91% (n=78) de las revistas se caracterizan por tener entre 6 y 10 autores. En este grupo de revistas se recoge el 40,92% (n=784) de la producción del período.

### **6.3. Análisis de las revistas**

Los 1.916 artículos seleccionados se reparten entre 604 títulos de revistas. La Tabla 15 muestra los títulos de revista en las que se han publicado más de 10 artículos, el porcentaje que representan estos artículos sobre el total de la producción analizada y el porcentaje de producción acumulada.

**Tabla 15.** Relación de revistas con más de 10 artículos publicados, porcentaje sobre el total de la producción del período y porcentaje acumulado.

Título	Artículos publicados	% sobre la producción	% acumulado
<i>PLOS ONE</i>	84	4,38	4,38
<i>JOURNAL OF AFFECTIVE DISORDERS</i>	46	2,40	6,78
<i>JOURNAL OF ALZHEIMERS DISEASE</i>	34	1,77	8,56
<i>NEUROIMAGE</i>	27	1,41	9,97
<i>EUROPEAN NEUROPSYCHOPHARMACOLOGY</i>	25	1,30	11,27
<i>ACTA PSYCHIATRICA SCANDINAVICA</i>	24	1,25	12,53
<i>NEUROBIOLOGY OF AGING</i>	24	1,25	13,78
<i>SCHIZOPHRENIA RESEARCH</i>	24	1,25	15,03
<i>JOURNAL OF NEUROSCIENCE</i>	23	1,20	16,23
<i>HUMAN MOLECULAR GENETICS</i>	18	0,94	17,17
<i>PSYCHIATRY RESEARCH</i>	18	0,94	18,11
<i>FRONTIERS IN PSYCHOLOGY</i>	16	0,84	18,95
<i>NEUROLOGY</i>	16	0,84	19,78
<i>ANALES DE PSICOLOGIA</i>	14	0,73	20,51
<i>JOURNAL OF NEUROPATHOLOGY AND EXPERIMENTAL NEUROLOGY</i>	14	0,73	21,24
<i>PSICOTHEMA</i>	14	0,73	21,97
<i>SCIENTIFIC REPORTS</i>	14	0,73	22,70
<i>EXPERIMENTAL BRAIN RESEARCH</i>	13	0,68	23,38
<i>FRONTIERS IN HUMAN NEUROSCIENCE</i>	13	0,68	24,06
<i>ANNALS OF NEUROLOGY</i>	12	0,63	24,69
<i>HUMAN BRAIN MAPPING</i>	12	0,63	25,31
<i>MOVEMENT DISORDERS</i>	12	0,63	25,94
<i>CLINICAL NEUROPHYSIOLOGY</i>	11	0,57	26,51
<i>JOURNAL OF NEUROLOGY</i>	11	0,57	27,09
<i>PSYCHOLOGICAL MEDICINE</i>	11	0,57	27,66
<i>QUALITY &amp; QUANTITY</i>	11	0,57	28,24
<i>REVISTA DE PSIQUIATRIA Y SALUD MENTAL</i>	11	0,57	28,81

*Plos One* con el 4,38% (n=84) de la producción total, es la revista donde se han publicado más artículos. Le siguen *Journal of Affective Disorders* con el 2,4% (n=46), *Journal of Alzheimers Disease* con el 1,77% (n=34), *Neuroimage* con el 1,41% (n=27) y *European Neuropsychopharmacology* con el 1,3% (n=25). El hecho que 5 revistas, que representan el 0,83% del total de títulos, aglutinen más del 11% de los artículos publicados es indicativo de la concentración de la producción y de la captación de los recursos económicos destinados a la publicación de artículos.

Entre los aspectos que pueden motivar el interés de los investigadores a publicar en alguna de las revistas citadas en el párrafo anterior, se encuentran la especialidad y el prestigio/impacto que tengan dentro de la comunicad científica. En este último sentido *Plos One*, *Neuroimage* y *European Neuropsychopharmacology* ocupan el primer cuartil en todas las categorías del *Journal Citation Reports* a las que pertenecen, mientras *Journal of Affective Disorders* y *Journal of Alzheimers Disease*, se mueven entre el primer y el segundo cuartil. Estos datos son indicativos del prestigio que ostentan las citadas publicaciones.

La Tabla 16 muestra una relación de la producción acumulada por las revistas en términos relativos y absolutos. A parte de los datos comentados para las 5 revistas donde se han publicado más artículos, se observa que el 25,94% de los artículos se publican en un 3,64% (n=22) de las revistas, que un 12,58% (n=76) de las revistas concentran poco más del 50% de la producción, mientras que el 75% de los artículos se publican en el 34,44% (n=208) de las revistas. Un dato especialmente significativo es que la mitad de las revistas (n=302) acumulan el 84,24% de la producción, mientras que el 15,76% de la producción restante lo hace la otra mitad de revistas. Todos estos datos son indicativos de la concentración de la producción y de la captación de recursos económicos, a les que se ha hecho referencia conanterioridad.

**Tabla 16.** Relación revistas-producción acumulada.

Producción acumulada (%)	Revistas (%)	Revistas (n)
11,27	0,83	5
25,94	3,64	22
50,21	12,58	76
75,00	34,44	208
84,24	50,00	302
15,76	50,00	302

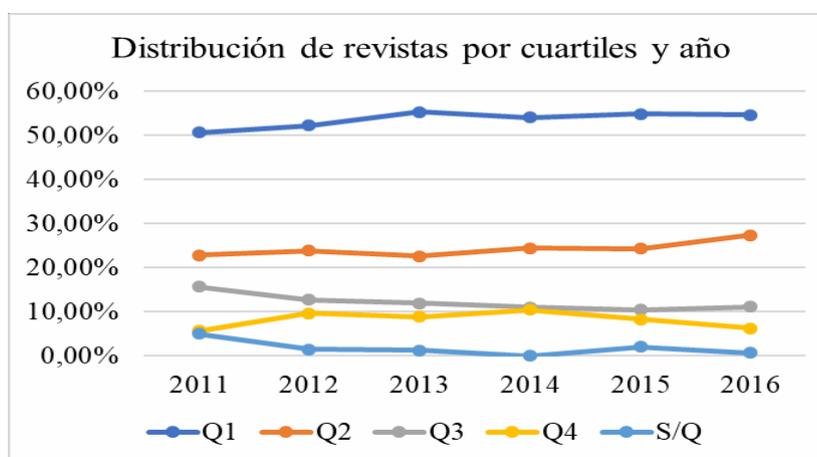
El prestigio/impacto de una revista puede medirse por el cuartil en el que esté situada. La Tabla 17 ofrece un resumen, en términos relativos y desglosado por años, de las revistas que solo están en uno de los índices del *JCR* —*SCIE* y *SSCI*— y de las que estando en varias categorías de uno o de los dos índices, ocupan el mismo cuartil en todas ellas.

**Tabla 17.** Resumen de revistas que ocupan el mismo cuartil en uno o en los dos índices del JCR.

Cuartiles por año	2011 (%)	2012 (%)	2013 (%)	2014 (%)	2015 (%)	2016 (%)
Q1	50,72	52,24	55,35	54,07	54,86	54,66
Q2	22,86	23,88	22,64	24,42	24,31	27,33
Q3	15,71	12,69	11,95	11,05	10,42	11,18
Q4	5,71	9,70	8,81	10,46	8,33	6,21
S/Q	5,00	1,49	1,25	0,00	2,08	0,62

Aunque con oscilaciones, en todos los años se observa un predominio de las revistas situadas en el primer cuartil, superando siempre el 50%. El año 2013 presenta el mayor porcentaje con un 55,35% de las revistas, mientras que entre los años 2014 y 2016 este se estabiliza entorno al 54%. En términos acumulados, en todos los años la proporción de revistas que se ubican entre el primer y el segundo cuartil supera el 70%, con una tendencia creciente que va del 73,58% de 2011 al 81,99% de 2016. Algunos años cuentan con revistas que no han sido ubicadas en algún cuartil, si bien estas representan un porcentaje muy bajo dentro del total.

La Figura 8 muestra el comportamiento de los diferentes cuartiles a lo largo del período.



**Figura 8.** Evolución de los cuartiles durante el período.

Se observa un crecimiento sostenido de las revistas del primer y el segundo cuartil, excepto en 2014 para las revistas del primer cuartil y 2013 para las del segundo, años en los que se produce un decrecimiento. Las revistas del tercer cuartil experimentan un decremento sostenido entre 2011 y 2015, momento en que se invierte la tendencia. Por último, las revistas del cuarto cuartil tienen un comportamiento oscilante entre 2011 y 2014, año en que alcanzan su máximo porcentaje con un 10,46% y momento a partir del

cual se produce un decrecimiento sostenido.

El análisis anterior deja fuera a aquellas revistas que cumplen alguna de las características siguientes:

- Revistas que se encuentran en dos o más categorías de uno de los índices y ocupan un cuartil diferente en al menos dos de ellas.
- Revistas que se encuentran en los dos índices y ocupan un cuartil diferente en cada uno de ellos.
- Revistas que se encuentran en más de una categoría de los dos índices y ocupan un cuartil diferente en al menos dos de ellas.

Para poder asignar las revistas anteriores a algún cuartil, sería necesario diseñar un modelo basado en el establecimiento de categorías excluyentes y en el análisis de contenido, tarea que queda fuera del alcance del presente trabajo. A pesar de las limitaciones del *Average Journal Impact Factor Percentile (AJIFP)* del *JCR*, se utiliza este indicador basado en los percentiles para efectuar el análisis del prestigio/impacto de todas las revistas (Tabla 18).

**Tabla 18.** Resumen de revistas en función del *AJIFP* de *JCR*.

Año Núm. Títulos (n)	2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>AJIFP ≥ 90</b>	33	17,93	35	18,92	34	15,89	41	17,83	27	14,44	32	15,76
<b>75 &lt;AJIFP ≤ 99</b>	85	46,20	83	44,86	99	46,26	112	48,70	91	48,86	96	47,29
<b>50 &lt;AJIFP ≤ 75</b>	55	29,89	52	28,11	59	27,57	55	23,91	53	28,34	64	31,53
<b>25 &lt;AJIFP ≤ 50</b>	27	14,67	28	15,14	32	14,95	37	16,09	25	13,37	29	14,29
<b>AJIFP ≤ 25</b>	11	5,98	19	10,27	19	8,88	25	10,87	14	7,49	13	6,40
<b>AJIFP ≤ 10</b>	4	2,17	7	3,78	7	3,27	6	2,61	6	3,21	4	1,97
<b>Títulos sin AJIFP</b>	6	3,26	3	1,62	5	2,34	1	0,43	4	2,14	1	0,49

La situación que se dibuja tras el análisis del *AJIFP* es parecida a la explicada para los cuartiles. En todos los años se observa el predominio de las revistas situadas entre el *AJIFP*<sub>75</sub> y el *AJIFP*<sub>99</sub>, que se mueven entre el 44,86% (n=83) de 2012, año con el porcentaje más bajo, y el 48,66% (n=91) de 2015, año con el porcentaje más alto. En todo el período analizado el porcentaje de revistas situadas entre el *AJIFP*<sub>50</sub> y el *AJIFP*<sub>99</sub> supera el 70%, siendo 2012 el año que registra el porcentaje más bajo con un 72,97% (n=135) y 2016 el año con el porcentaje más alto, un 78,82% (n=160). Las revistas que se sitúan por encima del *AJIFP*<sub>90</sub> se mueven dentro de un rango comprendido entre el 14,44% (n=27) del año 2015 y el 18,92% (n=35) del año 2012, mientras que durante todo el período analizado las revistas ubicadas por debajo del *AJIFP*<sub>10</sub> no superan el

3,78% (n=7) de 2012, año en que se registra el porcentaje más alto.

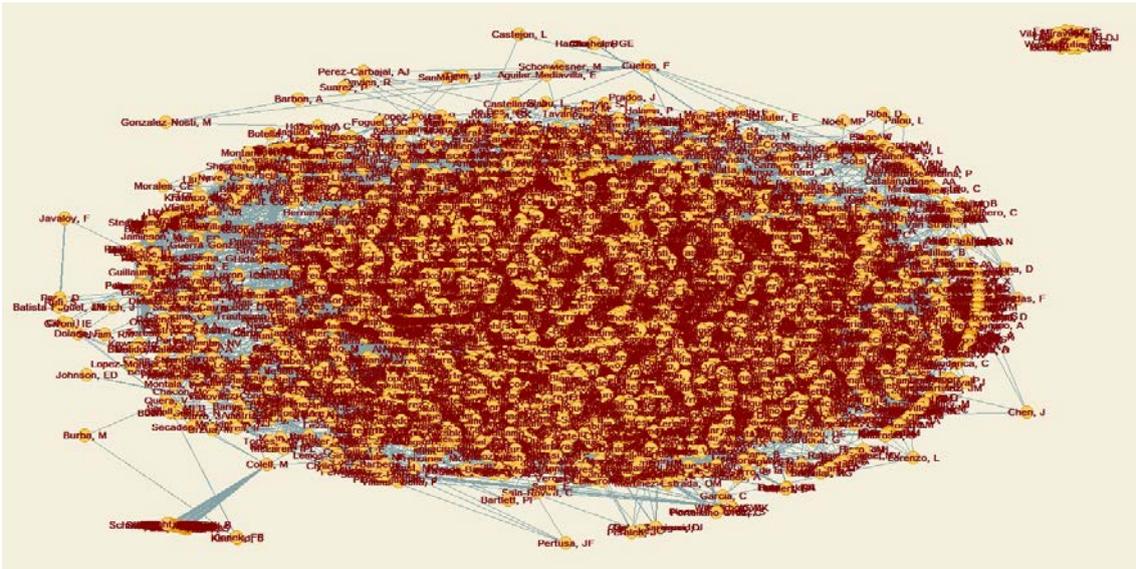
En la Tabla 19 se muestra la distribución de los 1.916 artículos, en términos absolutos y relativos, en función del *AJIFP* que ocupan las revistas en las que se han publicado. Los artículos publicados en revistas situadas entre el *AJIFP*<sub>75</sub> y el *AJIFP*<sub>99</sub>, se mueven dentro de un rango comprendido entre el 50,53% (n=142) del año 2011 y el 56,35% (n=204) del año 2016. Los artículos publicados en revistas situadas entre el *AJIFP*<sub>50</sub> y el *AJIFP*<sub>99</sub> siguen una tendencia creciente que va desde el 76,51% (n=215) del año 2011, hasta el 84,71% (n=277) del año 2016. Dicha tendencia se ve interrumpida en el año 2014, momento en que se pasa de un 78,70% (n=266) registrado en 2013 al 76,80% (n=278).

**Tabla 19.** Resumen de artículos en función del *AJIF* de su revista.

Año Núm. Artículos (n)	2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	281		300		338		362		308		327	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>AJIFP</i> ≥ 90	56	19,93	51	17,00	53	15,68	72	19,89	41	13,31	63	19,27
75 < <i>AJIFP</i> ≤ 99	142	50,53	159	53,00	179	52,96	204	56,35	171	55,52	173	52,91
50 < <i>AJIFP</i> ≤ 75	73	25,98	74	24,67	87	25,74	74	20,44	80	25,97	104	31,80
25 < <i>AJIFP</i> ≤	42	14,95	34	11,33	40	11,83	44	12,15	39	12,66	35	10,70
<i>AJIFP</i> ≤ 25	12	4,27	28	9,33	25	7,40	37	10,22	14	4,55	14	4,28
<i>AJIFP</i> ≤ 10	5	1,78	12	4,00	10	2,96	6	1,66	6	1,95	4	1,22
Títulos sin <i>AJIFP</i>	12	4,27	5	1,67	7	2,07	3	0,83	4	1,30	1	0,31

#### 6.4. Análisis de Redes Sociales en el INUB

La red original que se forma a partir de los 1.916 artículos y en la que están representados 129 de los 135 investigadores del INUB, está compuesta por 6.711 vértices (autores) y 230.353 líneas (relaciones), con una densidad de 0,01022927 y un grado medio de 68,64938161. Se trata de una red social poco cohesionada, puesto que solo se da un 1,02% de todas las relaciones posibles y cada nodo establece poco más de 68 conexiones por término medio con otros nodos de la red. La Figura 9 muestra la existencia de dos componentes, uno grande y otro considerablemente más pequeño, y pone de manifiesto la dificultad de representar gráficamente una red de tales dimensiones, debido a la gran cantidad de autores (vértices) que la conforman y del elevado número de relaciones (líneas) que se generan dentro de la misma.



**Figura 9.** Gráfico de la red original.

El hecho de que el 67,801% (n=156.211) de las líneas tengan un valor igual a 1 es indicativo de la baja intensidad en la colaboración, puesto que buena parte de los autores colaboran entre ellos en un único artículo. En la Tabla 20 se puede ver como el componente grande está formado por el 99,73% (n=6.693) de los autores, mientras que el pequeño agrupa el 0,27% (n=18) restante. El tamaño del componente grande hace necesaria la aplicación de algún método de simplificación de la red, que facilite la detección de subcomunidades de investigadores y el consiguiente análisis de estas.

**Tabla 20.** Componentes de la red original.

*Weak Components of N2 [ $\geq 1$ ] 6711, comp.=2) Frequency distribution of cluster values:*

Cluster	Freq	Freq%	CumFreq	CumFreq%
1	6.693	99,7322	6.703	99,7322
2	8	0,2678	6711	100
<b>Sum</b>	6.711	100		

En cuanto a la posición que ocupan los investigadores del INUB dentro de la red, la Tabla 21 muestra el *ranking* de los veinticinco principales investigadores en base a la medida de grado. Dentro de él se encuentran tres investigadores del instituto, dos de los cuáles ocupan las dos primeras posiciones:

- Isidro Ferrer (G=845), investigador principal del área de investigación de neuropatología del INUB, director del Instituto de Neuropatología del Hospital Universitario de Bellvitge de la Universidad de Barcelona y miembro del Centro

de Investigación Biomédica en Red sobre Enfermedades Neurodegenerativas.

- Eduard Vieta (G=803), investigador principal del área de investigación de trastorno bipolar del INUB, jefe del Servicio de Psiquiatría y Psicología del Instituto Clínico de Neurociencias del Hospital Clínico de Barcelona, editor asociado de publicaciones como *The American Journal of Psychiatry* o *Schizophrenia Bulletin*, galardonado con diferentes premios de reconocimiento a su trayectoria profesional —premio anual de la Federación Mundial de Sociedades de Psiquiatría Biológica (2017) y premio Simón Bolívar por la Asociación Americana de Psiquiatría (2017)— y doctor honoris causa por la Universidad de Valencia.

Los valores obtenidos en la medida de grado son un reflejo del prestigio y la trayectoria profesional de la que gozan ambos investigadores, así como de la importancia y la influencia que tienen dentro de la red. La posición que ostentan dentro de la red en base a la medida de grado está en consonancia con su elevada productividad, 158 y 180 artículos respectivamente.

El otro miembro del INUB con mayor valor en la medida de grado es Marc Vía, actualmente miembro del Departamento de Psicología Clínica y Psicobiología, quien ocupa el cuarto lugar del *ranking*. En este caso, el alto valor registrado estaría más asociado al área de investigación en la que se centran algunos de sus trabajos, el genoma humano, que a su trayectoria como investigador, puesto que se trata de un investigador joven. En la Tabla 12, donde se recopilan los valores extremos en cuanto a número de autores por artículo, se encuentran dos artículos en los que participa Marc Vía, uno con 392 y el otro con 485 autores. Estos datos, conjugados con el volumen de su producción (n=17), el del valor de la media de autores con los que colabora ( $X=63$ ) y el de la correspondiente desviación estándar (DT=142,64) —se constata una elevada dispersión dentro de los valores de los autores con los que colabora—, son indicativos de que el valor registrado en la medida de grado se ve considerablemente influenciado por solo dos artículos.

**Tabla 21.** Grado: investigadores del INUB dentro del Top 25.

Grado		
<i>Ranking</i>	Investigador	valor
1	Ferrer, I	845
2	Vieta, E	803
4	Via, M	652

En relación con la medida de cercanía (Tabla 22), son ocho los investigadores del INUB que aparecen entre las veinticinco primeras posiciones y que se caracterizan por

presentar distancias geodésicas cortas en relación con los otros nodos de la red, lo que les confiere una posición central y una cierta capacidad de influencia y de conducción de la información dentro de la red. En comparación con la medida de grado, siguen apareciendo Isidro Ferrer (2º) y Eduard Vieta (6º) pero desaparece la figura de Marc Via.

**Tabla 22.** Cercanía: investigadores del INUB dentro del Top 25.

Cercanía		
Ranking	Investigador	valor
2	Ferrer, I	0,383786714
6	Vieta, E	0,362562525
7	Graus, F	0,357111186
8	Bernardo, M	0,355759646
9	Santamaria, J	0,348096331
12	Bartres-Faz, D	0,347064533
17	Junque, C	0,34539414
25	Alberch, J	0,341593355

Por lo que respecta al papel de intermediación (Tabla 23), son dieciséis los investigadores del INUB que aparecen en el *ranking* de los veinticinco principales investigadores dentro de esta medida. Aunque este dato da idea de la capacidad de los investigadores del instituto para ejercer un cierto control sobre los recursos y la información de la red, desarrollando un rol de enlace entre nodos e incluso entre diferentes grupos de investigación, los bajos valores registrados en esta medida, que van del 0,242522593 de I. Ferrer al 0,023341931 de J. Castro-Fornieles, junto con el tamaño de la red y la baja densidad de la misma, son indicativos de la inexistencia de investigadores que desarrollen un papel decisivo de intermediación y de dinamización de la actividad investigadora en el conjunto global de la red.

Otro aspecto explicativo de la situación anterior sería la complejidad del instituto en cuanto al entramado de facultades y departamentos que lo componen, así como la diversidad de líneas de investigación que se desarrollan en él.

**Tabla 23.** Intermediación: investigadores del INUB dentro del Top 25.

Intermediación		
Ranking	Investigador	valor
1	Ferrer, I	0,242522593
2	Vieta, E	0,124276502

Intermediación		
Ranking	Investigador	valor
4	Bernardo, M	0,07719972
5	Graus, F	0,06423852
6	Alberch, J	0,055828805
9	Valls-Sole, J	0,049198803
10	Rodriguez-Fornells, A	0,04303972
11	Ciruela, F	0,040510369
12	Santamaria, J	0,040326717
13	Guardia-Olmos, J	0,038740145
17	Junque, C	0,030131965
20	Bartres-Faz, D	0,027912905
21	Via, M	0,026454573
22	Soriano, E	0,026097078
24	Slater, M	0,024047883
25	Castro-Fornieles, J	0,023341931

Una característica de todos los investigadores del INUB que aparecen en los *rankings* de las diferentes medidas de centralidad, es que la mayoría lideran algún grupo o área de investigación dentro del instituto (Tabla 24).

**Tabla 24.** Grupos/Áreas de investigación de los investigadores del INUB con valores más altos de centralidad.

Investigador	Grupo/Línea de Investigación
Antonio Rodríguez-Fornells	<i>Brain Plasticity</i>
Carme Junqué	<i>Neuropsychology – Neuroimaging in degenerative disorders</i>
David Bartrés	<i>Barcelona Brain Stimulation Lab</i>
Eduard Vieta	<i>Bipolar Disorder</i>
Eduardo Soriano	<i>Developmental Neurobiology and Regeneration</i>
Frances Graus	<i>Immunopathogenesis of Paraneoplastic Neurologic Syndrome</i>
Francisco Ciruela	<i>Neuropharmacology and Pain</i>
Isidro Ferrer	<i>Neuropathology</i>
Joan Guàrdia-Olmos	<i>Tècniques Estadístiques Avançades Aplicades a la Psicologia</i>
Joan Santamaría	<i>Neurophysiology and Functional Studies of the Nervous System</i>

Investigador	Grupo/Línea de Investigación
Jordi Alberch	<i>Cellular and Molecular Basis of Huntington's Disease and Other Disorders of The Basal Ganglia</i>
Josefina Castro-Fornieles	<i>Child and Adolescent Psychiatry and Psychology Research Group</i>
Mel Slater	<i>Event Lab</i>
Miguel Bernardo	<i>Clinic Schizophrenia Group</i>

En un intento de detectar comunidades de colaboración entre investigadores, se aplica el algoritmo *Louvain* con el programa *Pajek*, utilizando diferentes resoluciones, y aplicando el coeficiente *Cramer's V* (Tabla 25). El objetivo de este último es medir la correlación entre diferentes particiones obtenidas con los mismos parámetros de resolución (“*Detecting Communities with Louvain Method and VOS Clustering*,” s.f.).

**Tabla 25.** Detección de comunidades en la red original mediante la aplicación del *Louvain Method* del programa *Pajek*.

	<i>Multi-level Louvain Communities</i>					
	<i>(Res. = 1) / Cramer's V</i>		<i>(Res. = 0,5) / Cramer's V</i>		<i>(Res. = 40) / Cramer's V</i>	
<i>No. of Clusters</i>	21	22	16	17	990	993
<i>Modularity</i>	0,594213	0,59467	0,786079	0,78601	0,120954	0,121848
<i>Cramer's V</i>	0,96741039		0,95933466		0,99432354	

De los tres parámetros de resolución aplicados, el de 0,5 es el que daría un resultado óptimo al ser el que presenta un mayor índice de modularidad —existe una mayor densidad en las conexiones que se dan entre los nodos de una misma comunidad— y una buena correlación entre las dos particiones generadas (*Cramer's V* = 0,95933466). Sin embargo, en las dos particiones generadas con este parámetro de resolución se constata la existencia de comunidades con un número elevado de nodos (Tabla 26), con siete clústeres que superan los 500 miembros, dentro de los cuales, considerando el elevado número de autores que colaboran en un único artículo, es de esperar que se encuentren investigadores poco significativos.

**Tabla 26.** Clústeres más numerosos dentro de la red original.

<i>Cluster</i>	<i>Partition 1</i>	<i>Partition 2</i>
	<i>Freq</i>	<i>Freq</i>
1	822	836
3	882	506
4	841	829

	<i>Partition 1</i>	<i>Partition 2</i>
<i>Cluster</i>	<i>Freq</i>	<i>Freq</i>
5	1.047	1.097
6	543	543
10	648	637
11	985	1.398

A la vista de las dificultades para analizar una red de las características anteriores, se opta por simplificarla seleccionando solo aquellos autores que hayan publicado un mínimo de 5 artículos. La nueva red se caracteriza por los siguientes parámetros:

- 1.899 artículos
- 710 autores (vértices), 6.801 relaciones (líneas)
  - 2.218 (32,61%) de líneas con valor igual a 1
  - 4.583 (67,39%) de líneas con valor superior a 1
- Densidad = 0,02698076
- Grado medio = 19,15774648

En comparación con la red original se observa una importante reducción de autores, casi 6.000, pero no de artículos, puesto que solo desaparecen 17 artículos. Fruto de la simplificación, desaparecen 22 de los 129 investigadores del INUB que participaban en alguno de los 1.916 artículos seleccionados originariamente.

Aunque se produce un incremento de la densidad, esta sigue siendo baja puesto que tan solo se da el 2,7% de todas las relaciones posibles. En la red simplificada se observa la existencia de 3 componentes (Tabla 27) y aunque la representación gráfica resulta más inteligible (Fig. 10) que la de la red original, el tamaño del componente principal, con 700 nodos, no permite efectuar una interpretación de la posición y del papel que desarrollan los investigadores dentro de la red.

**Tabla 27.** Componentes de la red simplificada.

*Weak Components of N3 [ $\geq 1$ ] (710, comp.=3)*

*Frequency distribution of cluster values:*

<i>Cluster</i>	<i>Freq</i>	<i>Freq%</i>	<i>CumFreq</i>	<i>CumFreq%</i>
1	700	98,5915	700	98,5915
2	5	0,7042	705	99,2958
3	5	0,7042	710	100
<i>Sum</i>	710	100		



Grado					
Red original			Red simplificada		
Ranking	Investigador	Valor	Ranking	Investigador	Valor
			9	Junque, C	74
			10	Segura, B	71
			11	Bartres-Faz, D	71
			12	Castro-Fornieles, J	68
			16	Graus, F	66
			21	Santamaria, J	60
			22	Martinez-Aran, A	56
			24	Compta, Y	54

En cuanto a la medida de cercanía, el número de investigadores del INUB que se encuentran en las 25 primeras posiciones del *ranking* sigue siendo de ocho (Tabla 29), seis de los cuales están presentes en ambas redes. En la red simplificada desaparecen Jordi Alberch y Joan Santamaría y aparecen Bárbara Segura y Josefina Castro-Fornieles. En lo que a los valores registrados se refiere, se produce un ligero incremento en la red simplificada, pasando del 0,341593355 de Jordi Alberch al 0,375152384 de Francesc Graus, en la parte baja del *ranking*, y del 0,383786714 de Isidro Ferrer al 0,401605437 de Miguel Bernardo, en la parte alta de dicho *ranking*.

**Tabla 29.** Cercanía: investigadores del INUB dentro del Top 25 en la red original y en la red simplificada.

Cercanía					
Red original			Red simplificada		
Ranking	Investigador	valor	Ranking	Investigador	valor
2	Ferrer, I	0,383786714	5	Bernardo, M	0,401605437
6	Vieta, E	0,362562525	6	Ferrer, I	0,399278638
7	Graus, F	0,357111186	7	Junque, C	0,390234954
8	Bernardo, M	0,355759646	8	Bartres-Faz, D	0,387383322
9	Santamaria, J	0,348096331	10	Vieta, E	0,384358578
12	Bartres-Faz, D	0,347064533	11	Segura, B	0,380328328
17	Junque, C	0,34539414	17	Castro-Fornieles, J	0,375971047
25	Alberch, J	0,341593355	18	Graus, F	0,375152384

Igual que en la medida de cercanía, en la de intermediación los resultados obtenidos en la red simplificada son muy parecidos a los de la original (Tabla 30). Los valores de los 25 principales autores dentro de esta medida siguen siendo bajos y van desde el 0,021195652 de José Valls-Solé (25º) al 0,239286186 de Isidro Ferrer (1º). Como sucedía en la red original, la gran diversidad de líneas de investigación del INUB puede ser un factor clave para la inexistencia de nodos que ocupen un rol de intermediación predominante en el conjunto de la red. Una vez simplificada la red, son dieciséis los investigadores del INUB que aparecen en el *ranking*, once de los cuales se encuentran presentes en ambas redes. Un dato destacable es que de los cinco investigadores que figuraban en la red original pero no en la simplificada, tres de ellos están al frente de alguna línea de investigación del instituto, mientras que ninguno de los cinco investigadores que solo aparecen en la red simplificada están al frente de alguna línea de investigación del instituto.

**Tabla 30.** Intermediación: investigadores del INUB dentro del Top 25 en la red original y en la red simplificada.

Intermediación					
Red original			Red simplificada		
Ranking	Investigador	valor	Ranking	Investigador	valor
1	Ferrer, I	0,242522593	1	Ferrer, I	0,239286186
2	Vieta, E	0,124276502	3	Bernardo, M	0,096604588
4	Bernardo, M	0,07719972	4	Guilera, G	0,083015505
5	Graus, F	0,06423852	5	Vieta, E	0,074134439
6	Alberch, J	0,055828805	7	Manolov, R	0,06637755
9	Valls-Solé, J	0,049198803	8	Guardia-Olmos, J	0,059456374
10	Rodríguez-Fornells, A	0,04303972	9	Rodríguez-Fornells, A	0,056059549
11	Ciruela, F	0,040510369	10	Junque, C	0,053086711
12	Santamaria, J	0,040326717	12	Alberch, J	0,041338937
13	Guardia-Olmos, J	0,038740145	14	Segura, B	0,034827266
17	Junque, C	0,030131965	15	Gomez-Benito, J	0,034404489
20	Bartres-Faz, D	0,027912905	18	Clemente, IC	0,032395929
21	Via, M	0,026454573	19	Ciruela, F	0,030472328
22	Soriano, E	0,026097078	20	Bartres-Faz, D	0,02964387
24	Slater, M	0,024047883	23	Graus, F	0,025344164
25	Castro-Fornieles, J	0,023341931	25	Valls-Solé, J	0,021195652

Como sucedía en la red original, la aplicación del algoritmo *Louvain* con una resolución del 0,5 se muestra como la forma más eficaz para detectar comunidades dentro de la red simplificada, puesto que se obtienen dos particiones de 17 clústeres cada una, con un elevado índice de modularidad, 0,843431 y 0,843572 respectivamente, y una alta correlación entre ellas (*Cramer's V* = 0,9864971) (Tabla 31).

**Tabla 31.** Detección de comunidades en la red simplificada mediante la aplicación del *Louvain Method* del programa *Pajek*.

	<i>Multi-level Louvain Communities</i>					
	<i>(Res. = 1) / Cramer's V</i>		<i>(Res. = 0,5) / Cramer's V</i>		<i>(Res. = 40) / Cramer's V</i>	
<i>No. of Clusters</i>	19	20	17	17	258	257
<i>Modularity</i>	0,779246	0,779923	0,843431	0,843572	0,002984	0,003093
<i>Cramer's V</i>	0,98635903		0,9864971		0,99415984	

A efectos de un análisis pormenorizado de las diferentes comunidades, se selecciona la partición que presenta mayor modularidad. En la Tabla 32 se muestra una relación de los clústeres de la partición seleccionada y el número de nodos que contiene cada uno de ellos.

**Tabla 32.** Clústeres y nodos de la partición seleccionada para el análisis.

Clúster	Frecuencia	Clúster	Frecuencia	Clúster	Frecuencia
1	117	7	6	13	3
2	25	8	42	14	30
3	18	9	13	15	5
4	63	10	44	16	5
5	181	11	64	17	7
6	72	12	15		

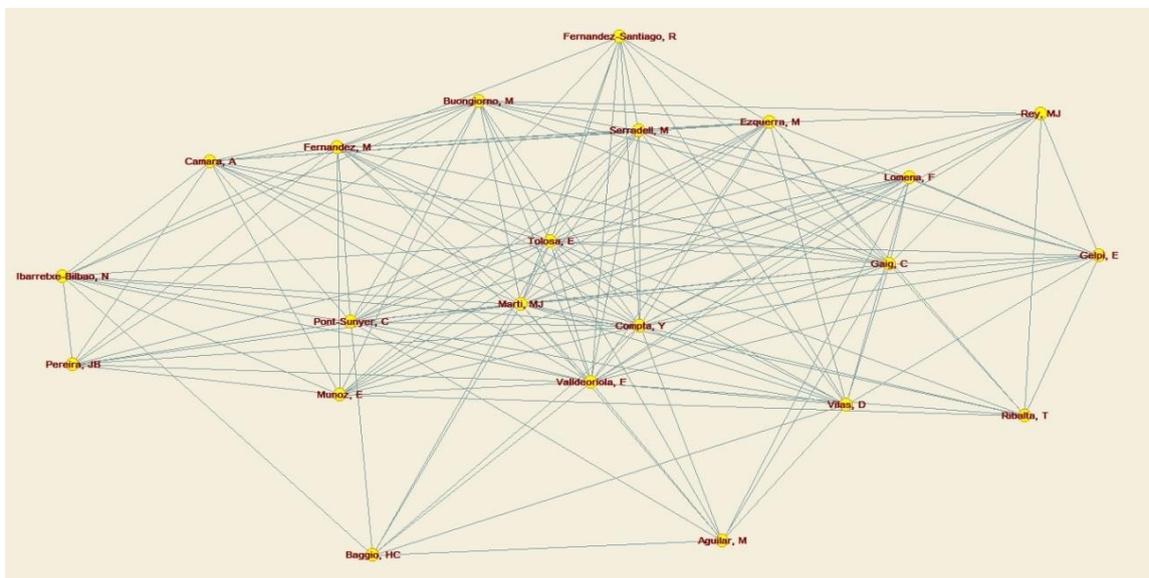
Tal y como se puede ver en la tabla, la cantidad de nodos que componen un clúster va de 3 a 181. Delante de la existencia de comunidades con un importante número de autores, se sigue aplicando el algoritmo *Louvaine* hasta detectar subcomunidades significativas.

### 6.4.1. Análisis de clústers

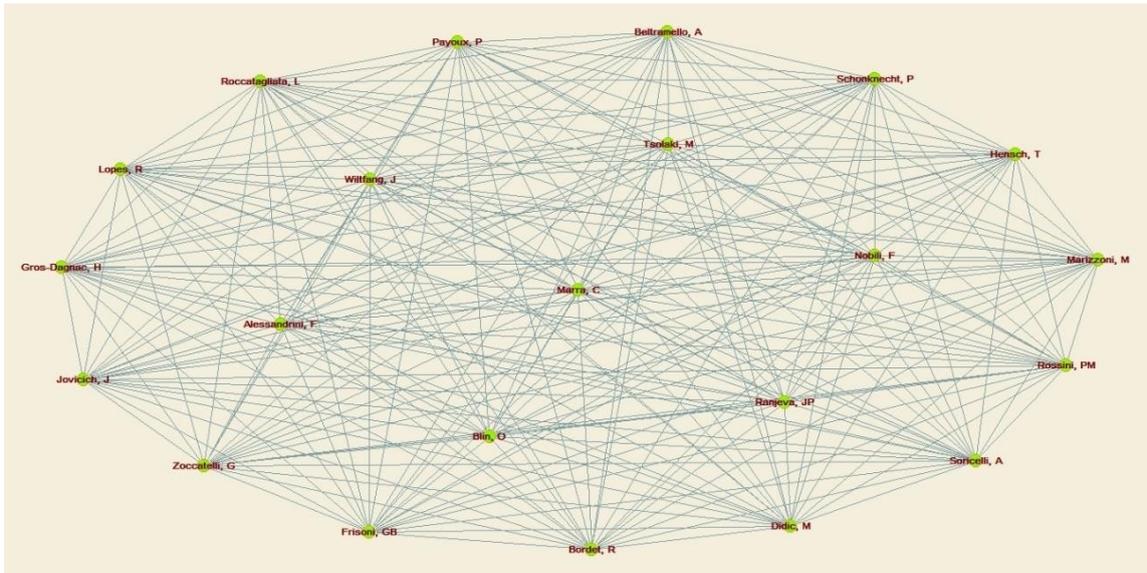
Este apartado contiene una descripción general de los 17 clústeres y un análisis más detallado de aquellas subredes detectadas dentro de estos, en las que aparezca algún investigador del INUB y que se hayan considerado especialmente significativas, bien sea por la entidad de los investigadores o por las características de la subred — dimensiones, temática, etc.

El **clúster número 1** está formado por 117 nodos y se caracteriza por una baja conectividad entre ellos puesto que solo se da el 18,64% de las conexiones posibles (densidad=0,18642706) y su grado medio es de 21,81196581. Núria Bargalló, miembro del Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer (IDIBAPS), es la investigadora que presenta mayores valores en todas las medidas de centralidad ( $G=69$ ,  $C=0,711656442$  e  $I=0,135155487$ ). Dentro de este clúster se detectan ocho subcomunidades que contienen entre 6 y 22 nodos.

Se detectan dos subcomunidades de 22 nodos (Figuras 11 y 12). Ambas se caracterizan por tener una estructura de malla. La subcomunidad representada en la Figura 11 tiene una densidad de 0,66666667, es decir, se produce un 66,67% de todas las conexiones potenciales entre los nodos de la subred. Por su parte, la subcomunidad que se representa en la Figura 12 tiene una densidad de 1, de manera que se dan todos los enlaces potencialmente posibles entre los nodos que la conforman, de ahí que el gráfico represente una estructura de malla completa.



**Figura 11.** Clúster 1: subcomunidad 22 nodos (a).



**Figura 12.** Clúster 1: subcomunidad 22 nodos (b).

En la subcomunidad de la Figura 12 no se encuentra presente ningún investigador del INUB, mientras que en la subcomunidad de la Figura 11 aparece un investigador del instituto, Yaroslau Compta, y se caracteriza por:

- Su principal línea de investigación se centra en la enfermedad del Parkinson y los trastornos del movimiento.
- Yaroslau Compta (INUB y del Hospital Clínic de Barcelona), Eduardo Tolosa (IDIBAPS y Hospital Clínic de Barcelona), Francesc Valldeoriola (Hospital Clínic de Barcelona) y María José Martí (Hospital Clínic de Barcelona), son los investigadores que presentan una mayor centralidad en la subred. Todos ellos tienen un grado de 21, un índice de cercanía de 1 y de intermediación de 0,0549. Los resultados de la medida de grado y cercanía confirman que cada uno de estos autores está en contacto con el resto de los nodos de la subcomunidad. Se trata de cuatro investigadores séniores y tienen un papel predominante dentro de la subred, en cuanto a la canalización de recursos y distribución de la información.
- En la periferia se encuentran investigadores noveles, como Hugo Cesar Baggio (investigador postdoctoral y miembro del INUB), e investigadores séniores como Ellen Gelpí (Coordinadora del Banco de Tejidos Neurológicos del IDIBAPS). Mientras que en el primer caso la colaboración con los principales investigadores de la subred permite al investigador avanzar en su carrera, adquiriendo un cierto prestigio y desarrollando un conjunto de habilidades investigadoras, en el segundo es de esperar que, al tratarse de una investigadora sénior, tal colaboración responda a la aportación de conocimientos técnicos muy específicos en algunos de los proyectos de investigación de la subred.
- Los cuatro investigadores que ocupan una posición más central dentro de la

subred también resultan ser los más productivos. En primer lugar, se encuentra Eduardo Tolosa (n=55), seguido de María José Martí y Yaroslau Compta, ambos con el mismo número de artículos (n=37), y en último lugar se sitúa Francesc Valldeoriola (n=35). Sin embargo, no parece que la productividad tenga una incidencia directa entre ellos, puesto que todos presentan los mismos valores en las medidas de centralidad, con independencia que unos hayan sido más productivos que otros.

- la distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2, lo que lleva a pensar que la información se mueva de forma rápida dentro de la subred.
- A nivel institucional, se observa una importante representación de los institutos de investigación y centros hospitalarios vinculados a la Universidad de Barcelona, como el IDIBAPS y el Hospital Clínic de Barcelona. A parte de Cataluña, la subcomunidad cuenta con investigadores vinculados a universidades e instituciones de otras regiones de España, como el caso de Naroa Ibarretxe Bilbao de la Universidad de Deusto del País Vasco.

La tercera subred más importante dentro el primer clúster, en cuanto a tamaño se refiere, tiene 17 nodos y también presenta estructura de malla (Figura 13). En ella se aprecian dos investigadores claramente situados en la periferia, Klaus Seppi y Werner Poewe, ambos del Departamento de Neurología de la *Medizinische Universität Innsbruck*. Con un 83,82 % de los enlaces posibles (densidad=0,83823529) y un grado medio de 13,41176471, se puede afirmar que existe una elevada cohesión dentro de la subcomunidad.

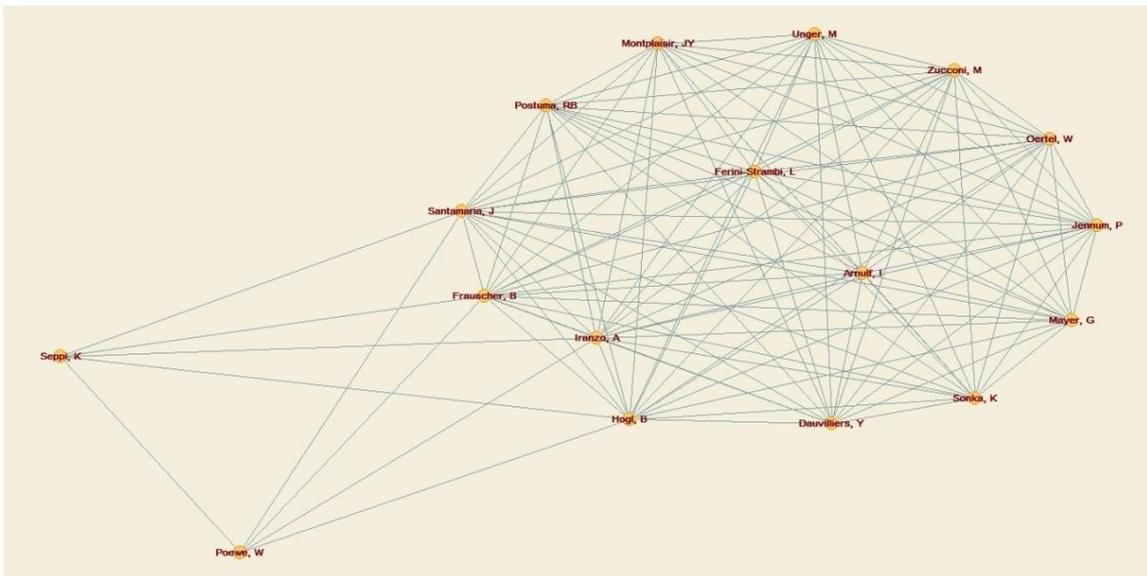
El campo de investigación principal de esta subcomunidad es el estudio de la enfermedad del Parkinson y cuenta con la participación del investigador del INUB Joan Santamaría Cano.

Entre la información relevante cabe destacar:

- Birgit Högl, Birgit Frauscher, ambas del Departamento de Neurología de la *Medizinische Universität Innsbruck*, junto con Joan Santamaria Cano y Alejandro Iranzo de Riquer, ambos profesores asociados médicos del Departamento de Medicina de la Universidad de Barcelona, ocupan una posición central dentro de la subcomunidad con una medida de grado de 16 y de centralidad de 1, lo que indica que cada uno de ellos está conectado al resto de nodos de la subred. Estos investigadores también registran el valor más alto en la medida de intermediación ( $I= 0,045833333$ ), por bien que este sea bajo y por tanto sea difícil determinar quién de ellos ejerce un mayor control sobre los recursos y la información de la subred. Una de las particularidades de este grupo de investigadores es que forman parte del grupo de investigación *Sleep Innsbruck Barcelona (SINBAR)*.
- Los valores de la medida de cercanía se mueven entre el 0,888888889 y el 1, excepto en el caso de los dos investigadores situados en la zona periférica que

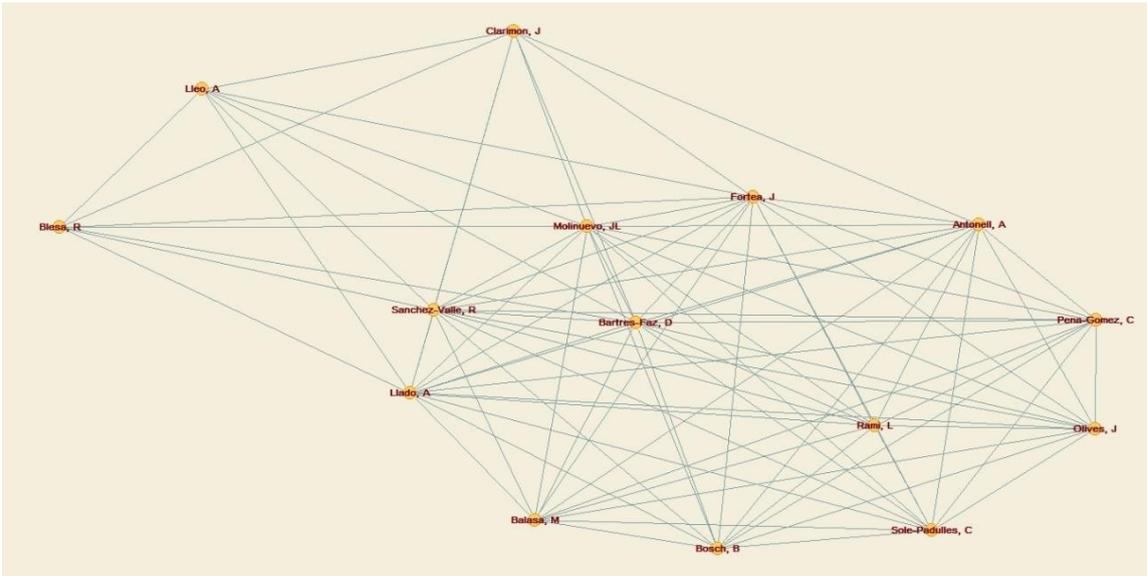
presentan un 0,592592593. La distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2. En base a los datos anteriores es de esperar que la información fluya de forma rápida en el conjunto de la subred.

- Los investigadores que ocupan una posición central también son los más productivos, destacando Joan Santamaría Cano (n=47), seguido de Alejandro Iranzo de Riquer (n=37), Birgit Hogl (n=13) y Birgit Fauscher (n=11). En el conjunto de la subred se observa una relación entre la productividad y el lugar que ocupan los autores dentro de la misma. Sin embargo, tal relación no se observa entre los autores más centrales, puesto que todos ellos reflejan los mismos valores en las medidas de centralidad con independencia de los artículos que hayan publicado.
- Cabe destacar que Alejandro Iranzo de Riquer, Birgit Hoghl y Birgit Fauscher, colaboran intensamente con Joan Santamaria Cano.
- A nivel institucional, aunque la *Medizinische Universität Innsbruck* de Austria sea la institución más representada con 4 investigadores, la subred cuenta con una participación de instituciones procedentes de España, Italia, Francia, Alemania, Canadá, Dinamarca y la República Checa.



**Figura 13.** Clúster 1: subcomunidad 17 nodos.

La siguiente subcomunidad del clúster 1, en cuanto a tamaño se refiere, está formada por 15 nodos y presenta una estructura de malla en la que se observa tres investigadores situados claramente en la periferia (Figura14).



**Figura 14.** Clúster 1: subcomunidad 15 nodos.

Dentro de ella se dan el 80,95% de todos los enlaces posibles entre sus miembros (densidad= 0,80952381) y un grado medio de 11,33333333, por lo que se trata de una subred muy cohesionada.

En lo que al INUB se refiere, la subred cuenta con la presencia de un investigador de este instituto, David Bartrés-Faz, profesor agregado del Departamento de Medicina, director del Barcelona *Brain Stimulation Lab* del INUB y miembro del IDIBAPS.

A grandes rasgos, el principal objeto de estudio de esta subcomunidad es el de las funciones cognitivas en personas de edad avanzada y su relación con enfermedades como el Alzheimer. Sus principales características son:

- A parte de David Bartrés-Faz, otros cuatro investigadores ocupan una posición central dentro de la subred. Raquel Sánchez Valle, José Luís Molinuevo y Albert Lladó, todos ellos investigadores del IDIBAPS y miembros de la Unidad de Alzheimer y Otros Trastornos Cognitivos del Servicio de Neurología del Hospital Clínic de Barcelona, y Juan Forkea, de la Unidad de Memoria del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.
- Los citados investigadores tienen valores idénticos en las medidas de centralidad ( $G=14$ ,  $C=1$  e  $I= 0,041025641$ ) y es de esperar que sean ellos los que ejerzan un control sobre los recursos y la información que maneja la subred. Sin embargo, debido a la igualdad registrada en las medidas de centralidad, se hace difícil determinar cuál de ellos tiene un papel principal.
- El hecho que los valores de la medida de cercanía se muevan entre 0,823529412 y 1 —excepto en el caso de los tres autores periféricos, cuyo rango se sitúa entre 0,6667 y 0,7—, hace prever que la información se mueva de forma ágil dentro de

la subred.

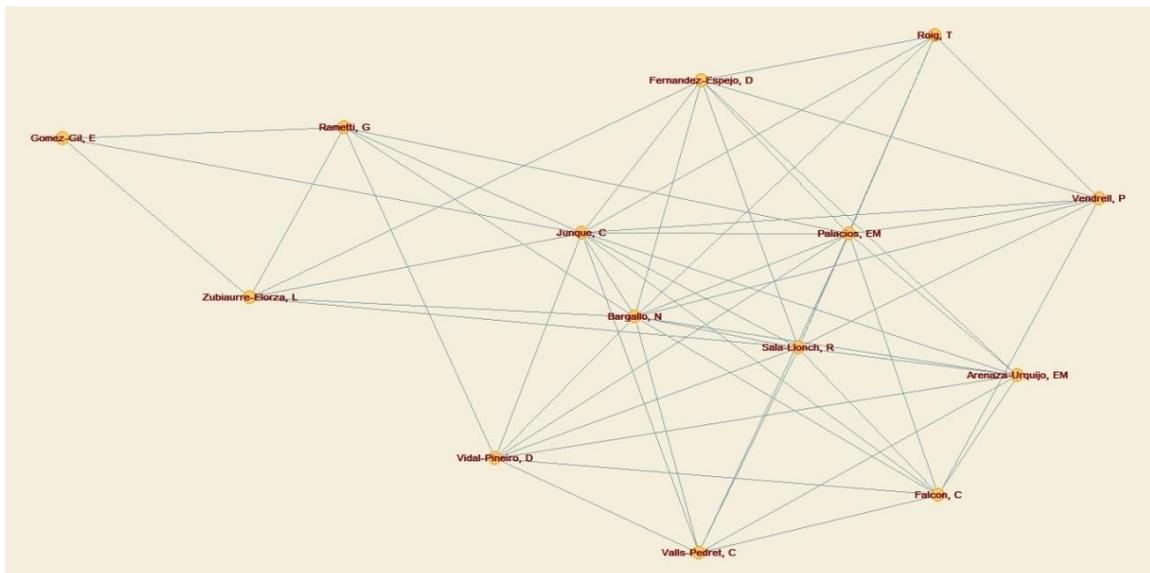
- En base a los resultados comentados para la medida de cercanía y al hecho que la distancia máxima entre pares de nodos sea igual a 2, es de esperar que la información fluya de forma rápida en el conjunto de la subred.
- La relación entre productividad-centralidad no es del todo clara dentro de esta subred. Aunque David Bartrés-Faz (n=44), José Luís Molinuevo (n=29) y Raquel Sánchez Valle (n=22), ocupan una posición central dentro de la subred y son los investigadores más productivos, Juan Fortea, que también destaca por su centralidad, se ve superado en cuanto a producción por Beatriz Bosch (n=18) y Anna Antonell (n=12), dos investigadoras júniores del IDIBAPS.
- Las investigadoras júniores citadas anteriormente escriben en colaboración con los investigadores más productivos y centrales de la subred, hecho que les sirve para incrementar su prestigio y desarrollar sus habilidades en el campo de la investigación. Este sería el caso de Beatriz Bosch quien escribe todos sus artículos con David Bartrés-Faz, el investigador más productivo dentro del clúster.
- En la periferia de la subred también se localizan investigadores de contrastada trayectoria en el campo de la investigación, como Alberto LLeó, director de la Unidad de Memoria del Servicio de Neurología del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.
- Desde el punto de vista institucional se constata una fuerte representación del IDIBAPS y el Hospital Clínic, ambos vinculados a la Universidad de Barcelona, así como del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, vinculado a la Universidad Autònoma de Barcelona.

La Figura 15 muestra una subred de dimensiones parecidas a la anterior, pero con una cohesión inferior. El valor registrado en la medida de densidad ( $D=0,62637363$ ) corrobora la interpretación de la representación gráfica, puesto que tan solo se producen el 62,63% de todos los enlaces posibles dentro de la subred.

Igual que sucede en las otras subredes, su estructura es de malla, la distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2 y se detectan varios investigadores que ocupan una posición central. Sin embargo, hay uno de ellos que ocupa una posición predominante en base a los valores registrados en las medidas de centralidad. Se trata de Carme Junqué, catedrática de universidad del Departamento de Medicina de la Universidad de Barcelona, investigadora del INUB y del IDIBAPS, y directora del grupo de investigación consolidado de neuropsicología de la misma universidad. Con un grado de 13 y una cercanía de 1, su posición de cara a favorecer la circulación de la información es perfecta, pero además presenta un valor de intermediación de 0,167948718 que, a pesar de no ser elevado, está muy por encima del 0,073931624 registrado por Núria Bargalló —Investigadora sénior del IDIBAPS especializada en el estudio de enfermedades neurológicas mediante la aplicación de técnicas de imagen avanzada y segunda investigadora de la subred en cuanto a los valores registrados en las medidas de centralidad— de manera que es de esperar que pueda ejercer un cierto control sobre la

información y los recursos que se mueven dentro de la subcomunidad. Otros rasgos destacables de la subred son:

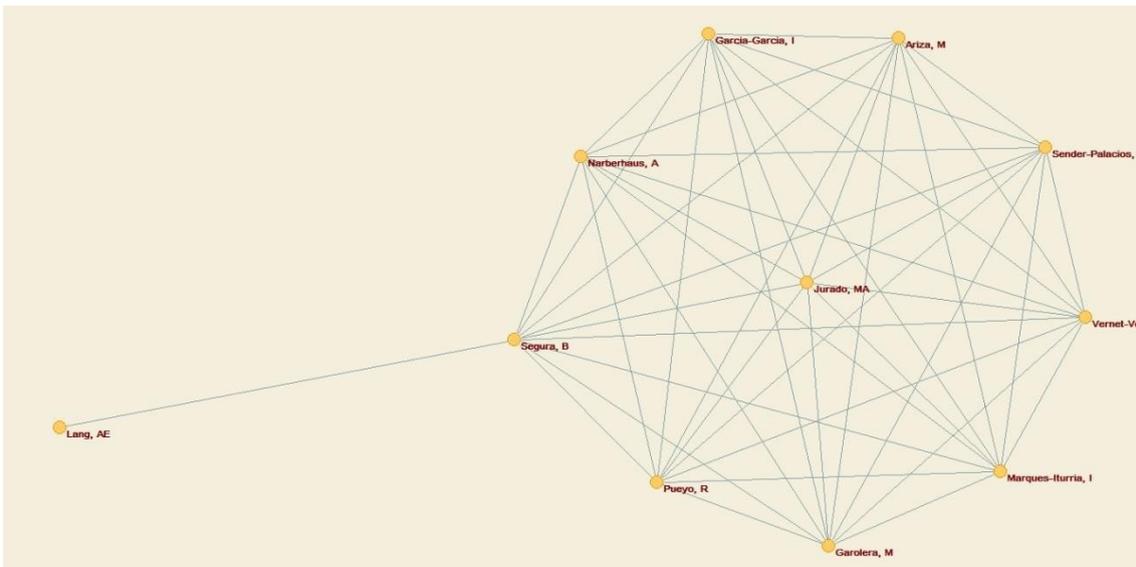
- El principal campo de investigación del grupo es el estudio de las lesiones y enfermedades cerebrales mediante la aplicación de técnicas de neuroimagen.
- No parece haber una relación directa entre productividad y centralidad. Núria Bargalló (n=80) es la investigadora más productiva de la subred, por delante de Carme Junqué (n=69), pero en lo que a las medidas de centralidad se refiere, la segunda investigadora se sitúa por delante de la primera. Otro ejemplo sería el de Roser Sala-Llonch (n=29) quien a pesar de ser más productiva que Eva María Palacios (n=11), registra unos valores inferiores en las medidas de centralidad.
- El hecho que los valores de la medida de cercanía se muevan dentro de un rango comprendido entre 0,65 y 1, a excepción del caso de E. Gómez Gil (C=0,565217391), y que la distancia máxima entre pares de nodos sea igual a 2, hace prever que la información se mueva de forma rápida dentro de la subred.
- A parte de investigadores noveles como Dídac Vidal o Eíder Martínez, ambos investigadores predoctorales en el IDIBAPS, en la periferia también se encuentran figuras con una trayectoria contrastada, como Pere Vendrell, profesor emérito del Departamento de Medicina de la Universidad de Barcelona desde el año 2014.
- La colaboración más intensa se produce entre las principales investigadoras, Carme Junqué y Núria Bargalló, quienes publican 37 artículos conjuntamente.
- La subred es representativa del grupo de investigación consolidado en neuropsicología, puesto que 8 de los 14 investigadores pertenecen a él.
- Se constata una fuerte representación de la Universidad de Barcelona, a través del IDIBAPS y el Hospital Clínic de Barcelona, y del CIBER-BBN (Centro de Investigación Biomédica en Red – Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina).



**Figura 15.** Clúster 1: subcomunidad 14 nodos.

La Figura 16 muestra la representación de una subred formada por 11 nodos y se caracteriza por:

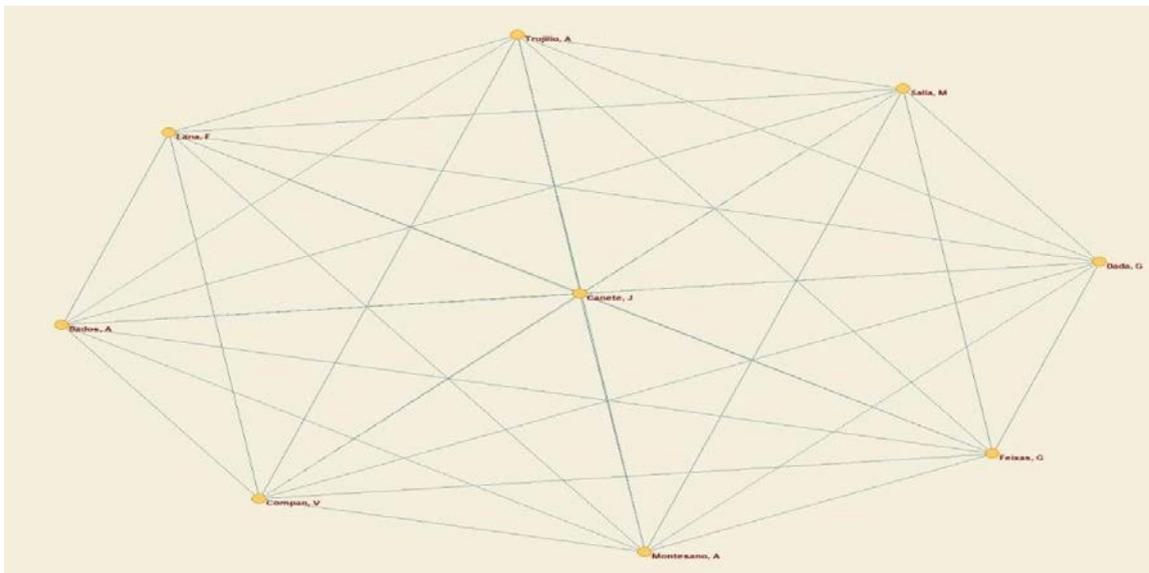
- Una estructura de malla casi completa, puesto que todos los investigadores están conectados entre sí a excepción de Anthony E. Lang que está unido al conjunto mediante Bárbara Segura, profesora lectora del Departamento de Medicina de la Universidad de Barcelona, investigadora del INUB y del IDIBAPS, y miembro del grupo de investigación consolidado de neuropsicología de la Universidad de Barcelona. Aunque el flujo de información pueda resultar más difícil de controlar, la topología de esta subred facilita que dicha información fluya de forma rápida y efectiva.
- Todos los investigadores registran valores idénticos en las medidas de grado ( $G=9$ ), de cercanía ( $C= 0,909090909$ ) y de intermediación ( $I=0$ ), a excepción de Bárbara Segura, quien por el hecho de conectar con el investigador situado en la periferia obtiene unas puntuaciones superiores ( $G=10$ ,  $C=1$  e  $I=0,2$ ).
- El campo principal de investigación es la relación de la bulimia con las alteraciones estructurales y funcionales de determinadas regiones del cerebro. Sin embargo, la diada formada por Bárbara Segura y Anthony E. Lang centran su interés investigador en el estudio del Parkinson mediante la aplicación de técnicas avanzadas de imagen.
- Buena parte de las investigadoras de esta subcomunidad pertenecen al grupo de investigación consolidado de neuropsicología y al INUB. De este último cabe destacar la presencia de Bárbara Segura, María Ángeles Jurado y Roser Pueyo, como parte del personal académico, y de Idoia Márquez, como investigadora en formación.



**Figura 16.** Clúster 1: subcomunidad 11 nodos.

El **clúster número 2** está formado por 25 nodos y se caracteriza por una baja conectividad entre ellos, puesto que solo se da el 22,67% de las conexiones posibles ( $D=0,22666667$ ) y tiene un grado medio de 5,44. El investigador principal del *Grup de Tècniques Estadístiques Avançades Aplicades a la Psicologia* del INUB, Joan Guàrdia Olmos, catedrático de universidad, coordinador de un grupo consolidado de investigación de la Universidad de Barcelona y de un grupo consolidado de docencia de la misma universidad, ocupa la posición más central dentro de esta comunidad ( $G=16$ ,  $C=0,685714286$  e  $I=0,757699275$ ). Los elevados valores registrados por este investigador en las diferentes medidas de centralidad, especialmente en la de intermediación, indican que se trata de un nodo clave dentro de la comunidad para la difusión y control de la información y los recursos. Dentro de este clúster se detectan cuatro subcomunidades formadas por entre 3 y 9 nodos.

La subred más grande (Figura 17), constituida por 9 nodos, tiene una estructura de malla completa, puesto que se dan todos los enlaces posibles entre los diferentes nodos que la conforman (densidad=1), hecho que la convierte en una subred altamente cohesionada.



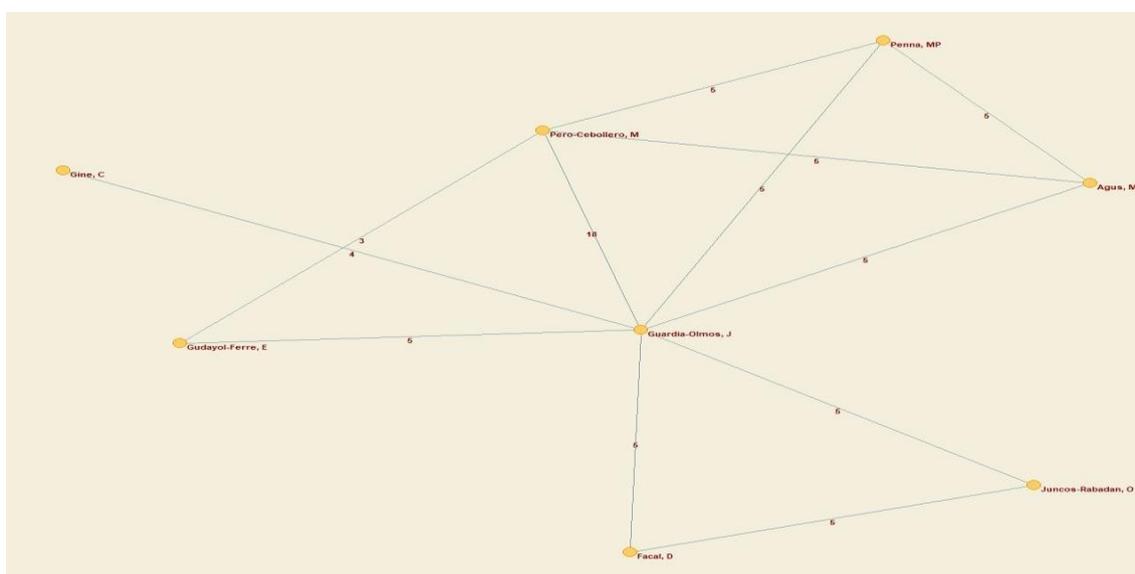
**Figura 17.** Clúster 2: subcomunidad 9 nodos.

Algunas de las características principales de esta subcomunidad son:

- Su campo de investigación se centra en el estudio de los resultados obtenidos en la aplicación de terapia de tipo constructivista, utilizando la técnica de rejilla como uno de los principales instrumentos de evaluación.
- Todos los nodos registran los mismos valores en las diferentes medidas de centralidad ( $G=8$ ,  $C=1$  e  $I=0$ ), de manera que se hace difícil establecer una figura principal dentro de la subred en base a los citados valores.
- No se observa una relación entre la productividad de los investigadores y su centralidad dentro de la subred. La producción de los investigadores se mueve dentro del rango de 5 a 9 artículos publicados, excepto Guillem Feixas,

catedrático de la Universidad de Barcelona e investigador principal del grupo *Intervention in Clinical and Health Psychology* del INUB, que cuenta con 20 artículos. Sin embargo, el estatus académico y la trayectoria de este investigador, hace suponer que ejerza un control de la información y de los recursos dentro de la subred. Es de esperar que investigadores noveles como Adrian Montesano, investigador en formación del INUB, a pesar de tener el mismo resultado que Guillem Feixas en las medidas de centralidad, tenga en realidad un papel menos importante dentro de la subred, viéndose beneficiado de la colaboración con un investigador más consolidado.

La Figura 18 representa una subred compuesta por 8 nodos que tienen una baja cohesión entre ellos, con un grado medio de 3 y tan solo el 42,85% de los enlaces posibles (densidad=0,42857143).



**Figura 18.** Clúster 2: subcomunidad 8 nodos.

Algunas de sus características son:

- Joan Guàrdia Olmos, que es el investigador central de la comunidad, también lo es de esta subcomunidad ( $G=7$ ,  $C=1$  e  $I=0,714285714$ ), seguido de otra investigadora del INUB, Maribel Però Cebollero ( $G=4$ ,  $C=0,7$  e  $I=0,047619048$ ). La mayor colaboración a nivel de artículos producidos se da entre estos dos investigadores ( $n=18$ ), ambos miembros del *Grup de Tècniques Estadístiques Avançades Aplicades* a la Psicología del INUB y del Departamento de Psicología Social y Psicología Cualitativa de la Universidad de Barcelona.
- Tal y como se observa en el gráfico, Joan Guàrdia Olmos actúa de puente entre tres estructuras con características diferentes. En la formada con David Facal y Onésimo Juncos Rabadan, ambos de la Universidad de Santiago de Compostela, el campo de investigación es el estudio de diferentes aspectos del déficit cognitivo. La que forma con Mirian Agus y Maria Pietronilla Penna, ambas de la

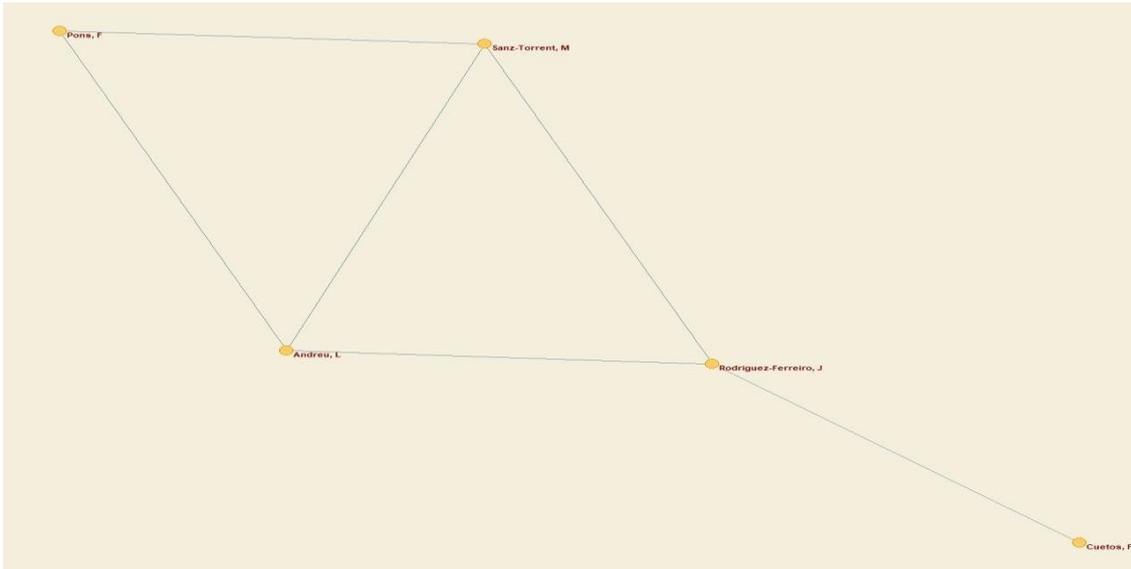
Universidad de Cagliari (Italia), se centra en la investigación del razonamiento verbal y numérico. Por último, la formada con Esteve Gudayol Ferré de la Universidad Michoacana (México), tiene en la depresión su principal campo de investigación. Las dos últimas estructuras también cuentan con la presencia de Maribel Peró Cebollero.

- Los diferentes centros de interés investigador de las estructuras detectadas, podría ser el principal motivo explicativo de la baja densidad que presenta la subred.

Las Figuras 19 y 20 representan las dos subredes más pequeñas del clúster 2, de 5 y 3 nodos respectivamente, y en ambas está presente algún investigador del INUB.

La de 5 nodos tiene una densidad media, al darse el 60% de los enlaces posibles (densidad=0,6), y un grado medio de 2,4. Sus rasgos más significativos son:

- Su campo principal de investigación es el de la adquisición, trastornos y procesamiento del lenguaje.
- Llorenç Andreu, de la Universitat Oberta de Catalunya, Javier Rodríguez Ferreiro y Mónica Sanz Torrent, ambos de la Universidad de Barcelona, ocupan una posición central, registrando los mismos valores en las medidas de grado y cercanía ( $G=3$  y  $C=0,8$ ). Los tres investigadores son miembros del *Grup de Recerca en Cognició i Llenguatge* (GRECIL).
- En cuanto al papel de intermediación, Javier Rodríguez Ferreiro, investigador del INUB, presenta un valor más elevado ( $I=0,5$ ) al actuar de enlace entre el resto de los investigadores de la subred y Fernando Cuetos, catedrático de la Facultad de Psicología de la Universidad de Oviedo. Por su parte, Mónica Sanz Torrent y Llorenç Andreu, a pesar de tener un valor inferior en la medida de intermediación ( $I=0,166666667$ ), es muy probable que ejerzan un cierto control sobre la información y recursos del GRECIL, puesto que ambos son investigadores principales de dicho grupo. Por su calidad de investigadora principal, sería de esperar que Mónica Sanz Torrent pudiera tener un cierto control sobre la información que circula entre Javier Rodríguez Ferrero y el catedrático de la Facultad de Psicología de la Universidad de Barcelona y miembro del INUB, Ferran Pons.
- La colaboración más intensa a nivel de producción se da, por una parte, entre Mónica Sanz Torrent y Llorenç Andreu, y por otra, entre Javier Rodríguez Ferrero y Fernando Cuetos, con 6 y 10 artículos respectivamente.



**Figura 19.** Clúster 2: subcomunidad 5 nodos.

La subred de 3 nodos se caracteriza por una conexión total (densidad=1), es representativa de parte del grupo de investigación del INUB *Adaptive Behavior and Interaction* y está formada por Vicente Quera, Francesc Salvador Beltran y Ruth Dolado. Aunque todos tengan los mismos valores en las medidas de centralidad ( $G=2$ ,  $C=1$  e  $I=0$ ), es de esperar que los dos primeros, por el hecho de ser catedráticos de universidad, ejerzan un mayor control sobre la información y los recursos de la subred que Ruth Dolado, investigadora en formación.



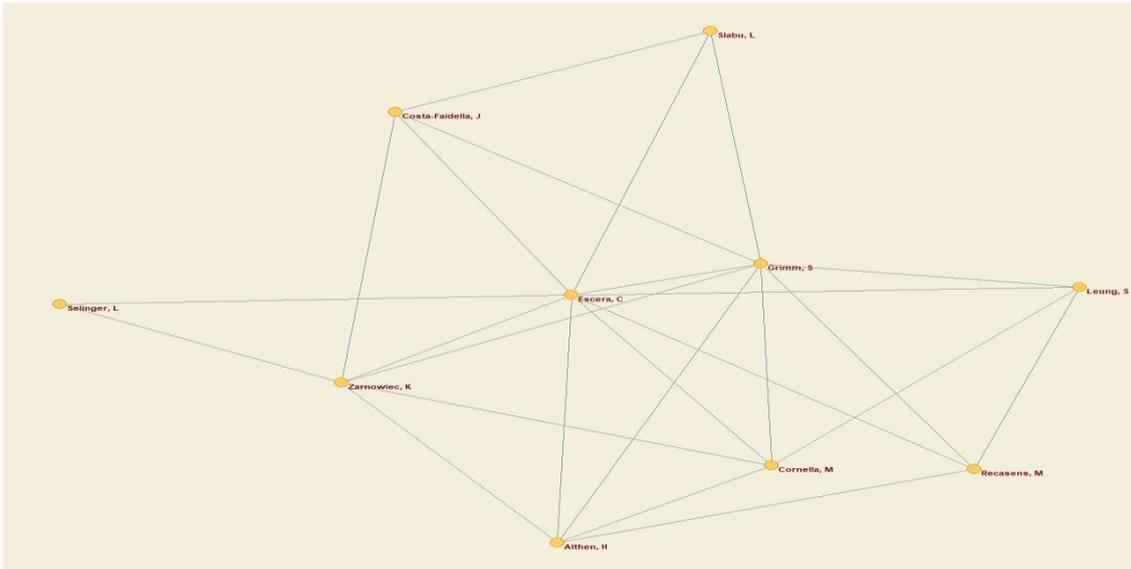
**Figura 20.** Clúster 2: subcomunidad 3 nodos.

El **clúster número 3** está formado por 18 nodos y presenta un bajo nivel de cohesión, debido a que tan solo se da el 27,47% de los enlaces posibles entre ellos (densidad=0,27469136) y su grado medio es igual a 5. Dos investigadores del INUB ocupan una

posición central dentro de la comunidad. Por una parte, Carles Escera, catedrático de la Facultad de Psicología de la UB, y por otra, Marc Via, profesor agregado interino de la misma facultad. Aunque ambos tienen los mismos valores en la medida de grado y de cercanía ( $G=10$  y  $C= 0,708333333$ ), Marc Via obtiene un resultado mayor en la de intermediación ( $I_{Via} 0,602941176 > I_{Escera} 0,368872549$ ). Dentro de esta comunidad se detectan dos subcomunidades con presencia de investigadores del INUB, una de 10 nodos en la que está presente Carles Escera y otra de 4 dentro de la que se encuentra Marc Via.

La subred de 10 nodos (Figura 21) tiene una mayor cohesión que la comunidad principal, con un 55,55% del total de enlaces posibles (densidad=0,55555556) y se caracteriza por:

- Carles Escera y Sabine Grimm ocupan una posición central. Ambos investigadores presentan valores similares en las medidas de grado y cercanía ( $G_{Escera}=9 > G_{Grimm}=8$ ,  $C_{Escera}=1 > C_{Grimm}=0,9$ ), pero difieren en la medida de intermediación, donde Carles Escera tiene un valor considerablemente más alto ( $I_{Escera}= 0,282407407 > I_{Grimm}= 0,143518519$ ).
- Esta subred es representativa del equipo de trabajo del grupo de investigación *BRAINLAB* y de la línea de investigación *Auditory Cognitive Neuroscience* del INUB, dirigidos por Carles Escera. La mayoría de los artículos de esta subred se centran en la investigación de la percepción auditiva.
- Se trata de un equipo joven, cuya composición ha ido variando en el tiempo, y que cuenta con una elevada participación de investigadores en formación y noveles. Este dato, vinculado al estatus de Carles Escera y a los valores registrados en la medida de intermediación, es indicativo del control que ejerce este investigador sobre los recursos y la información de la subcomunidad. Por su parte, los investigadores noveles se servirán de esta colaboración para ganar prestigio a nivel profesional y desarrollar sus habilidades investigadoras.
- A nivel productivo Carles Escera cuenta con el mayor número de artículos publicados ( $n=39$ ), seguido por Sabine Grimm ( $n=22$ ), quien ha publicado todos los artículos en colaboración con el investigador principal de la subred. El resto de los investigadores se mueven entre un rango de 5 a 7 artículos publicados.
- La distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2, de manera que al tener que recorrer una distancia corta, se espera que la información se mueva de forma ágil dentro de la subred.



**Figura 21.** Clúster 3: subcomunidad 10 nodos.

Por otra parte, la subred de Marc Via se caracteriza porque todos los nodos son miembros del *Genomes Project Consortium*.

El **clúster número 4** está formado por 63 nodos y presenta un bajo nivel de cohesión, debido a que tan solo se da el 19,56% de los enlaces posibles entre ellos (densidad= 0, 19559652) y su grado medio es igual a 12,12698413. La figura central de esta comunidad es Isidro Ferrer, investigador del INUB al frente del grupo de investigación de neuropatología, coordinador del Instituto de Neuropatología del Hospital de Bellvitge y catedrático del Departamento de Patología y Terapéutica Experimental Universidad de Barcelona, quien registra un grado de 57, una cercanía de 0,925373134 y una intermediación de 0,603662293. Tanto su estatus académico-investigador como los valores indicados en las medidas de centralidad hacen suponer que pueda ejercer un importante control sobre los recursos y la información que manipula la comunidad. De las subredes detectadas dentro de esta comunidad hay dos que cuentan con la presencia de algún investigador del INUB, una formada por 25 nodos y otra por 7.

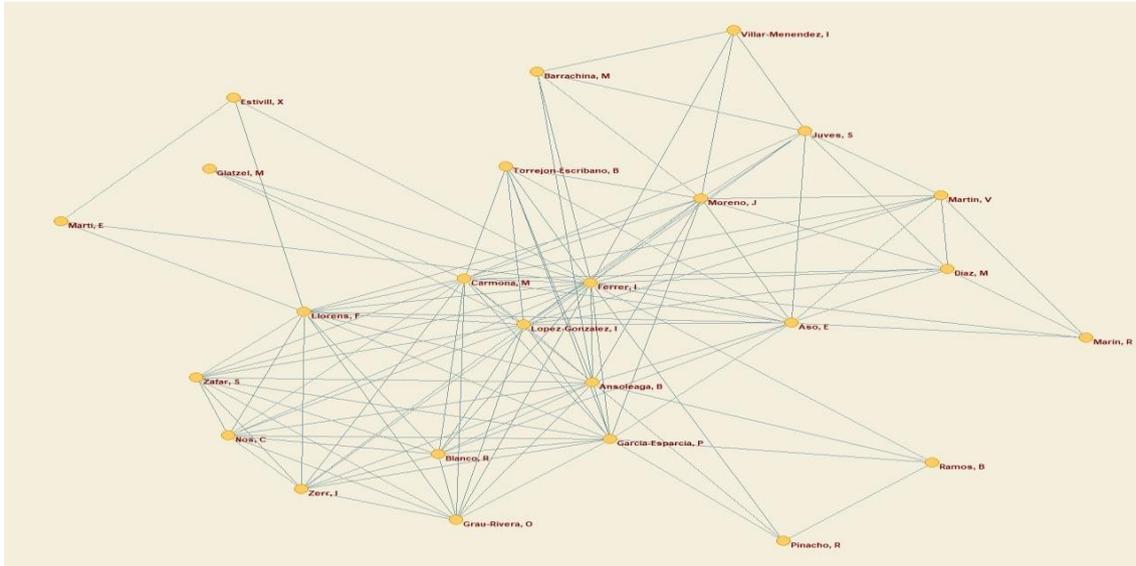
La Figura 22. representa la subred más grande y muestra una baja cohesión con tan solo el 40,33% de los enlaces posibles de entre todos los nodos que la conforman (densidad= 0,40333333).

Entre las principales características cabe destacar:

- Principalmente, su campo de investigación se centra en el estudio de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer, el Parkinson o la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob.

- Se constata una fuerte presencia de miembros pertenecientes a algún grupo de investigación en neuropatología del INUB, del Instituto de Neuropatología del Hospital de Bellvitge y/o del CIBERNED. Diez de los veinticinco investigadores pertenecen como mínimo a uno de los grupos.
- Isidro Ferrer que ocupaba una posición claramente central dentro de la comunidad, lo sigue haciendo dentro de esta subcomunidad ( $G=24$ ,  $C=1$  e  $I=0,331608006$ ). Este hecho y su estatus académico-investigador, le presuponen un poder de control de los recursos y de la información. En la zona más periférica se encuentra una mezcla de investigadores séniores y noveles, como Belén Ramos y Raquel Pinacho. Ambas pertenecen al grupo de investigación de Psiquiatría Molecular del Institut de Recerca de la Fundació Sant Joan de Déu, pero la primera ejerce el rol de investigadora principal, mientras que la segunda es una investigadora postdoctoral. Otro investigador sénior situado en la periferia es Xavier Estivill del *Centre for Genomic Regulation*, especializado entre otros temas, en el estudio de las causas genéticas vinculadas a enfermedades de tipo neurodegenerativo. El hecho que este investigador de trayectoria contrastada se encuentre en la periferia de la subred, es debido a su menor intensidad de participación dentro de la subred y es indicativo de la colaboración multidisciplinar que se requiere para avanzar en el estudio de campos tan complejos como el que ocupa a los miembros de esta subred, el de las enfermedades neurodegenerativas. En la zona periférica también se encuentran investigadoras séniores de la *Georg-August-Universität-Göttingen*. En este caso la situación en la subred se debe más a proyectos de colaboración entre dicha universidad y el CIBERNED, que al estatus académico-investigador de las investigadoras.
- En cuanto a la productividad, Isidro Ferrer ( $n=158$ ) no solo es el autor más productivo de esta subred y de la comunidad a la que pertenece, si no que ocupa el segundo lugar en el ranking general, tanto de la red original de 6.711 investigadores como de la simplificada de 710. Dentro de la subred, su principal colaboradora es Margarita Carmona ( $n=24$ ), miembro del personal técnico de soporte a la investigación de los diferentes grupos de investigación que lidera Isidro Ferrer. Esta intensidad de colaboración revela la importancia de la participación de investigadores de perfil técnico en los proyectos de investigación.
- No parece observarse una relación directa entre los parámetros productividad-centralidad. Por ejemplo, Ester Asó que cuenta con 21 artículos publicados, ocho más que Irene López-González, registra unos valores inferiores a esta en las medidas de centralidad.
- La distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2, por lo que se espera que la información llegue de forma rápida a todos los nodos de la subcomunidad.

- A nivel institucional, se observa una importante representación de los institutos de investigación y centros hospitalarios vinculados a la Universidad de Barcelona, como el IDIBELL y el Hospital de Bellvitge. También se encuentra fuertemente representado el CIBERNED. En menor medida, aparecen otras universidades tanto de ámbito local (ej. Universitat Pompeu Fabra) como de ámbito internacional (ej. *Georg-August-Universität-Göttingen*).



**Figura 22.** Clúster 4: subcomunidad 25 nodos.

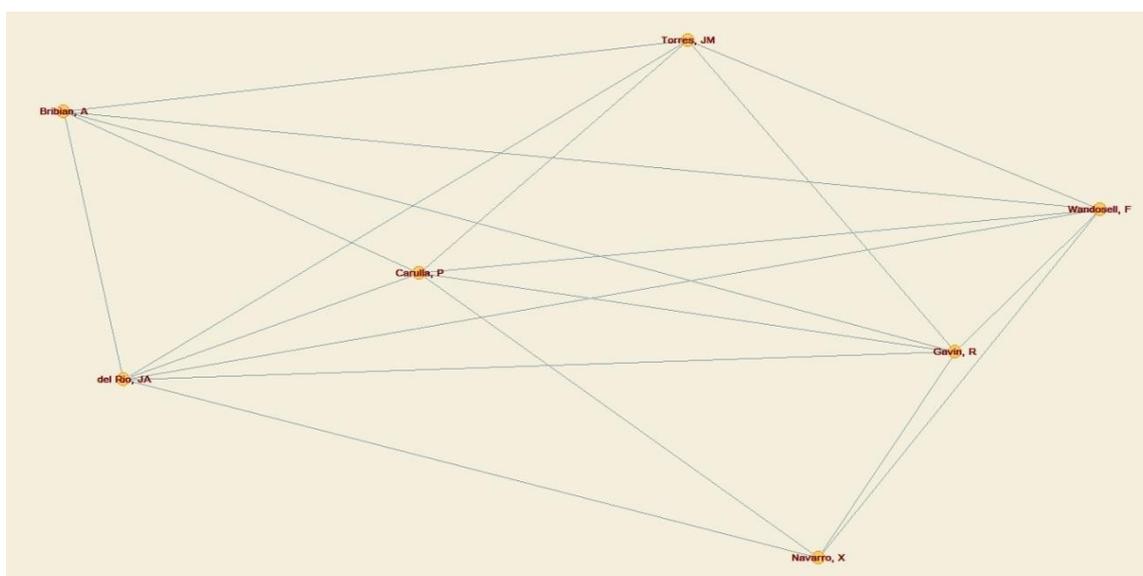
La Figura 23 representa la subred de 7 nodos dentro del clúster 4 y se caracteriza por una elevada cohesión, con más del 90% de los enlaces posibles entre los distintos nodos (densidad= 0,90476190) y un grado medio de 5,42857143. En ella están presentes los investigadores del INUB y profesores del Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología de la Universidad de Barcelona, José Antonio del Río y Rosalía Gavín. El primero es catedrático y responsable del grupo de investigación *Molecular and Cellular Neurobiotechnology*, vinculado al INUB y al Institut de Bioenginyeria de Catalunya (IBEC), mientras que la segunda es profesora agregada interina e investigadora sénior del citado grupo.

Los rasgos más distintivos de esta subred son:

- Su línea de investigación se centra en el estudio de la relación entre la mutación experimentada por el gen PRNP (PRioN Protein) y el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer.
- Tiene una estructura de malla y cuatro de sus siete investigadores registran los mismos valores en las medidas de centralidad ( $G=6$ ,  $C=1$  e  $I= 0,033333333$ ). Dos de ellos son los investigadores del INUB descritos con anterioridad y los

otros dos son, Francisco Wandosell, responsable del grupo de investigación en Mecanismos Moleculares de Neurodegeneración y Regeneración vinculado al Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CBMSO) del CSIC y a la Universidad Autónoma de Madrid, y Patricia Carulla, investigadora novel del IBEC. Por sus respectivos estatus académico-investigador, es de esperar que los tres primeros ejerzan un cierto control sobre los recursos y la información de la subred, especialmente José Antonio del Río y Francisco Wandosell en su calidad de responsables de un grupo de investigación, mientras que a Patricia Carulla la colaboración con tres investigadores de trayectoria reconocida le sirve para acumular prestigio y desarrollar sus habilidades investigadoras. Aunque presenta unos valores de centralidad ligeramente inferiores a los anteriores investigadores, Juan María Torres, investigador titular del grupo de investigación en Biología Celular y Molecular de Priones del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) del CSIC, es otra figura relevante dentro de la subred.

- Otra muestra de la cohesión del grupo es que el rango de valores en la medida de cercanía oscila entre el 0,75 y el 1, y la distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2. Ambos datos son indicativos de que la información fluirá de forma rápida por la subred.
- No parece existir una relación entre productividad y centralidad, puesto que José Antonio del Río, que es con diferencia el autor más productivo dentro de la subred (n=25), presenta los mismos valores en las medidas de centralidad que otros investigadores menos productivos (ej. Francisco Wandosell, n=5).
- La Universidad de Barcelona, mediante el INUB y el IBEC, y el CSIC, a través del CBMSO y el INIA, son las instituciones más representativas.



**Figura 23.** Clúster 4: subcomunidad 7 nodos.

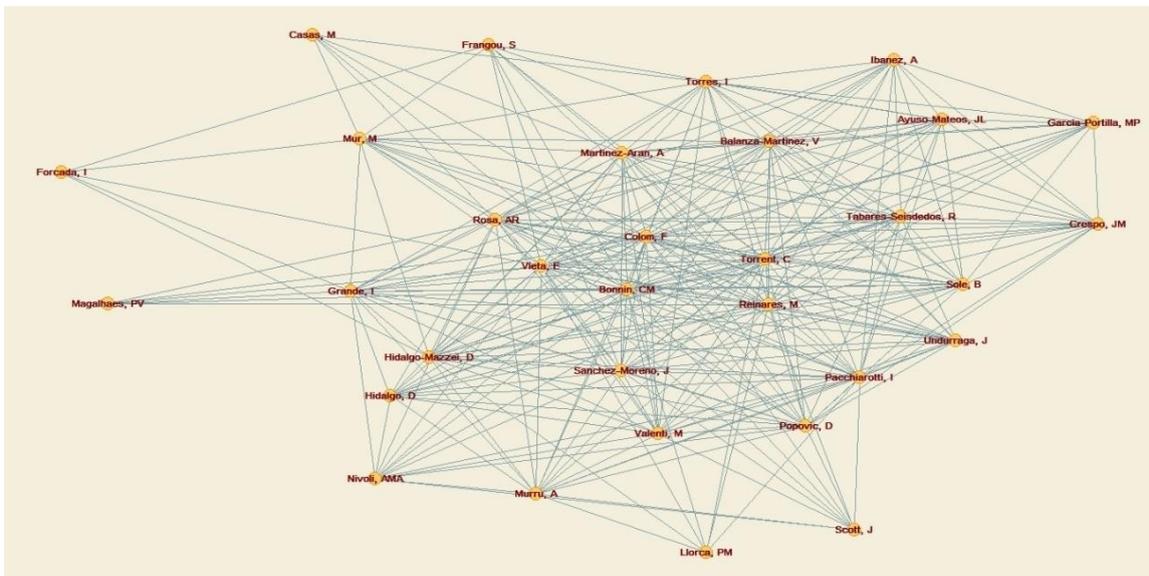
El **clúster número 5** representa la comunidad más numerosa dentro de la red simplificada, tiene 181 nodos y cuenta con una importante presencia de investigadores del INUB. Se trata de una comunidad poco cohesionada donde solo se produce el 14,83% (densidad=0,14825046) de los enlaces posibles y que tiene un grado medio de 26,68508287. En el global de la comunidad el investigador que ocupa una posición más central es Eduard Vieta (G=120, C=0,737704918 e I=0,209959829), seguido de Ana María González Pinto (G=104, C=0,674157303 e I=0,08250141) y Miguel Bernardo (G=88, C=0,652173913 e I=0,08250141). El primero y el tercero son dos miembros del INUB de los que se ha venido hablando a lo largo de este trabajo, mientras que la segunda es profesora titular de la Universidad del País Vasco y actual presidenta de la Sociedad Española de Psiquiatría Biológica (SEPB), en sustitución de Miguel Bernardo. Dentro de este clúster se detectan 14 subredes con un tamaño que va de los 3 a los 32 nodos.

La subred más grande (Figura 24), con 32 nodos, tiene una estructura de malla en la que se producen el 59,07% de todos los enlaces posibles entre nodos (densidad=0,59072581), dando muestra de un nivel moderado de cohesión dentro de ella. Se observa una intensa colaboración entre los nodos situados en la zona central del gráfico, con una cantidad importante de líneas entre ellos. La intensidad va decreciendo a medida que se desplaza la atención hacia la zona periférica de dicho gráfico. Entre los rasgos más identificativos cabe mencionar:

- La principal línea de investigación es el estudio del trastorno bipolar, línea que coincide con la de los grupos de investigación del INUB, del IDIBAPS y del CIBERSAM que dirige el investigador central de la subred, Eduard Vieta (G=31, C=1 e I= 0,080207856). A tenor de los valores registrados por este investigador y de su contrastada trayectoria en el campo académico y de la investigación, es de esperar que tenga un control sobre los recursos y la información que se mueven por la subred.
- Casi la mitad de los investigadores (n=14) son miembros del grupo *Bipolar Disorder* del INUB y/o del grupo de investigación del CIBERSAM. Los valores registrados por estos en la medida de cercanía oscilan entre 0,673913043 y 1, y la distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2, lo que lleva a pensar que la información se mueva de forma rápida dentro de la subred.
- La relación entre productividad-centralidad no es del todo directa, puesto que no siempre el investigador con mayor producción registra valores más altos en las medidas de centralidad, con excepción de Eduard Vieta que ocupa la primera posición en ambos rankings.
- A nivel de producción se establece una colaboración intensa entre los miembros del INUB, del IDIBAPS y del CIBERSAM, destacando las colaboraciones del

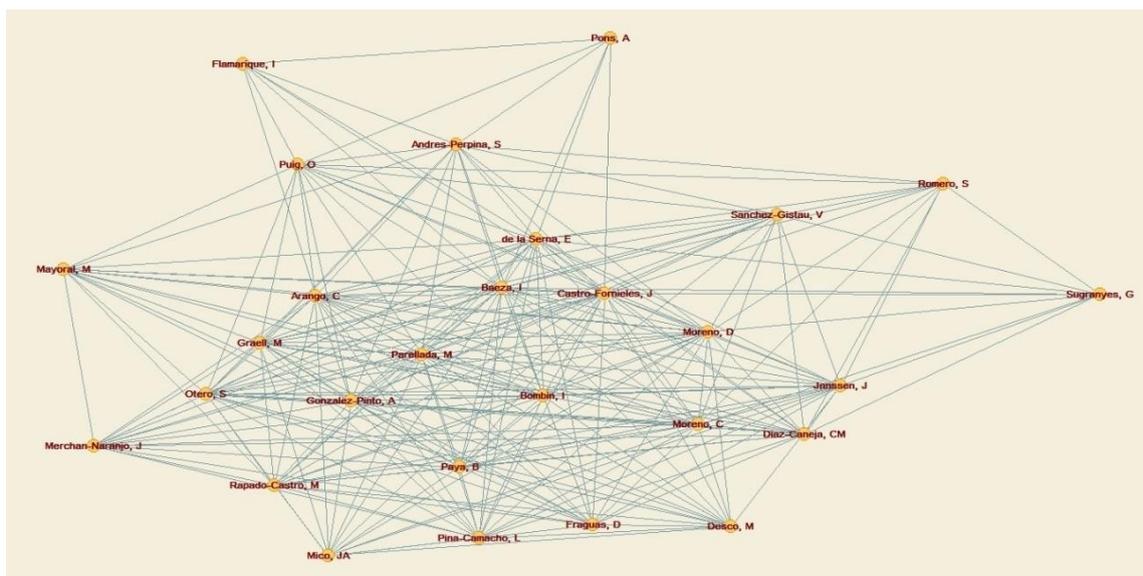
investigador principal de la subred con Caterina del Mar Bonnin (n=38), investigadora novel perteneciente al INUB, al IDIBAPS y al CIBERSAM, y con Francesc Colom (n=28), investigador sénior del Institut Hospital del Mar d'Investigacions Biomèdiques y del IDIBAPS. También se observan colaboraciones entre investigadores séniores de diferentes grupos del CIBERSAM, como por ejemplo la de Eduard Vieta con Rafael Tabares Seisdedos y Vicent Balanzá Martínez, catedrático y profesor asociado de la Universidad de Valencia respectivamente.

- Algunos de los nodos situados en la periferia de la subred, representan investigadores pre y postdoctorales del IDIBAPS (Alessandra Nivoli, Andrea Murru), la trayectoria profesional de los cuales incrementa de prestigio gracias a la colaboración con investigadores más contrastados.
- A nivel institucional, la Universidad de Barcelona se ve fuertemente representada mediante el INUB, el Hospital Clínic y el IDIBAPS, pero también lo hacen otras universidades españolas, como la Universidad de Valencia o la Autónoma de Madrid, a través del CIBERSAM. Desde el punto de vista internacional destaca la participación de la *Universidade Federal do Rio Grande do Sul* de Barsil, representada en la figura de Adriane Ribeiro Rosa, investigadora sénior del *Instituto de Ciências Básicas da Saúde*.



**Figura 24.** Clúster 5: subcomunidad 32 nodos.

La Figura 25 representa la segunda subred más grande del clúster 5 (n=28), caracterizada por su estructura de malla y un nivel de cohesión moderado al darse el 68,52% de todos los enlaces posibles entre nodos (densidad=0,68518519). Como sucedía en la subred anterior, en esta se establece una colaboración intensa entre los nodos de la zona central del gráfico, intensidad que va disminuyendo en la periferia de dicho gráfico.



**Figura 25.** Clúster 5: subcomunidad 28 nodos.

Sus rasgos más significativos son:

- Su campo de investigación se centra en trastornos neurológicos sufridos por niños y adolescentes, como la aparición temprana de episodios psicóticos relacionados con la esquizofrenia y el trastorno bipolar.
- En base a los valores registrados en las medidas de centralidad, dos investigadoras ocupan una posición central, Inmaculada Baeza y Josefina Castro-Fornieles. La segunda es profesora agregada del Departamento de Medicina de la Universidad de Barcelona, responsable del grupo de investigación del INUB *Child and Adolescent Psychiatry and Psychology Research Group* e investigadora del IDIBAPS, mientras que la primera es psiquiatra en el Hospital Clinic de Barcelona, investigadora sénior del IDIBAPS y miembro del grupo de investigación del INUB que dirige Josefina Castro-Fornieles. A pesar de la supuesta igualdad que los resultados en las medidas de centralidad ( $G=27$ ,  $C=1$  e  $I= 0,054917657$ ) atribuyen a ambas investigadoras, el estatus académico-investigador de Josefina Castro-Fornieles lleva a pensar que esta pueda ejercer un mayor grado de control sobre los recursos y la información de la subred.
- Que en la medida de cercanía un 78,57% de los nodos ( $n=22$ ) se sitúen dentro de un rango comprendido entre 0,710526316 y 1, añadido al hecho que la distancia máxima entre pares de nodos sea igual a 2, son indicativos de una circulación rápida de la información por la subred.
- No se establece una relación directa entre los parámetros de productividad-centralidad. Si bien Josefina Castro-Fornieles es la investigadora más productiva y ocupa una posición central dentro de la subred, se da el caso de Elena de la Serna, quien tiene menos artículos que Celso Arango ( $n_{Serna}=27 < n_{Arango}=42$ ) pero registra valores más altos que este en las medidas de centralidad. Es probable que la situación anterior sea fruto de la colaboración intensa de Elena de la Serna con

la investigadora más productiva de la subred, Josefina Castro- Fornieles.

- A parte de la intensa colaboración de Josefina Castro-Fornieles con miembros de su equipo de investigación, la subred también refleja una estrecha colaboración entre diferentes grupos de investigación del CIBERSAM. Ana González-Pinto, profesora titular de la Universidad del País Vasco, y Celso Arango, profesor titular de la Universidad Complutense de Madrid, dirigen grupos de investigación de la CIBERSAM y publican una importante cantidad de artículos, 23 y 32 respectivamente, en colaboración con Josefina Castro-Fornieles, que pertenece al grupo de investigación de la CIBERSAM dirigido por Miguel Bernardo. Tal colaboración favorece la participación dentro de la subred de otros investigadores pertenecientes a alguno de los citados grupos.
- En la zona periférica de la subcomunidad se encuentran investigadores noveles como Olga Puig e investigadores séniores como Gisela Sugranyes, quien lidera uno de los grupos de investigación del IDIBAPS.
- Desde el punto de vista institucional la subred es representativa de diferentes universidades españolas. En primer lugar, se encuentra la Universidad de Barcelona, representada mediante el INUB, el Hospital Clínic de Barcelona y el IDIBAPS. Le siguen la Universidad Complutense de Madrid y la Universidad de Cantabria, representadas mediante el Hospital Universitario Gregorio Marañón y el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla respectivamente. También cabe destacar la fuerte presencia de la Universidad del PaísVasco.

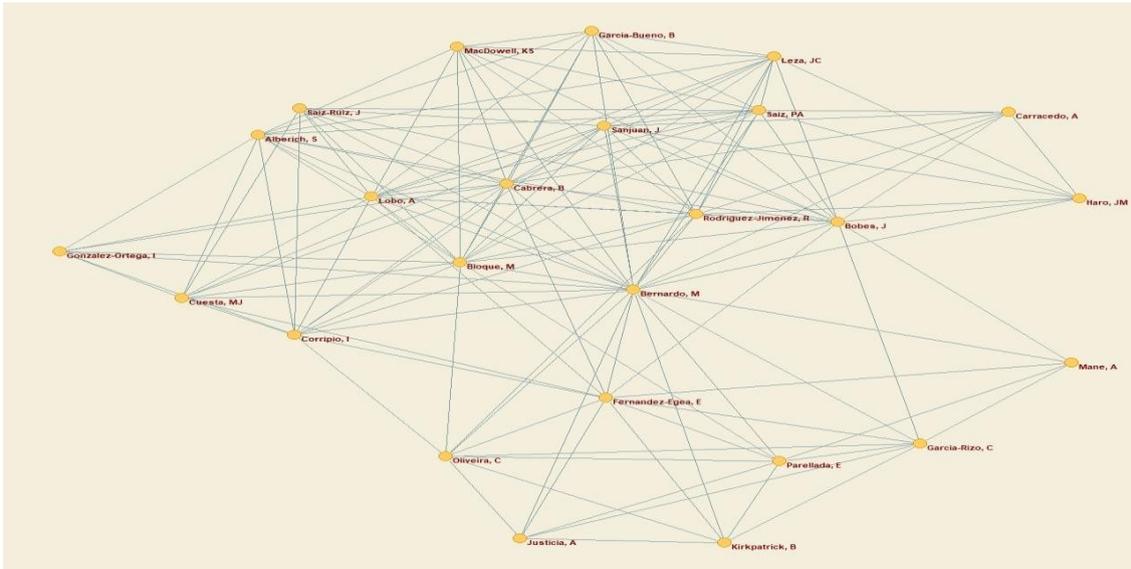
La siguiente subcomunidad en cuanto a tamaño, tiene 25 nodos (Figura 26) y su figura central es Miguel Bernardo ( $G=24$ ,  $C=1$  e  $I= 0,248902979$ ), profesor titular del Departamento de Medicina de la Universidad de Barcelona, responsable del grupo de investigación *Clinic Schizophrenia Group* del INUB y de la línea de investigación *Bases Biològiques del Trastorn Psíquic i Psiquiatria Nuclear* del IDIBAPS, así como de uno de los grupos del CIBERSAM y del Programa *Esquizofrenia Clínic* del Hospital Clínic de Barcelona. En base a estos datos es de esperar que sea el investigador que ejerza un mayor control sobre los recursos y la información de la subred.

Sus principales rasgos distintivos son:

- Su estructura es de malla, muestra un nivel medio-bajo de cohesión con tan solo el 46,67% de los enlaces posibles entre todos los nodos (densidad= 0,46666667) y un grado medio de 11,2.
- El área principal de investigación de esta subred es el estudio de la aparición de los primeros brotes psicóticos, especialmente en aquellas personas que sufren esquizofrenia. Esta línea de investigación coincide con la de los diferentes grupos de los que es responsable Miguel Bernardo.
- A pesar de ser una subred más descentralizada, con una importante presencia de nodos en su periferia, se detectan algunos miembros de los diferentes equipos de investigación dirigidos por Miguel Bernardo que ostentan una posición más

central. Es el caso de los investigadores noveles Miquel Bioque y Bibiana Cabrera, ambos pertenecientes a los grupos de investigación del INUB, del IDIBAPS y del CIBERSAM. La posición que ocupan está relacionada con la intensa colaboración que llevan a cabo con el investigador central de la subred.

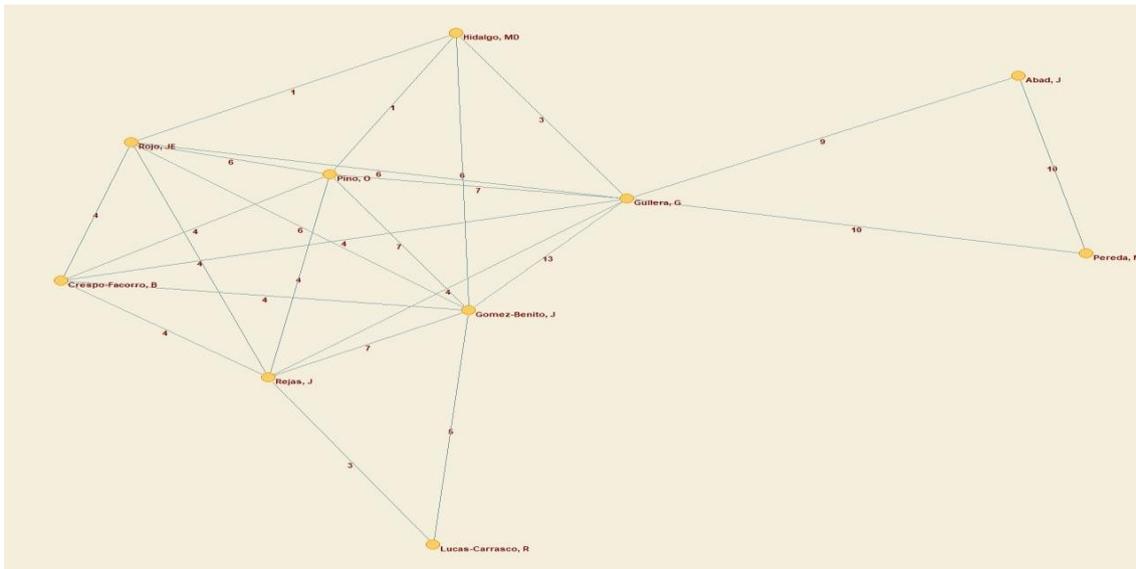
- En las zonas más periféricas también se observa la presencia de investigadores pertenecientes a los grupos de investigación liderados por Miguel Bernardo, como Eduard Parellada, miembro de la Unidad de Esquizofrenia del Hospital Clínic de Barcelona.
- No parece existir una relación directa entre la productividad y la centralidad de los investigadores. Un ejemplo de esta circunstancia es el de Emilio Fernández Egea quien, a pesar de haber publicado más artículos que Miquel Bioque, 18 y 16 respectivamente, registra valores inferiores a este en las medidas de centralidad.
- Dentro de esta subcomunidad se dan relaciones entre investigadores de integrantes de tres grupos distintos del CIBERSAM. A parte de los investigadores del grupo de Miguel Bernardo, la subred también cuenta con la presencia de Julio Bobes, catedrático del Departamento de Medicina de la Universidad de Oviedo y responsable de uno de los grupos, Pilar Alejandra Sáiz, profesora de la misma universidad e integrante del grupo de Julio Bobes, Juan Carlos Leza, catedrático del Departamento de Farmacología de la Universidad Complutense de Madrid y responsable de otro grupo del CIBERSAM, Borja García Bueno y Karina Macdowell, miembros del grupo de Juan Carlos Leza.
- A parte de los catedráticos de universidad que se han ido citando, la subred también cuenta con la participación de otro catedrático, Antonio Lobo de la Universidad de Zaragoza, y de Emilio Fernández-Egea, profesor lector de la Universidad de Cambridge. Es con este último investigador con quien Miguel Bernardo establece una colaboración más intensa a nivel de artículos producidos.
- El rango de los valores en la medida de cercanía, que va de 0,558139535 a 1, y una diferencia máxima entre nodos igual a 2, lleva a pensar que la información circule de una forma relativamente fluida.
- La Universidad de Barcelona es la institución que se ve más representada, mediante el INUB, el IDIBAPS y el Hospital Clínic de Barcelona. Además de esta universidad, a través de la CIBERSAM se ven fuertemente representadas la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad de Zaragoza y la Universidad de Oviedo. La Universidad de Cambridge del Reino Unido es otra de las instituciones que tiene una participación significativa dentro de la subred.



**Figura 26.** Clúster 5: subcomunidad 25 nodos.

La Figura 27 representa una de las subredes más pequeñas del clúster 5, caracterizada por un nivel moderado de cohesión, con el 53,33% (densidad=0,53333333) y un grado medio de 4,8. Destaca por la presencia de diversas investigadoras del INUB, dos de las cuales están al frente de alguna línea o grupo de investigación de este. Por una parte, Juana Gómez Benito, catedrática del Departamento de Psicología Social y Psicología Cuantitativa, y por otra, Noemí Pereda, profesora titular del Departamento de Psicología Clínica y Psicobiología. La primera es responsable del *Study Group on Invariance of Analysis and Measurement Instruments of Change in The Social and Health Areas* y la segunda del *Child and Adolescent Victimization Research Group (GREVIA)*, ambos grupos vinculados al INUB.

El hecho que esta subred sea representativa de líneas de investigación que no tienen una relación directa, se explica a partir de la investigadora que ocupa una posición central dentro de la misma, Georgina Guilera (G=8, C=0,9 e I= 0,402777778), profesora agregada del Departamento de Psicología Social y Psicología Cuantitativa, quien forma parte de los dos grupos de investigación citados con anterioridad y que establece una intensa colaboración con Juana Gómez Benito y Noemí Pereda, con quienes publica 13 y 10 artículos respectivamente.



**Figura 27.** Clúster 5: subcomunidad 10 nodos.

El **clúster número 6** representa una comunidad de 72 nodos con una baja cohesión, puesto que solo se da el 13,46% de todos los enlaces posibles entre ellos (densidad= 0,13458529) y tiene un grado medio de 9,55555556. Dentro de ella, los investigadores del INUB Jordi Alberch (G=22, C= 0,546153846 e I= 0,337922498) y Francisco Ciriuela (G=22, C= 0,510791367 e I= 0,288527704) ocupan la posición más central. Se detectan siete subredes que contienen entre 5 y 21 nodos.

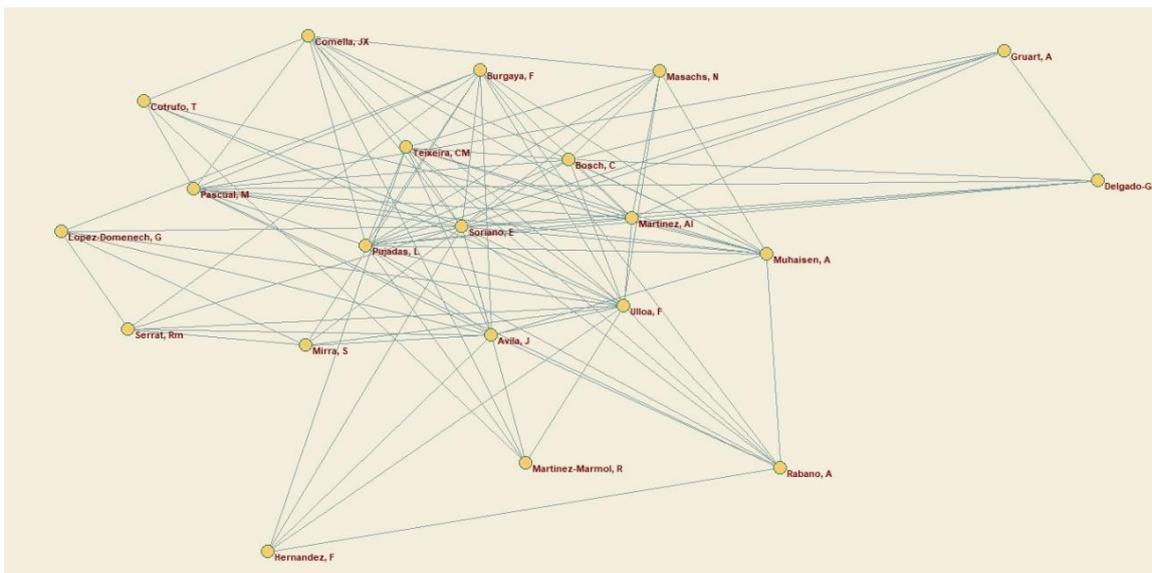
La subred más grande del clúster 6 (Figura 28) tiene una estructura de malla y un nivel de cohesión medio, con un 49,05% de todos los enlaces posibles entre los nodos que la conforman y un grado medio de 9,80952381. La figura central es Eduardo Soriano (G=20, C=1 e I= 0,201783816), catedrático del Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología de la Universidad de Barcelona, responsable del grupo de investigación *Developmental Neurobiology and Regeneration* del INUB, de un grupo de investigación del CIBERNED y miembro del Institut Català de Recerca i Estudis Avançats (ICREA).

Entre sus principales características cabe destacar:

- Su interés investigador se centra en aspectos como el papel que juegan la reelina y los polimorfismos de un único nucleótido en el desarrollo del Alzheimer, coincidiendo con las líneas de investigación de los grupos del INUB y del CIBERNED que lidera Eduardo Soriano.
- La zona periférica del gráfico está poblada de investigadores noveles, buena parte de los cuales forman parte de los grupos de investigación del investigador central de la subred. Este sería el caso de las investigadoras postdoctorales Tiziana Cortufo y Serena Mirra, ambas integrantes del grupo de investigación del INUB y del CIBERNED, quienes al encontrarse en el inicio de su carrera investigadora

difícilmente podrán ejercer un control sobre los recursos y la información que circulan dentro de la subred. En la parte central del gráfico, próximos a Eduardo Soriano, se ubican dos investigadores que todavía no gozan de una trayectoria consolidada en el campo de la investigación pero que ya no son noveles, como Lluís Pujadas y Fausto Ulloa. Todos estos investigadores, los más noveles y los que todavía no han consolidado su estatus, se benefician de la participación en los proyectos de investigación de primer nivel liderados por Eduardo Soriano.

- Aunque el investigador más productivo de la subred también es el más central, no parece haber una relación directa entre el parámetro productividad y centralidad. Así Lluís Pujadas que cuenta con más artículos que Fausto Ulloa, 11 y 7 respectivamente, se sitúa por detrás de este en los valores registrados en las medidas de centralidad.
- Que el rango de los valores en la medida de cercanía se mueva entre 0,571428571 y 1, y que la distancia máxima entre pares de nodos sea igual a 2, son datos indicativos de que la información se mueve dentro de la subred de una manera relativamente fluida.
- Dentro de esta subred se produce una clara representación de la Universidad de Barcelona y del CIBERNED.



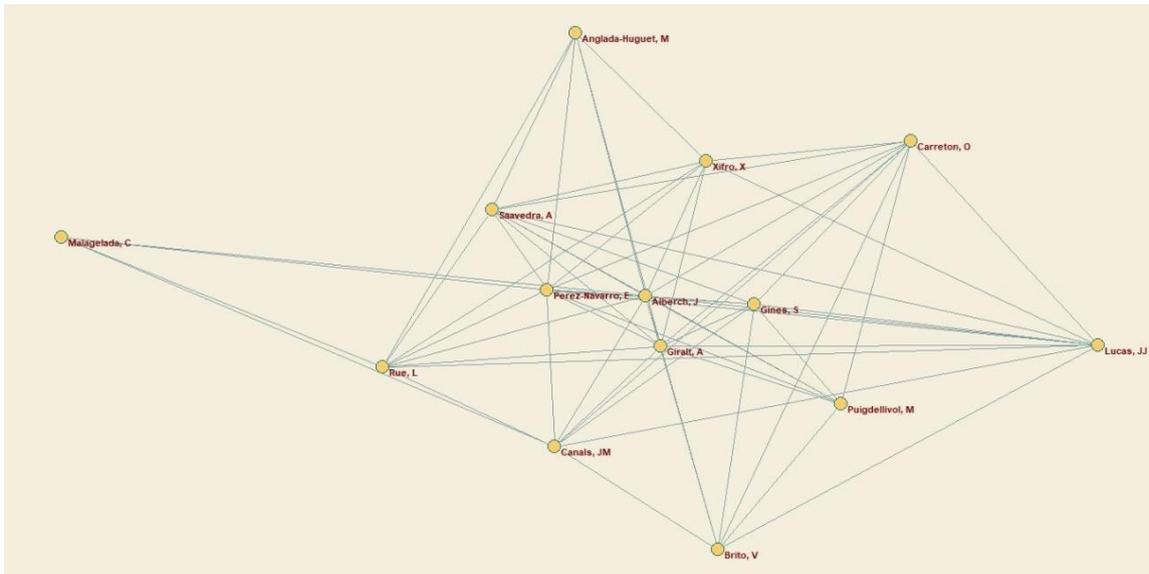
**Figura 28.** Clúster 6: subcomunidad 21 nodos.

Otra de las subredes destacadas dentro del clúster 6 es la que tiene como investigador central a Jordi Alberch ( $G=13$ ,  $C=1$  e  $I=0,091514042$ ), catedrático del Departamento de Biomedicina de la Universidad de Barcelona, responsable del grupo de investigación del INUB *Cellular and Molecular Basis of Huntington's Disease and Other Disorders of The Basal Ganglia*, de un grupo del IDIBAPS y de uno del CIBERNED. Se trata de una subcomunidad de 14 nodos que forman una estructura de malla (Figura 29) y que muestra un nivel moderado de cohesión, con el 69,23% de los enlaces posibles entre todos los nodos (densidad= 0,69230769) y un grado medio de 9.

Sus principales rasgos distintivos son:

- El principal campo de investigación es el estudio de la enfermedad de Huntington, coincidiendo con el de los diferentes grupos que lidera Jordi Alberch.
- Jordi Alberch ocupa un lugar central dentro de la subcomunidad, seguido de cerca por dos investigadores de su mismo departamento, Ester Pérez-Navarro (G=12, C= 0,928571429 e I= 0,068315018) y Albert Giralt (G=12, C= 0,928571429 e I= 0,050915751). La primera es profesora titular de universidad y miembro del INUB, mientras que el segundo es un investigador postdoctoral galardonado con el premio Joven Investigador del CIBERNED. A pesar de la igualdad registrada en las medidas de centralidad, es de esperar que por su estatus académico-investigador Jordi Alberch y, en menor medida, Ester Pérez-Navarro ejerzan un mayor control sobre los recursos y la información propios de la subred.
- Como viene sucediendo en todas las subredes analizadas, la relación productividad-centralidad solo se observa con el investigador central. Un ejemplo ilustrativo de esta situación es el de Josep Maria Canals, profesor titular del Departamento de Biomedicina de la Universidad de Barcelona quien, a pesar de tener más artículos publicados que Albert Giralt, 15 y 12 respectivamente, se sitúa por detrás de este en las medidas de centralidad.
- Que en la medida de cercanía más del 70% de los nodos (n=10) registre valores comprendidos entre 0,722222222 y 1, y que la distancia máxima entre pares de nodos sea igual a 2, son indicativos de una circulación rápida de la información dentro de la subred.
- Se refleja la colaboración entre diferentes grupos de investigación del INUB, puesto que entre los miembros de la subred se encuentran Cristina Malagelada, profesora agregada del Departamento de Biomedicina y responsable del *Malagelada's Lab*, y Josep Maria Canals, responsable del grupo *Stem cells and regenerative medicine*. La relación de estos grupos de trabajo con el de Jordi Alberch es que una de las principales líneas de investigación de todos los grupos es la enfermedad de Huntington. El hecho que los dos primeros investigadores estén situados en la periferia da a entender que no forman parte del núcleo fuerte de colaboración de la subred.
- La zona periférica también se encuentra poblada de investigadores noveles de los grupos de investigación de Jordi Alberch del CIBERNED y/o del IDIBAPS, como Ana Saavedra, Verónica Brito, Xavier Xifró y Mar Puigdellivol, esta última galardonada con el premio Joven Investigador del CIBERNED del año 2015. Estos investigadores tienen la posibilidad de aportar su talento a proyectos liderados por investigadores consolidados como Jordi Alberch, Josep Maria Canals, Ester Pérez-Navarro y Silvia Ginés, lo que les permite adquirir un mayor prestigio y avanzar en el desarrollo de su carrera investigadora.
- Desde el punto de vista organizacional, a parte de la colaboración entre grupos del INUB, se observa una intensa participación de miembros del Departamento de Biomedicina de la Universidad de Barcelona, que es la institución más

representada a través del INUB, el IDIBAPS y el CIBERNED.



**Figura 29.** Clúster 6: subcomunidad 14 nodos.

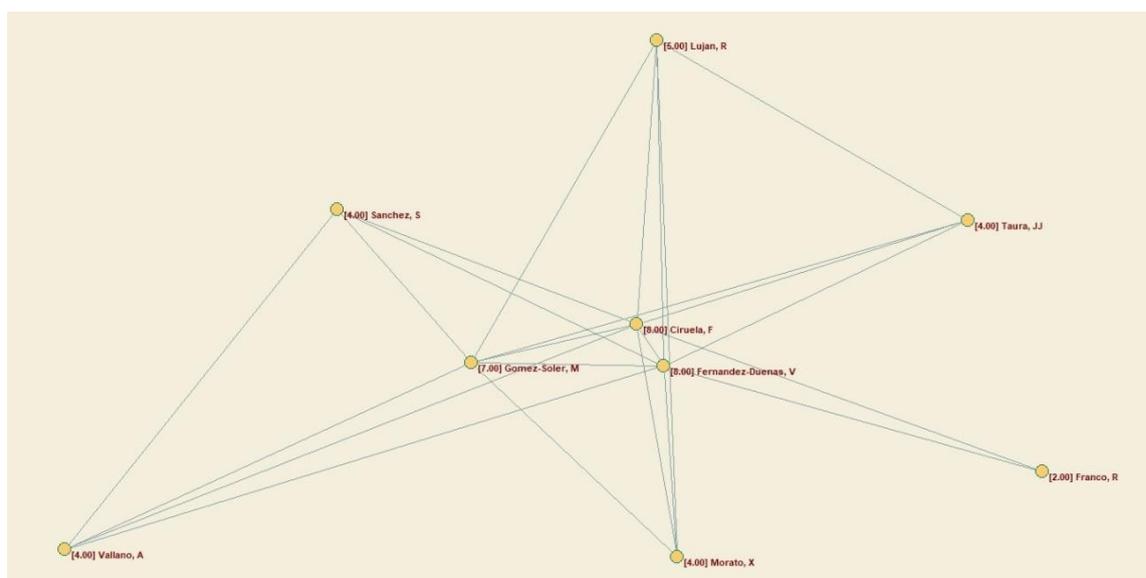
La Figura 30 muestra la representación gráfica de una subred de nueve nodos del clúster 6, caracterizada por su estructura de malla y un nivel moderado de cohesión, con el 63,89% de todos los enlaces posibles entre nodos (densidad=0,63888889) y un grado medio de 5,11.

Sus principales rasgos identificativos son:

- Dos investigadores ocupan una posición central. Francisco Ciruela ( $G=8$ ,  $C=1$  e  $I=0,1875$ ), catedrático del Departamento de Patología y Terapéutica Experimental, y Víctor Fernández-Dueñas, profesor agregado interino del mismo departamento. Ambos forman parte del grupo *Neuropharmacology and Pain* vinculado al INUB y al IDIBELL, liderado por el primero de ellos. A pesar de la igualdad registrada en las medias de centralidad, es de esperar que, por su estatus académico e investigador, Francisco Ciruela ejerza un mayor control sobre los recursos e información de la subred.
- Las líneas de investigación principales de la subred son las propias de los grupos que dirige Francisco Ciruela, el papel de los receptores de adenosina en el desarrollo de la esquizofrenia y de la enfermedad del Parkinson, y el del efecto de la proteína GPR37 sobre esta última enfermedad.
- El valor registrado en la medida de cercanía por todos los autores se mueve entre el 0,666666667 y 1, a excepción de Rafael Franco que tiene un 0,571428571. Este dato, unido al hecho que la distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2, son indicativos de que la información se mueve de forma relativamente ágil dentro de la subred.
- No se aprecia una relación entre los parámetros de productividad y de centralidad.

Francisco Ciruela (n=45) es mucho más productivo que Víctor Fernández-Dueñas (n=21) y sin embargo tiene los mismos valores que este en las medidas de centralidad. Otro ejemplo sería el de Antonio Vallano (n=11), quien a pesar de ser más productivo que investigadores como Xavier Morató y Jaume Taura, ambos con 5 artículos, ocupa una posición menos central que estos dentro de la subred.

- En la zona periférica se encuentra una mezcla de investigadores noveles como Xavier Morató y Jaume Taura, miembros del equipo de investigación vinculado al INUB y al IDIBELL que lidera Francisco Ciruela, y de investigadores séniores como Rafael Luján, catedrático de la Universidad de Castilla-La Mancha e investigador del Instituto de Investigación en Discapacidades Neurológicas (IDINE) de dicha universidad, y Rafael Franco, catedrático de la Universidad de Barcelona y miembro del Centro de Investigación Médica Aplicada (CIMA) de la Universidad de Navarra.
- Además del peso significativo de la Universidad de Barcelona, a través del INUB y del IDIBELL, la subred también cuenta con una fuerte representación de la Universidad Castilla-La Mancha y la Universidad de Navarra.

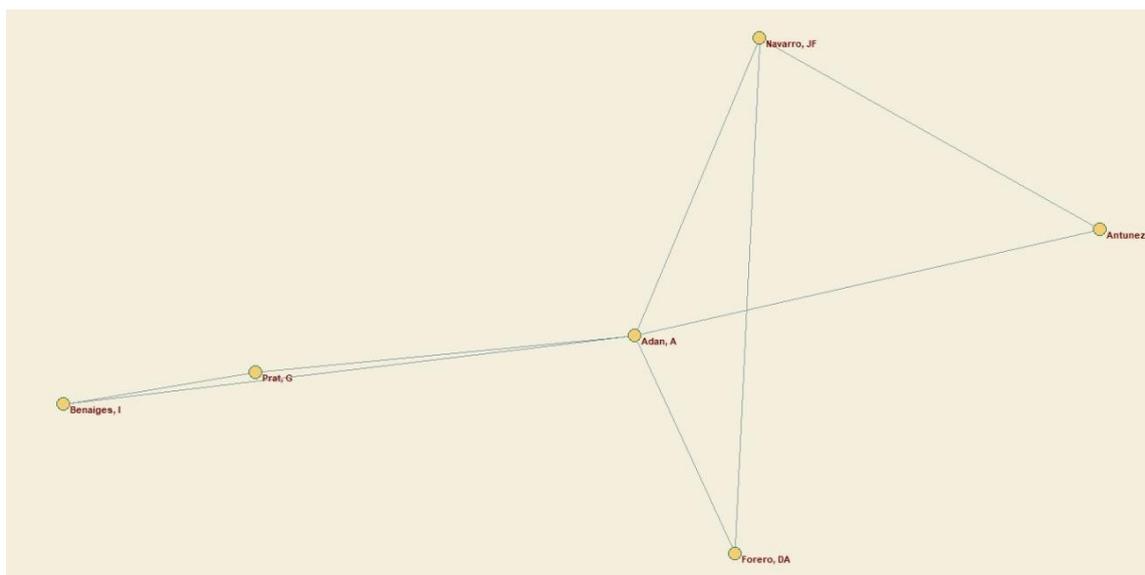


**Figura 30.** Clúster 6: subcomunidad 9 nodos.

Las subcomunidades más pequeñas dentro del clúster 6 tienen 5 y 4 nodos respectivamente. La subred de 5 nodos presenta un nivel de cohesión moderado, con un grado medio de 2,4 y el 60% (densidad=0,6) de todos los enlaces posibles entre nodos, mientras que la de 4 está totalmente conectada con una densidad igual a 1 y un grado medio de 3. Ambas subredes cuentan con la presencia de investigadores del INUB. La primera de las subredes es representativa del grupo de investigación *Laboratori de Neurobiologia Cel·lular i Molecular* vinculado al INUB y al IDIBELL, puesto que cuatro de los cinco investigadores son miembros de este. Dichos investigadores son Artur Llobet, Mireia Martín Satue, Juan Blasi y Carlos Solsona, siendo los dos primeros profesores agregados del Departamento de Patología y Terapéutica Experimental de la

Universidad de Barcelona y los dos últimos catedráticos del mismo departamento. Por su parte, la segunda de las subredes cuenta con la presencia de Jordi Llorens, catedrático del Departamento de Ciencias Fisiológicas de la Universidad de Barcelona, y de Carla Soler Martí, profesora asociada del mismo departamento. Ambos son integrantes del grupo de investigación *Physiopathology and toxicology of sensory and motor systems* del INUB, dirigido por Jordi Llorens. En ambas subredes la institución más representativa es la Universidad de Barcelona, mientras que la segunda de ellas cuenta con la presencia significativa de la Universidad de Girona, representada por Pere Boadas, profesor del Departamento de Medicina.

El **clúster número 7** (Figura 31) está integrado por 6 nodos que representan una comunidad con un nivel medio de cohesión, puesto que se produce el 53,33% de todos los enlaces posibles entre nodos (densidad=0,53333333) y tiene un grado medio de 2,66666667. Dentro de ella se encuentra la investigadora del INUB, Ana Adan, profesora titular del Departamento de Psicología Clínica y Psicobiología de la Universidad de Barcelona, que lidera el grupo de investigación *Addiction and Dual Disorders* del INUB.



**Figura 31.** Clúster 7.

Algunos de los rasgos característicos de este clúster son:

- Ana Adan ocupa una posición central dentro de la comunidad ( $G=5$ ,  $C=1$  e  $I=0,65$ ) y es de esperar que ejerza un cierto control sobre los recursos y la información vinculados a la comunidad.
- El estudio de los problemas derivados del consumo repetitivo de sustancias como el alcohol o las drogas, constituye la principal línea de investigación de la comunidad y coincide con la del grupo del INUB que lidera la investigadora central de la misma.

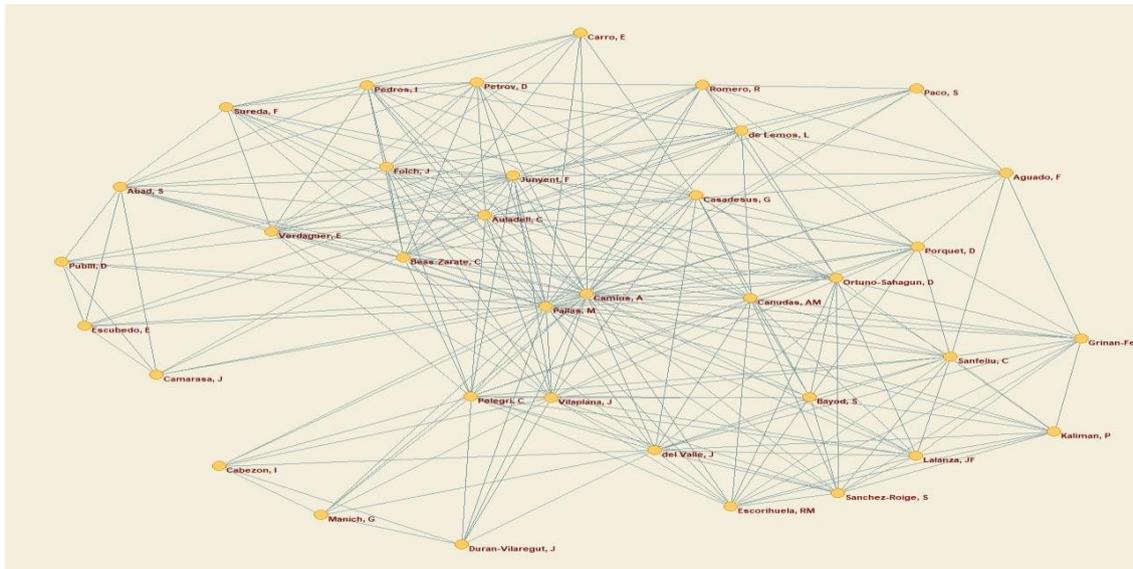
- La diferencia máxima entre pares de nodos es igual a 2 y los valores registrados en la medida de cercanía se mueven entre el 0,625 y 1, lo que conduce a pensar que la información llegue de forma relativamente rápida a todos los investigadores de la comunidad.
- Se observa una mezcla de investigadores séniores y noveles. Como investigadores séniores, además de Ana Adán, la comunidad cuenta con la participación de José Francisco Navarro, catedrático del Departamento de Psicobiología de la Universidad de Málaga, mientras que Irina Benaiges, del Departamento de Psicología Clínica y Psicobiología de la Universidad de Barcelona, y Juan Manuel Antúnez, del Departamento de Psicobiología de la Universidad de Málaga, representan los investigadores más noveles de la comunidad.
- Dentro de esta comunidad parece existir una relación entre la productividad y la centralidad de los investigadores, de manera que Ana Adán (n=31) y José Francisco Navarro (n=23) que son los investigadores más productivos, ocupan una posición más central dentro de la comunidad que Irina Benaiges y Juan Manuel Antúnez, con 5 artículos publicados por cada uno de ellos.
- La Universidad de Barcelona y la de Málaga, juntamente con la Universidad Antonio Narino de Bogotá, representada mediante el investigador Diego Forero, son las instituciones representadas dentro de esta comunidad.

El **clúster número 8** representa una comunidad poco cohesionada, compuesta por 42 nodos, en la que se produce el 31,82% de todos los encajes posibles entre ellos (densidad=0,31823461) y que tiene un grado medio de 13,04761905. Dentro de ella se observan dos subcomunidades, de 36 y 6 nodos respectivamente. Los investigadores que ocupan una posición más central son Mercè Pallàs y Antonio Camins, catedráticos del Departamento de Farmacología de la Universidad de Barcelona, responsables de algún grupo de investigación del INUB y miembros del Instituto de Biomedicina de la Universidad de Barcelona (IBUB). Ambos registran los mismos valores en las medidas de centralidad ( $G=35$ ;  $C=0,759259259$ ;  $I=0,151504681$ ). Un aspecto interesante de esta comunidad es que los citados investigadores se ven superados en la medida de intermediación por Joan Sansa, profesor agregado del Departamento de Cognición Desarrollo y Psicología de la misma universidad, lo que podría llevar a pensar que este último tenga un mayor control sobre los recursos y la información que se mueven por la comunidad. Sin embargo, la posición de intermediación se debe principalmente al vínculo de Joan Sansa con la Facultad de Farmacia y la Facultad de Psicología, dos facultades altamente representadas dentro de la comunidad y que de alguna manera se ven unidas en la comunidad a través de este investigador. De hecho, en las otras medidas de centralidad, Joan Sansa ( $G=5$  y  $C=0,440860215$ ) presenta valores notablemente inferiores a los de Mercè Pallàs y Antonio Camins.

La subcomunidad más grande dentro del clúster 8, formada por 36 nodos (Figura 32), tiene un nivel bajo de cohesión, con el 41,90% de todos los enlaces posibles entre nodos (densidad=0,41904762) y un grado medio de 14,66666667.

Entre sus principales características cabe destacar:

- Mercè Pallàs y Antonio Camins siguen ocupando una posición central, experimentando un incremento en la medida de cercanía ( $C=1$ ) y en la de intermediación ( $I=0,172481114$ ). Ambos investigadores son responsables de un grupo de investigación del INUB, Mercè Pallàs del *Neuropharmacology in Aging and Neurodegeneration* y Antonio Camins del *Neurofarmacologia: Prevenció de l'envelliment* (GREN). Los dos grupos convergen en la línea de investigación dedicada al estudio del Alzheimer desde la óptica de la neurofarmcología.
- Su estructura es de malla, con una mayor densidad de enlaces en la zona central, densidad que va disminuyendo en las zonas periféricas.
- Que la distancia máxima entre pares de nodos sea igual a 2 y que la medida de cercanía se mueva entre 0,555555556 y 1, hacen pensar que la información circula de una forma relativamente fluida dentro de la subred.
- A parte de los grupos del INUB dirigidos por los investigadores centrales de la subred, se observa la presencia de otros investigadores que lideran algún grupo del mismo instituto:
  - Carme Pelegrí y Jordi Vilaplana, profesores titulares del Departamento de Bioquímica y Fisiología de la Universidad de Barcelona, responsables del *Blood-Brain Barrier Research Group*.
  - Fernando Aguado, profesor titular del Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología de la Universidad de Barcelona, responsable del grupo *Intercellular Communication*.
  - Carme Auladell, profesora titular del Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología de la Universidad de Barcelona, responsable del grupo *Neurodegeneration and Neuroprotection*.
- Algunos de los investigadores que gozan de una trayectoria académica contrastada se sitúan en la zona periférica de la subred, como el caso de Elena Escubedo y Jorge Camarasa, catedráticos del Departamento de Farmacología, Toxicología y Química Terapéutica.
- A pesar del predominio de investigadores séniores, también se detecta la presencia de un importante número de investigadores noveles, como Lusia de Lemos, Gemma Manich, Sergi Bayod y David Porquet, que forman parte de alguno de los grupos de investigación del INUB.
- Parece producirse una relación entre la productividad de un investigador y su centralidad dentro de la subcomunidad. Por ejemplo, Mercè Pallàs ( $n=50$ ), Antonio Camins ( $n=50$ ) y Carme Auladell ( $n=21$ ), que son algunos de los autores más productivos, ostentan una mayor centralidad que Sergi Bayod ( $n=10$ ) y Jorge Camarasa ( $n=5$ ).
- A nivel institucional, la Universidad de Barcelona y la de Guadalajara (México) son las más representativas dentro de la subred, gracias a la intensa colaboración entre Mercè Pallàs y Antonio Camins con Carlos Beas Zárate.

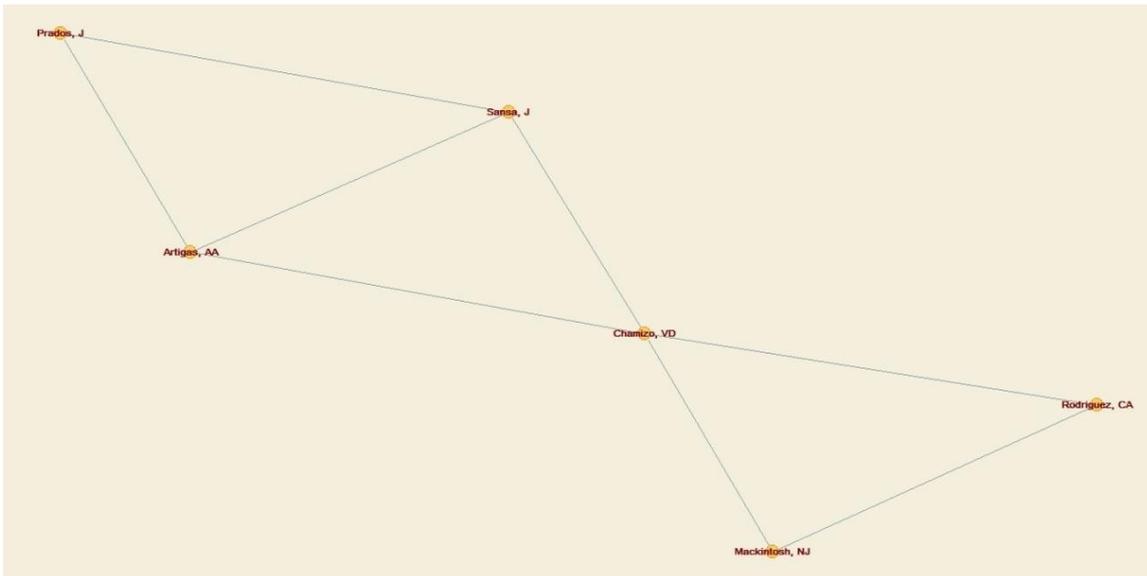


**Figura 32.** Clúster 8: subcomunidad 36 nodos.

Por otra parte, la subred de 6 nodos (Figura 33) tiene un nivel medio de cohesión, con el 53,33% (densidad=0,53333333) de los enlaces posibles entre ellos y un grado medio de 2,66666667. Dentro de ella, el papel central lo ocupa Victoria Díez-Chamizo ( $G=3$ ,  $C=0,833333333$  e  $I=0,6$ ), catedrática del Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación de la Universidad de Barcelona, y responsable del grupo *Neurovirtual Group – Learning and Cognition: A Comparative Approach* del INUB, y de quien se espera que ejerza un cierto control sobre los recursos y la información que se mueven por la subred.

Algunas de sus características son:

- El interés investigador de la subred se centra en el estudio de aspectos del condicionamiento clásico como el aprendizaje espacial y el perceptual, coincidiendo con las líneas de investigación del grupo del INUB de Victoria Díez-Chamizo.
- La distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2 y los valores registrados en la medida de cercanía se mueven entre 0,5 y 0,833333333, lo que lleva a pensar que la información se mueva de forma relativamente ágil dentro de la subred.
- Todos los miembros pertenecen al grupo de investigación liderado por Victoria Díez-Chamizo, a excepción de José Prados de la *University of Leicester* y de Nicholas John Mackintosh de la *University of Cambridge*. Este último, fallecido en 2015, fue una importante figura en el ámbito de la psicología experimental y recibió el *President's Award* de la *British Psychological Society*.

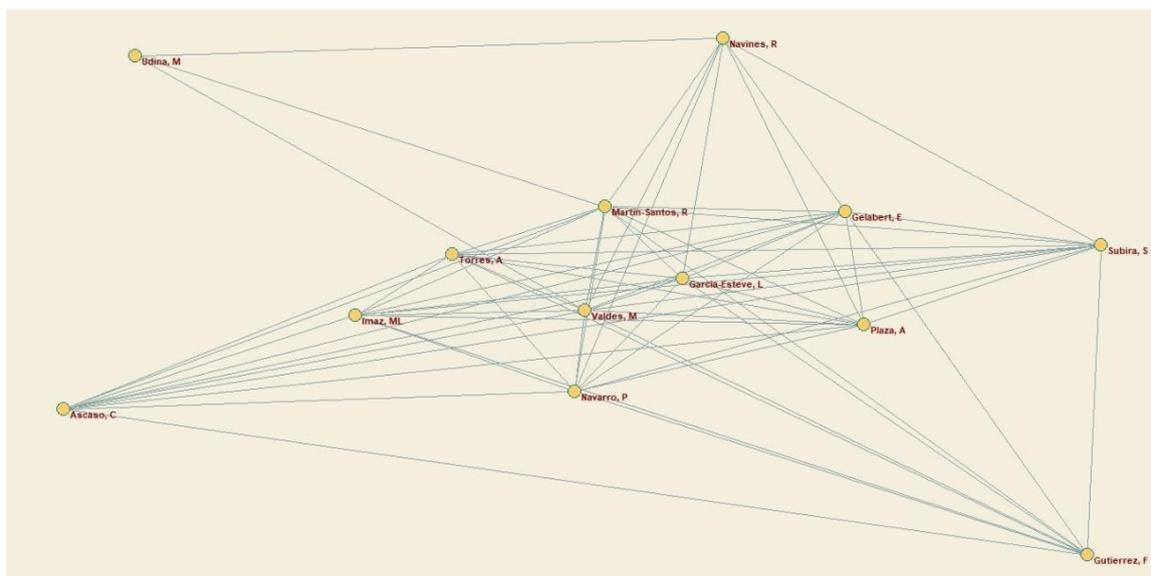


**Figura 33.** Clúster 8: subcomunidad 6 nodos.

El **clúster número 9** (Figura 34) es representativo de una comunidad muy cohesionada de trece nodos, en la que se produce el 83,33% (densidad=0,83333333) de todos los enlaces posibles entre ellos y que tiene un grado medio de 10. Entre sus principales rasgos característicos cabe destacar:

- Tiene una estructura de malla, donde Rocío Martín-Santos, profesora asociada médica del Departamento de Medicina de la Universidad de Barcelona, y Manuel Valdés, profesor titular del mismo departamento e investigador del INUB, ocupan una posición central registrando valores idénticos en las medidas de centralidad ( $G=11$ ,  $C=1$  e  $I=0,060227273$ ). Ambos son miembros del IDIBAPS en el área de investigación dirigida por Miguel Bernardo, están vinculados al Hospital Clínic de Barcelona y pertenecen al grupo consolidado de investigación *Vulnerabilitat, Piscopatología i Gènere*, el cual está coordinado por Rocío Martín-Santos. El 76,92% ( $n=10$ ) de los investigadores de esta comunidad pertenecen al citado grupo de investigación, lo que lleva a pensar que, a pesar de que los valores registrados por los nodos en las distintas medidas de centralidad son muy parecidos, sea Rocío Martín-Santos quien ejerza un mayor control sobre los recursos y la información que se mueven por la subred.
- En general, el campo de investigación de esta comunidad coincide con el del grupo de investigación dirigido por Rocío Martín-Santos.
- La distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2 y en la medida de cercanía los valores de todos los investigadores oscilan entre 0,8 y 1, a excepción de M. Udina que tiene un 0,571428571, por lo que es de esperar que la información circule de forma rápida dentro de la comunidad.

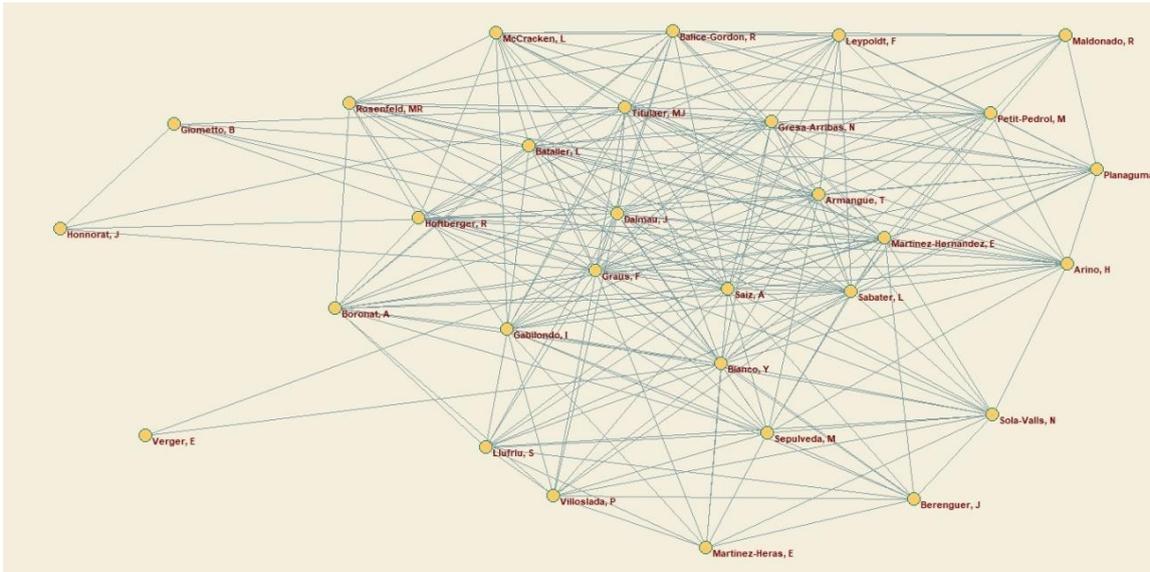
- Se aprecia una relación entre la productividad y la centralidad de los investigadores dentro de la comunidad. Rocío Martín-Santos (n=17) y Manuel Valdés (n=18), son más productivos y centrales que Estel Gelabert (n=8) y Susanna Subirà (n=7), quienes a su vez son más productivas y centrales que M. Udina (n=5).
- A pesar de la presencia de investigadores de un estatus académico e investigador contrastado, como el citado Manuel Valdés o Carlos Ascaso, profesor titular del Departamento de Fundamentos Clínicos de la Universidad de Barcelona, en la comunidad también se encuentran investigadores de tipo novel como Anna Torres y María Luisa Imaz, ambas vinculadas al Hospital Clínic de Barcelona e investigadoras predoctorales del IDIBAPS.
- El hecho que buena parte de los investigadores estén vinculados al IDIBAPS y/o al Hospital Clínic de Barcelona, confiere a la Universidad de Barcelona una visibilidad importante dentro de la comunidad, seguida de la Universidad Autónoma de Barcelona, que se ve representada por las investigadoras Estel Gelabert y Susanna Subirà.



**Figura 34.** Clúster 9.

El **clúster número 10** define una comunidad de 44 nodos muy poco cohesionada, en la que solo se da el 31'5% (densidad=0, 31501057) de los enlaces posibles entre ellos y que tiene un grado medio de 13,54545455. Dentro de ella se distinguen tres subredes, una de 30 nodos y dos de 7.

La subcomunidad de 30 nodos (Figura 35) tiene una estructura de malla y un nivel de cohesión medio, con la presencia del 54,71% (densidad=0,54712644) de todos los enlaces posibles entre los nodos de esta y un grado medio de 15, 86666667.



**Figura 35.** Clúster 10: subcomunidad 30 nodos.

Sus principales rasgos distintivos son:

- Dos investigadores registran los valores más altos en las medidas de centralidad. Ambos son miembros del Departamento de Medicina de la Universidad de Barcelona e investigadores principales del Programa de Neuroinmunología del IDIBAPS. El primero de ellos es Francesc Graus ( $G=29$ ,  $C=1$  e  $I= 0,137091295$ ), profesor titular de universidad y responsable del grupo de investigación del INUB *Immunopathogenesis Of Paraneoplastic Neurologic Syndrome*. El segundo es Josep Dalmau ( $G=26$ ,  $C= 0,90625$  e  $I= 0,062623002$ ), profesor asociado, miembro de la Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA) y responsable de la línea de investigación *Clinical and experimental neuroimmunology* del IDIBAPS. Sería de esperar que, en base a los valores de las medidas de centralidad y especialmente a los de la medida de intermediación, fuese Francesc Graus quien tuviera un mayor control sobre los recursos y la información de la subred, pero atendiendo al estatus académico-investigador de ambos es muy probable que dicho control lo ejerzan de forma compartida.
- El centro de interés investigador coincide con las líneas de investigación del grupo del INUB dirigido por Francesc Graus y las del Programa de Neuroinmunología del IDIBAPS (ex. Esclerosis, Neuromielitis Óptica, etc.).
- Más de la mitad de los investigadores ( $n=17$ ) son miembros del IDIBAPS y pertenecen a alguno de los grupos de investigación anteriores. Se trata de una mezcla de investigadores séniores y noveles. Aunque los séniores ocupan mayoritariamente posiciones centrales dentro de la subred (Francesc Graus, Josep Dalmau, Albert Saiz, Lidia Sabater), también se observa la presencia de

alguno de ellos en la zona periférica, como el caso de Pablo Villoslada, investigador principal dentro del Programa de Neuroinmunología del IDIBAPS. Por su parte, los noveles se sitúan principalmente en la periferia de la subred (Núria Solà-Valls, Eloy Martínez-Heras, Sara Llufríu) y su colaboración en proyectos liderados por alguno de los investigadores séniores les sirve para alcanzar un mayor prestigio profesional y desarrollar sus habilidades investigadoras.

- Teniendo en cuenta que la distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2 y que en la medida de cercanía más del 75% de los nodos se sitúan dentro del rango comprendido entre 0,630434783 y 1, es de esperar que la información circule de una forma relativamente rápida.
- Aunque los dos autores más centrales, Francesc Graus y Josep Dalmau, también son los más productivos, con 70 y 43 artículos respectivamente, no se observa en todos los casos una relación directa entre productividad y centralidad. En este sentido, Lúdia Sabater (n=21) es más productiva que Yolanda Blanco (n=15) pero registra valores inferiores a esta en las medidas de centralidad.
- A nivel organizacional, la Universidad de Barcelona es la institución que adquiere una mayor visibilidad a través del Hospital Clínic, el IDIBAPS y el INUB. Otras instituciones representativas son la ICREA y la *University of Pennsylvania*, ambas representadas por la figura de Josep Dalmau. La *Erasmus University of Rotterdam* y la *Medical University of Vienna*, representadas mediante Maarten J. Titulaer y Romana Höftberger respectivamente, son otras de las instituciones más significativas de la subred.

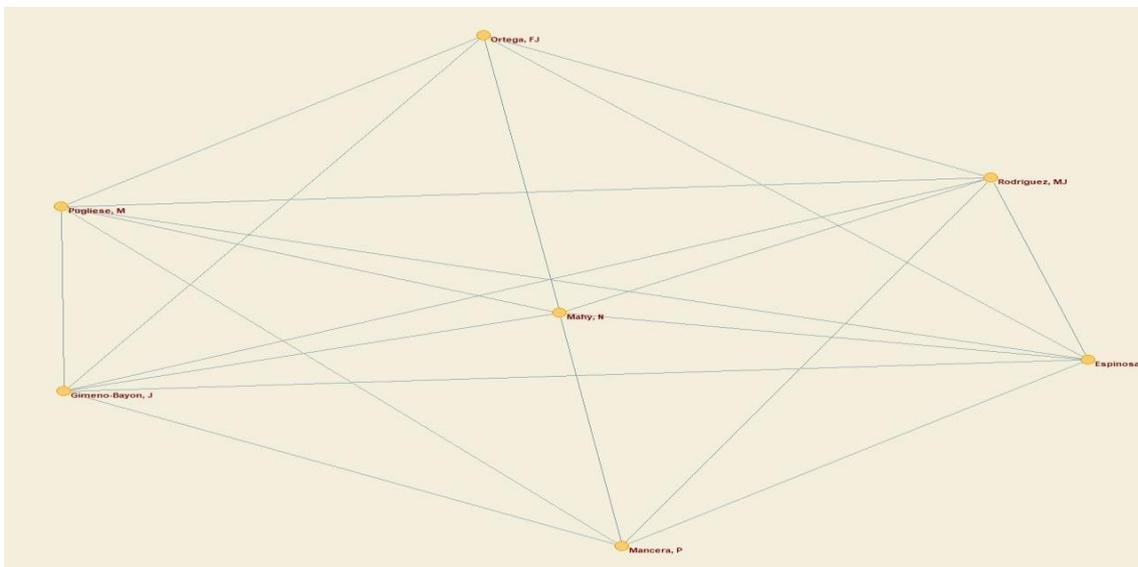
Una de las subredes de 7 nodos (Figura 36) es representativa del *Grup de Neuroquímica* del INUB dirigido por Nicole Mahy, catedrática del Departamento de Biomedicina de la Universidad de Barcelona e investigadora del IDIBAPS. Se trata de una subred con estructura de malla y fuertemente cohesionada, con el 95,24% de todos los enlaces posibles entre nodos (densidad=0,95238095) y un grado medio de 5,71428571.

Algunos de sus rasgos característicos son:

- Como subred representativa del grupo de investigación del INUB, sus líneas de investigación coinciden con la de este (Ej. Esclerosis Lateral Amiotrófica).
- También es representativa de *Neurotec Pharma*, una spin-off del grupo de investigación de Neuroquímica, creada en el Parque Científico de la Universidad de Barcelona por Nicole Mahy en colaboración con Marco Pugliese y Manuel José Rodríguez, profesor asociado y profesor agregado del Departamento de Biomedicina de la Universidad de Barcelona.
- Los tres investigadores anteriores ocupan una posición central con idénticos

valores en las medidas de centralidad ( $G=6$ ,  $C=1$  e  $I=0,013333333$ ). A pesar de que Juan Francisco Espinosa Parrilla, investigador de *Neurotec Pharma*, también registra los mismos valores que los citados investigadores, es de esperar que este no tenga la misma capacidad de control sobre los recursos y la información de la subred, puesto que se trata de un investigador novel.

- Con una distancia máxima entre pares de nodos igual a 2 y una medida de cercanía que oscila entre 0,857142857 y 1, es de esperar que la información llegue de forma rápida a todos los nodos de la subred.
- Además de Juan Francisco Espinosa Parrilla, la subcomunidad cuenta con la presencia de otros investigadores noveles, como Pilar Mancera de la empresa *Neurotec Pharma*, y Javier Gimeno-Bayón del IDIBAPS. La colaboración que mantienen en proyectos liderados por Nicole Mahy y Manuel José Rodríguez, dos investigadores séniores, les permite adquirir prestigio y desarrollar sus habilidades investigadoras de forma progresiva.
- La colaboración más intensa se da entre Nicole Mahy y Manuel José Rodríguez, quienes publican 13 artículos conjuntamente. No se observa una relación entre productividad y centralidad, puesto que los autores anteriores, a pesar de ser más productivos que Juan Francisco Espinosa Parrilla, tienen los mismos valores que este en las medidas de centralidad.
- Desde el punto de vista organizacional, la Universidad de Barcelona es la institución más significativa dentro de la subred, representada mediante el INUB y el IDIBAPS principalmente.

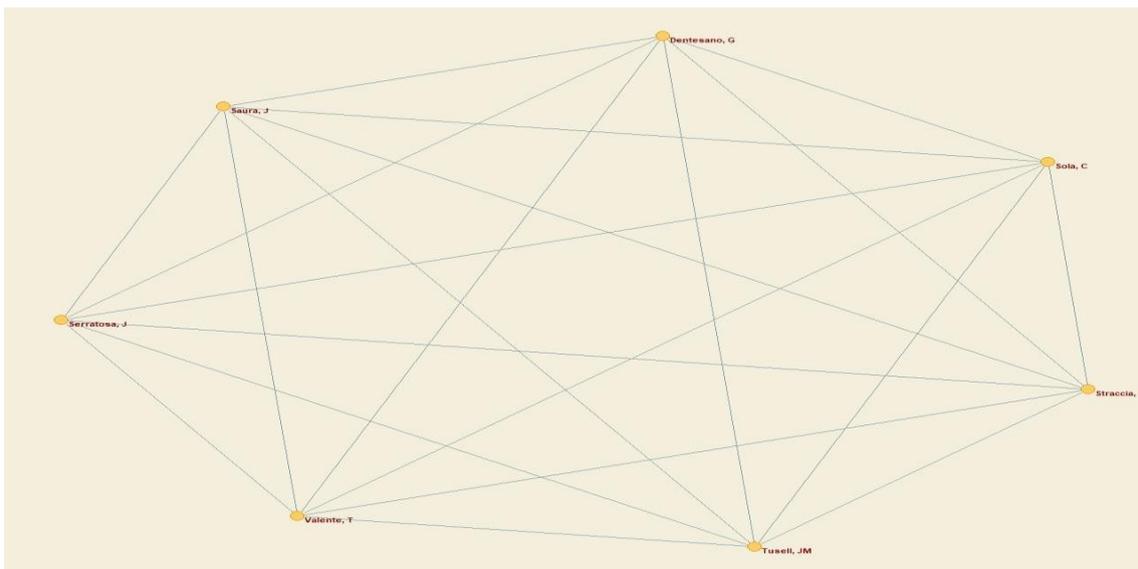


**Figura 36.** Clúster 10: subcomunidad 7 nodos (a).

La otra subred de 7 nodos (Figura 37), cuenta con la presencia de Josep Saura, profesor agregado del Departamento de Biomedicina de la Universidad de Barcelona, responsable del *Neuroinflammation Group* del INUB y miembro del IDIBAPS.

Esta subcomunidad se caracteriza por:

- Una estructura de malla completa, de manera que su cohesión es máxima (densidad=1) y la información no debería tener problemas para llegar de forma ágil a todos los nodos que la componen.
- Su centro de interés investigador es el estudio del proceso inflamatorio en el sistema nervioso central.
- A priori no existe ningún investigador que ocupe una posición central, puesto que todos registran los mismos valores en las medidas de centralidad. A pesar de ello es previsible que Josep Saura, como responsable del grupo de investigación del INUB e investigador principal del *Cellular neurobiology group* del IDIBAPS, y Carme Solà, como responsable del grupo de investigación *Neurobiologia Cel·lular* del Institut d'Investigacions Biomèdiques de Barcelona vinculado al CSIC (IIBB-CSIC), ejerzan un mayor control sobre los recursos y la información propios de la subred.
- A parte de los investigadores séniores citados anteriormente y otros como Joan Serratosa (IIBB-CSIC), esta subcomunidad cuenta con la presencia de investigadores noveles como Guido Denstesano (IDIBAPS) y Marco Straccia (IIBB).
- La Universidad de Barcelona, mediante el INUB y el IDIBAPS, y el CSIC a través del IIBB, son las instituciones más significativas dentro de la subred.



**Figura 37.** Clúster 10: subcomunidad 7 nodos (b).

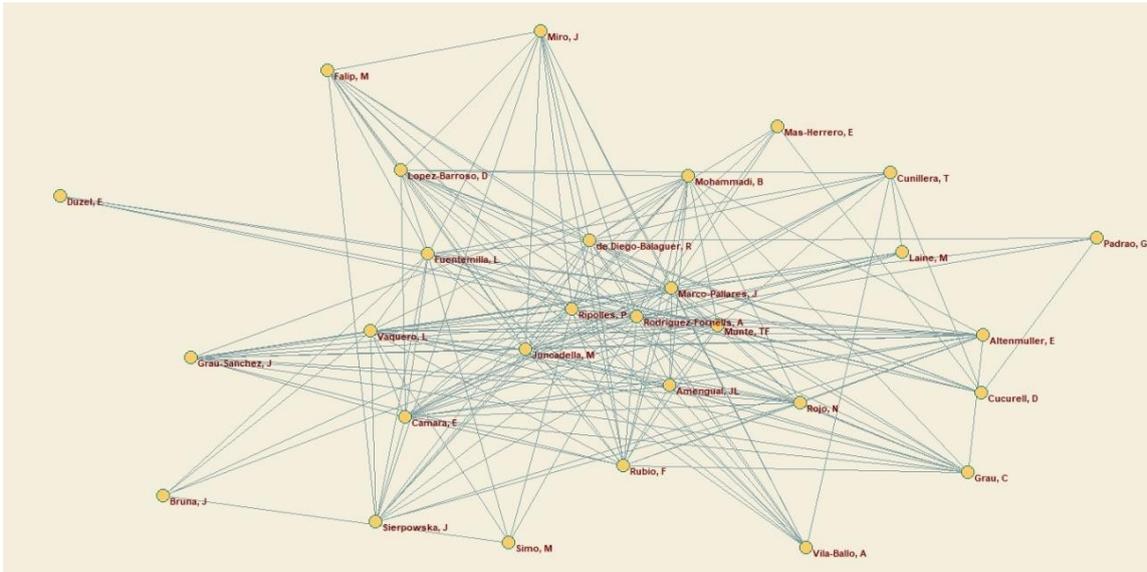
El **clúster número 11** es representativo de una comunidad formada por 64 nodos, que se caracteriza por un nivel muy bajo de cohesión, puesto que solo se produce el 15,67% (densidad=0,15674603) de todos los enlaces posibles entre nodos y tiene un grado medio de 9,875. Dentro de esta comunidad se detectan seis subcomunidades que van de los 2 a los 29 nodos y se constata una importante presencia de investigadores del INUB, siendo uno de ellos el que ocupa una posición central dentro de la comunidad. Se trata de Antonio Rodríguez-Fornells, profesor asociado del Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación, investigador del ICREA y responsable del grupo *Brainvitge – Brain Plasticity* del INUB.

La subcomunidad más grande de este clúster, formada por 29 nodos (Figura 38), es representativa del grupo investigación vinculado al INUB y al IDIBELL *Cognition and Brain Plasticity Unit (Brainvitge)*, que engloba cuatro grupos/líneas de investigación. Se trata de una subred con estructura de malla, con un nivel de cohesión medio, puesto que se produce el 49,26% (densidad= 0,49261084) de los enlaces posibles y tiene un grado medio de 13,79310345.

Entre sus principales características cabe destacar:

- En la zona central se sitúa el investigador del INUB, del ICREA y del IDIBELL, Antonio Rodríguez-Fornells (G=28, C=1 e I= 0,146604968), encargado de liderar el grupo *Cognition and Brain Plasticity Unit (Brainvitge)*, dentro del cual es responsable del subgrupo Brain Plasticity. Próximos a él se encuentran Josep Marco-Pallarés (G=24, C= 0,875 e I= 0,07846034) y Pabló Ripollés (G=24, C=0,875 e I= 0,073215365). El primero es profesor agregado del Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación de la Universidad de Barcelona y responsable del grupo de investigación *Learning from Reward* vinculado al INUB y al IDIBELL, mientras que el segundo es un investigador en formación del IDIBELL. A tenor del estatus académico-investigador de estos investigadores y de los resultados registrados en las medidas de centralidad, es de esperar que Antonio Rodríguez-Fornells y Josep Marco-Pallarés ejerzan un cierto control sobre los recursos y la información propios de la subcomunidad, mientras que la posición central ocupada por Pablo Ripollés responde más a la intensa colaboración que mantiene con los otros dos investigadores, en especial con Antonio Rodríguez Fornells con quien publica 23 artículos, y con otros investigadores como Ruth de Diego Balaguer y Luís Fuentemilla. La primera es profesora asociada del Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación de la Universidad de Barcelona, investigadora del ICREA, del IDIBELL y del INUB, y responsable del grupo *Brain Mechanisms of Language Learning* vinculado a estos dos últimos institutos, mientras que el segundo es

- profesor agregado en el mismo departamento y responsable del grupo *Dynamics of Memory Formation*, también vinculado al INUB y al IDIBELL. Aunque en comparación con Antonio Rodríguez-Fornells y Josep Marco-Pallarés, estos dos últimos investigadores se alejan de la zona central y presentan unos valores inferiores en las medidas de centralidad, es de esperar que también ejerzan un cierto control sobre los recursos y la información que circulan por la subred.
- Las líneas de investigación coinciden con la de los diferentes grupos de investigación vinculados al INUB y al IDIBELL que se ven representados en esta subcomunidad (Formación de la memoria, plasticidad neuronal, adquisición del lenguaje, etc.), caracterizados por un uso intensivo de técnicas de neuroimagen.
- No se observa una relación directa entre la productividad y la centralidad de los autores. A pesar de que Antonio Rodríguez Fornells (n=79), el autor más productivo dentro de la subred y uno de los más productivos tanto de la red original como de la simplificada, y Josep Marco-Pallarés, el segundo autor más productivo de la subred, ocupan las posiciones centrales, se da la circunstancia que Pablo Ripollés (n=23) siendo menos productivo que Luís Fuentemilla (n=35), ocupa una posición más central que este.
- El hecho que la distancia máxima entre pares de nodos sea igual a 2 y que más del 75% (n=22) de los investigadores tome valores comprendidos entre 0,608695652 y 1 en la medida de centralidad, son indicativos que la información se mueve con cierta agilidad dentro de la subcomunidad.
- Poco más de un 55% (n=16) de sus miembros son investigadores en formación del IDIBELL, quienes aprovechan la participación en proyectos liderados por investigadores séniores, para avanzar en el desarrollo de sus habilidades investigadoras y ganar prestigio dentro del entorno científico.
- Se observa una elevada presencia de investigadores vinculados al IDIBELL (n=20) y de una importante colaboración de estos con investigadores de universidades de fuera de España. Una de las colaboraciones más intensas se produce entre Antonio Rodríguez-Fornells y Thomas F. Münte, director del grupo de investigación *Cognitive Neurology* vinculado al *University Medical Center Schleswig-Holstein* de la *University of Lübeck*, que publican 20 artículos conjuntamente. El mismo investigador del INUB también colabora con Eckart Altenmüller, director del *Institute of Music Physiology and Musicians' Medicine* de la *Hanover University of Music*, y Matti Laine, profesor de la *Åbo Akademi University* de Turku (Finlandia).
- La Universidad de Barcelona es la institución más significativa, representada por el INUB, el IDIBELL y el Hospital de Bellvitge. Otras instituciones con una importante representación son el ICREA y la *University of Lübeck*.



**Figura 38.** Clúster 11: subcomunidad 29 nodos.

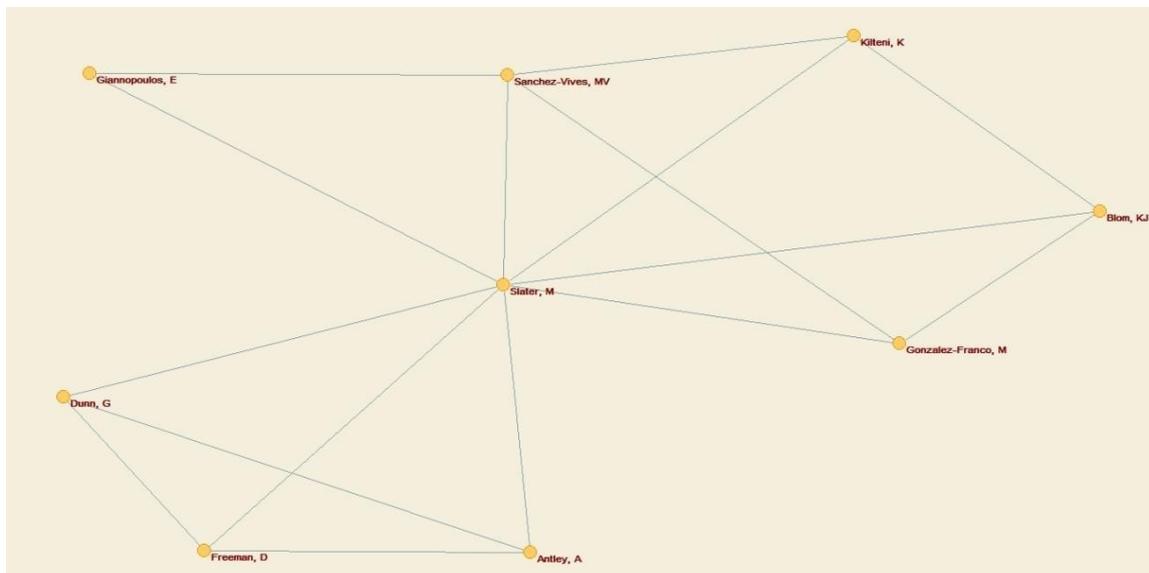
La siguiente subred del clúster 11 (Figura 39), en cuanto a tamaño se refiere, tiene estructura de malla y está formada por 9 nodos con un nivel medio-bajo de cohesión, puesto que solo se produce el 44,44% (densidad= 0,44444444) de todos los enlaces posibles entre ellos y su grado medio es de 3,55555556. La figura central de esta subcomunidad es Mel Slater (G=8, C=1 e I= 0,630952381), investigador adscrito al Departamento de Psicología Clínica y Psicobiología de la Universidad de Barcelona, codirector del *Event Lab* vinculado al INUB y miembro del ICREA.

Entre las principales características de esta subcomunidad destacan:

- Su línea de investigación se centra en el estudio de la aplicación de la realidad virtual en el campo de la psicología y de la neurociencia.
- El papel de centralidad de Mel Slater no se debe solo al hecho que sea una de las figuras de referencia en su campo de investigación, sino a que actúa como nexo entre dos equipos de trabajo. Uno de ellos es representativo del *Event Lab* y cuenta con la presencia de María Victoria Sánchez-Vives (G=4, C=0,666666667 e I=0,047619048), codirectora del laboratorio, profesora asociada del Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación de la Universidad de Barcelona, investigadora del ICREA y del IDIBAPS. Dentro de este equipo Mel Slater se ocupa de los aspectos relativos a la realidad virtual y María Victoria Sánchez-Vives de aquellos vinculados a la neurociencia. El hecho que ambos investigadores hayan sido responsables de proyectos financiados por la Unión Europea en el marco del programa Horizon 2020 y el estatus investigador de cada uno de ellos, lleva a pensar que, a pesar de que Mel Slater presente unos valores más altos en las medidas de centralidad, el control de los recursos y de la información propios de este equipo de trabajo sea efectuado por los dos investigadores. El segundo equipo de Trabajo responde a la colaboración de tres

universidades del ámbito anglosajón —la *University of Oxford*, la *University of Manchester* y el *University College of London*— con la Universidad de Barcelona. A parte de Mel Salter, representativo de la Universidad de Barcelona y el *University College of London*, el equipo cuenta con Daniel Freeman y Graham Dunn, investigadores séniores de la *University of Oxford* y de la *University of Manchester* respectivamente. El estatus académico-investigador de estos investigadores y el prestigio de las instituciones a las que pertenecen, lleva a pensar que el control de los recursos y de la información propios del equipo se haga de forma compartida entre los tres.

- El resto de los miembros del equipo representativo del *Event Lab*, son investigadores noveles que pueden desarrollar sus capacidades y habilidades investigadoras participando en proyectos de primer nivel financiados por la Unión Europea.
- La distancia máxima entre nodos es igual a 2 y el rango de valores en la medida de centralidad oscila entre 0,615384615 y 1, a excepción de Elias Giannopoulos ( $C= 0,571428571$ ), por lo que es de esperar que la información llegue de forma relativamente ágil a todos los nodos de la subcomunidad.
- Las instituciones más significativas de la subcomunidad son la Universidad de Barcelona, a través del INUB y el IDIBAPS, y las universidades anglosajonas que se han citado con anterioridad.



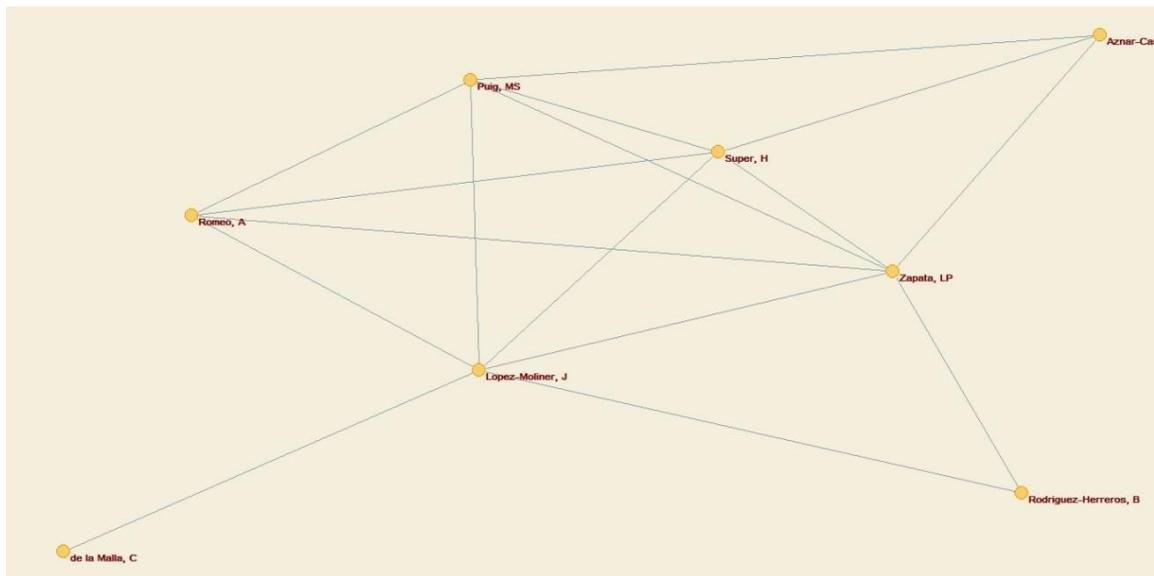
**Figura 39.** Clúster 11: subcomunidad 9 nodos.

La primera de las subcomunidades de 8 nodos (Figura 40) del clúster 11 tiene una estructura de malla y un nivel moderado de cohesión, con el 57,14% (densidad=0,57142857) de todos los enlaces posibles entre nodos y un grado medio de 4. Dentro de ella, Joan López-Moliner, profesor titular del Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación de la Universidad de Barcelona y responsable de la línea de investigación *Active Perception and Sensorimotor Integration* del grupo de investigación *Vision and Control of Action (VISCA)* del INUB, registra los valores más altos en las medidas de centralidad (G=6, C=0,875 e I=0,357142857). Su estatus académico e investigador, la posición de centralidad que ocupa dentro de la subred y el hecho que sea el investigador principal del *VISCA*, hacen suponer que ejerza un control sobre los recursos y la información propios de la subred. Entre las características principales cabe destacar:

- Es representativa de las líneas de investigación desarrolladas por el *VISCA* (Ej. Atención espacial, movimiento de ojos y procesamiento cognitivo, etc.).
- Dentro de ella se observa la presencia de José Antonio Aznar-Casanova y Hendrik Super, catedrático y profesor asociado del Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación de la Universidad de Barcelona, respectivamente, y miembros del INUB. El primero es responsable de la línea *Binocular Vision and Visual Attention* el segundo de la línea *Functional Organization and Cognitive Processing of The Brain*, ambas vinculadas al *VISCA*.
- Una investigadora novel del INUB, Laura Pérez Zapata, ocupa la segunda posición central (G= 6, C=0,875, e I=0,166666667). Que esta joven investigadora se sitúe delante de investigadores séniores como José Antonio Aznar-Casanova (G=3, C= 0,583333333 e I=0) y Hendrik Super (G=5, C= 0,777777778 e I= 0,047619048), es debido a su participación en proyectos de investigación liderados por estos investigadores y por Josep López-Moliner. Tal participación le sirve para desarrollar sus habilidades investigadoras, pero difícilmente le confieran un control efectivo sobre los recursos y la información de la subcomunidad. Un caso parecido se da con Maria Solé Puig (G=5, C= 0,777777778 e I= 0,047619048), otra investigadora novel del INUB que registra los mismos valores de centralidad que Hendrik Super y se sitúa delante de José Antonio Aznar-Casanova.
- Que la distancia máxima entre nodos sea igual a 3 y que los valores de la medida de cercanía se mueven entre 0,5 y 0,875, hacen suponer que la información se mueva de forma relativamente ágil dentro de la subcomunidad.
- A parte de las investigadoras noveles citadas en uno de los puntos anteriores, la subcomunidad también cuenta con la presencia de estudiantes de grado como Cristina de la Malla y Borja Rodríguez-Herreros, que se ubican en la zona más

periférica de la subred.

- Se observa una relación entre la producción de los investigadores séniores — Josep López Moliner (n=29), Heindrik Super (n=22), José Antonio Aznar-Casanova (n=12)— y su posición de centralidad dentro de la subcomunidad. Sin embargo, tal relación no se mantiene con los investigadores noveles, puesto que Laura Pérez Zapata (n=7) es menos productiva y más central que algunos investigadores séniores.
- La Universidad de Barcelona es la institución más significativa, representada a través del INUB, seguida del ICREA que se ve representado en la figura de Heindrik Super.



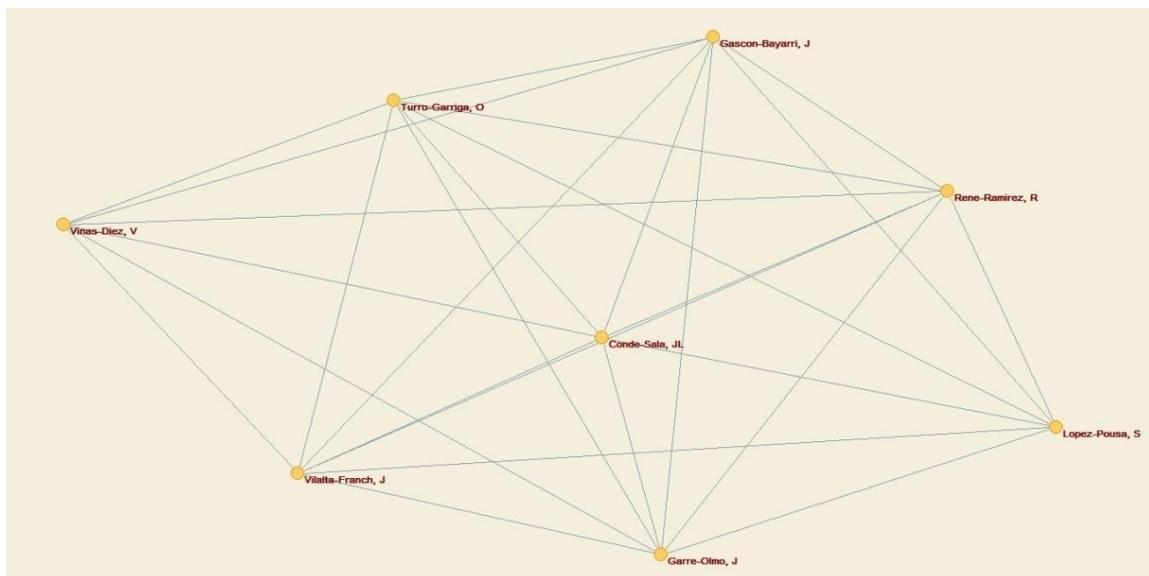
**Figura 40.** Clúster 11: subcomunidad 8 nodos (a).

La siguiente subcomunidad de 8 nodos (Figura 41) se caracteriza por tener una estructura de malla casi completa, lo que se traduce en un nivel muy alto de cohesión con la presencia del 96,43% (densidad=0,96428571) de los enlaces posibles entre nodos y un grado medio de 6,75.

Sus principales características son:

- Se trata de una subcomunidad formada prácticamente en su totalidad por investigadores séniores, representativos de dos grupos de investigación, el *Grup de recerca sobre Envel·liment, Discapacitat i Salut* (EDIS) y el *Neurologic Diseases and Neurogenetics*. El primero cuenta con la presencia de Josep Lluís Conde-Sala, profesor agregado del Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación de la Universidad de Barcelona e investigador del INUB, y de investigadores del Institut d'Investigació Biomèdica de Girona Dr. Josep Trueta (IDIBGI). El segundo está formado por investigadores del IDIBELL.

- Las líneas de investigación de la subcomunidad coinciden con la de los grupos de investigación citados con anterioridad, especialmente el estudio del Alzheimer.
- Todos los autores registran los mismos valores en las medidas de centralidad ( $G=7$ ,  $C=1$  e  $I=1$ ), a excepción de Secundí López Pousa y Vanesa Viñas Díez que presentan valores ligeramente inferiores ( $G=6$ ,  $C=0,875$  e  $I=0,875$ ). Aunque esta situación lleve a pensar en un cierto reparto del control ejercido sobre los recursos y la información de la subcomunidad, el hecho que Josep Garré-Olmo, investigador principal del EDIS, y Josep Lluís Conde-Sala, se repartan el papel de *corresponding author* en diferentes artículos, puede ser indicativo de que dicho control recaiga sobre estos dos investigadores.
- Dentro de la subred solo se observa la presencia de dos investigadores noveles, Oriol Turró-Garriga y Vanesa Viñas-Díez.
- Debido al alto grado de cohesión, es de esperar que la información se mueva de forma rápida dentro de la subred.
- No parece existir relación entre la productividad de los autores y la posición que ocupan dentro de la subcomunidad, puesto que la mayoría de los investigadores tienen una posición similar dentro de la esta última, independientemente de la cantidad de artículos que hayan publicado.



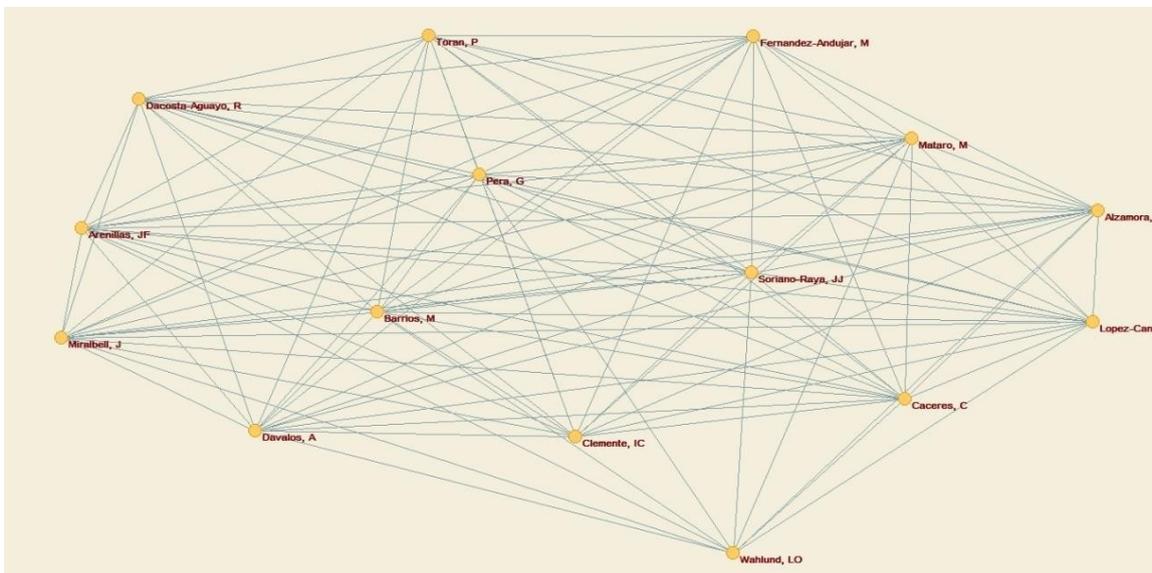
**Figura 41.** Clúster 11: subcomunidad 8 nodos (b).

El **clúster número 12** (Figura 42) está formado por 15 nodos que dibujan una estructura de malla y es representativo de una comunidad altamente cohesionada, con el 96,19% (densidad=0.96190476) de todos los enlaces posibles entre los nodos que la conforman y un grado medio de 13,46666667.

Entre sus principales características cabe destacar:

- Diez de los quince investigadores registran los valores más altos en las medidas de centralidad. Dichos valores son idénticos para todos ellos ( $G=14$ ,  $C=1$  e  $I=0,004395604$ ), por lo que se hace difícil determinar que investigador/es ocupa/n una posición más central dentro de la comunidad en base a los resultados obtenidos en tales medidas.
- Se aprecia la existencia de un investigador ubicado claramente en la zona periférica del gráfico. Se trata de Lars-Olof Wahlund, investigador sénior del *Karolinska Institutet* de Suecia.
- El hecho que el valor de la medida de cercanía se mueva en un rango comprendido entre 0,933333333, excepto en el caso de Lars-Olof Wahlund que tiene un 0,777777778, y que la distancia máxima entre pares de nodos sea igual a 2, hacen pensar que la información se moverá de forma rápida por toda la comunidad.
- Se observa la presencia de tres investigadoras del INUB adscritas al Departamento de Psicología Clínica y Psicobiología de la Universidad de Barcelona. Se trata de Inmaculada Concepción Clemente, profesora titular de universidad, Júlia Miralbell, profesora asociada, y María Mataró, profesora agregada. Esta última es responsable del grupo de investigación del INUB *Healthy Aging and Cerebrovascular Disease*, del que también es miembro otro investigador de la comunidad, Juan José Soriano Raya, profesor asociado del mismo departamento que María Mataró. Otra investigadora del INUB presente en esta comunidad es María Barrios, profesora agregada del Departamento de Psicología Social y Psicología Cuantitativa de la Universidad de Barcelona.
- Dentro de la comunidad también se encuentran tres investigadores séniores del Institut Universitari d'Investigació en Atenció Primària (IDIAP) Jordi Gol adscrito a la Universidad Autónoma de Barcelona. Se trata de Pere Torán, Guillem Pera y María Alzamora. Los tres son miembros del grupo de investigación ARTPER (Arteriopatía Periférica), recayendo la dirección de este en la figura de María Alzamora.
- Otras figuras relevantes por su trayectoria profesional e investigadora son Antonio Dávalos, director clínico del área de neurociencias del Hospital Germans Trias adscrito a la Universidad Autónoma de Barcelona, y Juan Francisco Arenillas, director del programa de accidentes cerebrovasculares del Hospital Clínico Universitario de Valladolid.

- Aunque tanto la igualdad en los valores de las medidas de centralidad a la que se ha hecho referencia en un punto anterior, como la elevada presencia de investigadores con una trayectoria profesional consolidada, hacen difícil determinar que investigador puede ocupar un rol central dentro de la comunidad, el hecho que Maria Mataró figure como *corresponding author* en casi la totalidad de los artículos, hace pensar que sea esta investigadora quien ocupe una mayor centralidad dentro de la comunidad, ejerciendo un cierto control sobre los recursos y la información de la misma.
- La colaboración más intensa se produce entre Maria Mataró, María Barrios, Antonio Dávalos, Cynthia Cáceres y Elena López-Cancio, que tienen 11 artículos en común. Las dos primeras son investigadoras del INUB y las tres últimas del Hospital Germans Trias.
- No se establece una relación entre la productividad y la centralidad de los investigadores, puesto que todos registran valores parecidos e incluso idénticos en las medidas de centralidad, independientemente de los artículos que hayan publicado.
- Las instituciones más significativas dentro de la comunidad son la Universidad de Barcelona, mediante el INUB, la Universidad Autónoma de Barcelona, mediante el Hospital Germans Trias y el IDIAP, y la Universidad de Valladolid y la Universidad del País Vasco. Esta última representada por la investigadora Rosalía Dacosta-Aguayo, miembro del Grupo de Inteligencia Computacional (GIC) de dicha universidad.

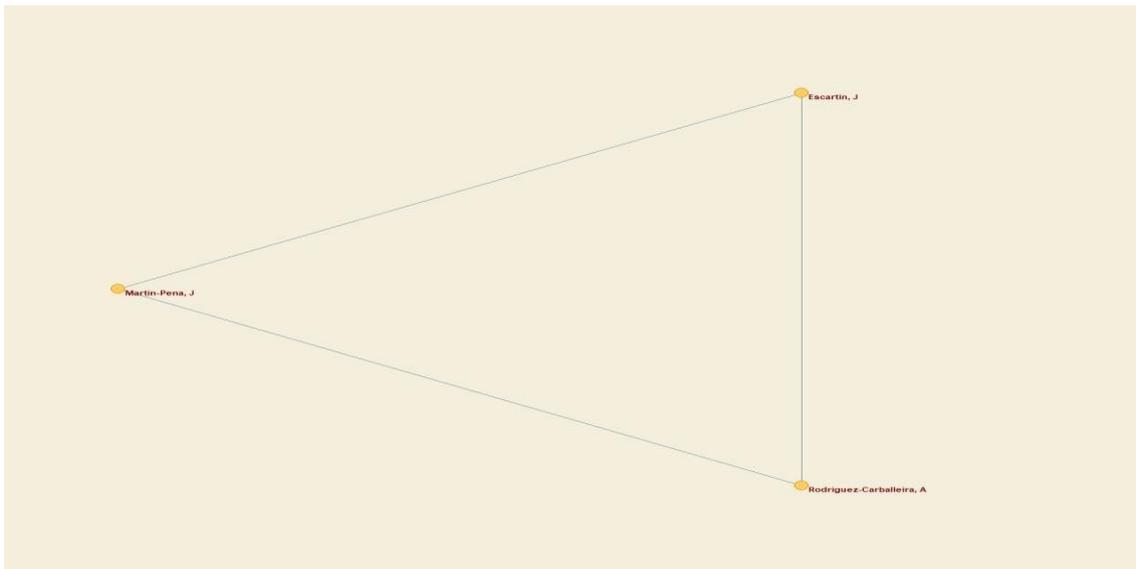


**Figura 42.** Clúster 12.

El **clúster número 13** (Figura 43) es representativo de una pequeña comunidad formada por 3 nodos completamente cohesionados entre ellos, puesto que se da el 100% (densidad=1) de los enlaces posibles.

Sus principales rasgos son:

- Es una comunidad representativa del *Invictus Research Group*, un grupo de investigación formado por investigadores de la Universidad de Barcelona, la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad de Zaragoza, liderado por Álvaro Rodríguez-Carballeira, catedrático del Departamento de Psicología Social y Psicología Cuantitativa de la Universidad de Barcelona.
- Aunque al tener los mismos valores en las medidas de centralidad ( $G=2$ ,  $C=1$  e  $I=0$ ), sería de esperar que todos los investigadores desarrollaran el mismo rol, el estatus académico y la trayectoria investigadora de Álvaro Rodríguez- Carballeira, hacen suponer que este ejerza un mayor control sobre los recursos y la información de la subred, que Javier Martín-Peña, profesor asociado de la Universidad de Zaragoza, y que Jorge Escartín profesor agregado de la Universidad de Barcelona.



**Figura 43.** Clúster 13.

El **clúster número 14** está compuesto por 30 nodos y representativo de una comunidad que tiene un nivel alto de cohesión, con el 76,55% (densidad=0.76551724) de todos los enlaces posibles entre los nodos que la conforman y un grado medio de 22,2. Dentro de él se distinguen dos subcomunidades de 28 y 2 nodos respectivamente, y en cada una de ellas está presente algún investigador del INUB.

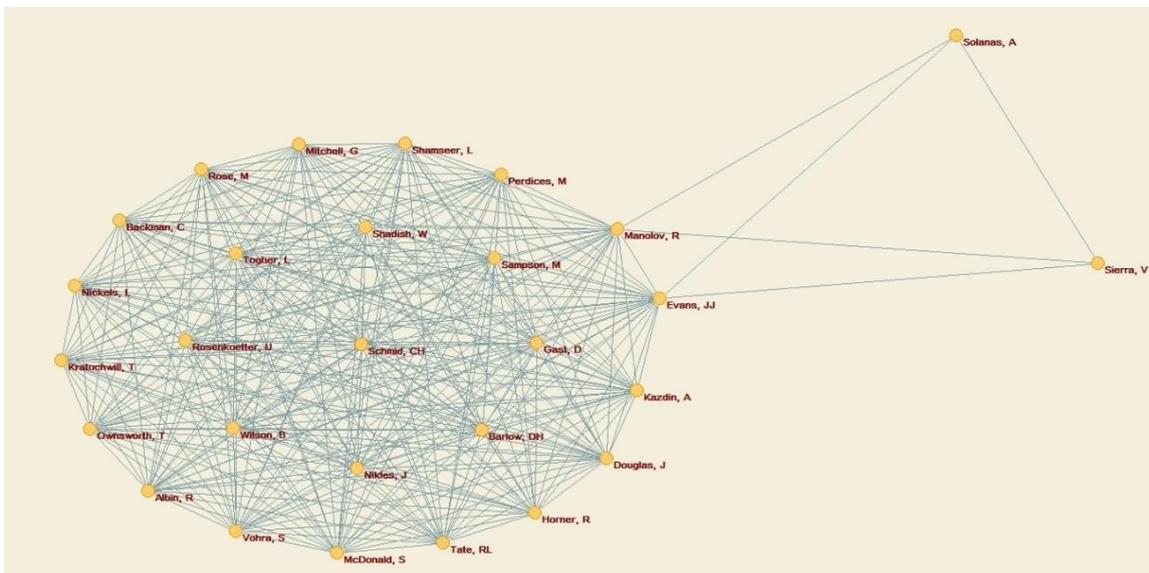
La subcomunidad de 28 nodos (Figura 44) tiene un nivel elevado de cohesión, con el 87,30% (densidad=0.87301587) de todos los enlaces posibles entre nodos y un grado medio de 23,57142857. En ella se encuentran presentes dos investigadores adscritos al Departamento de Psicología Social y Psicología Cuantitativa de la Universidad de Barcelona, que son miembros del grupo de investigación *Adaptive Behavior and Interaction* del INUB. Se trata de Rumen Manolov, profesor agregado interino, y Antonio Solanas, catedrático de universidad.

Entre sus principales características cabe destacar:

- Su interés investigador se centra en el estudio y análisis de los diseños experimentales de caso único.
- Su alto grado de cohesión se traduce en una representación gráfica de estructura de malla casi completa, donde solo dos investigadores se ubican en la zona periférica, Antonio Solanas y Vicenta Sierra. Esta última es catedrática de la Escuela Superior de Administración y Dirección de Empresas adscrita a la Universidad Ramón Llull de Cataluña (ESADE-URL).
- El investigador del INUB Rumen Manolov y Jonathan J. Evans, profesor de neuropsicología aplicada en la *University of Glasgow*, registran los valores más altos en las medidas de centralidad con idénticos guarismos para ambos ( $G=27$ ,  $C=1$  e  $I= 0,068376068$ ). Dentro de estas medidas, Antonio Solanas y Vicenta Sierra registran los valores más bajos ( $G=3$ ,  $C= 0,529411765$  e  $I=0$ ), mientras que los veinticuatro autores restantes presentan unos valores idénticos ( $G=25$ ,  $C= 0,931034483$  e  $I=0$ ), los cuales se aproximan mucho a los de Rumen Manolov y Jonathan J. Evans. Estos datos llevan a pensar que la posición central de estos dos investigadores se debe más al hecho que conectan a Antonio Solanas y Vicenta Sierra con el grupo más grande, que a una posición privilegiada que les confiera un cierto control sobre los recursos y la información propios de lasubcomunidad.
- Los veintiséis autores que conforman la estructura más grande dentro de la subred participan en el *Single-Case Reporting Guideline In BEhavioural Interventions Project* (SCRIBE Project), cuyo resultado final es el artículo *The Single-Case Reporting Guideline In BEhavioural Interventions (SCRIBE) 2016 statement* que se publica en seis revistas diferentes.
- No se observa una relación directa entre los parámetros de productividad y los de centralidad. Un ejemplo de ello se encuentra en el caso de Rumen Manolov y Jonathan J. Evans, que con 20 y 11 artículos respectivamente, presentan valores idénticos en las medidas de centralidad.
- La colaboración más intensa se produce entre los dos investigadores citados en

el punto anterior, quienes publican 11 artículos de forma conjunta.

- El rango de valores en el que se mueve la medida de centralidad y una distancia máxima entre nodos igual a 2, hacen suponer que la información circule de forma ágil dentro de la subcomunidad.
- Aunque por las características de la subcomunidad descritas en los puntos anteriores, se hace difícil establecer que investigador/es desarrolla/n un papel principal dentro de la misma, el hecho que Rumen Manolov y Robyn L. Tate, investigadora sénior de la *University of Sydney School of Medicine*, se repartan la figura de *corresponding author* dentro de la subcomunidad, parece otorgarles un cierto control sobre la información que se mueve por ella.
- A nivel institucional, a parte de la presencia de la Universidad de Barcelona, se observa la participación de diferentes universidades de Australia, de Canadá, de Estados Unidos y del Reino Unido.



**Figura 44.** Clúster 14: subcomunidad 28 nodos.

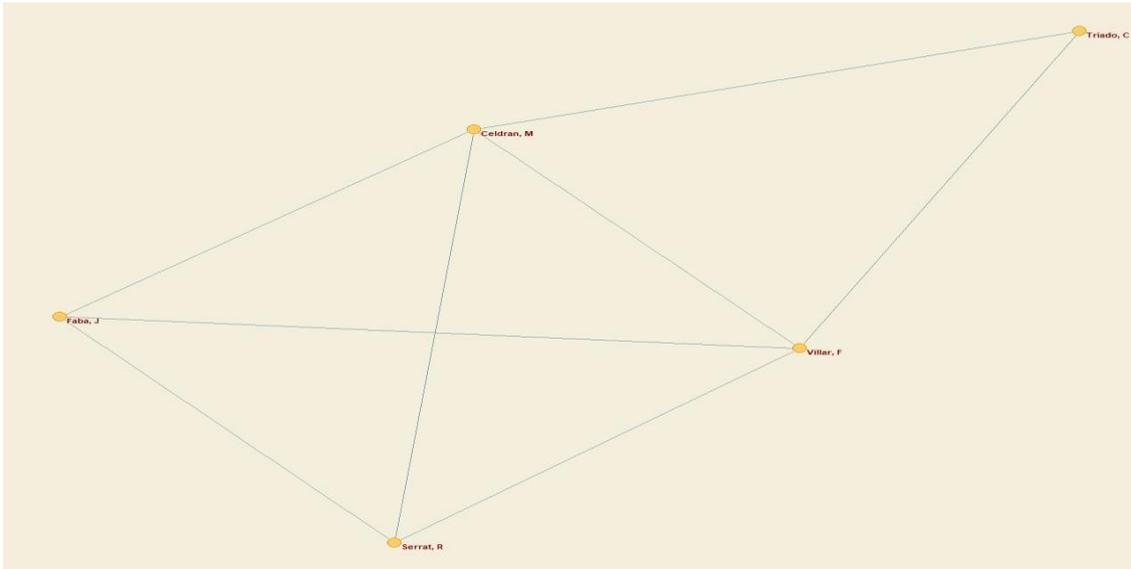
La subcomunidad de 2 nodos del clúster 14, está formada por la investigadora del INUB Carmen Saldaña, catedrática del Departamento de Psicología Clínica y Psicobiología de la Universidad de Barcelona, y Ana Andrés, investigadora júnior del mismo departamento. Estas investigadoras centran su interés en el estudio de los trastornos de la conducta alimentaria.

El **clúster número 15** (Figura 45) es representativo del *Research Group in Gerontology* del INUB que tiene como responsable a Feliciano Villar, profesor titular del Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación de la Universidad de Barcelona. Se trata de una comunidad muy cohesionada, integrada por cinco nodos,

donde se da el 80% de los enlaces posibles entre ellos (densidad=0,8) y un grado medio de 3,2.

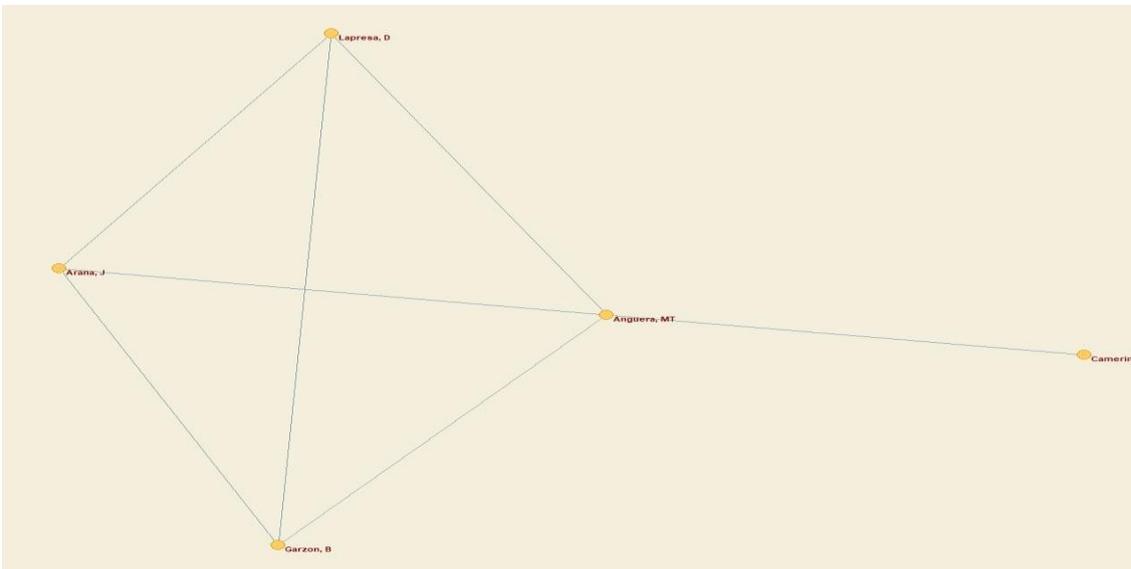
Sus principales características son:

- Su interés investigador se centra en aspectos propios del campo de la gerontología.
- A parte de Feliciano Villar, la subred cuenta con dos investigadoras más del grupo liderado por este, Montserrat Celdrán y Carme Triadó. Ambas pertenecen al Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación de la Universidad de Barcelona, con el cargo de profesora agregada interina y profesora catedrática emérita respectivamente.
- Al tratarse de una comunidad tan cohesionada, donde la distancia máxima entre pares de nodos es igual a 2 y los valores de la medida de cercanía se mueven entre 0,8 y 1, a excepción de Carme Triadó que registra un valor de 0,666667, es de esperar que la información no tenga problemas para llegar de forma ágil a todos los nodos que la componen.
- La posición central está ocupada por Feliciano Villar y Montserrat Celdrán, registrando ambos idénticos valores en las medidas de centralidad ( $G=4$ ,  $C=1$ , e  $I=0,16666667$ ). A pesar de esta igualdad, es de esperar que por la posición que ocupa Feliciano Villar a nivel académico e investigador, sea él quien ejerza un mayor control sobre los recursos y la información de la comunidad.
- Los otros dos miembros de la comunidad son dos investigadores postdoctorales del departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación de la Universidad de Barcelona, Rodrigo Serrat y Josep Faba.
- Se observa una relación entre los parámetros de productividad y centralidad, de manera que Feliciano Villar ( $n=26$ ) y Montserrat Celdrán ( $n=20$ ) son más productivos y centrales que Rodrigo Serrat ( $n=12$ ) y Josep Faba ( $n=9$ ), quienes a su vez ocupan una posición más central que Carme Triadó ( $n=5$ ).
- La colaboración más intensa se produce entre los dos investigadores centrales de la comunidad, con 20 artículos publicados conjuntamente.
- La Universidad de Barcelona, representada por el INUB y el Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación, es la institución más significativa dentro de la comunidad.



**Figura 45.** Clúster 15.

El **clúster número 16** (Figura 46) es representativo de una pequeña comunidad de cinco nodos con un considerable nivel de cohesión, puesto que se produce el 70% de todos los enlaces posibles entre nodos (densidad=0,7) y su grado medio es 2,8. En esta comunidad está presente, Maria Teresa Anguera, catedrática del Departamento de Psicología Social y Psicología Cuantitativa y responsable del *Research and Innovation Group on Designs (GRID)* del INUB.



**Figura 46.** Clúster 16.

Entre sus principales características cabe destacar:

- Su campo principal de investigación es la aplicación de la metodología observacional en el ámbito de la actividad física y de los deportes.
- Maria Teresa Anguera es la investigadora más central ( $G=4$ ,  $C=1$  e  $I=0,5$ ) y a priori, los resultados obtenidos en las medidas de centralidad le confieren una posición de privilegio sobre el control de los recursos y la información de la comunidad. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el valor registrado en la medida de intermediación responde principalmente a su vinculación con dos equipos de trabajo diferenciados. En uno de ellos colabora con Daniel Lapresa y Belén Garzón, profesor titular y profesora asociada de la Universidad de la Rioja respectivamente, y Javier Arana, profesor asociado de la Universidad Internacional de La Rioja. En el otro colabora con Oleguer Camerino, catedrático del Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya en Lleida. Aunque no cabe duda del papel principal de Maria Teresa Anguera dentro de la comunidad, la presencia de investigadores consagrados como Daniel Lapresa y Oleguer Camerino, lleva a pensar que el control sobre los recursos y la información quede repartido entre los tres investigadores.
- El hecho que en la medida de cercanía los valores se mueven entre 0,8 y 1, a excepción de Oleguer Camerino que tiene 0,571428571, y que la distancia máxima entre nodos sea igual a 2, son indicativos de que la información circula de forma fluida por la comunidad.
- Todos los investigadores tienen una intensidad de colaboración similar con la investigadora central de la subred, que oscila entre 6 y 7 artículos.
- Las instituciones más significativas son la Universidad de Barcelona, a través del INUB, la Universidad de la Rioja, la Universidad Internacional de la Rioja y la Universidad de Lleida.

El **clúster número 17** (Figura 47) representa una comunidad de 7 nodos con un nivel medio de cohesión entre ellos, puesto que se produce el 52,38% (densidad=0,52380952) de todos los enlaces posibles y el grado medio es de 3,14285714.

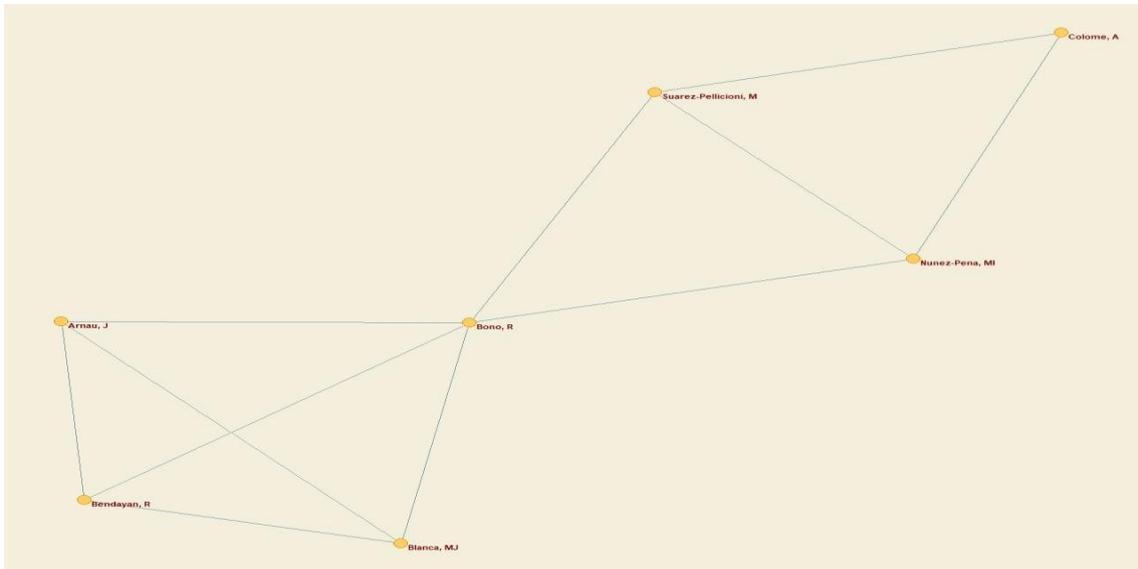
Sus rasgos más identificativos son:

- Roser Bono ( $G=5$ ,  $C=0,857142857$  e  $I=0,6$ ), profesora del Departamento de Psicología Social y Psicología Cuantitativa de la Universidad de Barcelona e investigadora del INUB, ocupa la posición más central. Como sucedía en el clúster 16, esta posición de centralidad se debe principalmente a su vinculación con dos equipos de investigación diferenciados.
- El primer equipo está formado prácticamente por investigadoras del INUB y del

Departamento de Psicología Social y Psicología Cuantitativa de la Universidad de Barcelona. Una de las figuras principales de este grupo es María Isabel Núñez Peña, profesora agregada y responsable del grupo de investigación *Numerical Cognition and Math Anxiety* del INUB. Las otras dos investigadoras son Àngels Colomé, profesora agregada, y Macarena Suárez-Pellicioni. Se observa una intensa colaboración entre María Isabel Núñez Peña y Macarena Suárez-Pellicioni, con 11 artículos publicados en conjunto, cinco de los cuáles fueron utilizados por esta última en la elaboración de su tesis doctoral por compendio de artículos. Este grupo también es representativo del proyecto de investigación de la Universidad de Barcelona *El Papel De La Habilidad De Procesamiento Espacial*, liderado por María Isabel Núñez Peña. La investigadora central de la comunidad, Roser Bono, tiene una colaboración tangencial con este equipo, publicando dos artículos con María Isabel Núñez Peña y Macarena Suárez-Pellicioni.

- El segundo equipo es reflejo de la colaboración del *Grup d'Estudis d'Invariança en la Mesura i Anàlisi del Canvi* (GEIMAC), representado por Roser Bono y Jaume Arnau, catedrático emérito de la Universidad de Barcelona, con dos investigadoras de la Universidad de Málaga, la catedrática María José Blanca y la investigadora en formación Rebeca Bendayan. En este equipo de investigación se observa una intensa colaboración de Roser Bono con María José Blanca y Jaume Arnau, con quien publica 10 y 11 artículos respectivamente.
- A pesar de que Roser Bono registra los valores más altos en las medidas de centralidad, la existencia de dos grupos de investigación diferenciados dentro de la comunidad y la presencia de investigadores de una trayectoria académica e investigadora consagrada, llevan a pensar que esta investigadora comparta el control de los recursos y la información propios de la comunidad con otros investigadores, como María José Blanca, Jaume Arnau y María Isabel Núñez Peña.
- Se observan dos líneas de investigación diferenciadas, cada una de las cuáles se corresponden con uno de los equipos de investigación. La del equipo representado por María Isabel Núñez Peña se centra en la ansiedad generada por las matemáticas y la del grupo representativo de la colaboración entre la Universidad de Málaga y la de Barcelona, se focaliza en el estudio de técnicas de análisis de datos longitudinales.
- La tesis doctoral por compendio de artículos de Macarena Suárez-Pellicioni, elaborada a partir de cinco artículos que publicó en colaboración con María Isabel Núñez-Peña, es un claro ejemplo del beneficio que puede obtener una investigadora novel de la colaboración con una investigadora sénior.
- La Universidad de Barcelona, mediante el INUB y el Departamento de

Psicología Social y Psicología Cuantitativa de dicha universidad, y la Universidad de Málaga, son las dos instituciones significativas de esta comunidad.



**Figura 47.** Clúster 17.

## 7. Conclusiones

Del análisis de los resultados, obtenidos en el estudio sobre la colaboración científica en el Instituto de Neurociencias de la Universidad de Barcelona (INUB), se desprende que se está delante de una realidad compleja formada por un entramado importante de relaciones entre investigadores, entre grupos de investigación, entre instituciones y entre departamentos. Las conclusiones a las que se ha llegado se sintetizan en las siguientes:

- Se observa que los investigadores del INUB generan una importante cantidad de *outputs* en colaboración, con un promedio anual de 319,33 artículos. A pesar de la diversidad temática de las líneas de investigación del INUB, predominan los artículos indexados dentro de las áreas *Neurosciences neurology, psychiatry y psychology* de *Web of Science (WoS)*. Aunque la media de artículos publicados por un investigador se sitúa en torno a los 20 documentos, la productividad de los investigadores del INUB es muy variada y va desde investigadores con un único artículo publicado a investigadores que superan los 150 artículos publicados a lo largo del período. Parece existir una relación directa entre la productividad de los investigadores y el liderazgo de grupos de investigación, puesto que los más productivos suelen estar al frente de algún grupo de investigación.
- Igual que en la productividad, la colaboración con otros investigadores también muestra una gran diversidad de valores y aunque el promedio anual de investigadores que colaboran en un artículo se mueve entre 7,41 y 9,92, se detectan artículos que llegan a tener más de 40, 70 y 100 investigadores respectivamente, e incluso alguno que se acerca a los 500 autores. Tal variedad en la cantidad de autores obedece a colaboraciones de carácter multidisciplinar y a la elevada cantidad de recursos necesarios para afrontar investigaciones cada vez más complejas. Dentro de las revistas, el 87,09 % de los títulos se caracterizan por publicar artículos firmados por entre 2 y 10 autores. El 75% de la producción del período queda recogida en un 34,44% de los títulos de revista, pudiendo ser indicativo de que un número reducido de revistas concentren buena parte de los recursos destinados a la publicación de artículos.
- En relación con el prestigio de las revistas en las que publican los investigadores del INUB, se constata un predominio de los títulos situados entre el percentil 50 y el 99 dentro de la medida del *Average Journal Impact Factor*, y la producción recogida en ellos se mueve dentro de un rango del 76,51% y el 84,71% para los diferentes años del período.
- En cuanto a las redes de colaboración científica, en términos generales los investigadores del INUB forman parte de una red grande, con más de 6.000 investigadores, que presenta una densidad baja, puesto que muchas de las colaboraciones que se dan entre investigadores se limitan a la publicación de un artículo. Tras una reducción de las dimensiones de la red, basada en la selección

de investigadores que tengan un mínimo de artículos publicados ( $n=5$ ), se obtiene una red de tipo mediano, con poco más de 700 investigadores en la que, a pesar de observarse una densidad baja, se detectan una cantidad importante de subredes de colaboración.

- Se observa una importante colaboración entre el INUB y otros institutos y organismos adscritos a la Universidad de Barcelona, principalmente con el IDIBAPS, el IDIBELL y el Hospital Clínic de Barcelona. Así mismo también se establecen colaboraciones entre departamentos de la Universidad de Barcelona y colaboraciones entre grupos de investigación del INUB.
- En el ámbito de la colaboración nacional, además de colaborar con diferentes universidades españolas y algunos de los institutos de investigación adscritos a ellas, se constata una importante colaboración del INUB con el CIBERNED y el CIBERSAM. A nivel internacional se produce la colaboración del INUB con universidades y centros de investigación de regiones muy diversas (Ej. Europa, Estados Unidos, Canadá o Brasil).
- Del análisis de las diferentes subredes detectadas dentro de la red original después de simplificarla, se desprende que:
  - Sus dimensiones son variadas y van de los 3 nodos, la más pequeña, a los 36, la más grande.
  - Aunque el nivel de cohesión de la red simplificada es bajo, la mayoría de las subredes que la conforman se reparten en partes iguales entre redes de nivel moderado y redes de nivel alto de cohesión. Solo un número reducido de subredes muestran un nivel bajo de cohesión
  - A pesar de que el investigador más productivo ocupa habitualmente la posición más central de la red, en términos generales no se establece una relación entre los parámetros de productividad y centralidad, puesto que en la mayoría de las subredes existen investigadores que ocupan una posición más central que otros investigadores que son más productivos.
  - Los investigadores del INUB que lideran algún grupo o línea de investigación del instituto suelen ocupar posiciones centrales dentro de la subred a la que pertenecen.
  - Dentro de algunas subredes se encuentran investigadores del INUB que actúan de enlace entre diferentes equipos de investigación.
  - Buena parte de las subredes están formadas por una mezcla de investigadores séniores e investigadores jóvenes y, aunque existen excepciones, habitualmente las posiciones más centrales de la subred suelen estar ocupadas por los primeros, mientras que los segundos se encuentran en zonas más periféricas. La existencia de investigadores jóvenes en posiciones centrales de la subred suele estar vinculada a la colaboración de estos con los investigadores séniores más centrales de dicha subred.

- Todas las subredes tienen características de *Small Worlds*, puesto que las distancias máximas entre pares de nodos se mueven entre 2 y 3 grados.

En general, fuera del análisis propio de la colaboración científica en el INUB, pero con cierta incidencia sobre él, cabe destacar tres aspectos:

- A partir de las afiliaciones utilizadas en los artículos por parte de los investigadores del INUB, se constata una baja identificación con el instituto, probablemente debida al corto período de vida de este.
- Buena parte de las afiliaciones en las que aparece el Instituto de Neurociencias, se refieren al Instituto de Neurociencias del Hospital Clínico de Barcelona, un instituto más antiguo que el INUB.
- La penetración de ORCID como identificador no propietario que permite la identificación de la producción de un investigador, es todavía muy baja. La extensión de su uso facilitaría en gran medida la realización de trabajos centrados en el análisis de la colaboración científica.

En resumen, el análisis de la colaboración científica en el INUB desarrollado en este Trabajo Final de Máster pone de relieve la existencia de una intensa actividad colaborativa de sus investigadores, quienes participan en la elaboración de artículos publicados en revistas de elevado prestigio y configuran redes de colaboración, dentro de buena parte de las cuales se encuentra algún investigador del instituto ocupando una posición central destacada. Al tratarse de una realidad dinámica, futuros trabajos pueden ser realizados con el objetivo de detectar cambios en la composición de tales estructuras reticulares y en el papel que desarrollan los investigadores del INUB dentro de ellas.

## Bibliografía

- Abbasi, A., Hossain, L., & Leydesdorff, L. (2012). Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks. *Journal of Informetrics*, 6(3), 403–412. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2012.01.002>
- Aguado-López, E., Rogel-Salazar, R., Garduño-Oropeza, G., Becerril-García, A., Zúñiga-Roca, M. F., & Velázquez-Álvarez, A. (2009). Patrones de colaboración científica a partir de redes de coautoría. *Convergencia. Revistas de Ciencias Sociales*, 16, 225–258. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10512244010>
- Alexandre-Benavent, R., González de Dios, J., Alonso-Arroyo, A., Bolaños Pizarro, M., Castelló Cogollos, L., González-Alcaide, G., & Málaga Guerrero, S. (2013). Coautoría y redes de colaboración científica de la pediatría española (2006-2010). *Anales de Pediatría*, 78(6), 410.e1-410.e11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2013.01.002>
- Barabási, A. L., Jeong, H., Néda, Z., Ravasz, E., Schubert, A., & Vicsek, T. (2002). Evolution of the social network of scientific collaborations. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 311(3–4), 590–614. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4371\(02\)00736-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4371(02)00736-7)
- Bornmann, L., Moya-Anegón, F. de, & Leydesdorff, L. (2010). Do scientific advancements lean on the shoulders of giants? A bibliometric investigation of the Ortega hypothesis. *PLoS ONE*, 5(10), 13327. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013327>
- Brandenburg, F. J., Himsolt, M., & Rohrer, C. (1996). An experimental comparison of force-directed and randomized graph drawing algorithms. *Proceedings of the Symposium on Graph Drawing (GD 1995)*, 76–87. DOI: <https://doi.org/10.1080/19440049.2010.506795>
- Braun, T., Glänzel, W., & Schubert, A. (2001). Publication and cooperation patterns of the authors of neuroscience journals. *Scientometrics*, 51(3), 499–510. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1019643002560>
- Chung, K., Hossain, L., & Davis, J. (2005). Exploring sociocentric and egocentric approaches for social network analysis. En *Proceedings of the 2nd international conference on knowledge management in Asia Pacific* (pp. 1–8). Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/228638161/download>

- Claritative Analytics. (2017a). Web of Science Core Collection Help: Address Abbreviations. Recuperado de [https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/hp\\_address\\_abbreviations.html](https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/hp_address_abbreviations.html)
- Claritative Analytics. (2017b). Web of Science Core Collection Help: Searching the Organizations - Enhanced List. Recuperado de [https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/hp\\_organizations\\_enhanced\\_index.html](https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/hp_organizations_enhanced_index.html)
- Community Research and Development Information Service. (2015). European Network of National Schizophrenia Networks Studying Gene-Environment Interactions. Recuperado de [https://cordis.europa.eu/project/rcn/94373\\_en.html](https://cordis.europa.eu/project/rcn/94373_en.html)
- Detecting Communities with Louvain Method and VOS Clustering. (s.f.). Recuperado de <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/community/CommunityDrawExample.htm>
- Dixon, W. J., & Yuen, K. K. (1974). Trimming and winsorization: A review. *Statistische Hefte*, 15(2–3), 157–170. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02922904>
- Djomba, J. K., & Zaletel-Kragelj, L. (2016). A methodological approach to the analysis of egocentric social networks in public health research: a practical example. *Slovenian Journal of Public Health*, 55(4), 256–263. DOI: <https://doi.org/10.1515/sjph-2016-0035>
- FECYT. (2017). Propuesta de manual de ayuda a los investigadores españoles para la normalización del nombre de autores e instituciones en las publicaciones científicas. Recuperado de [https://www.unavarra.es/digitalAssets/186/186628\\_100000normalizacion\\_nombre\\_autor.pdf](https://www.unavarra.es/digitalAssets/186/186628_100000normalizacion_nombre_autor.pdf)
- Fields, C. (2015). How small is the center of science? Short cross-disciplinary cycles in co-authorship graphs. *Scientometrics*, 102(2), 1287–1306. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1468-3>
- Franssen, J. (27 Octubre 2014). Web of Science solves the problem of institutional name variations. Recuperado de <http://library.maastrichtuniversity.nl/web-science-solves-problem-institutional-name-variations/>
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in Social Networks. *Social Networks*, 1(1968), 215–239. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)

- García-Gómez, C. (2012). Orcid: un sistema global para la identificación de investigadores. *El Profesional de La Información*, 21(2), 210–212. Recuperado de <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2012/marzo/14.pdf>
- García-hernández, A. (2012). Las redes de colaboración científica y su efecto en la productividad. Un análisis bibliométrico. *Investigación Bibliotecológica*, 27(59), 159–175. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ib/v27n59/v27n59a8.pdf>
- Garfield, E. (2006). The History and Meaning of the Journal Impact Factor. *Journal of the American Medical Association*, 295(1), 90–93. Recuperado de <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/202114>
- González-Alcaide, G., Alonso-Arroyo, A., González de Dios, J., Sempere, A. P., Valderrama-Zurián, J. C., & Aleixandre-Benavent, R. (2008). Redes de coautoría y colaboración institucional en Revista de Neurología. *Revista de Neurología*, 46(11), 642–651. Recuperado de <https://www.neurologia.com/articulo/2008158>
- González-Alcaide, G., Valderrama-Zurián, J. C., Aleixandre-Benavent, R., Alonso-Arroyo, A., de Granda Orive, J. I., & Villanueva Serrano, S. J. (2006). Redes de coautoría y colaboración de las instituciones españolas en la producción científica sobre drogodependencias en biomedicina 1999-2004. *Trastornos Adictivos*, 8(2), 78–114. DOI: [https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/S1575-0973\(06\)75110-8](https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/S1575-0973(06)75110-8)
- Haak, L. L., Fenner, M., Paglione, L., Pentz, E., & Ratner, H. (2012). ORCID: a system to uniquely identify researchers. *Learned Publishing*, 25(4), 259–264. DOI: <https://doi.org/10.1087/20120404>
- IDIBAPS. (2017). Normativa per a la correcta identificació de la producció de l'IDIBAPS en les publicacions científiques. Recuperado de [http://www.idibaps.org/media/upload/arxiu/2017/1702%20Idibaps\\_Filiacio-Agraiments\\_2017\\_CAT\(1\).pdf](http://www.idibaps.org/media/upload/arxiu/2017/1702%20Idibaps_Filiacio-Agraiments_2017_CAT(1).pdf)
- Krishna, P. R., Indukuri, K. V., & Syed, S. (2012). A generic topology discovery approach for huge social networks. *Proceedings of the 5th ACM COMPUTE Conference on Intelligent & Scalable System Technologies - COMPUTE '12*, 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1145/2459118.2459123>
- Kumar, S. (2015). Co-authorship networks: a review of the literature. *Aslib Journal of Information Management*, 67(1), 55–73. DOI: <https://doi.org/10.1108/AJIM-09-2014-0116>

Miguel-Dasit, A., Martí-bonmatí, L., Aleixandre-Benavent, R., Sanfeliu, P., & Valderrama-Zurián, J. C. (2004). Producción española sobre diagnóstico por la imagen en cardiología y radiología (1994-1998). *Revista Española de Cardiología*, 57(9), 806–814. Recuperado de <http://www.revespcardiol.org/es/produccion-espanola-sobre-diagnostico-por/articulo/13065648/>

Moya-Anegón, F. de, Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., González-Molina, A., Muñoz-Fernández, F., & Herrero-Solana, V. (2006).

Visualización y análisis de la estructura científica española: ISI Web of science 1990 – 2005. *El Profesional de La Información*, 15(4), 258–269. DOI: <https://doi.org/10.3145/epi.2006.jul.03>

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: <https://doi.org/10.1002/asi.20683>

Newman, M. E. J. (2001). The structure of scientific collaboration networks.

*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(2), 404–409. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.021544898>

Nooy, W. de, Mrvar, A., & Batagelj, V. (2011). *Exploratory social network analysis with Pajek*. New York: Cambridge University Press.

Otte, E., & Rousseau, R. (2002). Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*, 28(6), 441–453. DOI: <https://doi.org/10.1177/016555150202800601>

Perianes-Rodríguez, A., Olmeda-Gómez, C., & Moya-Anegón, F. de. (2010). *Redes de colaboración científica*. Valencia: Tirant lo Blanch.

Ruiz-Pérez, R., Delgado López-Cózar, E., & Jiménez-Contreras, E. (2002). Spanish personal name variations in national and international biomedical databases: implications for information retrieval and bibliometric studies. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 90(4), 411–30. DOI: <https://doi.org/10.1002/2014GB005021>

- Scott, J. (2000). *Social network analysis: a handbook* (2nd ed). London: SAGE Publications.
- Sebestyén, T., Hau-Horváth, O., & Varga, A. (2017). How to get from the periphery into the core? The role of geographical location and scientific performance in network position in the field of neuroscience. *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 1–29. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12076-016-0182-6>
- Seglen, P. O. (1997). Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research. *Bmj*, 314(7079), 497–513. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.314.7079.497>
- Springer Nature. (2016). Early-career researchers need fewer burdens and more support science [Editorial]. *Nature*, 538(7626), 427. DOI: <https://doi.org/10.1038/538427a>
- Tan, R., & Potočník, D. (2006). Are you experienced?: Junior scientists should make the most of opportunities to develop skills outside the laboratory. *EMBO Reports*, 7(10), 961–964. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400811>
- Toral, S. L., Bessis, N., Martínez-Torres, M. R., Franc, F., Barrero, F., & Xhafa, F. (2011). An Exploratory Social Network Analysis of Academic Research Networks. In *Third International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems* (pp. 21–26). DOI: <https://doi.org/10.1109/INCoS.2011.49>
- Universidad de Barcelona. (2016). El Consejo de Gobierno de la Universidad de Barcelona aprueba la reorganización departamental. Recuperado de [http://www.ub.edu/web/ub/es/menu\\_eines/noticies/2016/01/037.html?](http://www.ub.edu/web/ub/es/menu_eines/noticies/2016/01/037.html?)
- Universität Koblenz Landau. (2017). Konect. Recuperado de <http://konect.uni-koblenz.de/>
- Vargas-Quesada, B., Moya-Anegón, F. de, Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., & Guerrero Bote, V. P. (2008). Evolución de la estructura científica española: ISI Web of Science 1990-2005. *El Profesional de La Información*, 17(1), 22–37. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2539623&orden=0&info=link>
- Wagner, A. (2009). Percentile-based journal impact factors: A neglected collection development metric. *Issues in Science and Technology Librarianship*, 57, 1–8. DOI: <https://doi.org/10.5062/F4639MPT>

- Wagner, C. S., & Leydesdorff, L. (2005). Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. *Research Policy*, 34(10), 1608– 1618. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.08.002>
- Wu, Y., & Duan, Z. (2015). Social network analysis of international scientific collaboration on psychiatry research. *International Journal of Mental Health Systems*, 9(1), 2. DOI: <https://doi.org/10.1186/1752-4458-9-2>
- Yan, E., & Ding, Y. (2017). Applying Centrality Measures to Impact Analysis: A Coauthorship Network Analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(10), 2107–2118. DOI: <https://doi.org/10.1002/asi.21128>