

Asignación inteligente de tareas con grafos: eficiencia en la administración de recursos humanos

Franco Palacios / palacios-m-c@hotmail.com

Patricia Caro/ patriciajanetcaro@gmail.com

Universidad Nacional del Comahue

Recibido 5/11/2025– Aceptado 12/12/2025

Resumen

La asignación de tareas dentro de un equipo puede verse afectada por diversas restricciones, como aquellas que impiden la realización simultánea de ciertas actividades —por ejemplo, cuando se comparte maquinaria o espacios—, la disponibilidad limitada de personas para ejecutar tareas en paralelo, o la existencia de dependencias entre tareas que requieren un orden específico de ejecución. Estas condiciones pueden modelarse mediante un grafo, donde cada tarea se representa como un vértice, y una arista conecta dos tareas que no pueden realizarse al mismo tiempo. Al aplicar el coloreo de grafos, cada color simboliza un grupo de tareas que pueden ejecutarse simultáneamente o asignarse a un mismo recurso, facilitando así una planificación eficiente y libre de conflictos.

La aplicación del algoritmo de colooreo de grafos puede optimizar la asignación de tareas en ambientes colaborativos, en particular, en la asignación de tareas a docentes en el departamento de matemáticas de la facultad de economía y administración de la Universidad Nacional del Comahue en el año 2024. En este estudio se aplicó esta herramienta y se compararon dos escenarios: el primero muestra una distribución aleatoria de tareas a docentes y el otro una distribución organizada tras la aplicación del algoritmo de colooreo.

La muestra utilizada incluyó 67 docentes y las tareas a asignar se encuentran divididas en cuatro grandes grupos: docencia, investigación, extensión y gestión. Utilizando el software R, se generaron grafos bipartitos para representar las asignaciones de tareas, y se analizaron métricas de centralidad del autovector y de centralidad de grado. Los resultados mostraron que el algoritmo de colooreo logra una distribución homogénea y balanceada de las tareas, evitando la sobrecarga en algunos individuos y asegurando que todos los docentes tengan tareas asignadas de manera justa.

Palabras claves: Organizaciones, asignación de tareas, grafos y métricas.

Clasificación JEL: M1

1- Departamento de Matemática- Facultad de Economía y Administración- Universidad Nacional del Comahue.

Smart Task Assignment Using Graphs: Efficiency in Human Resource Management

Abstract

Task assignment within a team can be affected by various constraints, such as the inability to perform certain activities simultaneously—due to shared equipment or spaces—limited availability of personnel for parallel execution, or task dependencies that require a specific order. These conditions can be modeled using a graph, where each task is represented as a vertex, and an edge connects two tasks that cannot be performed at the same time. By applying graph coloring, each color symbolizes a group of tasks that can be executed simultaneously or assigned to the same resource, thus enabling efficient and conflict-free planning.

The application of graph coloring algorithms can optimize task allocation in collaborative environments, particularly in assigning tasks to faculty members in the Mathematics Department of the Faculty of Economics and Administration at the National University of Comahue in 2024. This study applied this tool and compared two scenarios: one with a random distribution of tasks among faculty members, and another with an organized distribution following the application of the coloring algorithm.

The sample included 67 faculty members, and the tasks were divided into four main categories: teaching, research, outreach, and administration. Using R software, bipartite graphs were generated to represent task assignments, and centrality metrics—eigenvector centrality and degree centrality—were analyzed. The results showed that the coloring algorithm achieved a homogeneous and balanced distribution of tasks, avoiding overload for certain individuals and ensuring fair task allocation for all faculty members.

Keyword: Organizations · Task assignment · Graphs · Metrics · Coloring · University teaching

JEL Classification: M1

Introducción

En la gestión organizacional contemporánea, la asignación de tareas no puede reducirse a un ejercicio mecánico de distribución de actividades. Tal como lo plantea William Moulton Marston en *Emotions of Normal People* [1929] (2013), las emociones y conductas humanas constituyen el núcleo de la interacción social y determinan la manera en que las personas responden a los desafíos de su entorno. Su teoría, que más tarde daría origen al modelo DISC, subraya que los individuos presentan patrones diferenciados de dominancia, influencia, estabilidad y cumplimiento, los cuales condicionan su motivación, desempeño y adaptación en contextos colaborativos.

Desde esta perspectiva, la asignación de responsabilidades en un equipo debe contemplar no solo la equidad en la distribución del trabajo, sino también la diversidad de perfiles conductuales. Una tarea asignada sin atender a las aptitudes, actitudes y formación de la persona corre el riesgo de generar desmotivación, sobrecarga o incluso ineficiencia. En cambio, cuando se reconoce que las emociones son “biológicamente eficientes” y que las conductas responden a motivaciones profundas —como lo expone Marston [1929] (2013)—, la gestión de tareas se convierte en un instrumento estratégico para potenciar el compromiso y el rendimiento colectivo.

Este artículo propone el uso del algoritmo de colooreo de grafos como herramienta matemática para organizar la distribución de tareas en equipos de trabajo. La técnica permite representar de manera estructurada las relaciones entre personas y actividades, asegurando una asignación equitativa y evitando la concentración de responsabilidades en unos pocos individuos. Sin embargo, se plantea que la eficacia del modelo depende de integrar los principios de la teoría de grafos con el reconocimiento del factor humano, en línea con las ideas de Marston [1929] (2013): las emociones, motivaciones y perfiles conductuales son determinantes para que la asignación sea no solo justa, sino también funcional y sostenible.

Dado que las tareas son realizadas por personas y no todas las personas son aptas para todas las tareas debido a su formación, experiencia y motivaciones, surge la dificultad de llevar a cabo la distribución de actividades en un colectivo. Además, el contexto en que se desarrollan las tareas, las herramientas disponibles, la formación y experiencia, junto con el perfil conductual de cada individuo, constituyen factores claves para asegurar motivación, cumplimiento y desempeño exitoso. No todas las personas cuentan con el mismo perfil conductual —entendido como el conjunto de habilidades y conductas naturales que se manifiestan en determinados contextos— para llevar a cabo las tareas. Por ello, al contemplar el conjunto de actividades que debe realizar un individuo, resulta

imprescindible evaluar si su perfil se ajusta a las exigencias de dichas tareas. En este sentido, se identifican tres factores fundamentales:

1. Factor APTITUD: condición física o psicológica (la persona es “apta o no es apta” para las tareas).
2. Factor ACTITUD: motivación (la persona “quiere o no quiere” realizar las tareas).
3. Factor FORMACIÓN y COMPORTAMIENTO: conocimientos, habilidades y potencial (la persona “sabe o no sabe” y además cuenta o no con las competencias necesarias).

Considerar estos factores resulta valioso para evitar errores en la asignación, como distribuir tareas únicamente con el propósito de lograr equidad sin atender a las características humanas. Tal práctica podría derivar en colocar a una persona en su propio nivel de incompetencia, con la consecuente pérdida de motivación y resultados insatisfactorios tanto para el individuo como para la organización. En síntesis, la integración de técnicas matemáticas con un análisis profundo del factor humano constituye la base para una asignación inteligente de tareas que promueva equipos de alto desempeño.

Material y métodos

El estudio se llevó a cabo en el Departamento de Matemática de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo), compuesto por 67 docentes en el año 2024. Las tareas consideradas se agrupan en cuatro áreas: docencia, investigación, extensión y gestión, cada una de las cuales incluye cuatro actividades específicas (Tabla 1).

Se analizaron dos escenarios contrastantes en la asignación de tareas. En el primero, la distribución se realizó de forma completamente aleatoria, sin considerar ningún criterio matemático como tampoco humano, lo que generó desequilibrios significativos, dado que algunos docentes quedaron con múltiples responsabilidades mientras que otros no recibieron ninguna. En el segundo escenario, se implementó un algoritmo de coloreo con el objetivo de lograr una asignación más estructurada y equitativa, que incluyó el factor humano.

Tabla 1: Estructuras de tareas según áreas seleccionadas

| Docencia (D) | Investigación (I) | Extensión (E) | Gestión (G) |
|-------------------------------|--|------------------------------------|-----------------------------------|
| D1. Dictar clases | I1. Publicar artículos científicos | E1. Diseñar proyectos comunitarios | G1. Supervisor de tesis |
| D2. Tomar examen | I2. Desarrollar y/o redactar proyectos | E2. Organizar capacitaciones | G2. Dirección de carrera |
| D3. Dar consulta | I3. Revisión por pares | E3. Divulgación científica | G3. Coordinación del departamento |
| D4. Armar programa de materia | I4. Tratamiento de software y herramientas | E4. Ofrecer asesorías | G4. Planificación académica |

Fuente: elaboración propia

Se utilizó el software R y el paquete writexl, se generaron dos archivos en formato Excel que sirvieron como bases de datos para representar cada uno de los escenarios analizados. En el primer escenario, las dieciséis tareas fueron asignadas de manera aleatoria a los 67 docentes. Como resultado, algunos docentes quedaron sobrecargados con múltiples tareas —incluso pertenecientes al mismo grupo—, mientras que otros recibieron una sola o ninguna asignación. En el segundo escenario, la base de datos fue ajustada para garantizar que cada docente tuviera exactamente cuatro tareas asignadas teniendo en cuenta su perfil conductual, una correspondiente a cada grupo. A continuación, se emplearon los paquetes igraph y visNetwork en R para construir grafos (red) bipartitos, donde los nodos representan a los docentes y a las tareas. Las ponderaciones de los enlaces representan el perfil conductual de los docentes. Estos grafos fueron denominados Grafo 1 y Grafo 2, correspondientes al primer y segundo escenario, respectivamente.

A cada grupo de la Tabla 1 se le asignó un color distinto, y los nodos correspondientes a las tareas fueron coloreados según el grupo al que pertenecen. Esta estrategia permitió que cada docente recibiera una tarea de cada grupo, asegurando que los nodos vecinos tuvieran colores diferentes, en concordancia con el algoritmo de coloreo. Posteriormente, se utilizaron gráficos generados con el paquete *ggplot2* en R para analizar las diferencias entre ambos escenarios. Se incluyeron gráficos de barras que muestran la distribución de tareas por docente, tablas de contingencia que detallan la asignación de tareas por grupo, y diagramas de caja (boxplots) que representan la centralidad del autovector en los grafos. Esta última métrica fue seleccionada por su pertinencia, ya que las medidas de cercanía e intermediación están más vinculadas a los caminos dentro del grafo, lo cual resulta poco significativo en el contexto de grafos bipartitos.

Resultados

En la figura 1 se muestra el Grafo 1 a la izquierda, correspondiente a la situación antes de la asignación de tareas donde los nodos grises representan los docentes y los nodos de colores representan las tareas asignadas de manera aleatoria, en la derecha de la figura 1 se muestra un acercamiento al docente asignado con el número 64 observando que solamente tiene asignada una tarea.

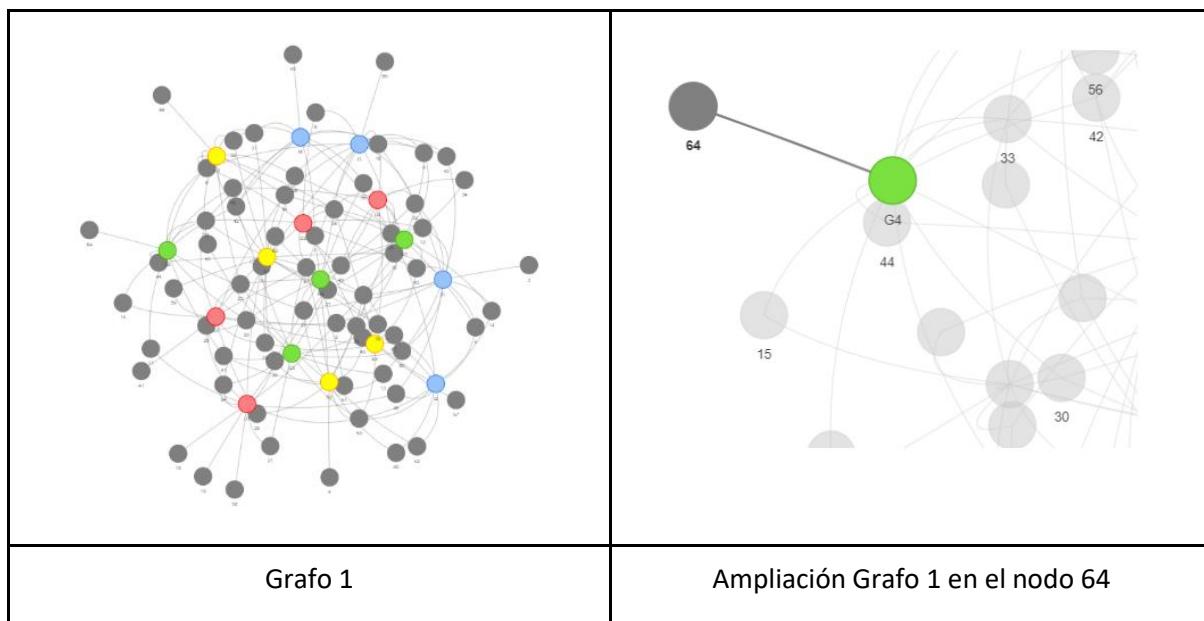


Figura 1: Representación de asignación sin criterio determinado de las tareas a docentes del departamento de Matemática de FAEA en un grafo bipartido. Año 2024.

Por otra parte, en la figura 2 se observa a la derecha el Grafo 2 aplicando el algoritmo de coloreo, correspondiente a la situación después de la asignación de tareas y considerando el perfil conductual de las personas. También a la derecha de la figura 2 se observa nuevamente una ampliación del nodo asignado al docente número 64, evidenciando que ahora cuenta con una tarea de cada grupo.

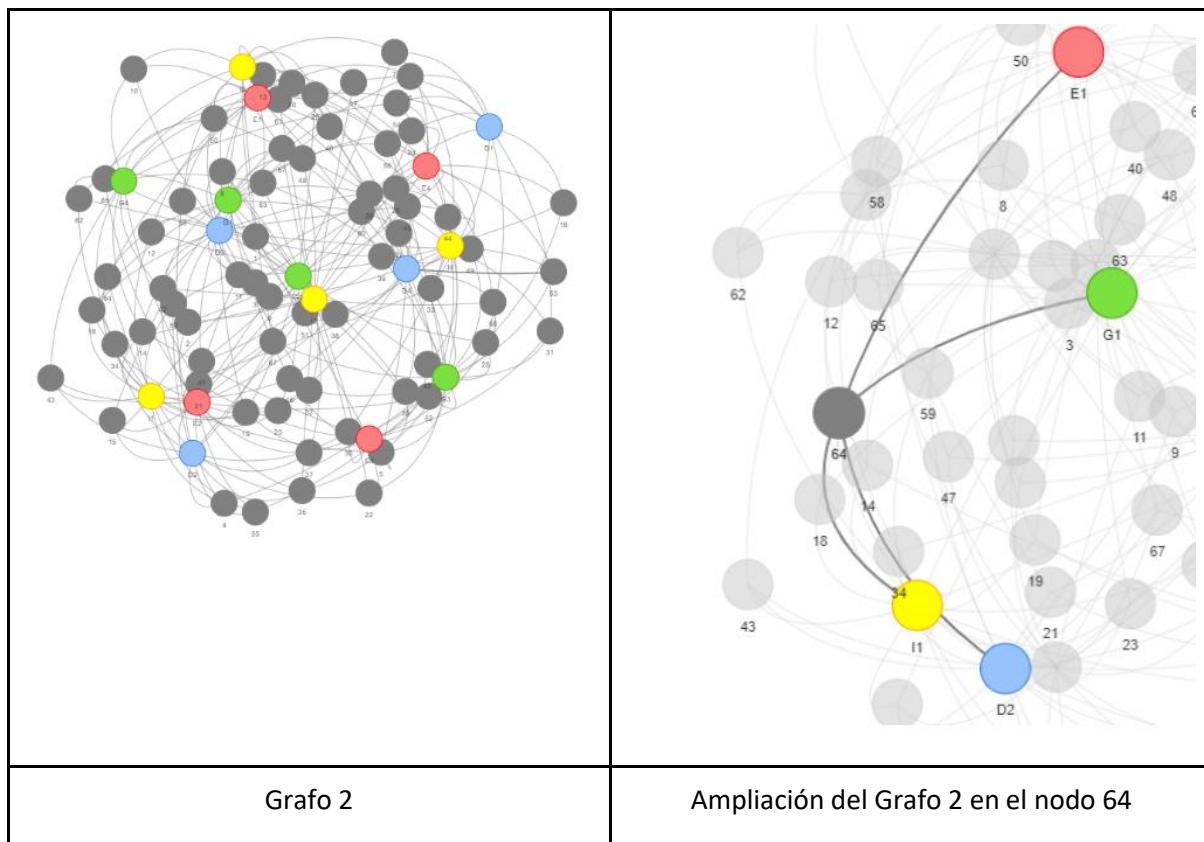


Figura 2: Representación de asignación con el algoritmo de colooreo de grafos de las tareas a docentes del departamento de Matemática de FAEA en un grafo bipartido. Año 2024.

En la figura 3, nos muestra la centralidad de grado de cada nodo de los docentes, es decir, ilustra la cantidad de tareas asignadas a cada uno de ellos, comparando los dos escenarios diferentes: el Grafo 1, que representa la asignación aleatoria y desordenada de tareas, y el Grafo 2, que muestra la distribución ordenada tras la aplicación del algoritmo de colooreo y considerando el perfil conductual de las personas. En el gráfico de la izquierda, en el eje vertical se presenta el número de tareas, mientras que en el eje horizontal se enumeran los docentes. Las barras azules corresponden al Grafo 1 y las barras verdes al Grafo 2. En el Grafo 1, se observa una distribución irregular, con algunos docentes cargados con múltiples tareas, incluso del mismo grupo, mientras que otros tienen solo una tarea asignada. Esta desorganización genera un desequilibrio significativo en la carga de trabajo.

En contraste, el Grafo 2 muestra una distribución mucho más igualitaria y uniforme de las tareas entre los docentes. Esto nos sugiere que la aplicación del algoritmo de colooreo logra una asignación más balanceada, evitando la sobrecarga en algunos individuos y asegurando que todos los docentes tengan tareas asignadas de la misma manera y teniendo en cuenta sus habilidades y conductas naturales que tienen los seres humanos para actuar en un determinado contexto o situación para llevar a cabo tareas. Este gráfico refleja la eficacia del algoritmo para optimizar la distribución de tareas en un ambiente colaborativo, promoviendo así un entorno de trabajo más equilibrado y ordenado.

En la figura 3 en el gráfico de box plot de la derecha, se compara la distribución de la centralidad del autovector entre el Grafo 1 y el Grafo 2. En el eje y se presenta la centralidad del autovector, mientras que el eje x diferencia entre los dos grafos. El box plot de color azul correspondiente al Grafo 1 muestra una mayor variabilidad en los valores de centralidad del autovector, con algunos valores atípicos por encima de 0,6. La mediana es más baja en comparación con la del box plot del Grafo 2 (color verde). Esto nos sugiere que, en el escenario desordenado, hay una dispersión más amplia en la importancia de los nodos, con algunos docentes teniendo un rol más central y otros menos influyentes.

En contraste, el box plot del Grafo 2 muestra una distribución más concentrada de los valores de centralidad del autovector. La mediana es más alta, indicando que, en promedio, los docentes tienen una mayor centralidad en el grafo ordenado y que la variabilidad es menor. Esto nos indica que la aplicación del algoritmo de colooreo no solo distribuye las tareas de manera más igualitaria, sino que también equilibra la importancia de los nodos dentro del grafo. Por lo tanto, este gráfico nos reafirma la efectividad del algoritmo de colooreo en la asignación de tareas, logrando una distribución más equilibrada y ordenada de las responsabilidades entre los docentes, lo que se refleja en la centralidad del autovector más estable del Grafo 2. En síntesis, tras mirar los gráficos, se puede concluir que la aplicación del algoritmo de colooreo equilibra la asignación de tareas en términos absolutos.

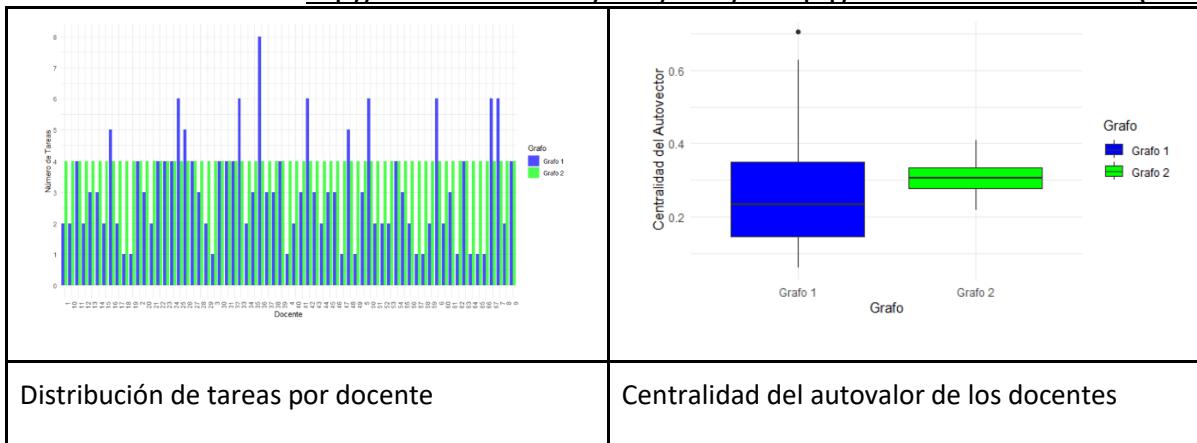


Figura 3: Distribución y centralidad del autovalor de tareas por docentes según criterio de asignación.
Departamento de Matemática de FAEA. Año 2024.

Discusión

Los resultados obtenidos muestran que el uso del algoritmo de colojo de grafos constituye una herramienta eficaz para organizar la asignación de tareas en equipos de trabajo, al permitir una distribución equitativa y evitar la sobrecarga en determinados individuos. La representación gráfica de las relaciones entre personas y actividades aporta claridad y transparencia al proceso, facilitando la identificación de patrones de asignación y promoviendo un equilibrio en la dinámica grupal.

Sin embargo, la aplicación exclusiva de técnicas matemáticas presenta limitaciones cuando se considera la complejidad del factor humano. Las tareas son realizadas por personas, y no todas las personas son aptas para todas las tareas debido a su formación, experiencia, motivaciones y perfil conductual. En este sentido, la eficacia de cualquier modelo de asignación depende de integrar variables que contemplen las características individuales, tales como aptitud física y psicológica, actitud o motivación, y formación y comportamiento. Estos factores resultan determinantes para asegurar la motivación, el cumplimiento y el desempeño exitoso del equipo.

Un aspecto relevante que emerge de este análisis es la dificultad de medir el perfil conductual de manera objetiva y universal. Si bien existen modelos teóricos —como el propuesto por Marston en *Emotions of Normal People* [1929] (2013) y sus posteriores desarrollos en tipologías conductuales—, no existe un criterio único ni consensuado para evaluar las habilidades, actitudes y motivaciones de los individuos en contextos organizacionales. La ausencia de un estándar universal plantea un desafío metodológico: ¿cómo integrar de manera rigurosa y justa estas dimensiones subjetivas en un modelo matemático de asignación de tareas?

Este debate abre un espacio de reflexión sobre la necesidad de combinar enfoques cuantitativos y cualitativos. Por un lado, los grafos ofrecen precisión analítica y capacidad de optimización; por otro, el reconocimiento de la diversidad humana exige flexibilidad y sensibilidad

hacia las particularidades individuales. La discusión, por lo tanto, no se limita a la eficiencia técnica del modelo, sino que se extiende a su pertinencia ética y práctica: asignar tareas sin atender al perfil humano puede derivar en desmotivación, pérdida de eficiencia y resultados insatisfactorios tanto para la persona como para la organización.

En síntesis, la integración de la teoría de grafos con un análisis profundo del factor humano constituye un camino prometedor, aunque desafiante. El reto futuro será avanzar hacia modelos híbridos que combinen algoritmos de optimización con herramientas de evaluación conductual más precisas y consensuadas, capaces de reflejar la complejidad de las personas en su contexto laboral.

Conclusión

En síntesis, la aplicación del algoritmo de colooreo de grafos se presenta como una herramienta poderosa para optimizar la asignación de tareas en contextos colaborativos. Su implementación en el Departamento de Matemática de la Facultad de Economía y Administración de la UNCo permitió alcanzar una distribución más justa, ordenada y eficiente del trabajo entre los docentes. Este enfoque no solo mejora la equidad en la carga laboral, sino que también fortalece la cohesión del equipo y promueve un entorno de trabajo más armónico y productivo.

A futuro, se propone ampliar el uso de esta metodología a otros departamentos y unidades académicas, así como explorar su aplicación en organizaciones no educativas. Además, sería valioso incorporar variables adicionales al modelo —como preferencias individuales, competencias específicas o disponibilidad horaria— para enriquecer la asignación y hacerla aún más personalizada. La integración de algoritmos de optimización con herramientas de visualización y toma de decisiones podría transformar la gestión de recursos humanos en instituciones públicas y privadas, consolidando un enfoque basado en datos, equidad y eficiencia.

Referencias bibliográficas y bibliografía sugerida

- Braicovich, T., Caro, P., Cerda, V., Oropeza, M., Osio, E. & Reyes, C. (2009). Introducción a la Teoría de Grafos. educo.
- Lewis, R.M.R. (2016). A Guide to Graph Colouring: Algorithms and Applications (1.^a ed.). Springer.
- Iacobucci, D. (2013). Grafos y matrices. En S. Wasserman & K. Faust, Social network analysis: Methods and applications (pp. 92–166). Cambridge University Press.
- Newman, M. (2010). Networks: An introduction. Oxford University Press.
- Poole, D. (2010). Linear Algebra: A Modern Introduction (3a ed.). Cengage Learning.

Pérez, J. (2022). Coexistencia de matemática y salud: Grafos como modalizadores e indicadores de redes [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Comahue]. Repositorio Digital Institucional UNCo. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/17867>

Carrasco-Pilco, L.F., Burgos-Cevallos, V.E., Jurado-Liberona, G. & Nymoen-Bonilla, E.N. (2021). Coloración de grafos y su aplicación a la geografía. *Polo del Conocimiento*, 6 (9), 1519-1544.
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3125>.

Marston, W. M. [1929] (2013). *Emotions of normal people*. Ed. Hassell Street Press
Torres, P. (s.f.). Capítulo 3: Coloreo de Grafos. Asignatura: Tópicos Avanzados en Teoría de Grafos. Universidad Nacional de Rosario.

Torres, L.G., Caro, P., Rubeo, R. (2023). "Detección de líderes informales a través del análisis de redes sociales en una empresa frutícola del Alto Valle de Río Negro y Neuquén". ConLAd 2023. Colección Resúmenes de trabajos presentados en la 9° Edición ConLAd. Recuperado por <https://conlad.fce.unam.edu.ar/resumenes-trabajos/>

Torres, L. G., Caro, P., & Contreras, P. (2024). Análisis de Redes Sociales en las Organizaciones. Cuadernos De Investigación Serie Administración, (5), 45–57. Recuperado a partir de <https://revele.uncoma.edu.ar/index.php/administracion/article/view/5184>.

Girvan, M., & Newman, M. E. J. (2002). Community structure in social and biological networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(12), 7821–7826. <https://doi.org/10.1073/pnas.122653799>