

# Propuesta de proyecto de investigación

## Maestría en Ciencias y Tecnologías de la Información

24/11/2020

### 1. Nombre del proyecto

Estudio de la evolución de la cooperación en la dinámica estructural de redes complejas

### 2. Responsables

Dr. Ricardo Marcelín Jiménez  
(Depto. de Ing. Eléctrica, UAM Iztapalapa)  
rmarcelin@izt.uam.mx

Dra. Daniela Aguirre Guerrero  
(Depto. de Sistemas de Información y Comunicaciones, UAM Lerma)  
d.aguirre@correo.ler.uam.mx

### 3. Perfil deseable del alumno

El alumno(a) participante en este proyecto debe tener conocimientos de redes de computadoras, mostrar facilidad para la programación de algoritmos distribuidos y la lectura de artículos en inglés.

### 4. Presentación del contexto e identificación de la problemática

Los sistemas complejos en general, y las redes complejas en particular, son el resultado de acciones o decisiones individuales, y locales, tomadas por los agentes que componen a estos sistemas. En estos se observa que, como resultado de la sinergia entre sus partes, aparece un comportamiento o una estructura que se denomina “emergente” [1,2].

Asimismo, sabemos que la construcción de una red compleja puede ser el resultado de un proceso dinámico que le da forma con el paso del tiempo [9]. Existen algunas propuestas que sugieren describir este proceso a partir de un grafo en el que cada vértice es capaz de recablear sus enlaces a su conveniencia.

Queremos estudiar las diferentes “fuerzas” que le dan forma a los cambios por los que puede atravesar una red. Nuestro objetivo es reconocer aquellos parámetros locales de los que pueden emerger propiedades globales interesantes, como las que pueden encontrarse en las redes complejas. Para ello, hemos construido una plataforma de experimentación con la que es posible definir un sencillo conjunto de reglas de recableado que pueden dar lugar a redes con diferentes propiedades. Con esta plataforma hemos sido capaces de observar diferentes familias de redes complejas generadas realizando ligeros cambios en los criterios de conexión del modelo de formación sobre grafos que son “conscientes” de la posición de sus nodos [10]. En los trabajos realizados previamente tomamos en cuenta que todos los nodos pueden recablearse a su conveniencia y que cada nodo receptor coopera con sus capacidades permitiendo que se establezcan todas las conexiones entrantes. Observamos en experimentos previos que esta acción propicia la formación de nodos concentradores en la red, es decir que tienen una gran cantidad de vecinos lo que trae por consecuencia propiedades estructurales tales como un diámetro pequeño. Sabemos que en un sistema real esta acción puede generar cargas excesivas de trabajo a nodos que quizá después no tengan la capacidad de atender todas esas peticiones. Aquí merece una mención el experimento de Axelrod en el que demuestra que aun en un conjunto de entidades con intereses en conflicto es posible inducir la cooperación [11].

En este proyecto queremos analizar un sistema con agentes cooperadores y no-cooperadores que, dependiendo de sus capacidades, elegirán prestar o no su servicio teniendo así un sistema en el

que no siempre podrán establecerse nuevos enlaces. En este trabajo queremos estudiar el efecto de dos características importantes: número de conexiones que soportan y la distancia más lejana a la que pueden conectarse. Algunas de las preguntas que queremos resolver con este proyecto son: ¿tiene alguna ventaja establecer reglas de cooperación entre los agentes?, ¿qué implicaciones tendrán estas reglas en las estructuras complejas formadas?

## **5. Objetivos**

### **Objetivo general**

Estudio de la evolución de la cooperación en la dinámica estructural de redes complejas

### **Objetivos particulares**

1. Reconocer las principales medidas que caracterizan el estado de una red.
2. Proponer al menos un mecanismo que pueda describir la formación de una red en el que se tengan agentes cooperadores y no cooperadores.
3. Evaluar el estado de una red mientras es sometida a un proceso de recableado

## **6. Metodología propuesta**

1. Revisión de la literatura en el tema
2. Creación del protocolo de investigación
3. Definición de las propiedades que caracterizan el estado de una red
4. Estudio de los mecanismos y/o modelos de formación una red compleja
5. Selección de una herramienta de simulación
6. Desarrollo e Integración
7. Evaluación de casos de estudio
8. Escribir la idónea comunicación de resultados y presentar el examen de grado.

## **7. Resultados esperados**

Al finalizar el proyecto el alumno propondrá una serie de mecanismos para estudiar la dinámica de (re)cableado de una red en la cual se introducen reglas de cooperación entre los nodos. Asimismo desarrollará un conjunto de herramientas computacionales para simular los procesos dinámicos de formación y degradación de una red compleja.

Al término del primer trimestre el alumno entregará al coordinador el protocolo de investigación que, al menos, contendrá una descripción del estado del conocimiento, la problemática que se aborda y la metodología. Este protocolo se presentará en el seminario de avances organizado al cierre del trimestre.

Al término del segundo trimestre el alumno entregará al coordinador un reporte de avance en forma de artículo. Éste contendrá los primeros resultados de su investigación. Dicho reporte se presentará en el seminario de avances.

Al finalizar el tercer trimestre el alumno entregará al coordinador un primer borrador de su idónea comunicación de resultados. De igual forma, el alumno presentará por última vez en el seminario de avances, el resultado de su trabajo.

En el curso del cuarto trimestre el alumno entregará la versión final de su idónea comunicación de resultados.

## **8. Calendario de actividades**

Actividad	Trimestre 1			Trimestre 2			Trimestre 3			Trimestre 4		
Revisión de la literatura en el tema	■	■	■									
Creación del protocolo de investigación			■									
Definición de las propiedades que caracterizan el estado de una red			■	■	■							
Estudio de los mecanismos de formación y degradación de una red				■	■	■						
Selección de una herramienta de simulación					■	■						
Desarrollo e integración						■	■					
Evaluación de casos de estudio							■	■	■			
Comunicación de resultados			■			■			■	■	■	■

### 9. Infraestructura necesaria y disponible

Una computadora personal, herramientas para simulaciones dirigidas por eventos, intérprete y librerías del lenguaje Python, Mik-Tex ó LaTeX.

### 10. Lugar de realización

Lab. de ARTe (T326B). El proyecto puede realizarse en forma no presencial y con acceso remoto a los recursos del laboratorio. De igual forma, el seguimiento se puede realizar usando recursos de comunicación sincrónicos y asincrónicos (i.e. videoconferencia & email).

### 11. Bibliografía inicial

- [1] Barabási A (2004). Linked: How Everything is Connected to Everything Else.
- [2] Watts, D. (2003). Six Degrees: The Science of a Connected Age. W. W. Norton & Company.
- [3] Barabási A. and Albert R. (1999), "Emergence of Scaling in Random Networks", Science Vol. 286, October 1999, pp. 509 – 512
- [4] Chavira, M. A. L., & Marcelín-Jiménez, R. (2017). Distributed rewiring model for complex networking: The effect of local rewiring rules on final structural properties. PloS one, 12(11), e0187538.
- [5] Axelrod, R., & Hamilton, W. D. (1981). The evolution of cooperation. science, 211(4489), 1390-1396.