

## Anexo II: Formato para presentación de informes de proyectos de investigación registrados ante Consejo Divisional de la DCNI

Fecha de presentación del informe	
Sesión de Consejo de aprobación	
Clave del proyecto asignada por Consejo Divisional	

1. **Título del proyecto:** Algoritmos genéticos para resolver problemas en teoría de gráficas
2. **Año a evaluar:** FINAL (2 de 2)
3. **Responsable y participantes del proyecto:**  
**Responsable:**

- Dra. Mika Olsen

### Participantes del profesorado

- Dr. Jorge Cervantes
- Dr. Julián Fresán
- Dr. Juan Carlos Altamirano
- Dra. Carmen Gómez
- Dr. Diego González
- Dr. Alejandro Lara

### Participantes del alumnado

- Jesus Julián (LMA)
- Leonel Emilio Ledesma Quinteros (LMA)
- Salvador Madrigal Castillo (LMA)
- Maria Lucero Reyes Hernandez (LIC)
- Antonio Ríos Ursúa (UAM-I)
- Juan Carlos Romero Robles (LIC)

4. **Resumen de avances en el año a evaluar**

Estos temas se han cultivados desde hace 4 años en la Línea de investigación *Teoría de las Gráficas y de Computación* del Cuerpo Académico: *Teoría de Gráficas y Teoría Computacional*. Con este proyecto logramos poner mas énfasis en los problemas particulares de la teoría de las gráficas que se pueden resolver usando Algoritmos Genéticos (GA). Cabe mencionar que en el Taller de Otoño Metropolitana de Matemáticas Discretas realizado en julio 2022 hubo dos talleres

relacionados con los temas del presente Proyecto: Códigos identificadores (una variante del problema clásico de dominación) y jaulas cúbicas. El tema **Dominación en gráficas** fue trabajado en subconjuntos de los participantes, el Dr. Jorge Cervantes, la Dra. Carmen Gómez y el Dr. Julián Fresán trabajaron el problema clásico de dominación y ya cuenta con resultados suficientes para poder redactar un artículo que se piensa enviar a una revista internacional indexada en el área de computación y el Dr. Jorge Cervantes dirige un Proyecto Terminal (PT) en estas temas en UAM Iztapalapa. Además, se están utilizando GA para variantes del problema clásico de dominación: códigos identificadores y cubrimientos por aristas, en el primero de ellos, el Dr. Diego González está dirigiendo un PT y en el segundo el Dr. Julián Fresán está dirigiendo en Servicio Social con el objetivo de asignación de UEA. El tema **Jaulas cúbicas** están trabajando el Dr. Diego González y el Dr. Alejandro Lara el algoritmo no ha arrojado mejores cotas que las que se encuentra actualmente en la literatura. En el tema **Número dicromático en torneos** están trabajando el Dr. Jorge Cervantes y la Dr. Mika Olsen en conjunto con el Dr. Juan Carlos García Altamirano (que está realizando una estancia posdoctoral con la Dra. Mika Olsen). El trabajo se inició con el siguiente problema relacionado ¿Cómo construir el ciclos simétricos de longitud 5 utilizando operaciones de Hajós? El problema fue publicado en 2020 y se resolvió utilizando una adaptación de un RankGA. Los resultados computacionales fueron enviados a una revista internacional especializado en temas de matemáticas discretas y computacionales, además enviamos la descripción de la construcción a una revista de divulgación matemática y generalizamos el procedimiento para construir cualquier ciclo simétrico de orden impar, estos resultados fueron enviados a una revista internacional indexada especializada en Matemáticas Discretas. Actualmente, tenemos resultados suficientes para redactar un artículo respecto a torneos y gráficas mixtas 3- y 4-dicromáticos utilizando operaciones de Hajós y una adaptación de un RankGA.

##### 5. Grado de avance (GA):

<b>Objetivos</b>	<b>GA (%)</b>	<b>Productos</b>	<b>GA (%)</b>
Objetivo 1 Mejor la cota superior del orden mínimo de un torneo 5-dicromático	50%	2 artículos de investigación enviados 1 artículo de divulgación enviado 1 presentación de congreso nacional	
Objetivo 2 Mejorar la cota superior para el orden de la (3;13)-jaula	50%	1 PT en proceso 1 taller en TOMMAD	
Objetivo 3: Algoritmo heurístico que encuentre conjuntos dominantes de orden chico	80%	1 PT en proceso, 1 SS en proceso, 1 artículo en proceso, 1 taller en TOMMAD	

## 6. Formación de recursos humanos:

### Formación de recursos humanos:

- 4 alumnos con proyecto terminal en proceso.
  - *Selección de líderes en redes inalámbricas de sensores usando teoría de gráficas* Juan Carlos Romero Robles, Maria Lucero Reyes Hernandez (Dr. Antonio López, Dra. Mika Olsen) PT en revisión.
  - *Uso del RankGA para encontrar soluciones en problemas de dominancia.* Antonio Ríos Ursúa (Dr. Jorge Cervantes). Unidad Iztapalapa, Proyecto de Investigación I.
  - *Algoritmo genéticos para encontrar códigos identificadores*, Salvador Madrigal Castillo (Dr. Diego González, Dr. Alejandro Lara).
- 1 alumno del proyecto de servicio social en proceso: *Apoyo a la gestión del Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas.*
  - Jesus Julián (en proceso).

## 7. Lista de publicaciones:

- Juan Carlos García-Altamirano, Mika Olsen, Jorge Cervantes-Ojeda, *How to construct the symmetric cycle of length 5 using Hajós construction with an adapted Rank Genetic Algorithm, (enviado).*
- Juan Carlos García-Altamirano, Mika Olsen, *Aplicación de algoritmos genéticos en la solución de un problema en teoría de digráficas, (enviado).*
- Juan Carlos García-Altamirano, Mika Olsen, Jorge Cervantes-Ojeda, *A procedure to obtain symmetric cycles of any odd length using directed Hajós constructions, (enviado).*

## 8. Lista de presentaciones en congresos:

- Congreso Nacional de Investigación de Operaciones (CNIO'2021).
  - *Selección de líderes en redes inalámbricas de sensores usando teoría de gráficas* Juan Carlos Romero Robles, Maria Lucero Reyes Hernandez.
- XXXVII Coloquio “Víctor Neumann-Lara” de Teoría de las Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones (2022).
  - *Obtención de ciclos bidirigidos impares a partir de la construcción de Hajós*, Juan Carlos García Altamirano, Mika Olsen.
  - *El problema de la jaula*, Diego González.
- Taller de Otoño Metropolitana de Matemáticas Discretas (TOMMAD'2022).
  - Dra. Carmen Gómez, Dr. Jorge Cervantes, *Algoritmos Genéticos*. 40hrs
  - Dr. Diego González, Dr. Alejandro Lara, *Jaulas Cúbicas*. 40hrs.
- Semana de Computación y Matemáticas Aplicadas (SCMA'2022).
  - Leonel Emilio Ledesma Quinteros, Salvador Madrigal Castillo, *Jaulas Cúbicas*, póster.

**9. Tabla comparativa entre lo establecido en el calendario de actividades y lo alcanzado hasta la entrega del informe anual (incluir únicamente cantidades).**

<b>Producto entregable</b>	<b>Planeado para el periodo de evaluación</b>	<b>Reportado en el periodo</b>
<b>Formación de recursos humanos nivel licenciatura</b>		
Servicio Social	0	1
Proyecto terminal	0	4
Tesis de licenciatura		
<b>Formación de recursos humanos posgrado</b>		
Especialización Maestría		
Doctorado		
<b>Publicaciones</b>		
Artículos		3 enviados 1 en proceso de redaccion
Capítulos de libro		0
Memorias o Proceedings		0
<b>Difusión o Divulgación</b>		
Congresos		3 presentaciones orales 1 presentación poster
Conferencias		
<b>Otros: Especificar y proveer detalle del producto</b>		
<p><b>Taller de Otoño Metropolitana de Matemáticas Discretas (TOMMAD'2022).</b>                      Se impartieron dos talleres de introduccion a la investigacion en temas relacionados con el proyecto, cada taller tuvo una duración de 40hrs y los participantes fueron alumnos principalmente (pero no exclusivamente) de UAMC y de UAMI</p>		

**10. Justificación en caso de existir desviaciones en el proyecto.**

En el área de matemáticas no se puede predecir que problemas se dejan resolver ni con qué herramientas. En estos casos generalmente se busca resolver un problema relacionado o se cambia de herramienta o enfoque. En el caso de dominación en gráficas, el trabajo relacionado con el concepto clasico esta en su fase de escritura y el caso de temas relacionados con dominación, el trabajo aún esta en la fase de exploración. En el caso del presente proyecto, el algoritmo genético que se construyó para el problema de la (3,13)-jaula, no arrojó mejores resultados que las conocidos pero si resultó en una herramienta para construir (3,13)-gráficas de orden pequeño y se puede usar esas mismas técnicas para construir (3,2m+1)-gráficas de orden pequeño. En el caso del torneo 5-dicromático de orden pequeño, resultó un problema computacionalmente muy complejo por lo que iniciamos con un problema relacionado publicado en 2020. La solución de este problema sirvió para mejorar la función de fitness del algoritmo genético para construir torneos y digráficas mixtas 3- y 4-dicromáticos de mínimo orden, y a su vez esta mejora puede ayudar a resolver el problema del torneo 5-dicromático.