Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y SISTEMAS

Título del Proyecto

“EMERGER SISTÉMICO DESDE LA PERSPECTIVA DE REDES COMPLEJAS EN LA COAUTORÍA CIENTÍFICA DE LA UNAMBA”

Ejecutores

MARYLUZ CUENTAS TOLEDO

JORGE FRANCISCO CAMPOS MALPARTIDA

Línea de investigación

INGENIERÍA INFORMÁTICA, INDUSTRIA Y SOCIEDAD

ABANCAY, JUNIO DEL 2024

ESQUEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Capítulo I. Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema (Máximo tres párrafos)

Formalmente mapeados, estructuradas y presentadas, son inexistentes los sistemas de colaboración en redes de colaboración de co autoría científica en la UNAMBA, más aún, desde la perspectiva de las redes complejas, la cual imposibilita al alumnado y los involucrados directos e indirectos en la investigación de la UNAMBA ver desde dichas formalidades hallazgos emergentes para la toma de decisiones adecuadas como por ejemplo elegir un asesor idóneo según evidencia concreta formal, la línea de investigación, entre otros al respecto.

La perspectiva de las Redes Complejas, tiene la posibilidad de darnos a conocer lo que EMERGE de los sistemas que estructura, es una oportunidad que está siendo desaprovechada en la UNAMBA.

Formalizar este tipo de sistema y su estructura nos indica por ejemplo que UNAMBA carece de una metodología de redes de colaboración científica desde una perspectiva de la complejidad, con la cual podemos fortalecer y trascender dicha colaboración que permita robustecer los esfuerzos de investigación en la UNAMBA.

1.2 Enunciado del problema

"¿Es inexistente una red de colaboración científica formalmente presentada desde una perspectiva sistémica y redes complejas, que permita tomar decisiones y metodológicamente hablando robustece la consolidación de las redes de colaboración científica en la UNAMBA?"

1.2.1 Problema general

"¿Es inexistente una red de colaboración científica desde una perspectiva sistémica y redes complejas en la UNAMBA?"

1.2.2 Problemas específicos

"¿Es inexistente una red de colaboración científica desde una perspectiva sistémica y redes complejas en la UNAMBA para evaluar desde su EMERGE SISTÉMICO decisiones adecuadas para sus actores que pretendan utilizarlo?"

"¿Es inexistente una red de colaboración científica desde una perspectiva sistémica y redes complejas en la UNAMBA para evaluar y lograr una metodología que consolide dicha red de la UNAMBA?"

1.3 Justificación (Máximo tres párrafos)

La sistémica y la complejidad, aplicados desde las redes complejas permiten hallazgos particulares y singulares desde la propiedad de EMERGENCIA de los SISTEMAS, esta oportunidad develará resultados importantes en su implementación en las redes de colaboración por coautoría en la UNAMBA, para lograrse, se requieren fundamentalmente estructurar los datos correspondientes a ser consumidos por una estructura computacional y de algoritmos de redes complejas.

Los hallazgos consideramos lograr en el párrafo anterior, también permitirá tener previsión e insumos para plantear una metodología para la construcción robusta de una red de colaboración científica desde el resultado computacional implementado.

1.4 Ubicación y contextualización

La investigación está situada en la UNAMBA, la cual fundamentalmente estará basada en los datos formales de sus investigadores en general, es decir detallando sus autorías y coautorías, pues si bien la red de colaboración científica es dentro de la UNAMBA esta interactúa con su entorno lo cual apertura la posibilidad de incluir evaluar la relación que esta red tiene con el exterior como su entorno o varios entornos con los cuales interactúa.

Capítulo II. Objetivos e hipótesis

2.1 Objetivos de la investigación

Plasmar y presentar de manera formal, la red de colaboración científica desde la perspectiva sistémica y redes complejas, para la toma de decisiones desde sus hallazgos y lograr una metodología que robustece la consolidación de las redes de colaboración científica en la UNAMBA.

2.1.1 Objetivo general

- "Construir una red de colaboración científica incluyendo grafos desde una perspectiva sistémica y redes complejas de la UNAMBA, con sus respectivos hallazgos resultantes de utilizar el EMERGER SISTÉMICO".

2.1.2 Objetivos específicos

- "Presentar los hallazgos desde el EMERGER SISTÉMICO para la toma de decisiones adecuadas de los actores o usuarios identificados para el sistema plenamente identificado".
- Presentar una metodología resultante, desde la red construida y su estructura sistémica lograda para consolidar y robustecer la red científica de colaboración de la UNAMBA ".

2.2 Hipótesis (Opcional)

De la propuesta para esta investigación "Plasmar y presentar de manera formal, la red de colaboración científica desde la perspectiva sistémica y redes complejas" es porque nace de las preguntas correspondientes para plantear el problema general ¿Es inexistente una red de colaboración científica formalmente presentada desde una perspectiva sistémica y redes complejas, que permita tomar decisiones y metodológicamente hablando robustece la consolidación de las redes de colaboración científica en la UNAMBA?, así también para plantear los problemas específicos nos hemos preguntado: "¿Es inexistente una red de colaboración científica desde una perspectiva sistémica y redes complejas en la UNAMBA para evaluar desde su EMERGE SISTÉMICO decisiones adecuadas para sus actores que pretendan utilizarlo?" y "¿Es inexistente una red de colaboración científica desde una perspectiva sistémica y redes complejas en la UNAMBA para evaluar y lograr una metodología que consolide dicha red de la UNAMBA?", en este contexto se plantea a continuación las hipótesis generales y específicas.

2.2.1 Hipótesis general

Tomando en cuenta lo anteriormente argumentado, podemos afirmar como hipótesis general:

Hg1: "Es existente una red de colaboración científica formal de UNAMBA, presentada desde una perspectiva sistémica y redes complejas".

2.2.2 Hipótesis específicas

Respondiendo a las preguntas específicas, se plantea proponer 2 hipótesis específicas una por cada pregunta que describen los problemas específicos:

- **He1**: "Es inexistente un resultado de EMERGER SISTÉMICO desde la red de colaboración científica de la UNAMBA, para la evaluación y toma de decisiones de los interesados"
- **He2**: "Es inexistente una metodología para la consolidación y logro de la robustez de la red científica de colaboración de la UNAMBA".

2.3 Operacionalización de variables (variable, indicador)

S : Sistema Definido, elementos, relaciones, estructura, entornos y organización.
CN : Red Compleja, configuración del sistema desde la perspectiva de redes complejas.
E : Emerge Sistémico, resultado del logro formal de las interrelaciones de coautoría.
R : Resultados interpretados desde las consultas a la implementación.
M : Metodología para construir la red científica de colaboración.

S + CN → E → R (Los resultados, depende de la interpretación del Emerger Sistémico).
S + CN → E → M (Metodología, es planteada de los resultados desde el Emerger Sistémico).

Tabla 1 — Variables y definición operacional

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
1. Desarrollo e implementación de un software con tecnología Arduino.	**1.1. Eficiencia.** Basada en la relación entre el nivel de rendimiento del software y el volumen de recursos utilizado, bajo ciertas condiciones (ISO/IEC 9126)	1.1.1. Nro. Iteraciones
		1.1.2. Tiempo.
2.Automatización de riego tecnificado por goteo.	**2.1. Reducción de la cantidad de agua en el riego tecnificado por goteo**. Reducir en la administración de agua en las plantas, debido al buen diseño hidráulico y agronómico.	2.1.1. Litros/seg

	2.2. Reducción del porcentaje de humedad del suelo en el riego tecnificado por goteo. Se redujo el porcentaje de humedad y la cantidad de proporción de agua, ya que se usó sensores de humedad que nos indicaran el porcentaje de humedad existente en tiempo real.	2.2.1. Porcentaje [%]

2.4 Sostenibilidad del proyecto

Financiamiento propio.

2.5 Impacto del proyecto (Socioeconómico, Ambiental, Científico, Tecnológico)

Socioeconómico, tomar decisiones adecuadas sobre datos científicos formales y evaluados, ahorra tiempo y dinero.

Ambiental, la colaboración adecuada, es decir lograr asociación idónea entre los investigadores de la UNAMBA, para efectos de contundencia de la investigación en general colabora con la eficiencia que también puede trasladarse a investigaciones de impacto directo al cuidado del ambiente.

Científico, esta inédita investigación pionera así descrita, robustece al aporte del uso de conocimientos especializados teóricos de nuestra línea y su aplicación con resultados prácticos para la solución de problemas antes mencionados, así también, entrega un aporte de conocimiento metodológico Ad hoc para la UNAMBA y sus posibilidades.

Tecnológico, los diferentes algoritmos y librerías en diferentes lenguajes como python y c++ para la aplicación de grafos para redes complejas, permiten revisar sus posibilidades de aplicación tecnológica y sus mejoras, de esta manera revisar con datos reales una aproximación en su realización y mejoras, es decir, nos acerca desde su uso a futuros planteamientos de creación de algoritmos y librerías originales para estos aspectos implementados.

Capítulo III. Marco teórico referencial (Máximo cinco páginas)

3.1 Antecedentes

PERIANES-RODRÍGUEZ, Antonio; OLMEDA-GÓMEZ, Carlos; DE-MOYA-ANEGÓN, Félix. Redes de colaboración científica: análisis y visualización de patrones de coautoría. 2010. En las referencias internacionales se ha considerado la tesis sobre el "análisis y visualización de patrones de coautoría en redes de colaboración científica". El objetivo de la tesis fue estudiar las interacciones entre científicos a través de sus publicaciones conjuntas, utilizando métodos de análisis bibliométrico y técnicas de análisis de redes sociales y visualización de información. Metodológicamente, la tesis está considerada como un estudio descriptivo y analítico, empleando herramientas como Gephi y Pajek para la visualización de redes y algoritmos como Louvain para la detección de comunidades. Como resultado, se concluyó que las redes de

coautoría muestran propiedades de "pequeño mundo" y una distribución de grado escalonada, identificando nodos clave que representan autores altamente colaborativos. La visualización de estas redes permitió entender la estructura y evolución de las colaboraciones científicas, facilitando la identificación de líderes en la investigación y tendencias emergentes. El estudio se centró en analizar diez departamentos de la Universidad Carlos III de Madrid, proporcionando un riguroso tratamiento y adecuación de los datos, lo que hace que los resultados sean fiables y extrapolables a otros niveles de análisis en cualquier contexto académico o político.

MESA-MAZO, Mónica Jhoana; GARCÍA-USUGA, Jorge Mario; RINCÓN-PENAGOS, Julián Andrés. Metodología para construir una red de investigadores con base en teoría de redes complejas. 2023. En las referencias internacionales se ha considerado la tesis sobre la "metodología para construir una red de investigadores con base en teoría de redes complejas". El objetivo de la tesis fue desarrollar una herramienta computacional basada en la teoría de redes y vigilancia científico-tecnológica para fortalecer los procesos de investigación en una institución de educación superior: Corporación Universitaria Empresarial Alexander von Humboldt en Colombia. Se construyeron dos redes: una de investigadores y coinvestigadores, y otra de palabras clave de proyectos de investigación. El análisis de centralidad reveló grupos de colaboración interdisciplinarios y la existencia de investigadores aislados. Como resultado, se concluyó que es importante fomentar la colaboración entre investigadores y la interdisciplinariedad. Además, se proponen futuras investigaciones para mejorar la herramienta y su aplicación en la toma de decisiones estratégicas en una institución de educación superior. Esta aproximación basada en redes complejas proporciona percepciones sobre la investigación en la institución y su potencial para enriquecer la producción investigativa y el desarrollo tecnológico.

3.2 Marco teórico

Los sistemas complejos, incluidas las redes complejas, se desarrollan a partir de las decisiones y acciones individuales y locales de los agentes que los conforman. Este proceso resulta en un comportamiento o estructura emergente debido a la interacción sinérgica entre las diferentes partes del sistema (Barabási, 2004; Watts, 2003).

Se describen las siguientes teorías:

3.2.1 Teoría de Sistemas, Sistemas Complejos y Metodología de Sistemas Blandos

La Teoría de Sistemas que proviene de la Teoría General de Sistemas planteada por Ludwing Von Bertalanffy, parte de la necesidad de ver el mundo y el universo desde un enfoque completo, holístico, evitando así, simplificaciones o simplismos, sino proponiendo verlo en su total dimensión o complejidad, que es como se comporta dicho universo, aunque tenga algún orden o patrón establecido que pueda emerger, este conocimiento sustenta y da origen a la ingeniería de sistemas, pues este último lo utiliza para plantear soluciones ingenieriles valga la redundancia para abordar problemas de todo ámbito, para entenderlo se parte desde la definición de lo que es un sistema, “elementos interrelaciones entre sí con un fin en común, que interactúan con sus entornos y estos con este sistema dado, el cual depende en su existencia, definición y estructura de un observador, tiene entradas, salidas esta última depende de la transformación o procesamiento que dicho sistema realiza sobre el primero, y hay retroalimentación entre dichas entradas y salidas, además los sistemas son abiertos, existen dentro de otros sistemas es decir hay subsistemas y sus funciones dependen de su estructura” (Bertalanffy, 1989).

Los Sistemas Complejos, no tienen subsistemas, lo complejo nos dice Morin es imposible reducirse a la una idea simple (Morin, 1994), así entonces, un sistema complejo es aquel que

posea agentes interrelacionados entre sí formando patrones y/o métodos de análisis para identificar comportamientos que emergen del sistema en cuestión, gracias a su particular estructura desde sus relaciones mencionadas (Rivas-Tovar, 2021).

"El pensamiento de sistemas, la teoría general de sistemas, enfoque de sistemas, entre otros aspectos para el entendimiento de la existencia de "problema duros" y "problemas suaves", permitió plantear una metodología presentada por P. Checkcland y su equipo de la universidad de Lancaster al obtener "La Metodología de Sistemas Blandos" (MSB) (Rodríguez Ulloa, 1994), dado que los "duros", son abordados por estructuras de solución como la metodología de la ingeniería de sistemas, así como también lo buscan hacer la investigación operativa y la teoría de decisiones. Al abordar los problemas "blandos", este inicia planteando que es inexistente en la realidad el problema como tal, es decir la MSB, lo busca y/o lo define al realizar un análisis metodológico, que resaltan como imágenes durante el proceso entre los analistas y los que conviven con dicha situación problemática a ubicar, lo cual lleva una complejidad significativa al tomar en cuenta la visión de los observantes, así como los que viven la situación mencionada, surgiendo así, tantas "realidades" como imágenes posibles de ella, por tanto se podría decir, que un problema blando, es aquel cuyo "que" así también el "cómo", son difíciles de identificar y/o definir, a diferencia de la metodología de sistemas duros, donde se inicia suponiendo que el problema ya se tiene definido antes de iniciar a resolver, es decir empieza suponiendo que ya tiene identificado el "que", para aclarar la situación de los problemas "blandos" citamos algunos ejemplos: "Definir la misión de una empresa", "solucionar el problema de la pobreza en un país", "Realizar un cambio cultural social para lograr un entorno de armonía, respeto y cooperación", etc., este tipo de problemas requieren un tratamiento especial, así también el planteamiento de soluciones es cuestionable y también muy compleja, para entender la MSB" (Checkland, 1992).

3.2.2 Teoría de Redes Complejas

La teoría de redes complejas se basa en el concepto matemático de grafo, introducido por Leonhard Paul Euler en 1736 para abordar el famoso problema de los puentes de Königsberg (Rahman, 2017; Diestel, 2017; Jungnickel, 2005).

Un grafo es una tripla ordenada($V(G),E(G),\Psi_G$) , donde G es el grafo, $V(G)$ u n conjunto no vacío de nodos o vértices, $E(G)$ es un conjunto de aristas y ϕ_c es una función la cual, asocia a cada arista de un par ordenado de nodos o vértices, es decir si $u, v \in V(G)$ con $e \in E(G)$ y $\Psi_G(e) = uv$. entonces decimos que une los vértices u y v. (Bondy y Murty, 2008; Rahman, 2017; Estrada, 2012).

En su esencia, un grafo sirve como una representación visual de las relaciones y estructuras encontradas en una variedad de contextos (West, 2001; Harju, 2014). A pesar de las variaciones en la notación utilizada, el concepto fundamental de nodos y aristas permanece constante. En contraste, una red compleja abarca sistemas que constan de múltiples componentes interconectados, con propiedades emergentes y dinámicas que trascienden la simple representación de conexiones (Boccaletti et al., 2006; Estrada, 2012).

Mientras que un grafo se centra principalmente en la abstracción de conexiones entre nodos, una red compleja es un concepto más amplio que incluye la estructura, dinámica y propiedades emergentes de un sistema interconectado (Mayo et al., 2015; Pei et al., 2018). Las redes sociales y bibliográficas son ejemplos claros de redes complejas donde los nodos representan entidades y

las aristas indican las relaciones entre ellas (Boyack y Klavans, 2019; Maltseva y Batagelj, 2019).

Diferentes configuraciones de nodos pueden dar lugar a una diversidad de redes con propiedades y comportamientos distintivos (Estrada, 2012; Newman, 2010; Newman et al., 2011). La comprensión de estas estructuras y dinámicas es crucial en diversos campos, desde la ciencia de datos hasta la sociología y la ingeniería de sistemas complejos.

Las redes complejas se caracterizan especialmente por el estudio del comportamiento de varios sistemas naturales dinámicos modelados a través de grafos (Newman, 2010). Estos grafos pueden tener miles, millones o incluso miles de millones de vértices y aristas que representan interacciones entre estos vértices. La investigación en redes complejas es multidisciplinaria y abarca conceptos de teoría de grafos, estadística y sistemas complejos para apoyar la caracterización, análisis y modelado de una amplia gama de fenómenos (Newman, 2010).

Una red se puede definir como un conjunto de elementos conectados por relaciones entre sí, donde los elementos son los nodos y sus conexiones son los enlaces (Newman, 2004a). Formalmente, una red G=(V,E)G = (V, E)G=(V,E) contiene un conjunto de n=∣V∣n = |V|n=∣V∣ nodos, V={v1,v2,...,vn}V = \{v1, v2, . . . , vn\}V={v1,v2,...,vn}, y un conjunto de m=∣E∣m = |E|m=∣E∣ enlaces, E={e1,e2,...,em}E = \{e1, e2, . . . , em\}E={e1,e2,...,em}.

En cuanto a cómo los nodos y los enlaces almacenan información importante para entender la red en su conjunto, una red puede clasificarse como multimodal, multirrelacional o multidimensional (Wasserman y Faust, 1994), o aún heterogénea cuando es multimodal, multirrelacional o ambos (Han, 2009).

Los enlaces presentan dos propiedades importantes que varían según el tipo de red en cuestión: el direccionamiento y la valoración (Newman, 2010; Soares, 2012). El direccionamiento indica el tipo de relación entre los nodos participantes, mientras que la valoración implica la asignación de un peso a la relación.

Además, considerando que diferentes sistemas dinámicos pueden categorizarse en un contexto de redes complejas, para facilitar su entendimiento, Newman (2010) presenta una división de las redes en cuatro categorías principales: redes tecnológicas, redes de información, redes biológicas y redes sociales.

Redes Tecnológicas: Estas redes representan sistemas técnicos y de ingeniería, donde los nodos suelen ser dispositivos o componentes tecnológicos, y los enlaces representan conexiones físicas o lógicas entre ellos. Ejemplos incluyen redes de computadoras, redes eléctricas, y sistemas de transporte, como el sistema de carreteras o el sistema de vuelos de aerolíneas. El estudio de las redes tecnológicas es crucial para comprender la infraestructura y la interconexión en sistemas modernos, así como para abordar problemas como la eficiencia, la seguridad y la resiliencia de estos sistemas.
Ejemplo: Una red de computadoras en una oficina. Descripción: En esta red, los nodos serían las computadoras individuales, impresoras, servidores, etc., y los enlaces representan las conexiones físicas (por ejemplo, cables Ethernet) o inalámbricas (por ejemplo, conexiones Wi-Fi) entre estos dispositivos.

Redes de Información: Estas redes modelan la distribución y el flujo de información entre diferentes nodos. Los nodos pueden representar entidades como sitios web, usuarios de redes sociales, o centros de medios de comunicación, mientras que los enlaces indican la transferencia de información entre ellos. Las redes de información son fundamentales para

entender la difusión de noticias, opiniones y tendencias en plataformas digitales, así como para analizar la estructura y la dinámica de la web y las redes sociales.
Ejemplo: Una red de difusión de noticias en redes sociales. Descripción: Aquí, los nodos serían cuentas de redes sociales, sitios web o medios de comunicación, y los enlaces representan el flujo de información, como compartir un artículo o retuitear un mensaje.

Redes Biológicas: Estas redes representan interacciones entre entidades biológicas, como proteínas, genes, neuronas, o especies en un ecosistema. Los nodos en estas redes suelen ser elementos biológicos, mientras que los enlaces representan relaciones como interacciones moleculares, conexiones neuronales, o relaciones ecológicas. El estudio de las redes biológicas es esencial para comprender la organización y la función de sistemas biológicos, desde la regulación genética hasta la estructura de los ecosistemas, y tiene aplicaciones en biología molecular, neurociencia, ecología y biotecnología.
Ejemplo: Una red de interacciones proteína-proteína en una célula. Descripción: Los nodos serían proteínas, y los enlaces representan las interacciones físicas o funcionales entre ellas, como la activación o inhibición de una proteína por otra.

Redes Sociales: Estas redes modelan la estructura y las interacciones sociales entre individuos, grupos o comunidades. Los nodos representan actores sociales, como personas, organizaciones o comunidades, y los enlaces reflejan relaciones sociales, como amistades, colaboraciones, o relaciones profesionales. El estudio de las redes sociales es crucial para entender la dinámica social, la difusión de la información y la influencia social, así como para abordar problemas como la propagación de enfermedades, la formación de opiniones y la colaboración en proyectos sociales o profesionales.
Ejemplo: Una red de amistades en una comunidad. Descripción: Aquí, los nodos serían personas, y los enlaces representan amistades mutuas entre ellos. Por ejemplo, si A es amigo de B, habría un enlace entre los nodos que representan a A y B.

3.3Marco conceptual

Sistema
Un sistema es la agrupación de partes que dependen unos de otros, se encuentran unidas y relacionadas para formar un elemento complejo.

Emerger Sistémico
Es un fenómeno nuevo que se presenta cuando un sistema adquiere cierto nivel de complejidad y originan nuevos niveles de organización. Se trata de un fenómeno que surge de la organización del sistema, pero que resulta sorpresivo e impredecible (Bonfil (2004).

Capítulo IV. Metodología

4.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación que se realizará en el presente investigación, “es una investigación aplicada” o tecnológica ya que se va utilizar los conocimientos tecnológicos en la práctica, para aplicarlos en la solución de problemas en beneficio de sociedad [3].

El nivel de investigación que se emplea en la presente investigación es de tipo explicativa, porque se centra en identificar y comprender las relaciones causales entre variables, es decir, busca explicar por qué ocurren ciertos fenómenos o eventos desde la teoría de sistemas y las redes complejas.

4.2 Diseño de investigación

El diseño experimental, porque en tartaremos con una red de coautoría científica, que implica la manipulación controlada de ciertas variables para examinar su efecto en la estructura y dinámica de las colaboraciones entre investigadores. Aunque tradicionalmente los diseños experimentales se asocian más con estudios en los que se manipulan variables independientes, en el contexto del análisis de redes de coautoría, el diseño experimental se adapta de manera única para explorar cómo ciertas intervenciones o cambios afectan la configuración y el comportamiento de la red de colaboración.

4.3 Ética de investigación (Autorización del Comité de Ética si corresponde)

4.4 Población y muestra

La población es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación [3].

La población para el proyecto de investigación son todos los Docentes de la UNAMBA, entre Docentes Nombrados y Contratados, del reporte de incidencias al año 2024, Sin embargo la cantidad de la población es variable en función a los Nombramientos y Contratos que se puedan realizar, que dependerá de la población que se tome durante el tiempo de investigación.

4.5 Procedimiento (detallado por objetivos específicos)

4.6 Técnicas e instrumentos

4.7 Estadísticos de investigación

T student -

Capítulo V. Administración del proyecto

5.1 Cronograma de actividades (Según objetivos específicos)

De manera general las actividades a ser realizadas durante este proyecto son:

1. Revisión de la literatura en Teoría de Sistemas
2. Revisión de algoritmos basados en redes complejas
3. Definición de algoritmos basados en coautoría científica
4. Construcción de la Data red de científicos UNAMBA
5. Evaluación de la propuesta

6. Evaluación y análisis de resultados con datos benchmark

7. Escritura del informe de investigación

8. Elaboración de artículo para conferencia internacional

Etapa	Meses																							
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	X	X	X	X																				
2		X	X	X	X																			
3		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
4		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
5							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
6							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
7				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
8						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Table 1: Cronograma de actividades previstas

11. Bibliografía

Barabási, A. (2004). *Linked: How everything is connected to everything else*.
Bertalanffy, Ludwing V. (1989). Teoría General de los Sistemas.
Checkland, P. (SSM) (1992). La Metodología para sistemas blandos
Watts, D. (2003). *Six degrees: The science of a connected age*. W. W. Norton & Company.
Boccaletti, S., Latora, V., Moreno, Y., Chavez, M., & Hwang, D. (2006). Complex networks: Structure and dynamics. *Physics Reports, 424*(4), 175–308.
Bondy, J. A., & Murty, U. S. R. (2008). *Graph Theory (Graduate Texts in Mathematics)*. Springer New York.
Boyack, K. W., & Klavans, R. (2019). Creation and analysis of large-scale bibliometric networks. In: *Springer Handbook of Science and Technology Indicators*, 187-212.

Diestel, R. (2017). *Graph Theory*. Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
Estrada, E. (2012). *The Structure of Complex Networks: Theory and Applications*. Oxford University Press.
Harju, Tero. Lecture notes on graph theory (FIN-20014). Turku, Finland: University of Turku, 2007. http://users.utu.fi/harju/graphtheory/graphtheory. pdf.
Jungnickel, D. (2005). *Graphs, Networks and Algorithms*. Berlin: Springer.
Mayo, M., Abdelzaher, A., & Ghosh, P. (2015). Long-range degree correlations in complex networks. *Computational Social Networks, 2*(1), 1-13.
Maltseva, D., & Batagelj, V. (2019). Social network analysis as a field of invasions: bibliographic approach to study SNA development. *Scientometrics, 121*(2), 1085-1128.
Newman, M. (2010). *Networks: An Introduction*. Oxford University Press Inc.
Newman, M., Barabasi, A.-L., & Watts, D. J. (2011). *The Structure and Dynamics of Networks*. Princeton University Press.
Rahman, M. S. (2017). *Basic Graph Theory*. Springer.
Rivas-Tovar, L.A. (2020). Sistemas Complejos Evolución, Conceptos, Modelos.
West, D. B. (2001). *Introduction to Graph Theory* (2nd ed.). Prentice Hall.
Wilson, R. J. (1970). *An Introduction to Graph Theory*. Pearson Education India.