

# BEYOND ORBIT

David Ricardo Martinez  
Kevin Farith Garcia Chaparro  
Nixon Cortes Tabares  
Nelson Torres Alvarez  
Samuel David Penilla  
Sebastián Villamizar Saavedra

Universidad  
Industrial de  
Santander





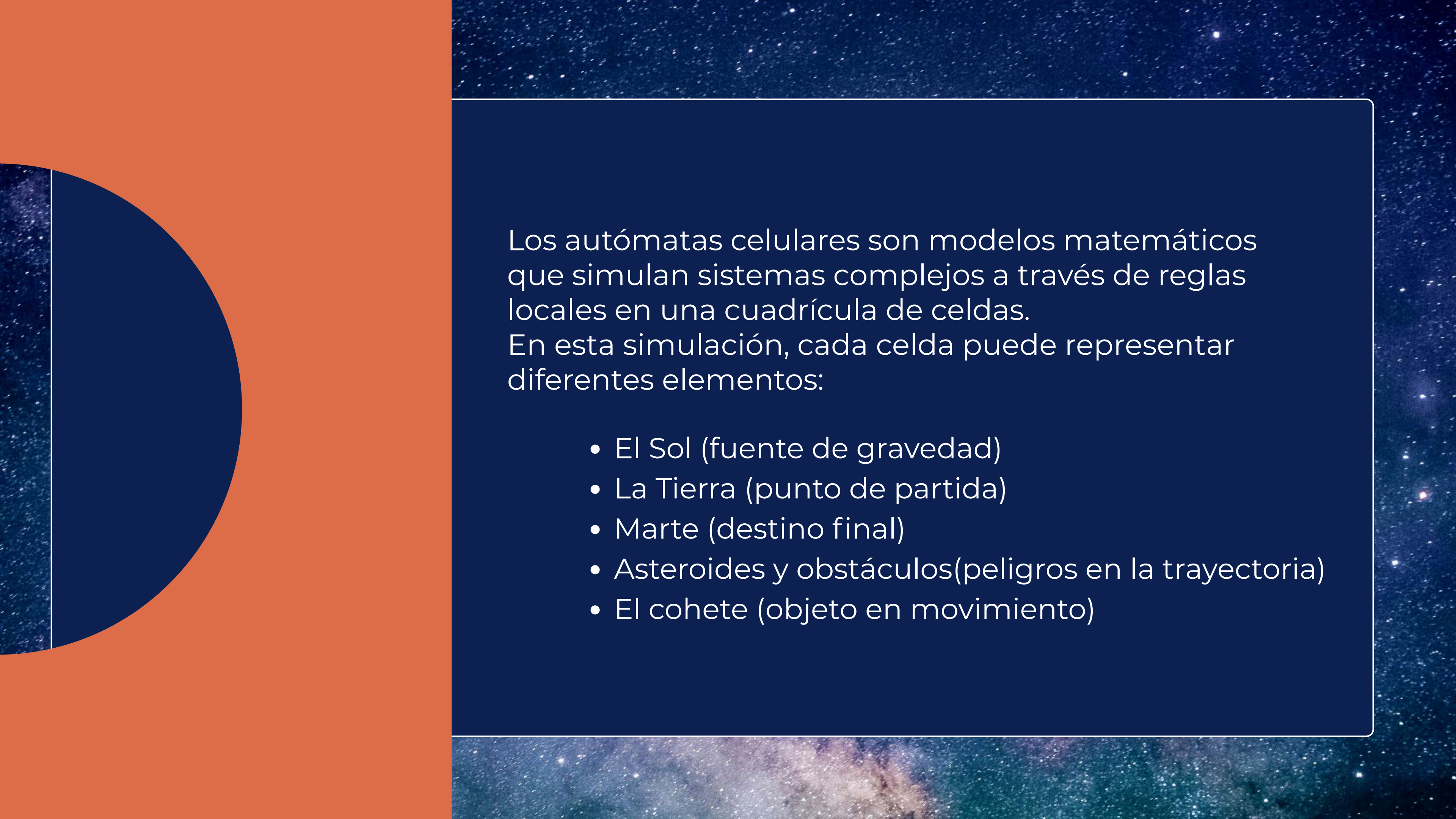
# INTRODUCCIÓN

La exploración espacial es un reto científico y tecnológico que requiere simulaciones precisas para planificar viajes interestelares.

Este proyecto busca simular el viaje de un cohete desde la Tierra hasta Marte, considerando la influencia de la gravedad y la presencia de obstáculos en el espacio.

Se utiliza un modelo computacional basado en autómatas celulares para representar el entorno espacial y el comportamiento dinámico del cohete.





Los autómatas celulares son modelos matemáticos que simulan sistemas complejos a través de reglas locales en una cuadrícula de celdas. En esta simulación, cada celda puede representar diferentes elementos:

- El Sol (fuente de gravedad)
- La Tierra (punto de partida)
- Marte (destino final)
- Asteroides y obstáculos (peligros en la trayectoria)
- El cohete (objeto en movimiento)



# Descripción del problema

- El objetivo es guiar el cohete desde la Tierra hasta Marte, evitando colisiones con asteroides y obstáculos.
- El cohete está sujeto a fuerzas gravitacionales que modifican su trayectoria.
- El desafío es modelar y simular este escenario para prever el comportamiento del cohete en un entorno dinámico y cambiante.



# Metodología

Se implementa un autómata celular en una cuadrícula bidimensional que representa el espacio alrededor de la Tierra y Marte.

Cada paso de tiempo actualiza el estado de cada celda según reglas que reflejan:

- Movimiento del cohete influenciado por la gravedad
- Movimiento y generación de asteroides como obstáculos
- Detección de colisiones y llegada a destino

La simulación evoluciona iterativamente para observar la trayectoria y eventos.



# Implementación del Código

El proyecto se desarrolló en Python usando librerías como Numpy para el manejo de matrices y Pygame para la visualización gráfica.

Funciones clave:

- Inicialización de la cuadrícula con planetas y obstáculos
- Aplicación del modelo gravitacional para modificar velocidad y dirección del cohete
- Control del movimiento y detección de colisiones
- Visualización animada con actualización en tiempo real

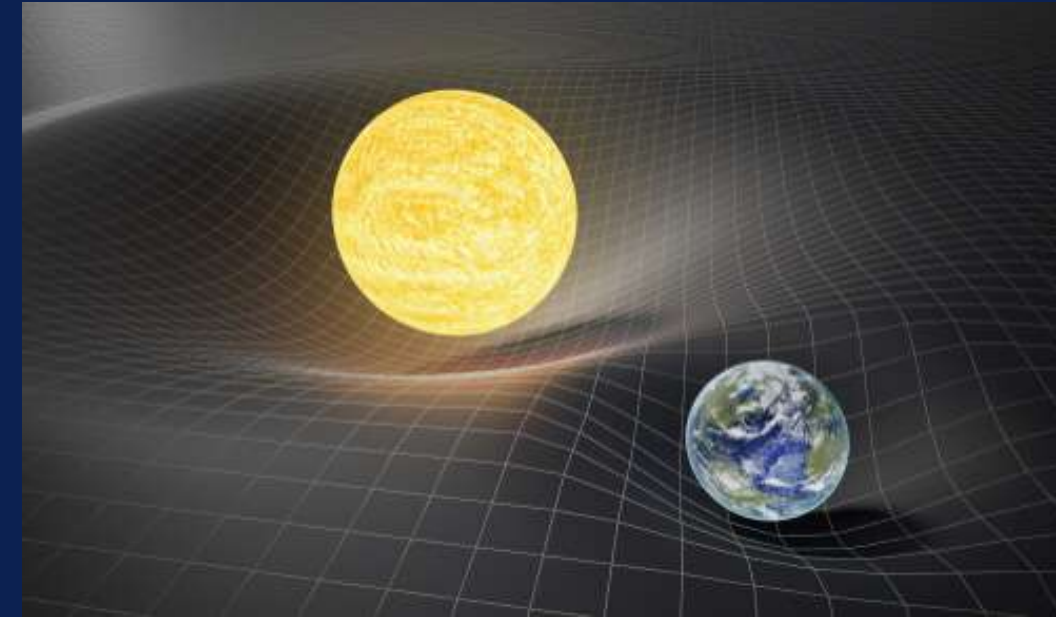




# Reglas principales del autómata celular

1

## Campo de gravedad



- Generación de Gravedad: Las celdas que contienen el Sol son las fuentes de gravedad.
- Propagación de Gravedad: La gravedad se propaga desde las fuentes (el Sol) a las celdas vecinas en cada paso, disminuyendo con la distancia.
- Decaimiento de Gravedad: En cada paso, el valor de gravedad en una celda disminuye ligeramente, simulando la atenuación de la fuerza gravitacional.



# Reglas principales del autómata celular

2

## Movimiento de Cuerpos Celestes



- Prioridad de Movimiento: El Sol es estático. Los asteroides se mueven primero, seguidos por los planetas (Tierra y Marte).
- Influencia Gravitacional: Todos los cuerpos móviles son atraídos por la gravedad del Sol. La dirección de movimiento radial (hacia el Sol) se determina basándose en la ubicación del Sol.
- Movimiento Tangencial (Solo Planetas): Además de la atracción gravitacional, los planetas exhiben una tendencia al movimiento tangencial (alrededor del Sol), simulando órbitas.
- Movimiento Aleatorio: Todos los cuerpos móviles tienen una pequeña probabilidad de moverse aleatoriamente a una celda vecina, añadiendo un factor de imprevisibilidad.
- Colisión con el Sol: Cualquier asteroide o planeta que intente moverse a una celda ocupada por el Sol es absorbido o "destruido" por este, desapareciendo de la simulación.



# Reglas principales del autómata celular

## 3

## Interacciones y Colisiones



- Asteroide con Asteroide: Si un asteroide intenta moverse a una celda ya ocupada por otro asteroide, ambas celdas se convierten en una Explosión . El contador de asteroides se reduce en 2.
- Planeta con Asteroide: La colisión entre un planeta y un asteroide resulta en una Explosión en ambas celdas. El asteroide se elimina.
- Hay una probabilidad de que el planeta "absorba" el asteroide (el asteroide desaparece y el planeta se mueve a su lugar). De lo contrario, el planeta no se mueve y el asteroide también permanece en su lugar.
- Explosiones: Las celdas en estado de Explosión se borran en el siguiente paso de la simulación



# Reglas principales del autómata celular

## 4 Comportamiento del Cohete



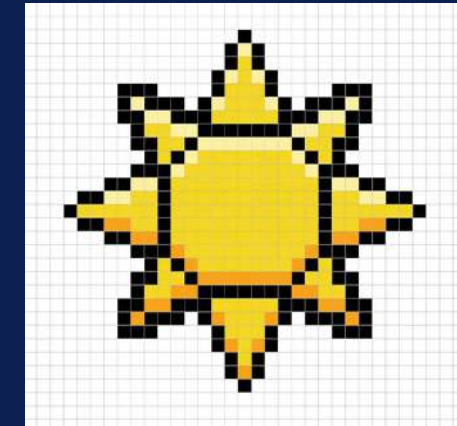
- Origen: El cohete aparece inicialmente en la posición de la Tierra .
- Impulso Inicial: Durante un número inicial de pasos , el cohete recibe un impulso direccional que lo ayuda a escapar de la órbita terrestre y orientarse hacia Marte. Este impulso combina un sesgo tangencial (similar a la órbita planetaria) con una atracción directa a Marte.
- Atracción a Marte: Después del impulso inicial, el cohete se mueve principalmente hacia Marte , aplicando una fuerte atracción .
- Evasión de Asteroides: Si el cohete está a punto de colisionar con un asteroide, intentará buscar una celda vecina libre para evitar la colisión.
- Colisión del Cohete con Asteroide: Si el cohete colisiona con un asteroide , ambas celdas se convierten en una Explosión y la misión del cohete finaliza.
- Llegada a Marte: Si el cohete se mueve a una celda ocupada por Marte, la celda de Marte se transforma en Misión Cumplida y la simulación termina exitosamente.
- Colisión con el Sol: Si el cohete intenta moverse a una celda ocupada por el Sol, intentará encontrar una celda segura cercana. Si no puede, permanece en su posición actual.



# Reglas principales del autómata celular

5

## Animación del Sol



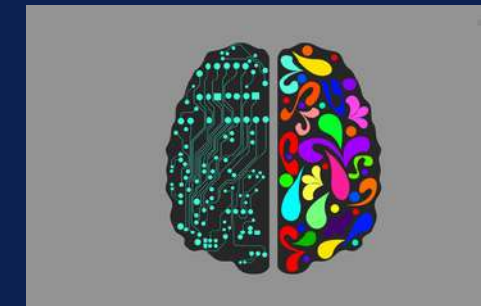
El Sol central, aunque estático en su núcleo 4x4, tiene rayos giratorios en un anillo exterior de 6x6. Estos rayos se mueven secuencialmente alrededor del anillo, creando una apariencia dinámica sin afectar la posición de los cuerpos principales.



# Reglas principales del autómata celular

6

## Lógicas de Actualización de Cuadrícula



- Nuevo Estado de la Cuadrícula: En cada paso de la simulación, se calcula un new\_grid basado en el estado actual. Los objetos estáticos (como el Sol o las explosiones recién generadas) se copian primero. Luego, los objetos móviles (asteroides, planetas, cohete) se mueven a sus nuevas posiciones.
- Sobrescritura: Si un objeto se mueve a una celda que ya está ocupada por otro objeto móvil, se aplican las reglas de colisión específicas (por ejemplo, explosiones). Si no hay colisión, la celda se ocupa por el objeto que se movió a ella.
- Límites de la Cuadrícula: Los cuerpos no pueden salir de los límites de la cuadrícula. Sus coordenadas se ajustan para permanecer dentro del rango.



# Visualización y Resultados

La simulación muestra la cuadrícula con símbolos para representar:

- Sol 
- Tierra 
- Marte 
- Explosiones por colisiones 
- Cohete 
- Asteroides 

Se observan movimientos dinámicos del cohete adaptándose a la gravedad y sorteando obstáculos, logrando finalmente llegar a Marte en varios escenarios.



☰ Paso 9:



**Primera versión  
del proyecto**





**Segunda versión  
del proyecto**





# Conclusiones

El proyecto permitió comprender a fondo el funcionamiento de los autómatas celulares y su potencial para modelar sistemas complejos mediante reglas simples y estructuras locales.



A lo largo del proceso, se replantearon y mejoraron varias ideas iniciales, lo que permitió optimizar el enfoque del proyecto. Esto demuestra la importancia de la revisión continua y la adaptación



# Posibles mejoras a futuro

1

Implementar traslaciones más precisas para los planetas

2

Simular un movimiento más realista para los asteroides

3

Optimizar y mejorar la interfaz gráfica del sistema





**Thank you  
very much!**