

# **“FLUVI” Simulador de Sistema de Gestión del Flujo Vehicular en Vialidades Cercanas a Áreas Académicas del IPN-ESCOM**

*Alumnos: Márquez Morales Denisse, Molina Figueroa Luis Gael, Urbano Mendoza Connor*

*Directores: Juárez Martínez Genaro, Maldonado Castillo Idalia.*

*e-mail: [simuladordetraficoescomipn@gmail.com](mailto:simuladordetraficoescomipn@gmail.com)*

**Resumen** - Este proyecto se enfoca a modelar y simular el tráfico vehicular en las áreas cercanas al IPN-ESCOM, utilizando sistemas dinámicos discretos como herramienta principal. Se busca comprender el comportamiento de un sistema vehicular caracterizado por la interacción de múltiples vehículos. Esta interacción genera patrones de flujo y congestión que afectan la movilidad, provocando retrasos en los desplazamientos, la economía local, al disminuir la productividad y aumentar el consumo de combustible, y la calidad del aire, debido a la mayor emisión de gases contaminantes. El sistema se desarrollará como una aplicación interactiva que simulará el flujo de tráfico, incorporando métricas como el flujo vehicular, la densidad del tráfico y el tiempo promedio de viaje para evaluar su rendimiento. Los resultados se visualizarán mediante gráficos que facilitarán el análisis de diferentes escenarios.

**Palabras clave** - Sistemas complejos, dinámica espacial, simulación de tráfico, autómatas celulares.

## **1. Introducción**

La modelización y simulación de sistemas complejos ha sido un área de interés creciente en diversas disciplinas, desde la física y la biología hasta la economía y las ciencias sociales. En este contexto, los autómatas celulares han emergido como una herramienta poderosa para comprender y predecir el comportamiento de sistemas que exhiben patrones emergentes a partir de interacciones locales simples [1, 2].

El presente trabajo se enfoca en la aplicación de autómatas celulares a la simulación de tráfico vehicular, un sistema complejo por excelencia caracterizado por la interacción de múltiples agentes autónomos y la generación de patrones de congestión y flujo. Desde los primeros modelos de autómatas celulares aplicados al tráfico, como el icónico modelo NaSch [3], esta metodología ha demostrado su capacidad para capturar la dinámica del tráfico y predecir su evolución bajo diferentes condiciones.

Además de los trabajos seminales mencionados, esta investigación se basa en una revisión exhaustiva de la literatura reciente sobre autómatas celulares y su aplicación a la simulación de

tráfico [4]. Se explorarán modelos avanzados que incorporan elementos como diferentes tipos de vehículos, intersecciones, semáforos y comportamiento de los conductores, con el objetivo de desarrollar un simulador de tráfico realista y flexible. La incorporación de estos elementos permitirá analizar el impacto de diferentes estrategias de gestión del tráfico y evaluar su efectividad en la reducción de la congestión y la mejora de la fluidez vehicular.

El desarrollo de un simulador de tráfico basado en autómatas celulares no solo contribuirá a la comprensión de la dinámica del tráfico, sino que también proporcionará una herramienta valiosa para la planificación y diseño de infraestructuras viales, la evaluación de políticas de transporte y la optimización de la movilidad urbana. A través de la experimentación con diferentes escenarios y configuraciones, el simulador permitirá anticipar el impacto de cambios en la red vial y tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia y seguridad del sistema de transporte.

Actualmente, se encuentran 5 sistemas que tienen una funcionalidad similar a la propuesta en este Trabajo Terminal:

- A Macroscopic Traffic Flow Model for Integrated Control of Freeway and Urban Traffic Networks.
- CAVSim.

Característica	A Macroscopic Traffic Flow Model for Integrated Control of Freeway and Urban Traffic Networks.	CAVSim	Modelo realista para simulación de tráfico vehicular mixto con autómatas celulares	Modelo para el análisis del tráfico vehicular en convergencias mediante autómatas celulares	Un modelo de autómatas celulares para el tránsito vehicular en carreteras
Enfoque de simulación	Macroscópico (modelado del flujo de tráfico en grandes redes viales, tanto urbanas como de autopistas).	Microscópico (modelado individual de vehículos).	Microscópico (modelado individual de vehículos).	Microscópico (modelado individual de vehículos).	Microscópico (modelado individual de vehículos). Aunque el título de la tesis menciona carreteras, el enfoque del modelo presentado en el contenido es <b>microscópico</b> , no macroscópico.
Modos de transporte	Vehículos en redes de tráfico mixto (autopistas y redes urbanas).	Vehículos conectados y automatizados (CAVs).	Vehículos en redes de tráfico mixto (autopistas y redes urbanas). Vehículos heterogéneos, incluyendo	Tráfico en redes vehiculares, considerando rampas de acceso en autopistas con vehículos automotores	Vehículos en redes de tráfico mixto, incluyendo sistemas manuales, automatizados y mixtos. También se

			automóviles y camiones. Se considera también el análisis de tráfico en condiciones específicas, como rampas de entrada y múltiples carriles	convencionales. No menciona explícitamente vehículos conectados y automatizados (CAVs)	aborda la aplicación en autopistas (como México-Cuernavaca).
Nivel de detalle de la red	Medio (modelo macroscópico que se enfoca en la densidad del tráfico, velocidad y flujo vehicular en segmentos de carretera).	Medio (modelado detallado de escenarios típicos de tráfico, incluyendo intersecciones sin semáforo, zonas de incorporación y redes viales urbanas).	Alto (el modelo simula interacciones locales y dinámicas de cada vehículo de forma individual, con un enfoque en el comportamiento detallado de los conductores y vehículos	Alto (el uso de autómatas celulares permite capturar dinámicas detalladas de vehículos y conductores individuales)	Medio (aunque es un modelo microscópico, simplifica ciertas características para mantener eficiencia computacional)
Asignación de tráfico	Basada en modelos macroscópicos como METANET para autopistas y un modelo extendido de Kashani para redes urbanas.	Basada en algoritmos de cooperación y planificación en modo de feed-forward (decisión anticipada).	Basada en reglas de evolución simples derivadas de observaciones reales. Incluye cálculos de aceleración, frenado y distancias de seguimiento basados en parámetros observados y movimientos uniformemente acelerados	Basada en reglas locales derivadas de autómatas celulares, que incluyen decisiones como cambios de carril y velocidades según el contexto del tráfico.	Basada en el modelo de Nagel-Schreckenberg, con modificaciones que incorporan un parámetro de anticipación para reflejar diferentes estrategias de conducción.
Análisis de escenarios	Capacidad para evaluar la evolución del tráfico y la efectividad de medidas de control dinámico en redes viales mixtas (urbanas y autopistas).	Capacidad para evaluar estrategias de conducción cooperativa en escenarios de intersecciones sin semáforo, zonas de incorporación de vehículos, y estabilidad de trenes de vehículos CAV.	Capacidad para evaluar fenómenos como congestión espontánea, cambios de carril y la interacción entre vehículos de diferentes tipos (automóviles y camiones). Se enfoca en reproducir fenómenos reales observados en tráfico vehicular	Permite evaluar estrategias de control en rampas de acceso, como semáforos de tiempo fijo y sin mecanismos de control.	Capaz de evaluar condiciones de tráfico como flujo libre, mixto y congestionado, además de fenómenos como congestión en casetas y transiciones entre estados.
Visualización	Representación gráfica de la	Visualización de trayectorias y	Representaciones basadas en	Representaciones de rejillas donde	Representación en topología de anillo

	densidad del tráfico, velocidad y flujo en segmentos de red.	comportamientos de los vehículos en diferentes escenarios de tráfico.	simulación computacional que muestran resultados como circuitos cerrados de un carril, condiciones de frontera abiertas, y escenarios multicarril	cada celda representa el estado de un vehículo o una parte de la vía.	para simulaciones básicas y en segmentos para escenarios específicos (e.g., autopista México-Cuernavaca).
Aplicaciones principales	Control predictivo de tráfico (MPC) para mejorar la coordinación entre redes urbanas y de autopistas, reducción de congestión, y evaluación de medidas como ramp metering y límites de velocidad variables.	Evaluación y comparación de métodos de decisión, planificación y control de vehículos CAV en diversos escenarios de tráfico. Análisis de estabilidad de trenes de vehículos y eficiencia de intersecciones sin semáforo.	Diseño de estrategias para mejorar el desempeño del tráfico vehicular. Uso en la planeación y control de tráfico en México, donde estudios microscópicos son poco comunes	Evaluar y mejorar el desempeño de estrategias de control de tráfico en rampas de acceso, evitando congestionamientos y accidentes	Análisis de estrategias de conducción (manual, automatizada, mixta). Estudio del impacto de parámetros de anticipación en la seguridad vial. Identificación de problemas estructurales en carreteras (e.g., casetas de cobro).
Facilidad de uso	Modelo integrado que permite la simulación rápida y en tiempo real, adecuado para control en línea y aplicaciones de predicción.	Proporciona interfaces estándar para facilitar la incorporación de nuevos métodos y tecnologías por parte de los investigadores.	Aunque no se especifica directamente, los modelos basados en autómatas celulares se destacan por su simplicidad computacional y la facilidad para derivar parámetros intuitivos	El modelo propuesto está diseñado para facilitar su implementación en simulaciones computacionales, gracias a las reglas claras y bien definidas de los autómatas celulares.	El modelo está diseñado para ser implementado en entornos computacionales eficientes debido a la simplicidad de los autómatas celulares. Esto permite realizar simulaciones rápidas, incluso con un gran número de vehículos y escenarios variados, como topologías de anillo o carreteras abiertas.
Costo	No especificado explícitamente en el artículo, pero al ser un desarrollo académico, puede estar disponible	No está especificado explícitamente en el artículo, pero al ser un desarrollo académico, puede	No está especificado explícitamente en el artículo, pero al ser un desarrollo académico, puede	No está especificado explícitamente en el artículo, pero al ser un desarrollo académico, puede	No está especificado explícitamente en el artículo, pero al ser un desarrollo académico, puede

	para uso bajo ciertas condiciones de licencia académica o de investigación.	estar disponible bajo licencia abierta para investigación y desarrollo.	estar disponible bajo licencia abierta para investigación y desarrollo.	estar disponible bajo licencia abierta para investigación y desarrollo.	estar disponible bajo licencia abierta para investigación y desarrollo.
--	---	---	---	---	---

## 2. Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar un sistema basado en autómatas celulares para simular el flujo de tráfico en áreas cercanas a ESCOM, con el propósito de analizar y evaluar el rendimiento del tráfico, mediante la implementación de métricas estadísticas que permitan generar diferentes escenarios.

### Objetivos Específicos

- Desarrollar e implementar un simulador de tráfico.
- Desarrollar la interfaz del sistema “FLUVI”.
- Desarrollar algoritmos para generar diferentes escenarios de tráfico y flujo de autos para evaluar diversas situaciones y condiciones de tráfico.
- Implementar métricas y estadísticas para evaluar el rendimiento del tráfico en la simulación mediante técnicas basadas en autómatas celulares para modelar el comportamiento del flujo vehicular.
- Elaborar un manual de usuario dirigido a planificadores urbanos, autoridades de la institución e investigadores. Adicionalmente se desarrollará un reporte técnico que detalle la implementación y funcionamiento del sistema.

## 3. Justificación

La gestión del flujo vehicular en áreas cercanas a instituciones académicas como ESCOM es un desafío constante debido a la alta concentración de vehículos durante ciertas horas del día. La congestión vehicular no solo afecta la movilidad y la eficiencia del transporte, sino que también puede tener impactos negativos en la calidad del aire y la seguridad vial.

El desarrollo de un simulador de gestión del flujo vehicular, denominado “FLUVI”, es relevante porque permitirá la observación y análisis detallado del tráfico actual, identificando cuellos de botella, zonas de congestión y patrones de circulación. Esto proporcionará datos esenciales para proponer y evaluar soluciones antes de su implementación, evitando costos y riesgos asociados con cambios no probados.

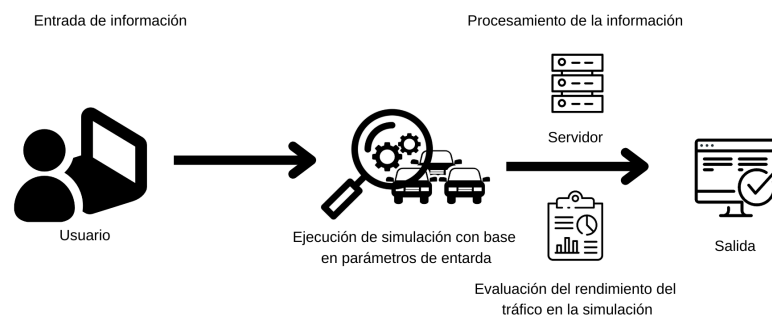
Además, el simulador permitirá evaluar diferentes escenarios, como el rediseño de la distribución de los espacios de estacionamiento y el cambio de sentido de calles, lo que puede resultar en una

mejora significativa en la capacidad y eficiencia del estacionamiento. Estos análisis preliminares son cruciales para tomar decisiones informadas y efectivas.

A largo plazo, la implementación de este tipo de herramientas de simulación puede escalarse para beneficiar no solo a la comunidad de IPN-Zacatenco, sino también a otras áreas urbanas, contribuyendo a una mejor planificación y gestión del tráfico en toda la ciudad. Este proyecto tiene el potencial de ser un primer paso hacia soluciones más amplias que mejoren la infraestructura vial y la calidad de vida en México.

#### 4. Productos o Resultados esperados

- Simulador de tráfico.
- Interfaz prototipo para la visualización del simulador.
- Documentación Técnica.
- Manual de Usuario.



**Figura 1.** Diagrama del sistema

## 5. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo terminal se utilizará la metodología ágil Scrumban, que combina elementos de las metodologías Scrum y Lean. Esta elección se debe a que Scrumban es un proceso de gestión que reduce la complejidad en el desarrollo de productos, satisfaciendo las necesidades de los clientes de manera eficiente y colaborativa. Scrumban permite a los equipos trabajar de manera ágil, combinando la estructura y agilidad de Scrum con la eficiencia y simplicidad de Lean, sin requerir actualizaciones de roles y siendo más sencillo de adoptar.

	SCRUMBAN	LEAN	SCRUM
Procesos	Iterativo e incremental de forma continua desarrollando iteraciones	Continuo con enfoque en la eliminación de desperdicios y mejora continua.	Iterativo e incremental desarrollando sprints
Personas	Equipo motivado con personas como pilar y en el centro	Las personas son el pilar y se empodera a los equipos para tomar decisiones.	La personas son el centro
Producto	Balance entre efectividad y eficiencia	Foco en la eficiencia, entrega rápida de valor y eliminación de desperdicios.	Foco en la efectividad
Organización	Mejora continua del producto y del proceso	Mejora continua del proceso y del flujo de trabajo.	Mejora continua del producto
Equipo	El equipo no requiere de un número específico de integrantes	No hay limitaciones específicas en el tamaño del equipo	De 3 a 9 personas
Roles	SCRUM master (opcional) Product owner SCRUM team	Pueden incluir especialistas o integrantes generalizados	SCRUM master Product owner SCRUM team

**Tabla 2.** Comparación de metodologías ágiles.

Scrumban utiliza iteraciones y se monitorea con la ayuda de un tablero visual. Las reuniones para planificar se llevan a cabo cuando son necesarias para determinar las tareas a implementar hasta la próxima iteración. Para que estas iteraciones se mantengan cortas, se utiliza un límite de trabajo en progreso (WIP por sus siglas en inglés Work in Progress). Cuando WIP cae por debajo del nivel predeterminado, se establece un activador de planificación bajo demanda para que el equipo sepa cuándo planificar a continuación.

Iteración: En Scrumban, las iteraciones son cortas para garantizar que el equipo pueda adaptarse al entorno cambiante durante el proyecto. La duración de estas iteraciones en este proyecto se medirán como máximo en lapsos de dos semanas.

Priorización: La priorización se da de tal forma que las tareas más importantes se colocan en la parte superior de la tabla de planificación seguidas por las tareas menos importantes. Antes de llegar al tablero, las tareas deben pasar por 3 etapas donde se van depurando las tareas a realizar para largo plazo (1 año), medio plazo (6 meses) y corto plazo (3 meses), siendo de esta última de donde salen las tareas más claras que se pueden completar y que ganan mayor prioridad para la próxima iteración.

Principio de Elección: Cada miembro del equipo elige solo qué tarea de la sección “Tareas Pendientes” va a completar a continuación.

Congelación de Funciones: Se utiliza en Scrumban cuando se acerca la fecha límite del proyecto, significando que solo pueden trabajar sobre las tareas previamente pensadas sin cabida para implementar nuevas características.

Triaje: Ocurre después de la congelación de funciones, y es el punto donde el gerente del proyecto decide cuáles de las características en desarrollo se completarán y cuáles quedarán sin terminar.

Dado lo anterior, se decidió usar scrumban como metodología y se pretenden desarrollar en total 8 iteraciones:

A. Trabajo Terminal 1.

a. Iteración 1:

- i. Desarrollo de documentación.
- ii. Investigación: Autómatas Celulares.
- iii. Elaboración del estado del arte.
- iv. Generación de Reporte Técnico.

b. Iteración 2:



- i. Definición de objetivos, alcance y requerimientos.
    - ii. Formulación de la solución.
    - iii. Selección de las tecnologías y herramientas a utilizar para el desarrollo del prototipo del sistema.
    - iv. Desarrollo de Reporte Técnico.
    - v. Diseño de la arquitectura del sistema.
  - c. Iteración 3:
    - i. Análisis de la factibilidad del proyecto.
    - ii. Análisis y selección de los entornos de trabajo y evaluación de costes.
    - iii. Desarrollo de Reporte Técnico.
  - d. Iteración 4:
    - i. Desarrollo de casos de uso y especificación de requisitos funcionales.
    - ii. Desarrollo de un prototipo básico del simulador.
    - iii. Desarrollo de Reporte Técnico.
    - iv. Evaluación de TT 1.
- B. Trabajo Terminal 2.
- a. Iteración 6:
    - i. Desarrollo de la interfaz de usuario.
    - ii. Desarrollo de algoritmos para la generación de escenarios de tráfico realistas y diversos.
    - iii. Implementación de métricas y estadísticas para evaluar el rendimiento del tráfico.
    - iv. Desarrollo de Reporte Técnico.
  - b. Iteración 7:
    - i. Ejecución de pruebas unitarias de las implementaciones desarrolladas.
    - ii. Desarrollo de Manual de Usuario y Reporte Técnico.
    - iii. Despliegue del sistema.
    - iv. Evaluación de TT 2.

## 6. Cronograma

Nombre del Alumno: Márquez Morales Denisse.

Nombre del TT: “FLUVI” Simulador de Sistema de Gestión del Flujo Vehicular en Vialidades Cercanas a Áreas Académicas de ESCOM.

[illegible]

Nombre del TT: “FLUVI” Simulador de Sistema de Gestión del Flujo Vehicular en Vialidades Cercanas a Áreas Académicas de ESCOM.

[illegible]

Nombre del TT: “FLUVI” Simulador de Sistema de Gestión del Flujo Vehicular en Vialidades Cercanas a Áreas Académicas de ESCOM.

[illegible]

## 7. Referencias

- [1] M. Mitchell, *Complexity: A guided tour*. Oxford University Press, 2009.
- [2] S. Wolfram, *A new kind of science*. Wolfram Media, 2002.
- [3]. K. Nagel and M. Schreckenberg, "A cellular automaton model for freeway traffic," *J. Phys. I France*, vol. 2, no. 12, pp. 2221-2229, Dec. 1992.
- [4]. D. Chowdhury, L. Santen, and A. Schadschneider, "Statistical physics of vehicular traffic and some related systems," *Phys. Rep.*, vol. 329, no. 4-6, pp. 199-329, 2000
- [5] G. J. Martínez, H. Zenil, and Ch. Stephens (Eds.) *Sistemas Complejos como modelos de Computación*. Luniver Press, UK, 2011.
- [6] G. J. Martínez, "Introducción a la simulación de procesos con autómatas celulares." ESCOM IPN, 2006. URL: <https://static.igem.org/mediawiki/2006/1/1b/IntoCA.pdf>
- [7] G. J. Martínez, A. Adamatzky, and R. A. Sanz. Designing Complex Dynamics in Cellular Automata with Memory, *International Journal of Bifurcation and Chaos* 23(10), 1330035, 2013.
- [8] Zhang, J., Chang, C., He, Z., Zhong, W., Yao, D., Li, S., & Li, L. (2023). CAVSim: A microscopic traffic simulator for evaluation of connected and automated vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 24(9), 10038-10054. <https://doi.org/10.1109/TITS.2023.3273565>
- [9] Van den Berg, M., Hegyi, A., De Schutter, B., & Hellendoorn, J. (2003). A macroscopic traffic flow model for integrated control of freeway and urban traffic networks. In 42nd IEEE International Conference on Decision and Control (IEEE Cat. No.03CH37475) (Vol. 3, pp. 2774-2779). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CDC.2003.1273044>
- [10] Lárraga Ramírez, M. E., & Álvarez-Icaza Longoria, L. A. (2018). *Modelo realista para simulación de tráfico vehicular mixto con autómatas celulares* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación General de Estudios de Posgrado. Recuperado de [https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/18P6K4NLQBKDCAT36VL2E2TKC5A9PHB6CHX2GKGXS1UPG1K6A2-28487?func=full-set-set&set\\_number=020404&set\\_entry=000004&format=999](https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/18P6K4NLQBKDCAT36VL2E2TKC5A9PHB6CHX2GKGXS1UPG1K6A2-28487?func=full-set-set&set_number=020404&set_entry=000004&format=999)
- [11] *Modelo para el análisis del tráfico vehicular en convergencias mediante autómatas celulares* (2018). [Tesis doctoral]. Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación General de Estudios de Posgrado. Recuperado de [https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/18P6K4NLQBKDCAT36VL2E2TKC5A9PHB6CHX2GKGXS1UPG1K6A2-06357?func=full-set-set&set\\_number=020404&set\\_entry=000010&format=999](https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/18P6K4NLQBKDCAT36VL2E2TKC5A9PHB6CHX2GKGXS1UPG1K6A2-06357?func=full-set-set&set_number=020404&set_entry=000010&format=999)

[12] Lárraga Ramírez, M. E., (2004). *Un modelo de autómatas celulares para el tránsito vehicular en carreteras* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación General de Estudios de Posgrado. Recuperado de [https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/18P6K4NLQBKDCAT36VL2E2TKC5A9PHB6CHX2GKGXS1UPG1K6A2-18412?func=full-set-set&set\\_number=020404&set\\_entry=000021&format=999](https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/18P6K4NLQBKDCAT36VL2E2TKC5A9PHB6CHX2GKGXS1UPG1K6A2-18412?func=full-set-set&set_number=020404&set_entry=000021&format=999)

## 8. Alumnos y Directores

*Márquez Morales Denisse. Alumna de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2022630369, email [denissemarquez2704@gmail.com](mailto:denissemarquez2704@gmail.com)*

*Firma: \_\_\_\_\_*

*Molina Figueroa Luis Gael. Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2021630067, email [luisgaelfmf@gmail.com](mailto:luisgaelfmf@gmail.com)*

*Firma: \_\_\_\_\_*

*Urbano Mendoza Connor. Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2022630427, email [soyconnor@outlook.com](mailto:soyconnor@outlook.com)*

*Firma: \_\_\_\_\_*

CARÁCTER: Confidencial.

FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la información Pública.

PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.

*Dr. Juárez Martínez Genaro - Licenciado en Matemáticas Aplicadas y Computación egresado de la FES Acatlán, UNAM en 1998. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias de la Computación, así como el de Doctorado en Ciencias de la computación en el CINVESTAV-IPN en 2001 y 2006 respectivamente. Actualmente se encuentra trabajando como profesor en la ESCOM del IPN. Áreas de interés: ciencias de la computación, computación no-convencional, vida artificial, robótica, sistemas complejos. Teléfono: 57296000 - Ext. 52067-, correo*

*electrónico:*

*[studentsresponsables@gmail.com](mailto:studentsresponsables@gmail.com)*

*Firma: \_\_\_\_\_*

*M. en C. Maldonado Castillo Idalia - Profesora de la ESCOM, egresada de la Ing. En Sistemas Computacionales de la Escuela Superior de Cómputo del IPN, Maestría en Ciencias de la Computación en la University of Saskatchewan, Canadá. Áreas de interés: Sistemas de Información médica, Clasificación y Procesamiento de Imágenes, Procesamiento de Lenguaje Natural e Ingeniería de Software, agilidad y calidad de software. Teléfono: 57296000 ext: 52023 Correo:*

*[idalia.maldonadoc@gmail.com](mailto:idalia.maldonadoc@gmail.com)*

*Firma: \_\_\_\_\_*