

MAYO DEL 2024

THE NOBEL EFFECT

¿Qué distingue a la red del un Nobel y cómo esta beneficia a sus colaboradores?

Fernando Moreno e Ingrid Tokun Haga

a. Revisión del estado del arte.

A partir de un análisis de la red de citación de artículos sobre nitruro de galio y redes complejas, Naoki Shibata *et. al.* (2007) intentan predecir el número de veces que un artículo será citado en el futuro a partir de tres medidas: centralidad de intermediación (*betweenness centrality*), centralidad de cercanía (*closeness centrality*) y coeficiente de agrupamiento (*clustering coefficient*). Sus resultados sugieren que el número de citas que tiene un artículo en el año t es el mejor predictor de las citas que tendrá en los dos años siguientes. Sin embargo, para un periodo mayor la variable predictiva más importante es la centralidad de intermediación. Los autores concluyen que esto se debe a que los artículos con una mayor centralidad de intermediación usualmente conectan campos dónde usualmente existe poca comunicación, por lo que son citados de forma consistente con mayor frecuencia a lo largo de los años.

Por su parte, Tove Faber y Jeppe Nicolaisen (2013) examinan cómo ser galardonado con el Nobel en 2005 afectó el volumen de citación del matemático Robert J. Aumann. Los autores concluyen que el laurel aumentó en ocho puntos porcentuales el número de citas recibidas por Aumann en 2006 y que el efecto fue más pronunciado en los años siguientes. Además el *spillover* sobre los textos que aparecen entre las referencias de sus escritos tiene una magnitud semejante. Desafortunadamente este análisis carece de rigor estadístico ya que se sustenta en presentar gráficas y comparar medias.

A partir de un estudio de los 124 individuos que ganaron el Nobel en química, economía, medicina y física entre 1990 y 2009, Amin Mazloumian *et al.* (2011) sostienen que cuando un científico realiza un descubrimiento revolucionario esto no sólo multiplica el número de citas que reciben en los artículos donde anuncia su hallazgo, sino que acrecienta la atención que reciben sus publicaciones anteriores.

Yves Gingras y Matthew Wallace (2009) analizan el perfil bibliométrico de los ganadores del Nobel de química y física de 1901 a 2007. Argumentan que (a partir del grado y ranking de citación) puede concluirse que el premio es otorgado a investigadores que se encuentran en la cúspide de su popularidad (medido como número máximo de citas en su carrera). Esto sugiere que “si bien el impacto de su experimento o teoría podría haber sido más importante varios años antes, el Premio se otorga cuando su capital simbólico acumulado es mayor”.¹

A lo largo de su carrera, el lingüista estadounidense Eugene Garfield intentó identificar el perfil de los ganadores del Nobel describiendo sus estadísticas de citación. Tras analizar los artículos de los laureados de 1961 a 1978 encontró que “el autor promedio del Nobel recibió 169 citas, 30 veces más que el autor promedio (5.5). Además, los premios Nobel eran mucho más productivos que el promedio. Publicaron 58.1 artículos citados, 17 veces más que la media (3.37)”.²

Finalmente, Rudolf Farys y Tobias Wolbring (2017) argumentan que una simple comparación pre-post de la trayectoria de citación de los ganadores del Nobel puede conducir a resultados engañosos. Esto se debe a que ese diseño de investigación adolece de cuatro problemas: a) no incluye tendencias temporales, b) cambios en la cobertura de las bases de datos, c) el ciclo de vida de las publicaciones individuales³ y d) sesgo de selección.⁴ Para contrarrestar estos errores, proponen utilizar grupos de control emparejados para mejorar la inferencia causal, realizar ajustes por año de publicación y campo (o subcampo) de investigación.

b. Objetivo del trabajo e hipótesis a probar.

Como muestra el breve recuento de literatura anterior, el premio Nobel, su aura de prestigio y gloria, es un tema que ha despertado la fascinación de investigadores a lo largo del mundo durante décadas. Sin embargo, sólo un par de trabajos han explorado los *spillovers* que tiene el premio sobre los textos referenciados en las publicaciones de los ganadores. Ningún artículo (al menos del que tengamos conocimiento) ha utilizado la teoría de redes para estudiar la red de coautoría de los laureados ni el efecto que tiene el premio sobre la trayectoria de los colaboradores del ganador. Este texto busca contribuir a subsanar ese vacío respondiendo dos preguntas: ¿cuál es la estructura de la red de colaboradores del premio Nobel Shinya Yamanaka?, ¿Recibir el galardón aumentó el número de citas recibidas por sus coautores y los colegas de ellos?

¹El texto original en inglés es el siguiente: “this distribution suggests that while the impact of their experiment or theory might have been most important several years earlier, the Prize is awarded when their accumulated symbolic capital is highest”. Gingras, Y., & Wallace, M. L. (2010). Why it has become more difficult to predict Nobel Prize winners: a bibliometric analysis of nominees and winners of the chemistry and physics prizes (1901–2007). *Scientometrics*, 82, 404.

²La versión original es: “the average Nobel author received 169 citations, 30 times more than the average author (5.5). In addition, Nobelists were far more productive than the average. They published 58.1 cited papers, 17 times more than the average (3.37)”. Garfield, E., & Welljams-Dorof, A. “Of Nobel class: A citation perspective on high impact research authors,” *Theoretical Medicine and Bioethics* 13 (1992): 120.

³Ya se ha discutido previamente que la mayoría de los investigadores reciben el Nobel cuando se encuentran en la cúspide de su citación académica, es decir, en uno de los años en que más citas reciben en su vida.

⁴Argumentan que comparar a ganadores del Nobel con académicos “promedio” es incorrecto ya que probablemente ambos grupos tienen características diferentes no observables.

a. Naturaleza de los datos

Google Scholar es una herramienta en línea creada por la empresa Google, la cual se especializa en la búsqueda de textos académicos como artículos publicados en revistas revisadas por pares, tesis, libros y otros documentos técnicos. A diferencia del motor de búsqueda principal, este ha sido expresamente diseñado para encontrar información científica pertinente y de alta calidad. Asimismo, muestra información sobre las citas recibidas por cada obra, lo cual permite evaluar la influencia de un trabajo académico.

El buscador también permite a los usuarios crear perfiles para gestionar su presencia en línea: mostrar su trabajo, seguir la producción de otros científicos y obtener métricas sobre el impacto de su investigación. Con ese fin muestra:

1. **Lista de publicaciones:** Los investigadores pueden incluir un recuento de sus publicaciones, incluyendo artículos en revistas académicas, libros, patentes y otros textos de investigación.
2. **Métricas:** Google Scholar incluye mediciones sobre el número de citas recibidas por cada publicación y dos índices de impacto llamados *h-index* e *i10-index*.

El *h-index* fue creado por el físico e informático Jorge E. Hirsch en 2005. De acuerdo con este, un científico tiene un índice *h* si ha publicado *h* trabajos con al menos *h* citas cada uno. Consecuentemente, un investigador tiene un *h-index* igual a 10 si ha publicado 10 artículos que han sido citados más de 9 veces cada uno. Debido a lo anterior, esta medición adolece de dos deficiencias: no toma en cuenta la edad del investigador ni la calidad de las citas recibidas.⁵

Por su parte el *i10-index* contabiliza el número de publicaciones que tiene un científico que han recibido al menos 10 citas cada una. Por ejemplo, si un investigador tiene un *i10-index* igual a 30, esto quiere decir que cuenta con exactamente 30 publicaciones con al menos 10 citas cada una.

3. **Seguimiento del número de citas recibidas por cada autor:** Los perfiles de Google Scholar incluyen un conteo anual del número de citas que recibe cada investigador por su trabajo, así como un seguimiento detallado de los textos están citando sus escritos.
4. **Colaboradores:** Los perfiles de Google Scholar también muestran información sobre los coautores de cada científico. Estos son identificados mediante la presencia de coautorías en publicaciones académicas que se encuentran en su base de datos interna.⁶ Los colaboradores se muestran en un orden establecido de acuerdo al número de publicaciones en las que han sido coautores, la cantidad de citas recibidas por esas publicaciones compartidas, la relevancia que tienen esas publicaciones en el perfil de cada investigador y otros factores que permanecen en secreto.⁷

b. Análisis descriptivo

Utilizando "Scholarly", un módulo que te permite recuperar información proveniente de Google Scholar "de una manera amigable y pythonica",⁸ construimos la red de uno de los investigadores más importantes a nivel mundial: Shinya Yamanaka. Yamanaka es una leyenda viviente, una persona que transformó la comprensión del mundo cuando en 2006 demostró cómo células especializadas en ratones podrían reprogramarse para convertirse en células madre.

Este descubrimiento transformó gran parte de lo que se sabía sobre el proceso de especialización celular. Su gran importancia llevó a que se reescribieran libros de texto, se establecieran nuevos campos de investigación y desarrollaran nuevos tratamientos celulares. Debido a su excepcional trabajo, en 2012 fue galardonado con el Premio Nobel de Fisiología y Medicina.

Aunque sin duda alguna la obra de Yamanaka es extraordinaria, sería falso decir que es el trabajo de un solo hombre. Pese a que los premios Nobel se dan a un grupo muy limitado de investigadores (o en ocasiones de forma individual), los descubrimientos científicos actuales rara vez ocurren en solitario. Son el producto de décadas de experimentación, intercambio de ideas y trabajo en equipo. Debido a ello, en esta sección analizamos que distingue a la red de un premio Nobel.

1. **Una distribución sesgada a la izquierda del número de coautores.** La figura 1 presenta la de los 850 investigadores que se encuentran a una distancia de hasta 3 grados de Yamanaka. Como puede observarse, la distribución se encuentra sesgada a la izquierda, lo cual indica que la mayoría de los investigadores tiene un número reducido de colaboradores, mientras que unos cuantos tienen muchos coautores. Esto sugiere que hay unos pocos nodos están altamente conectados, los cuales actúan como hubs. Pese a ello, la figura 2 demuestra que la red no sigue una distribución libre de escala.

⁵ Por lo que es susceptible a manipulaciones como autocitas o citas en "publicaciones depredadoras" (usualmente revistas de baja calidad que cobran a los autores por colaboración).

⁶ Para evitar que se manipulen sus índices, Google restringe las citas que son contabilizadas a aquellas que forman de un conjunto de publicaciones que mantiene en secreto.

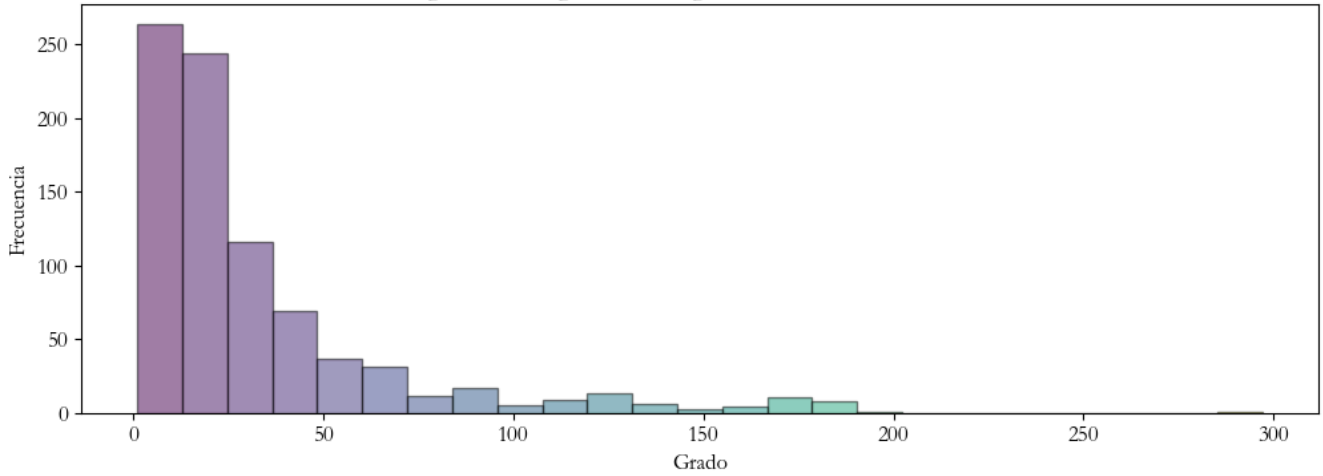
⁷ Sobre los esfuerzos para determinar cómo Google Scholar realiza su ranking véase Royle, S. (2023, 21 de octubre). All The Right Friends: how does Google Scholar rank co-authors? Quantixed. Recuperado de <https://quantixed.org/2023/10/21/all-the-right-friends-how-does-google-scholar-rank-co-authors/>

⁸ Bielsnohr, Ipeirotis, Scholewiak, & Silva. (2021). SCHOLARLY: Simple access to Google Scholar authors and citation using Python (Versión 1.5.1) [Software]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5764801>

Por otra parte, como muestra la figura 3, ninguno de los hubs es Yamanaka, quien sólo tiene 22 colaboradores. El nodo más interconectado es Nevan Krogan, un especialista en proteómica y genética de la Universidad de California, quien tiene 297 coautores. Krogan tiene 68,412 citas, un índice-h de 124 y un Índice i10 de 331. Con 354 artículos en veinte años, resulta pertinente preguntarse si los investigadores con grados extremos en la red no están “inflando” su número de publicaciones para avanzar en sus carreras académicas. Como punto de comparación, Yamanaka sólo reporta haber publicado 31 artículos en los últimos veinte años.

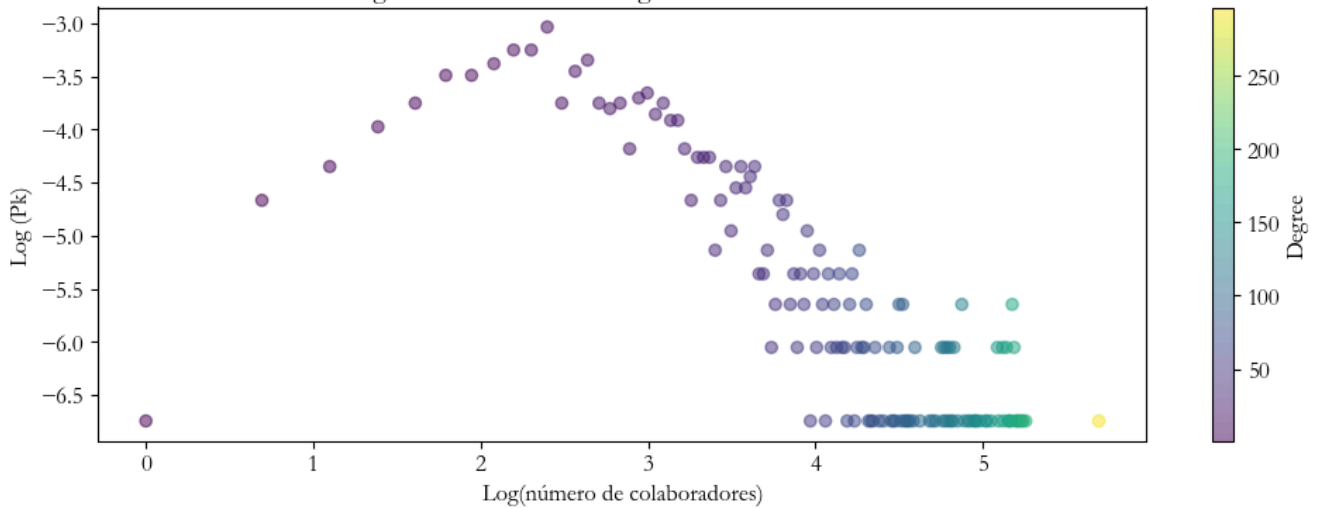
Vale la pena señalar que no parece haber colusión entre las 25 personas con mayor número de colaboradores. De esta lista los únicos dos individuos que han escrito juntos un artículo son Daniel Noble y Shinichi Nakagawa.

Figura 1. Histograma de los grados de los nodos de la red.



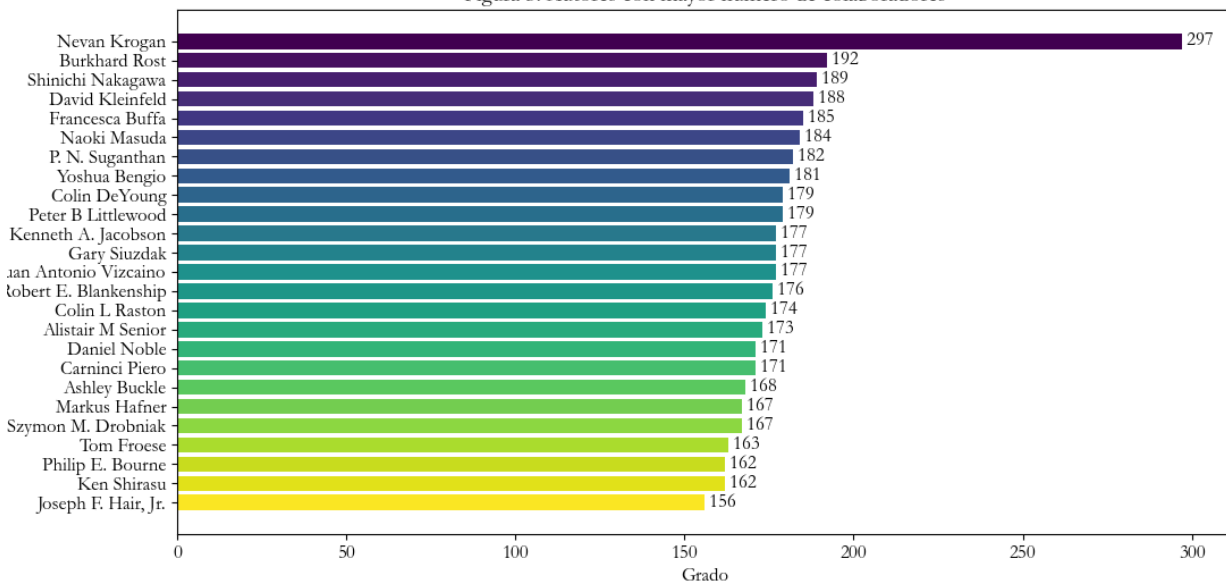
Los nodos son investigadores que forman parte de la red de Shinya Yamanaka. Todos se encuentran a una distancia máxima de 3 grados de Yamanaka

Figura 2. Distribución del grado de colaboradores



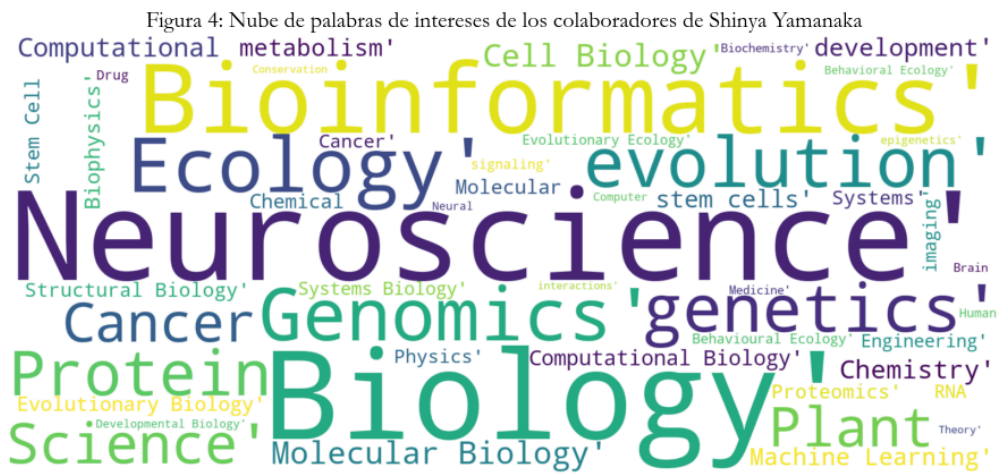
Este gráfico muestra la distribución del grado de colaboradores de la red de Shinya Yamanaka. Todos los individuos incluidos se encuentran a una distancia máxima de 3 del Nobel.

Figura 3. Autores con mayor número de colaboradores



2. **Un conjunto de intereses diverso y multidisciplinario.** La lista de intereses de las personas que forman parte de la red de colaboración de Shinya Yamanaka revela una amplia variedad de temas en biología y disciplinas afines. Se observa una presencia significativa de áreas como biología molecular, biología celular, genética y ciencias computacionales aplicadas a la biología. También hay curiosidad por campos interdisciplinarios como bioinformática, biofísica y bioquímica.

Además, se mencionan áreas emergentes como el aprendizaje automático y la inteligencia artificial aplicada, lo que indica un creciente interés en el uso de herramientas computacionales para abordar problemas biológicos. La diversidad de áreas temáticas sugiere una red de colaboración multidisciplinaria que aborda una amplia gama de preguntas científicas en disciplinas que (aunque anteriormente estaban divorciadas) gracias a los últimos avances en biología y computación se encuentran cada vez más interrelacionadas.



Este gráfico muestra los 50 intereses más frecuentes de las personas que forman parte de la red de Shinya Yamanaka

3. **Índice H elevado, aunque existe una notable dispersión del impacto de sus miembros.** Como muestra la figura 5, la red de colaboradores de Shinya Yamanaka muestra una amplia variabilidad en los índices H de sus miembros. Con una media de 50.88, la mayoría de los investigadores tienen un alto índice de impacto. Sin embargo, la mediana equivale a 40, lo cual apunta a que la distribución está sesgada hacia la derecha, por lo que algunos investigadores que poseen índices más altos que la mayoría.

Esta amplia dispersión de los datos queda patente si se toma en cuenta que la desviación estándar alcanza un valor de 39.08 y que los deciles tienen valores muy divergentes. Mientras que el primer decil tiene un valor de 15, el noveno un valor de 101. Vale la pena señalar que con un índice de impacto de 127, Yamanaka se encuentra en ese decil. Aunque publica muchos menos artículos que otros miembros de su red, sus artículos reciben un número de citas considerable. Esto sugiere que en el dilema entre cantidad y calidad, el laureado se decanta por lo segundo.

Por otra parte, Yamanaka ocupa la modesta posición 17 del índice h. Como muestra la figura 6, la primera posición la ocupa Matthias Mann, director del Instituto Max Planck de Bioquímica e investigador principal del Centro de Investigación de Proteínas de la Fundación Novo Nordisk en Copenhague.

Figura 5. Histograma del H-Index de los investigadores

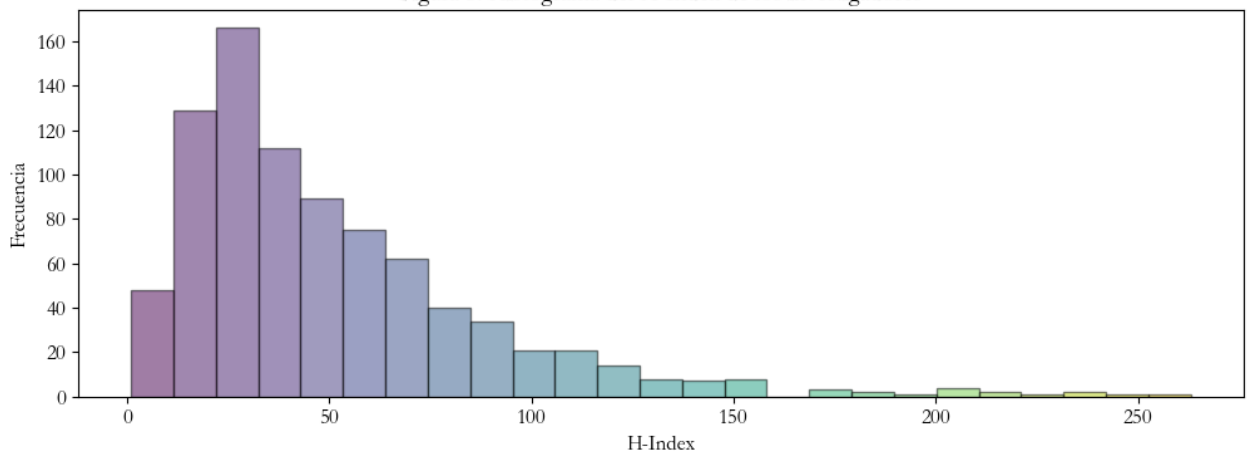
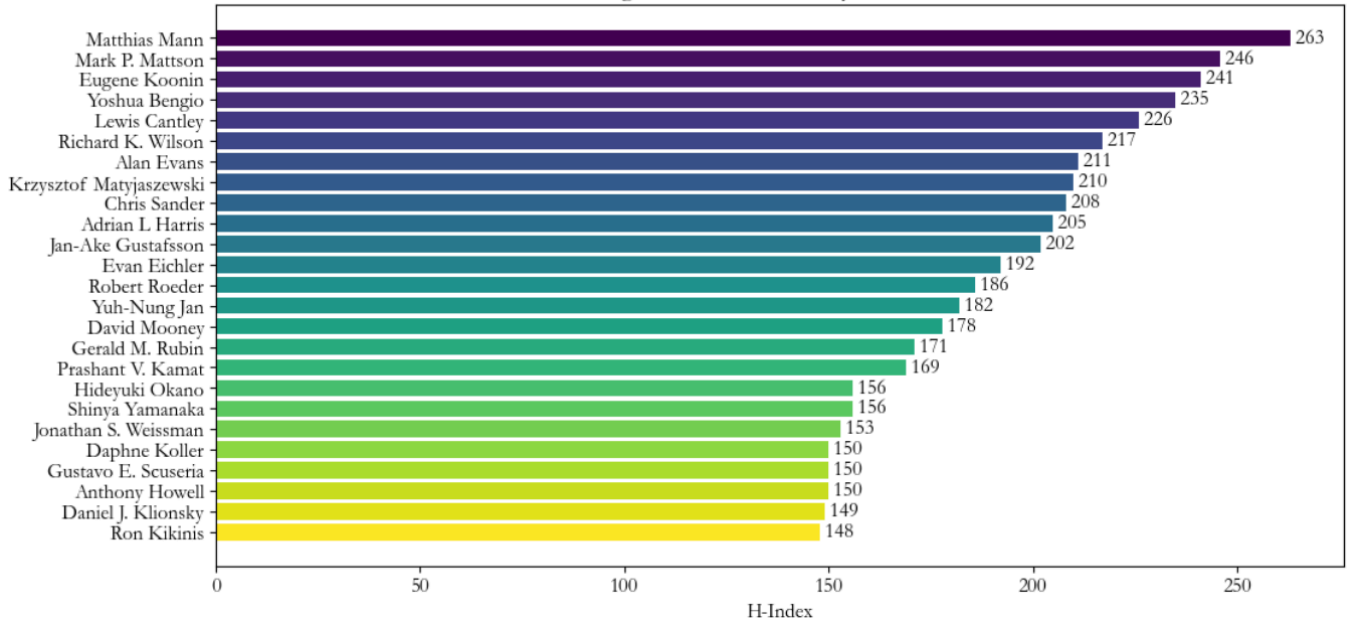


Figura 6. Autores con mayor H-Index



METODOLOGÍA. MEDIDAS DE RED Y ANÁLISIS DE DATOS

Centralidad de grado

La centralidad de grado es una medida que cuantifica la importancia relativa de un nodo en una red. En una red de colaboración académica, puede interpretarse como la cantidad de colaboraciones que un investigador tiene con otros investigadores en la red. Se calcula dividiendo el grado del nodo (es decir, el número de conexiones que tiene) entre el número máximo de conexiones posible.

La importancia de la centralidad de grado en una red de colaboración académica radica en que puede indicar la influencia que tiene un investigador en términos de colaboraciones. Los científicos con una centralidad de grado más alta podrían considerarse como aquellos que tienen más conexiones con otros investigadores, por lo que pueden desempeñar un papel importante en la difusión de conocimientos, la facilitación de colaboraciones, el flujo de información y otros recursos.

Centralidad de intermediación

La centralidad de intermediación es una medida que cuantifica la importancia de un nodo en una red, basándose en la cantidad de veces que ese nodo aparece en el camino más corto entre todos los pares posibles de nodos en la red.

Para calcular la centralidad de intermediación de un nodo v en una red, se calcula el número total de caminos más cortos entre todos los pares de nodos s y t en la red. Luego, se cuenta cuántos de estos caminos pasan a través del nodo v . La centralidad de intermediación de v se calcula como la fracción de todos los caminos más cortos que pasan por v dividido entre el número total de caminos más cortos en la red.

En una red de colaboración académica, la centralidad de intermediación puede indicar la importancia de un investigador en la difusión de información y en la conexión entre diferentes áreas del conocimiento. Los nodos con una centralidad de intermediación más alta pueden actuar como puentes entre diferentes grupos de investigación o disciplinas, facilitando la colaboración interdisciplinaria y la difusión de conocimientos.

Centralidad de proximidad

La centralidad de proximidades es una medida de la centralidad de un nodo en una red, que se basa en la distancia promedio entre ese nodo y todos los demás nodos en la red. Cuanto más cortas sean estas distancias, mayor será la centralidad de proximidad del nodo.

Para calcular la centralidad de proximidad de un nodo v en una red, se suma la longitud de todos los caminos más cortos desde v hasta todos los demás nodos en la red. Luego, se toma el inverso de esta suma para obtener la centralidad de proximidad.

En una red de colaboración académica, la centralidad de proximidad puede ser relevante para identificar nodos que tienen una buena accesibilidad a otros investigadores en la red. Los nodos con una centralidad de proximidad alta están más cerca en términos de distancia geodésica (el camino más corto) a otros nodos en la red. Esto puede indicar su capacidad para acceder rápidamente a la información y recursos de otros colaboradores en la red. En una red académica, los nodos con alta centralidad de proximidad pueden ser vistos como personas influyentes que pueden comunicarse rápidamente con otros investigadores y ayudar a obtener recursos importantes en poco tiempo.

RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE CENTRALIDAD

Los autores con las mayores medidas de centralidad en la red (véase Tabla 1) son Nevan Krogan y Burkhard Rost en centralidad de grado, Hideyuki Okano y Jesper V. Olsen en centralidad de intermediación, y Partha P Mitra y Charles S. Bond en centralidad de proximidad. Estos investigadores comparten una serie de características destacables. En primer lugar, todos han obtenido un reconocimiento significativo en sus respectivos campos, reflejado en el alto número de citas recibidas y en elevados índices h. Esto sugiere que sus investigaciones y contribuciones han tenido un efecto notable en la comunidad científica y que sus trabajos cuentan con un número ávido de lectores que esperan su siguiente gran descubrimiento.

Además, estos autores han cultivado redes amplias y diversas de colaboradores, como lo demuestran los numerosos coautores con los que han trabajado a lo largo de sus carreras, lo cual sugiere en que se han caracterizado por crear una red de publicación amplia y multidisciplinaria.

Es importante destacar la diversidad y amplitud de intereses de estos autores, que abarcan una variedad de disciplinas y temas de investigación. Esta diversidad les ha permitido explorar diferentes aspectos de la ciencia y abordar cuestiones complejas desde diversas perspectivas, contribuyendo a su influencia y relevancia en el ámbito académico. Cabe mencionar especialmente a Shinichi Nakagawa, quien figura entre los tres primeros lugares en todas las medidas calculadas. Nakagawa tiene una amplia gama de intereses, que incluyen ecología evolutiva, ecología del comportamiento, comportamiento animal, meta-análisis y bioestadística, entre otros. Además, cuenta con la mayor cantidad de colaboradores de los ocho académicos mencionados, lo cual sugiere que es un científico sumamente influyente pese a que se encuentra en la Universidad de Sidney y dirige un grupo de investigación modesto.⁹

Tabla 1. Académicos con mayor relevancia en la red de acuerdo a sus medidas de centralidad

Centralidad de grado		Centralidad de intermediación		Centralidad de proximidad	
Nombre	Valor	Nombre	Valor	Nombre	Valor
Nevan Krogan	0.01245	Shinichi Nakagawa	0.00000361	Shinichi Nakagawa	0.002753
Burkhard Rost	0.00805	Hideyuki Okano	0.00000170	Partha P Mitra	0.001330
Shinichi Nakagawa	0.00796	Jesper V. Olsen	0.00000123	Charles S. Bond	0.000882
David Kleinfeld	0.00788	Richard E Tremblay	0.00000102	Myriam Gorospe	0.000865
Francesca Buffa	0.00775	R.Lawrence Edwards	0.00000094	Terry Burke	0.000764
Naoki Masuda	0.00771	Matthias Mann	0.00000081	Kunihiko Kaneko	0.000756
Prof. P. N. Suganthan	0.00763	Kunihiko Kaneko	0.00000065	Hideyuki Okano	0.000728
Yoshua Bengio	0.00759	Jean Séguin	0.00000064	Tobias Walther	0.000720
Colin DeYoung	0.00754	Adam Godzik	0.00000064	Adam Godzik	0.000715

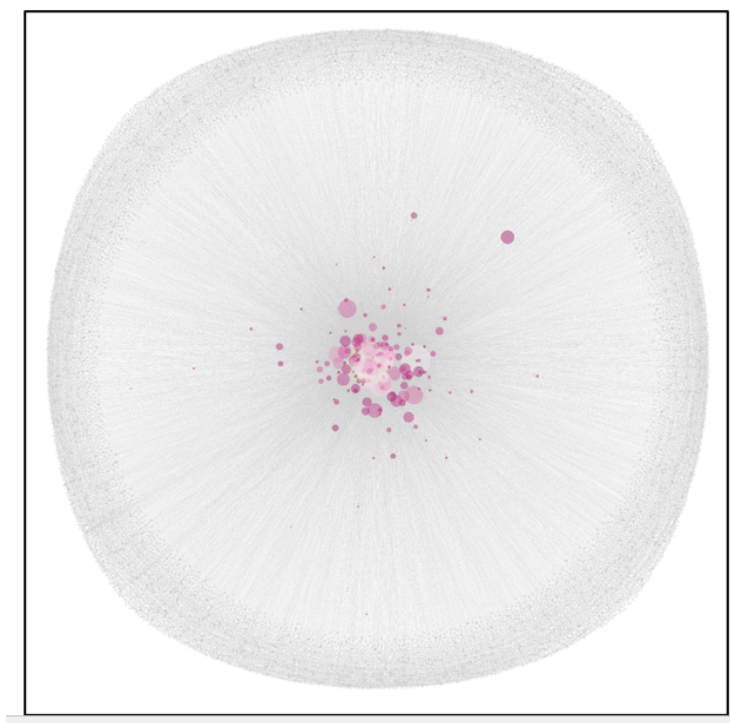
Por otra parte, la tabla 2 muestra la distribución de las tres medidas de red. Como puede observarse las medidas se encuentran sesgadas a la izquierda. Existe una multiplicidad de nodos con poca influencia y unos cuantos sumamente importantes. Esto sugiere que lo que distingue a la red de un premio Nobel es la presencia de unos cuantos investigadores que concentran recursos. Estos pueden ser elementos pecuniarios –como dinero y acceso a recursos– y no pecuniarios –como mano de obra especializada. Esto puede observarse claramente en la figura 6. Existen muchos investigadores que se encuentran en la periferia que sólo se conectan con Shinya Yamanaka mediante una serie de investigadores sumamente influyentes.

⁹ De acuerdo a su página web actualmente sólo dirige a siete alumnos de posgrado.

Tabla 2. Medidas de red

	Coefficiente de Agrupamiento (Clustering coefficient)	Centralidad de Intermediación (Betweenness centrality)	Centralidad de Cercanía (Closeness centrality)
Media	0.018	0.0154	0.178
SD	0.02	0.0251	0.0411
Mínimo	0	0	0.1012
25%	0.004	0.0031	0.1625
50%	0.01	0.0088	0.1817
75%	0.0287	0.0166	0.1978
Máximo	0.6667	0.1084	0.233
Q1	0.002	0.0014	0.1609
Q2	0.005	0.0031	0.1687
Q3	0.01	0.0088	0.1839
Q4	0.027	0.0177	0.2056

Figura 7. Gráfico de la red de colaboradores del Nobel Shinya Yamanaka.



IMPLICACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA O EMPRESARIAL

La red de Shinya Yamanaka muestra una serie de características interesantes. En primer lugar tiene un número notable de colaboradores. Esto permite que las publicaciones que se producen dentro de la red tengan un número importante de lectores potenciales y que se puedan concentrar muchos recursos –inteligencia, dinero y horas de trabajo– en lograr un proyecto de investigación ambicioso. En segundo lugar, la participación de científicos que investigan campos tan disímiles como inteligencia artificial, ecología, proteómica y neurociencias permite hacer colaboraciones interdisciplinarias únicas. Es posible que estos dos elementos puedan ser promovidos y replicados en otros países y áreas del conocimiento. En países como México, donde los recursos pecuniarios que se dedican a la investigación son menos generosos que en Estados Unidos o Japón, concentrar recursos en iniciativas innovadoras, ambiciosas y de largo plazo puede llevar a descubrimientos importantes.

Por otra parte, los mexicanos y otros científicos del sur global podrían beneficiarse de participar en estas redes de colaboración influyentes. Es importante señalar que en la red de Yamanaka ya hay algunos mexicanos presentes –como la doctora Rosana Quintana de la UNAM y José Manuel Cervantes del Centro de Investigación Científica de Yucatán–, quizás colaborar con ellos sea una buena idea para quienes van comenzando su carrera académica, ya que podría abrirles las puertas a una de las redes de investigación científica más influyentes del mundo y fomentar la capacidad científica del país.

CONCLUSIONES

A lo largo de este breve texto hemos realizado una exploración por una de las redes de colaboración más interesantes del mundo: la red de colaboradores de Shinya Yamanaka. Yamanaka, quien fue galardonado en 2012 con el Premio Nobel de Medicina por sus descubrimientos acerca de células madre, es uno de los investigadores más innovadores del mundo. Su red de colaboradores se distingue por tres atributos principales: una amplia red de colaboradores –algunos de sus coautores tienen más de 200 colaboradores–, la creación de artículos de alto impacto –el autor más citado de la red es Matthias Mann, Director del Instituto Max Planck de Bioquímica y el investigador más citado de Alemania– y una gran variedad de intereses. Sus colaboradores investigan temas tan disímiles como neurociencias, inteligencia artificial y ecología.

Vale la pena señalar que como todo proyecto de investigación, este presenta algunas limitaciones. Las más importantes quizás sean dos: por un lado, la base de datos está incompleta. Es imposible obtener los datos sobre publicación y colaboración de los científicos que no tienen un perfil en Google Scholar. Por el otro, este trabajo se limita a examinar la red de un Premio Nobel. No sabemos si Yamanaka es representativo de este grupo de investigadores excepcionales o tiene algunas peculiaridades. Tampoco sabemos si las redes de coautores difieren de acuerdo al campo o como se han transformado a lo largo del tiempo. Mejorar la calidad de los datos y expandir nuestra muestra de estudio serían dos direcciones deseables.

Asimismo, también sería importante analizar la relación entre la investigación científica y la industria. Algunos de los nodos más notables de la red, como Matthias Mann y Nevan Krogan han ocupado puestos importantes en empresas biotecnológicas. Se sabe poco sobre cómo este vínculo con el empresariado influye en la dirección de sus investigaciones, en la posibilidad de innovar y comercializar sus descubrimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Benedictine University Library. (s.f.). Google Scholar: Introduction. Recuperado el 20 de marzo de 2024, de <https://researchguides.ben.edu/Google-Scholar>
- Bielsnohr, Ipeirotis, Scholewiak, & Silva. (2021). SCHOLARLY: Simple access to Google Scholar authors and citation using Python (Versión 1.5.1) [Software]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5764801>
- Farys, R., & Wolbring, T. (2017). Matched control groups for modeling events in citation data: An illustration of Nobel Prize effects in citation networks. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 68(9), 2201-2210.
- Frandsen, T. F., & Nicolaisen, J. (2013). The ripple effect: Citation chain reactions of a nobel prize. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(3), 437-447.
- Garfield, E., & Welljams-Dorof, A. (1992). Of Nobel class: A citation perspective on high impact research authors. *Theor Med Bioeth* 13, 117–135. <https://doi.org/10.1007/BF02163625>
- Gingras, Y., & Wallace, M. L. (2010). Why it has become more difficult to predict Nobel Prize winners: a bibliometric analysis of nominees and winners of the chemistry and physics prizes (1901–2007). *Scientometrics* 82, 401–412. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0035-9>
- Google. (s.f.). Acerca de Google Scholar. Recuperado el 30 de abril de 2024, de <https://scholar.google.com/intl/es/scholar/about.html>
- Mazlounian, A., Eom, Y. H., Helbing, D., Lozano, S., & Fortunato, S. (2011). How citation boosts promote scientific paradigm shifts and nobel prizes. *PloS one*, 6(5), e18975.
- Royle, S. (2023, 21 de octubre). All The Right Friends: how does Google Scholar rank co-authors? Quantixed. Recuperado de <https://quantixed.org/2023/10/21/all-the-right-friends-how-does-google-scholar-rank-co-authors/>
- Shibata, N., Kajikawa, Y., & Matsushima, K. (2007). Topological analysis of citation networks to discover the future core articles. *J. Am. Soc. Inf. Sci.*, 58, 872-882. <https://doi.org/10.1002/asi.20529>