



Tecnológico de Monterrey

M5. Revisión de avance 2

Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales (Gpo 570)

A00572499 - Santiago Gutierrez

A00832425 - Daniel Rubies Isla

A01252831 - Luis Carlos Rico Almada

A00837426 - Pedro Gabriel Sánchez Valdez

Equipo 5

Enero de 2025

1. Introducción	3
Descripción del reto a desarrollar.	3
2. Créditos	4
3. Contexto y Problema	5
La Simulación de Multiagentes como Herramienta para Resolver Problemas de Movilidad Urbana	5
2. Beneficios de la Simulación de Multiagentes	5
3. Aplicaciones Prácticas	6
4. Ejemplos de Éxito	7
5. Retos y Futuro de MAS en Movilidad Urbana	7
Infraestructura Urbana y Movilidad	7
El Impacto Ambiental del Uso del Automóvil	8
Movilidad Inclusiva y el Derecho al Desplazamiento	8
Hacia una Movilidad Sostenible	9
El Enfoque Económico de la Movilidad Urbana	9
Conclusión investigación: Un Futuro Basado en Datos y Modelos	9
4. Objetivos generales	10
Objetivo General	10
Objetivos Específicos	10
5. Restricciones	16
6. Historias de usuario	16
Historias de usuario Multiagentes	16
Historias de usuario aplicación gráfica	16
7. Descripción del sistema Multiagente	17
7.1 Modelo de los Agentes	20
7.2 Modelo del Entorno	21
7.3 Modelo de la Negociación	24
7.4 Modelo de la Interacción	24
8. DESCRIPCIÓN DEL MODELADO GRÁFICO	25
8.1 Escena a modelar	25
8.2 Componentes Gráficos	25
8.3 Prefabs	25
8.4 Scripts	26
9. Entregables de administración de proyecto	26
10. Referencias	26

1. INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DEL RETO A DESARROLLAR.

Durante este periodo, el proyecto se centrará en el desarrollo de una simulación realista que modele el tránsito de peatones y vehículos en un entorno urbano dinámico y multifacético. La simulación estará diseñada para replicar las complejas interacciones que ocurren en una calle típica, incluyendo elementos críticos como pasos peatonales, semáforos, zonas de cruce no reguladas y comportamientos que desafían las normas de tránsito, como peatones que cruzan en áreas no permitidas.

En este reto, los peatones serán agentes autónomos con objetivos claros, como desplazarse de un punto de inicio a un destino específico. Cada peatón tomará decisiones basadas en factores como la proximidad de pasos peatonales, la densidad del tráfico, la presencia de semáforos y las situaciones de riesgo. Algunos peatones seguirán las reglas estrictamente, utilizando los pasos peatonales y respetando las señales de tránsito, mientras que otros adoptarán comportamientos más impredecibles, cruzando en áreas no señalizadas o ignorando los semáforos.

Por otro lado, los vehículos no tendrán metas específicas, pero estarán programados para seguir patrones de tráfico comunes, incluyendo detenciones en semáforos, aceleraciones y respuestas ante obstáculos imprevistos, como peatones que irrumpen en su camino. Estos vehículos servirán como elementos clave para generar situaciones de interacción y desafío, obligando a los peatones y conductores virtuales a tomar decisiones tanto reactivas como proactivas para evitar accidentes y garantizar el tránsito seguro.

La simulación también incluirá elementos adicionales del entorno urbano, como:

- **Semáforos peatonales y vehiculares:** Para evaluar cómo las señales de tránsito influyen en el flujo de peatones y vehículos.
- **Zonas de cruce reguladas y no reguladas:** Para observar cómo los peatones interactúan con vehículos en diferentes contextos.
- **Densidad variable de tráfico:** Para explorar escenarios desde calles tranquilas hasta intersecciones congestionadas.
- **Entornos dinámicos:** Con eventos imprevistos como vehículos detenidos o peatones que cambian de rumbo repentinamente.

El proyecto se desarrollará en **Unity**, una plataforma que permitirá crear un entorno 3D detallado y personalizable. Unity ofrecerá la posibilidad de programar comportamientos específicos para los agentes, diseñar un entorno urbano realista y establecer reglas dinámicas que modelen situaciones de tránsito complejas. A través de esta herramienta, se espera obtener datos precisos sobre las interacciones entre peatones y vehículos, incluyendo:

- **Tiempos de espera y cruces seguros.**

- **Frecuencia de incidentes en áreas no reguladas.**
- **Efectividad de los pasos peatonales y semáforos en la reducción de riesgos.**

Este reto busca no solo desarrollar una simulación funcional, sino también fomentar la reflexión sobre temas como la seguridad vial, el diseño inclusivo y las estrategias para mitigar conflictos en la movilidad urbana. Al aplicar conceptos de simulación multiagente, inteligencia artificial y diseño de entornos urbanos, tendremos la oportunidad de experimentar con soluciones innovadoras para mejorar la convivencia entre peatones y vehículos.

Al finalizar el semestre, se espera que la simulación proporcione insights valiosos que puedan aplicarse en la planificación de ciudades más seguras, accesibles y sostenibles. Este proyecto no solo representa un desafío técnico, sino también una oportunidad para explorar cómo los avances en simulación pueden influir en el diseño de políticas públicas y en la mejora de la calidad de vida urbana.

2. CRÉDITOS

Santiago Gutierrez - Desarrollador C# , Unity 3D model

Daniel Rubies Isla - Desarrollador Python

Luis Carlos Rico Almada - Desarrollador Python , Scrum master

Pedro Gabriel Sánchez Valdez - Desarrollador Python ,Unity 3D model

3. CONTEXTO Y PROBLEMA

LA SIMULACIÓN DE MULTIAGENTES COMO HERRAMIENTA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE MOVILIDAD URBANA

La movilidad urbana enfrenta desafíos complejos debido al aumento de la urbanización, la congestión vial y la necesidad de sostenibilidad. La **simulación de multiagentes (MAS)** ofrece un enfoque innovador para analizar, planificar y optimizar sistemas de transporte urbano al modelar el comportamiento de los distintos actores en un entorno virtual dinámico y adaptativo.

1. ¿QUÉ ES LA SIMULACIÓN DE MULTIAGENTES?

La simulación de multiagentes implica el uso de agentes autónomos (conductores, peatones, ciclistas, vehículos, etc.) que interactúan entre sí y con su entorno en una representación digital de la ciudad. Cada agente está programado con reglas específicas que reflejan su comportamiento en el mundo real, como la elección de rutas, preferencias y reacciones a estímulos externos.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS:

Autonomía: Cada agente toma decisiones de forma independiente.

Interacción: Los agentes interactúan entre sí y con elementos del entorno (semáforos, señales, carreteras).

Entorno dinámico: La simulación replica condiciones cambiantes del tráfico y la infraestructura.

2. Beneficios de la Simulación de Multiagentes

a) Modelado del Comportamiento Humano y Urbano

Representa cómo los individuos toman decisiones en tiempo real frente a congestiones, restricciones de tráfico o cambios en la infraestructura.

Permite capturar patrones de movilidad y uso del transporte público o privado.

b) Optimización del Tráfico

Identifica cuellos de botella y analiza cómo distintas estrategias (semaforización inteligente, desvíos, rutas alternativas) impactan el flujo vehicular.

Prueba soluciones sin necesidad de experimentos costosos o disruptivos en el mundo real.

c) Evaluación de Políticas Públicas

Simula escenarios futuros para prever los efectos de políticas como restricciones vehiculares, impuestos por congestión o incentivos para el transporte sostenible.

Ayuda a evaluar proyectos de infraestructura antes de su implementación, reduciendo riesgos y costos.

d) Promoción de la Movilidad Sostenible

Estudia el impacto de medidas como carriles exclusivos para bicicletas o autobuses, peatonalización y promoción de vehículos eléctricos.

Modela la adopción de transporte compartido y su influencia en la reducción de emisiones de carbono.

e) Resiliencia y Gestión de Emergencias

Permite planificar respuestas a desastres naturales, accidentes o eventos masivos mediante simulaciones de evacuación y gestión de crisis.

3. Aplicaciones Prácticas

a) Planificación Urbana

Diseña ciudades más conectadas, con transporte público eficiente y mejores espacios para peatones y ciclistas.

Ayuda a ubicar estaciones de transporte, carriles y áreas de carga.

b) Sistemas de Transporte Público

Optimiza rutas, horarios y frecuencias de autobuses y trenes para maximizar el uso y reducir los tiempos de espera.

c) Gestión del Tráfico

Implementa tecnologías como sistemas de tráfico inteligentes y vehículos autónomos que interactúan eficazmente con su entorno.

d) Simulación de Nuevas Tecnologías

Evalúa la introducción de vehículos autónomos y cómo podrían integrarse en los sistemas existentes.

4. Ejemplos de Éxito

Singapur: Implementó MAS para analizar y gestionar impuestos por congestión y sistemas de transporte inteligente.

Londres: Usó simulaciones para optimizar la red de transporte público y reducir tiempos de viaje durante los Juegos Olímpicos de 2012.

Ámsterdam: Utilizó simulaciones para diseñar infraestructura ciclista y peatonal más eficiente.

5. Retos y Futuro de MAS en Movilidad Urbana

Complejidad Computacional: Las simulaciones requieren grandes capacidades de procesamiento para replicar ciudades enteras.

Precisión de Datos: Dependen de datos precisos y actualizados para ser efectivas.

Adopción Política y Social: Las decisiones basadas en simulaciones deben ser aceptadas por los ciudadanos y responsables políticos.

INFRAESTRUCTURA URBANA Y MOVILIDAD

La infraestructura urbana es un pilar fundamental para garantizar una movilidad eficiente y segura, pero en muchas ciudades mexicanas, su diseño y mantenimiento se han centrado históricamente en favorecer al automóvil. Esto ha dejado a peatones, ciclistas y usuarios del transporte público en una posición de desventaja. Las calles están diseñadas para maximizar la circulación vehicular, mientras que las banquetas son frecuentemente insuficientes o están invadidas por mobiliario urbano, comercio informal o vehículos estacionados. Esta situación obliga a los peatones a desplazarse cerca del flujo vehicular, aumentando los riesgos de accidentes y desincentivando el uso del transporte a pie.

La simulación de multiagentes ofrece una oportunidad para reimaginar esta realidad. Por medio de la modelación de flujos de personas y vehículos, es posible identificar puntos críticos en la infraestructura urbana que requieren atención. Por ejemplo, como se mencionó anteriormente se pueden simular escenarios donde las banquetas son ampliadas o se introducen carriles exclusivos para bicicletas, evaluando el impacto de estas modificaciones en tiempo real antes de ejecutarlas. Además, las simulaciones pueden ayudar a diseñar espacios urbanos más inclusivos, garantizando que todos los usuarios, independientemente de su medio de transporte, tengan acceso seguro y eficiente a las vías urbanas.

EL IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DEL AUTOMÓVIL

El crecimiento acelerado en el uso del automóvil en México ha traído consigo consecuencias graves para el medio ambiente. Entre 1990 y 2010, los kilómetros recorridos por

automóviles en el país se triplicaron, lo que ha contribuido significativamente a la contaminación del aire en las principales ciudades. Las partículas contaminantes generadas por los vehículos, como las PM2.5 y PM10, están vinculadas a un aumento en enfermedades respiratorias y cardiovasculares, afectando la calidad de vida de millones de personas. Además, el ruido vehicular y el fenómeno de islas de calor son problemas adicionales que se agravan con el tráfico constante.

Frente a esta problemática, las simulaciones de multiagentes pueden ser una herramienta clave para evaluar el impacto de medidas que busquen reducir el uso del automóvil. Escenarios como la implementación de impuestos por congestión, la restricción vehicular en ciertas zonas o la promoción de alternativas sostenibles, como bicicletas o transporte público eléctrico, pueden ser modelados para prever sus beneficios en la calidad del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero. De igual manera, las simulaciones permiten analizar la efectividad de nuevas tecnologías, como la introducción de flotas de autobuses eléctricos, evaluando su potencial para transformar la movilidad urbana en un sistema más amigable con el medio ambiente.

MOVILIDAD INCLUSIVA Y EL DERECHO AL DESPLAZAMIENTO

La movilidad urbana no solo se trata de llegar del punto A al punto B; también es un derecho que debe garantizarse para todos los ciudadanos, independientemente de sus capacidades físicas, sensoriales o cognitivas. Sin embargo, en México, las personas con discapacidades enfrentan enormes barreras para desplazarse por las ciudades. Rampas inadecuadas, banquetas obstruidas y cruces inseguros son obstáculos que limitan su autonomía y dificultan su acceso a servicios básicos como hospitales o centros de rehabilitación.

La simulación de multiagentes puede abordar estas desigualdades al modelar cómo interactúan distintos usuarios en el entorno urbano, desde personas con discapacidades hasta ciclistas y peatones. Por ejemplo, es posible analizar la efectividad de instalar semáforos acústicos en cruces concurridos o diseñar rutas accesibles hacia hospitales. De esta manera, se pueden priorizar inversiones en infraestructura que realmente respondan a las necesidades de los sectores más vulnerables, garantizando su derecho a una movilidad segura y autónoma.

HACIA UNA MOVILIDAD SOSTENIBLE

La sostenibilidad se ha convertido en un objetivo clave para las ciudades modernas, y la movilidad urbana es un área donde este enfoque resulta especialmente relevante. La dependencia excesiva del automóvil no solo afecta al medio ambiente, sino que también

contribuye a la congestión y reduce la calidad de vida en las ciudades. Por ello, promover alternativas como caminar, andar en bicicleta y usar transporte público es fundamental para avanzar hacia sistemas de movilidad más equilibrados.

Las simulaciones de multiagentes son una herramienta valiosa para impulsar esta transición. Por ejemplo, pueden modelar el impacto de peatonalizar ciertas calles o de implementar carriles exclusivos para autobuses, evaluando cómo estas medidas afectan los tiempos de traslado y los patrones de tráfico.

EL ENFOQUE ECONÓMICO DE LA MOVILIDAD URBANA

Además de los problemas sociales y ambientales, la ineficiencia en la movilidad urbana tiene un alto costo económico. El tiempo perdido en el tráfico representa millones de horas-hombre desaprovechadas, afectando directamente la productividad de las personas y las empresas. Asimismo, la congestión vehicular aumenta los costos operativos de transporte de mercancías y genera un desgaste acelerado en la infraestructura vial.

Las simulaciones multiagentes permiten abordar este problema desde una perspectiva económica al modelar el impacto de políticas como los peajes urbanos o la implementación de vías rápidas. Estos análisis ayudan a evaluar los beneficios económicos de proyectos masivos de infraestructura, como nuevas líneas de metro, y permiten identificar las estrategias más rentables para optimizar los sistemas de transporte. De esta forma, las ciudades pueden tomar decisiones informadas que no solo mejoren la movilidad, sino que también impulsen el desarrollo económico.

CONCLUSIÓN INVESTIGACIÓN: UN FUTURO BASADO EN DATOS Y MODELOS

La simulación de multiagentes no es solo una herramienta técnica, sino una oportunidad para transformar la forma en que entendemos y solucionamos los problemas de movilidad urbana. Al combinar aspectos sociales, ambientales y económicos en modelos dinámicos, estas simulaciones permiten diseñar políticas e infraestructuras que respondan a las necesidades reales de las ciudades mexicanas. Con un enfoque inclusivo y sostenible, la movilidad puede convertirse en un motor para mejorar la calidad de vida y el desarrollo urbano, haciendo de nuestras ciudades espacios más habitables y equitativos.

4. OBJETIVOS GENERALES

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Desarrollar una simulación realista y funcional en Unity que modele las interacciones entre peatones y conductores en un entorno urbano, considerando una amplia variedad de comportamientos y situaciones inesperadas para analizar y mejorar la seguridad vial, la eficiencia del tránsito y la dinámica de movilidad urbana.

A continuación se detallan los objetivos específicos con distintas prioridades, donde, cada prioridad dependerá del tiempo y desarrollo del proyecto, dando mayor atención a aquellas que nos garanticen cumplir con lo esperado pero añadiendo algunas que nos den una mejor perspectiva y entendimiento del problema.

P0- Fundamental

P1- Muy valiosa

P2- Interesante

Objetivos Específicos

Diseñar comportamientos variados para peatones que reflejan situaciones del mundo real:

- Peatones distraídos que caminan mientras usan dispositivos móviles. **P1**
- Peatones que cambian de dirección abruptamente debido a obstáculos o decisiones de última hora. **P2**
- Peatones que cruzan en áreas no reguladas, ignorando pasos peatonales o semáforos. **P0**

Métricas de medición:

- Tasa de incidentes (choques o conflictos) generados por peatones distraídos.
- Porcentaje de peatones que cambian de dirección durante su trayectoria y el impacto en su seguridad.
- Número de cruces fuera de áreas reguladas comparado con los cruces seguros y la cantidad de tiempo que se ahorran a la vez que el porcentaje de riesgo que aumenta.

Implementar comportamientos realistas en los conductores:

- Conductores que respetan las normas de tránsito y dan prioridad a los peatones en los pasos peatonales. **P0**
- Conductores distraídos que reaccionan tarde ante peatones o señales. **P2**
- Conductores que no respetan semáforos o pasos de peatones. **P1**

Métricas de medición:

- Tiempo de respuesta promedio de los conductores ante la aparición de peatones en su trayectoria.
- Porcentaje de conductores que respetan las normas en pasos peatonales y semáforos y su impacto en la seguridad y eficiencia en el transporte.
- Frecuencia de incidentes provocados por conductores distraídos o que infrinjan normas y los que no.

Simular escenarios urbanos con variaciones en la infraestructura y el entorno:

- Semáforos que se descomponen o presentan fallas (como luces intermitentes). **P2**
- Calles con alta densidad de tráfico y zonas peatonales congestionadas. **P1**
- Áreas sin infraestructura adecuada para cruces seguros. **P0**

Métricas de medición:

- Tiempo promedio de espera de peatones en cruces regulados frente a semáforos descompuestos.
- Tasa de incidentes en áreas sin infraestructura adecuada comparado con zonas con pasos peatonales.
- Fluctuaciones en el flujo vehicular ante escenarios de fallas en semáforos.

Incorporar comportamientos proactivos y reactivos en peatones y conductores:

- Peatones que toman decisiones proactivas al buscar cruces seguros. **P0**
- Conductores que reaccionan de manera anticipada al detectar peatones en áreas críticas. **P0**
- **Métricas de medición:**
 - Tasa de éxito en decisiones proactivas de los peatones al evitar áreas de riesgo.

- Tiempo promedio de reacción de conductores frente a peatones en situaciones imprevistas y comparación con cómo se da en la realidad.

Evaluar la efectividad de las medidas de seguridad vial simuladas:

- Uso de semáforos funcionales y su impacto en la reducción de incidentes. **P0**
- Análisis del comportamiento de peatones y conductores ante la ausencia de medidas reguladoras. **P2**

Métricas de medición:

- Comparación de tasas de incidentes en escenarios con y sin medidas de seguridad vial.
- Reducción en el tiempo promedio de cruce para peatones en áreas con semáforos funcionales.
- Medir la incidencia de accidentes con respecto a la cantidad de obstáculos

Crear un sistema de registro y análisis de datos dentro de Unity:

- Implementar herramientas para capturar y analizar métricas como velocidades, distancias, tiempos de reacción y tasas de incidentes. **P0**
- Generar reportes que permitan visualizar tendencias y patrones en el comportamiento de peatones y conductores. **P0**

Métricas de medición:

- Precisión y consistencia de los datos recolectados frente a diferentes escenarios.
- Capacidad de generar reportes comparativos entre escenarios simulados.

Este reto busca no solo desarrollar una simulación funcional, sino también fomentar la reflexión sobre temas como la seguridad vial, el diseño inclusivo y las estrategias para mitigar conflictos en la movilidad urbana. Al aplicar conceptos de simulación multiagente, inteligencia artificial y diseño de entornos urbanos, tendremos la oportunidad de

experimentar con soluciones innovadoras para mejorar la convivencia entre peatones y vehículos.

Al finalizar el semestre, se espera que la simulación proporcione insights valiosos que puedan aplicarse en la planificación de ciudades más seguras, accesibles y sostenibles. Este proyecto no solo representa un desafío técnico, sino también una oportunidad para explorar cómo los avances en simulación pueden influir en el diseño de políticas públicas y en la mejora de la calidad de vida urbana.

M5. Revisión de avance 2: Comprender los elementos claves en el diseño de sociedades de agentes que puedan cooperar eficazmente para resolver problemas.

- En cada clase debe estar especificado los tipos de mensajes (performativas) que cada agente puede manejar (los CAs) y la funcionalidad del tipo de razonamiento (métodos y atributos correspondientes), ya sea Práctico, Deductivo, o Híbrido (o Vertical u Horizontal (Reactivo)).
- Para los protocolos de interacción, incluye al menos un protocolo que se base en las interacciones vistas en clase: Contract Net, Votación, Subasta, Negociación.

Tarea	Responsable	Esfuerzo (horas)	Fecha de inicio	Fecha de fin	Impedimentos
Diagramas de clase y protocolos de interacción finales.	Luis Carlos	3 horas	21 de Enero	30 de Enero	Revisión de diagramas
Conductores que respetan las normas de tránsito y dan prioridad a los peatones en los pasos peatonales.	Pedro	2 horas	23 de Enero	25 de Enero	Ninguno

Peatones que cruzan en áreas no reguladas, ignorando pasos peatonales o semáforos.	Daniel	4 horas	23 de Enero	25 de Enero	Ninguno
Áreas sin infraestructura adecuada para cruces seguros.	Santiago	6 horas	25 de Enero	27 de Enero	Ninguno
Peatones que toman decisiones proactivas al buscar cruces seguros.	Luis Rico	8 horas	25 de Enero	27 de Enero	Ninguno
Conductores que reaccionan de manera anticipada al detectar peatones en áreas críticas.	Pedro	6 horas	27 de Enero	29 de Enero	Ninguno
Uso de semáforos funcionales y su impacto en la reducción de incidentes.	Daniel	7 horas	27 de Enero	29 de Enero	Aplicación de agentes dentro de unity
Generar reportes	Daniel	5 horas	27 de Enero	29 de Enero	Generación y recolección de

que permitan visualizar tendencias y patrones en el comportamiento de peatones y conductores.					datos de unity.
Implementar herramientas para capturar y analizar métricas como velocidades , distancias, tiempos de reacción y tasas de incidentes.	Luis Carlos	7 horas	27 de Enero	29 de Enero	Ninguno

5. RESTRICCIONES

Algunas restricciones que estamos encontrando al momento de el diseño de nuestras calles es como funcionan los semáforos para que los vehículos puedan girar sin interrumpir tanto el tráfico , pero igualmente garantizando que todos los agentes cumplan con su objetivo. Así mismo estamos con la restricción de cómo funcionarán los semáforos y cómo los programaremos para que igualmente pueda funcionar con la lógica de nuestro proyecto/ tráfico.

6. HISTORIAS DE USUARIO

HISTORIAS DE USUARIO MULTIAGENTES

HU1: Como peatón, quiero poder llegar a mi destino siguiendo rutas definidas, para cumplir con mis objetivos de desplazamiento dentro del entorno urbano.

HU2: Como peatón, quiero evaluar las condiciones de mi entorno, como proximidad de pasos peatonales y densidad de tráfico, para decidir si cruzar en un lugar permitido o no.

HU3: Como vehículo, quiero detenerme frente a un semáforo en rojo y reanudar mi marcha cuando esté en verde, para seguir las reglas de tránsito.

HISTORIAS DE USUARIO APLICACIÓN GRÁFICA

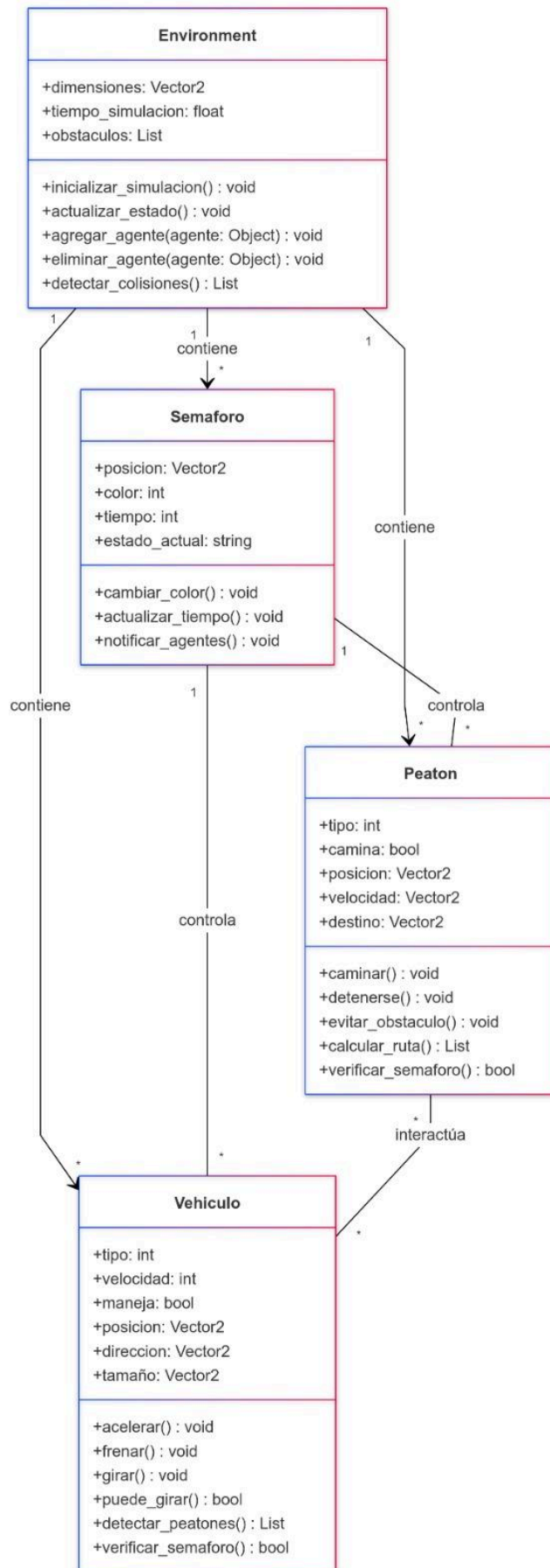
HU4: Como usuario de la simulación, quiero visualizar un entorno urbano en 3D con elementos como pasos peatonales, semáforos y zonas de cruce, para comprender cómo ocurren las interacciones entre peatones y vehículos.

HU5: Como usuario de la simulación, quiero observar el comportamiento de peatones que siguen reglas de tránsito y aquellos que las ignoran, para analizar las diferencias en su interacción con vehículos

7. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA MULTIAGENTE

- **Diagrama de clase**

(El diagrama está abajo, es muy largo)



Pensamos que los agentes que se encontrarán son :

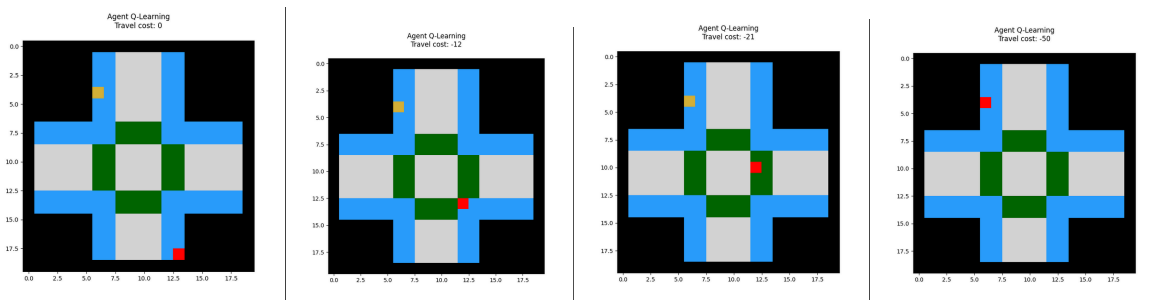
- El Environment es donde nuestros agentes estarán, tendrá una matriz, la cual será responsable para poder manejar el flujo de los diferentes agentes tales como los vehículos y peatones, pero a su vez, escuchando al agente del semáforo, el cual dictará qué tipo de agente entre vehículo y peatón puede pasar por cierta coordenada . Constituye de métodos para iniciar el modelo, actualizar el estado de su grid, podrá iniciar a los agentes,eliminarlo, y detectar las colisiones entre agentes.
- El peatón, el cual tendrá como atributos el tipo , que partirá en persona sin discapacidad 0 , persona con discapacidad 1 y un atributo de tipo bool que determina si el peatón está caminando o no. Sus métodos son caminar , el cual no recibirá parámetros ni regresará algún valor, solo se activará cuando la variable de camina sea true y caminará hacia la dirección de su objetivo respetando las zonas en las que pueda caminar, detenerse no recibe parámetros ni regresa algun valor, solo se activa si su siguiente paso lo pone en peligro, el método detenerse es para cambiar la variable de caminar a falso, lo que detiene completamente al peatón , por último, el evitar obstáculo es cuando existe alguna anomalía u otro agente persona que impida el paso, por lo que se realiza un cambio de posición para evitar la colisión.
- El vehículo comparten atributos similares al peatón, como el tipo que hace mención a coche 0 , camión 1, el atributo maneja tiene la misma lógica que el atributo de camina de la clase Peatón y por último la velocidad, esta variable nos servirá para poder manipular la velocidad de los vehículos y observar que parámetros son los necesarios para que el vehículo pueda frenar correctamente. En cuanto a los métodos, existen los de acelerar , el cual no toma parámetros ni regresa un valor, solo modificará la velocidad hasta llegar a la velocidad máxima por cada step/fotograma de la simulación , para frenar, no recibe parámetros ni regresa algún valor, de igual manera a diferencia del peatón, el vehículo de manera natural no puede frenar a velocidad 0 en menos de 1 segundo y menos en velocidad máxima, por lo que esta función se aplicará cuando el semáforo esté en amarillo , e irá reduciendo la velocidad por cada step que ocurra , por último, el método girar no recibe parametros ni regresa algún valor, pero este método depende de el método puede_girar, el cual no recibe parametros y revisa que el vehículo pueda dar una vuelta de forma segura , de ser posible regresa True, lo cual permitirá realizar la acción de girar al vehículo, de lo contrario, no podrá dar vuelta.

- Por último, el semáforo podría ser considerado un agente debido a que tiene diferentes estados, los cuales se define como el atributo color, verde, amarillo y rojo, lo cual modifica el enviroment, permitiendo a los peatones cruzar, detenerse y manejar el flujo vehicular, por lo que consideramos que es el agente más importante de esta simulación , además contará con el atributo de tiempo, lo cual contara los segundos, que cada uno tendrá para cambiar de color con ayuda de el método cambniar_color, el cuál no recibe parámetros ni regresa algún valor.

7.1 MODELO DE LOS AGENTES

Simulación del agente con Q-Learning:

Realizamos dos prototipos para la simulación de los agentes usando Q-learning y A-estrella.



Con Q-learning creamos un ambiente discreto donde se evalúa cada cuadro con un valor de preferencia de los agentes. Esto mismo se pinta de la manera que observamos en las fotos del simulacro. El método de aprendizaje le da al agente una ruta casi óptima para llegar a su objetivo.

```
e, r, g, w, m, explorer, goal = 100, 21, 3, 2, 10, -1, -2
```

Para el ejemplo de arriba, vemos los valores de preferencia que tiene el agente de un peatón por los espacios de la matriz en la que habita. Nos indica el valor “w” azul que en este caso representa la banqueta es la que menos le pesa por así decirlo por lo que a la hora de llamar a la función “train” de entrenamiento, las matrices de decisiones van a inclinarse a que el peatón no salga de la banqueta. Por segundo, el valor “g” de color verde solamente tiene un 3 lo cual hace que el agente peatonal escoga caminar sobre los cruces si no encuentra camino su objetivo por la banqueta. Este orden de prioridad termina con los edificios y la calle y ambos son altamente improbables (aunque la calle es más probable que el edificio) así efectivamente implementando una manera de

evitar obstáculos en forma de cruces indebidos en choques de calle o rodear edificios por ejemplo.

```
e, r, g, w, m, explorer, goal = 100, 2, 3, 21, 10, -1, -2
```

La facilidad que nos brinda el modelo es que al cambiar estos valores de prioridad, podemos hacer nuevos tipos de agentes. En este caso, el valor “r” y “w” fueron intercambiados desde como estaban en el agente peatonal significando que ahora el nuevo agente preferiría navegar por la calle y evitará altamente las banquetas así simulando lo que sería el agente de un carro.

Simulación del agente con A-Star:

7.2 MODELO DEL ENTORNO

Estado semáforo verde del ambiente												
1	1	0	0	0	0	1	v			0	Calle	
1	1	0	0	0	0	1		1		1	Donde el peatón puede pasar	
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
2	1	0	0	0	0	1		2		1		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
0	0	0	0	0	0	0		0		0		
0	0	0	0	0	0	0		0		0		
0	0	0	0	0	0	0		0		0		
0	0	0	0	0	0	0		0		0		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
1	2	0	0	0	0	1		1		1		
1	1	0	0	0	0	2		1		1		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		
1	1	0	0	0	0	1		1		1		

Este es un ejemplo de nuestro ambiente, tal cual es un grid que no tiene agentes por el momento, los 1's marcan el espacio donde los peatones pueden caminar, al inicio solo podrán caminar por la banqueta, donde habrá casos donde tengan que tener una comunicación para ver quién pasa primero al momento de encontrar un obstáculo. Los 0 's representan la calle donde los vehículos transitan.

Estado semáforo rojo del ambiente									
1	1	0	0	0	0	1	v		
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
2	1	0	0	0	0	1		2	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
0	0	0	0	0	0	1		0	
0	0	0	0	0	0	1		0	
0	0	0	0	0	0	1		0	
1	1	1	1	1	1	1		1	
1	1	1	1	1	1	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	2	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	2		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	

Otra alternativa pudiera ser como algunas calles, donde primero se encienden los semáforos para dar vuelta a la izquierda y cruzar hacia el otro lado, teniendo un carril exclusivo para dar vuelta, dejando así oportunidad de los peatones que van del Norte/ Sur, Este/Oeste.

Estado semáforo rojo del ambiente									
1	1	0	0	0	0	1	v		
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
2	1	0	0	0	0	1		2	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	1	1	1	1	1		1	
1	1	1	1	1	1	1		1	
0	1	0	0	0	0	0		0	
0	1	0	0	0	0	0		0	
0	1	0	0	0	0	0		0	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	2	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	2		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	
1	1	0	0	0	0	1		1	

Posteriormente los que necesiten dar vuelta para la derecha, podrán , dejando el paso vehicular y peatonal bastante fluido para todos los sentidos.

Los últimos dos ejemplos son por el momento en lo que encontramos la mejor manera de tener en consideración un vehículo inteligente donde pueda dar vuelta considerando el tráfico y los peatones, por lo que por el momento nos iremos con lo básico donde solo avance con su dirección correspondiente y los peatones si puedan ser más inteligentes.

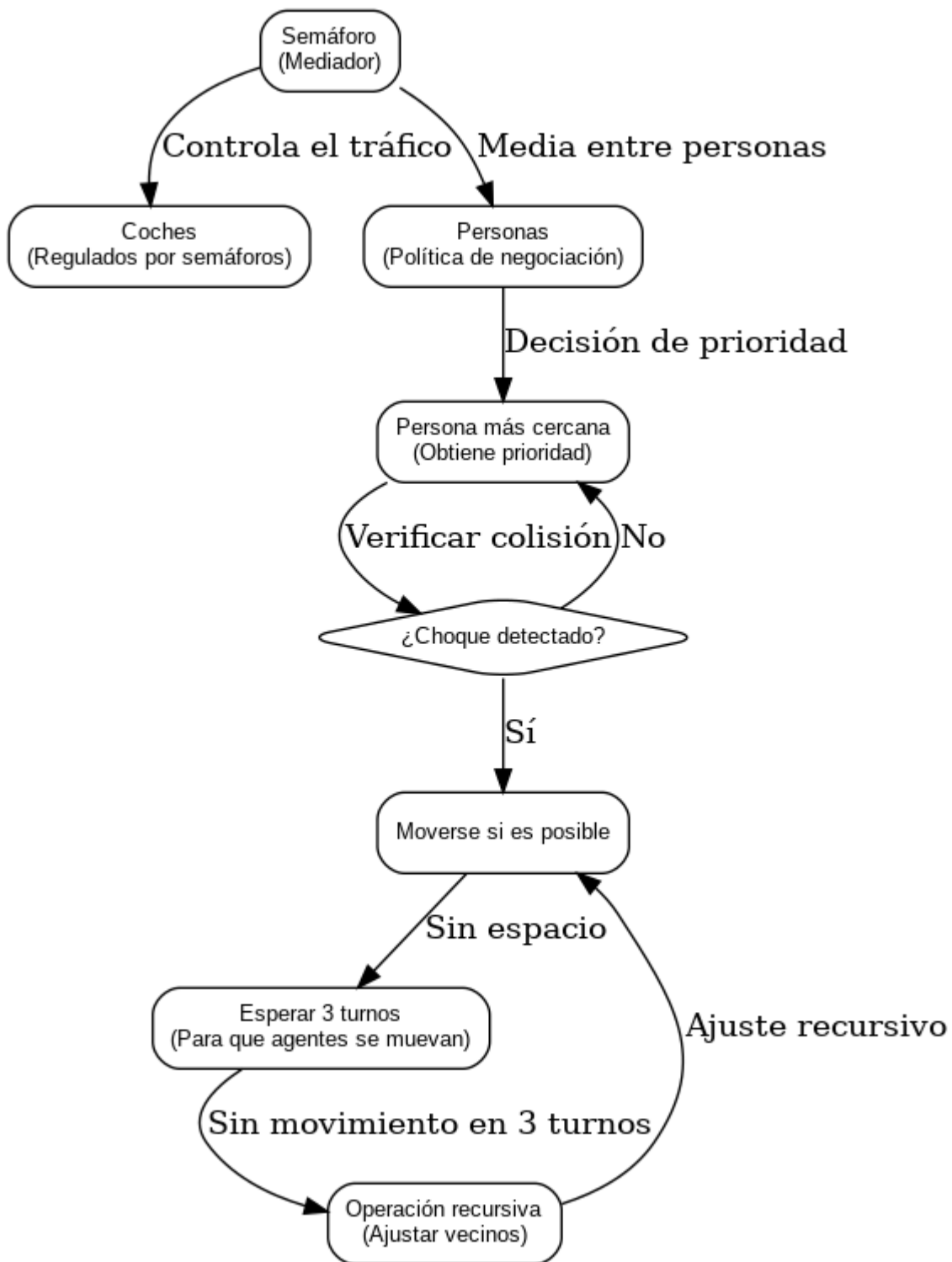
Descrito de manera formal, el ambiente con el que trabajamos es discreto por ser un Grid de AgentPy, es accesible ya que todos los agentes tienen acceso a la matriz de información tal como la posición de los demás, determinístico porque el ambiente no cambia de estados en base a circunstancias externas y es predecible en sí mismo, episódico porque correr la simulación no es influenciada por ejecuciones previas ni influencia en futuras, y estática por no ser cambiante.

Conclusión sobre modelado

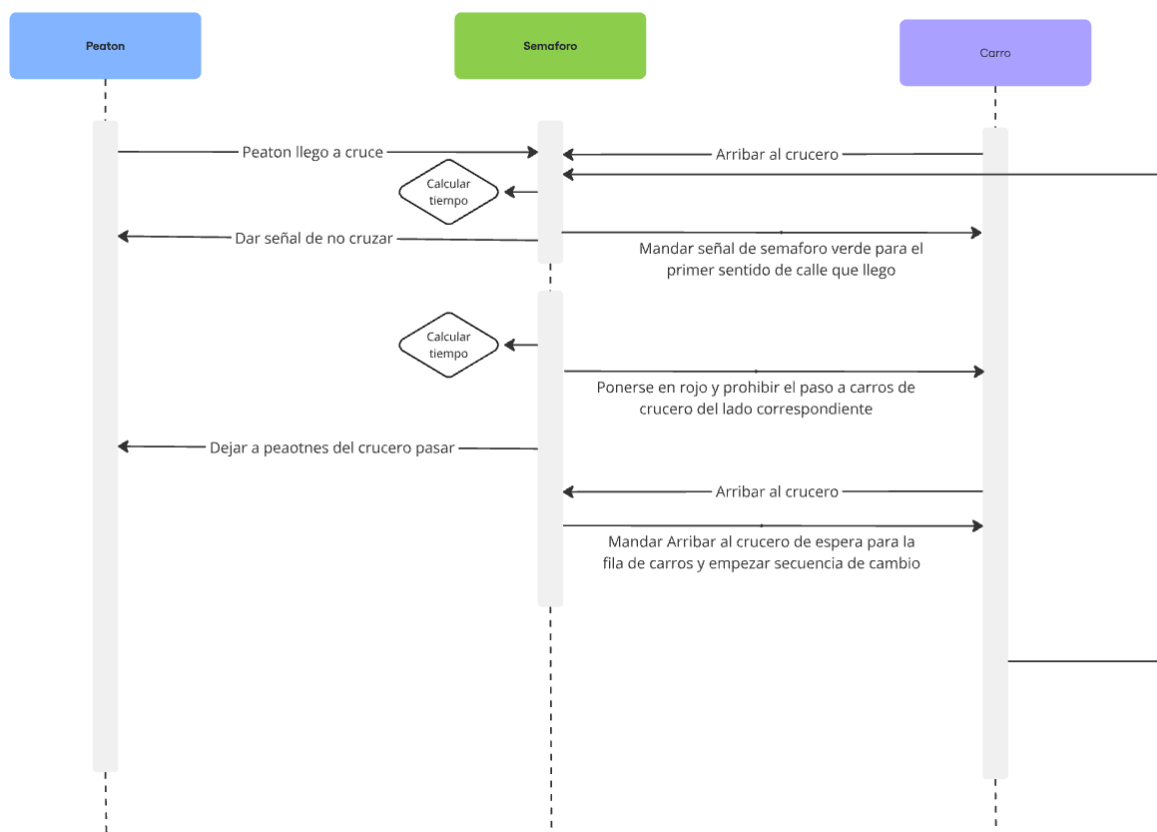
Fuimos capaces de observar que A* puede llegar a ser una mejor solución y aquella que implementaremos por necesitar de experimentación o entrenamiento para funcionar de manera adecuada.

7.3 MODELO DE LA NEGOCIACIÓN

La manera en la que se negocia primero que nada es mediante el semáforo, él es el mediador entre coches y personas. Claro esto no es una negociación directa sino más bien una forma de controlar que el tráfico sea adecuado. Fuera de eso, los coches no necesitan negociar puesto que el tráfico lo regulan los semáforos y los sentidos de las calles. Para las personas implementaremos una política donde la persona que está más cercana a su destino será la que obtendrá el paso y aquel que no, se moverá de su camino si estos dos chocan, si no puede moverse, se intentará que él tenía preferencia se mueva, de lo contrario se esperará a que se abra paso de los agentes adyacentes por 3 turnos y si no se han movido aún se iniciará una operación recursiva con las personas que lo rodean para poder lograr que estos se abran espacio para el paso.



7.4 MODELO DE LA INTERACCIÓN



El orden de interacciones se basa en 2 tipos de estados por cruce que todos serán regulados por el semáforo o sistema de semáforos en medio. El primer estado explica lo que pasa cuando llega un carro al cruce y nadie más tiene prioridad. En este caso el semáforo calcula cuántos mensajes de carros llegaron para calcular cuánto durará y se pone en verde y manda un mensaje para que los carros que van llegando puedan pasar. A la par en el caso de que se mande un mensaje de un peatón que quiera cruzar se le prohíbe y se manda de regreso una respuesta de que se espera al siguiente estado. En sistemas complejos de semáforos (aún no hemos contemplado si los vamos a incluir) los mismos semáforos se estarían mandando mensajes entre ellos también para estar sincronizados que solo uno esté en verde y los demás en rojo para no crear tráfico. El atributo de color cambiaría a amarillo

pero no se realizarían interacciones entonces no aparece en el protocolo; simplemente indica que se está acabando el tiempo calculado. Después de esto, se pasa al segundo estado donde se envía a los peatones que el cruce peatonal se puede cruzar. Así mismo, el semáforo estará en color rojo, por lo que si un carro llega a ese cruce, envía mensaje de que llegó y recibe la respuesta que se espera hasta que agote el tiempo y de nuevo envía mensaje de regreso al estado verde pidiendo pasar.

8. DESCRIPCIÓN DEL MODELADO GRÁFICO

8.1 ESCENA A MODELAR

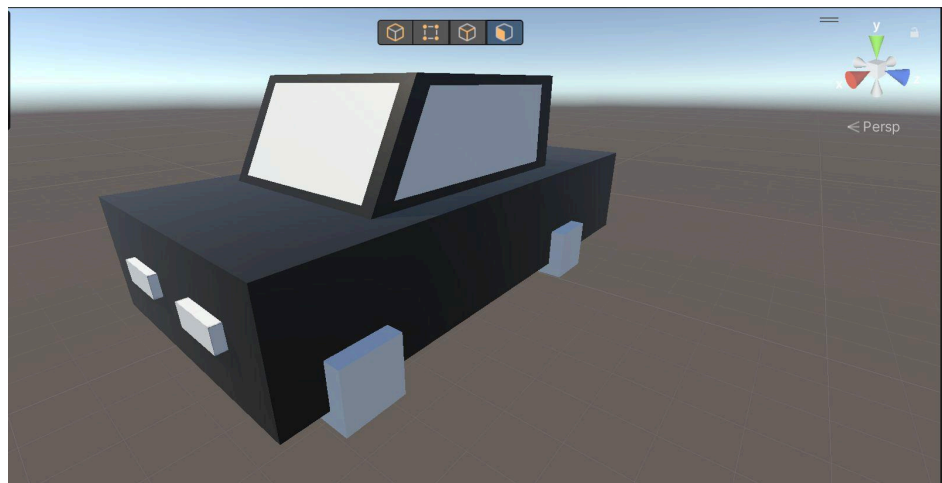
Aquí es necesario agregar de inicio un *draft* de la escena y explicarla. Posteriormente cuando se tenga diseñada en Unity agregar una imagen del resultado final. Una especie de expectativa vs. realidad.

8.2 COMPONENTES GRÁFICOS

Nombre	Carro
---------------	-------

Descripción	Automóvil en 3D que funcionará para representar al agente Vehículo, fue creado con pro-builder
--------------------	--

Imagen	
---------------	--

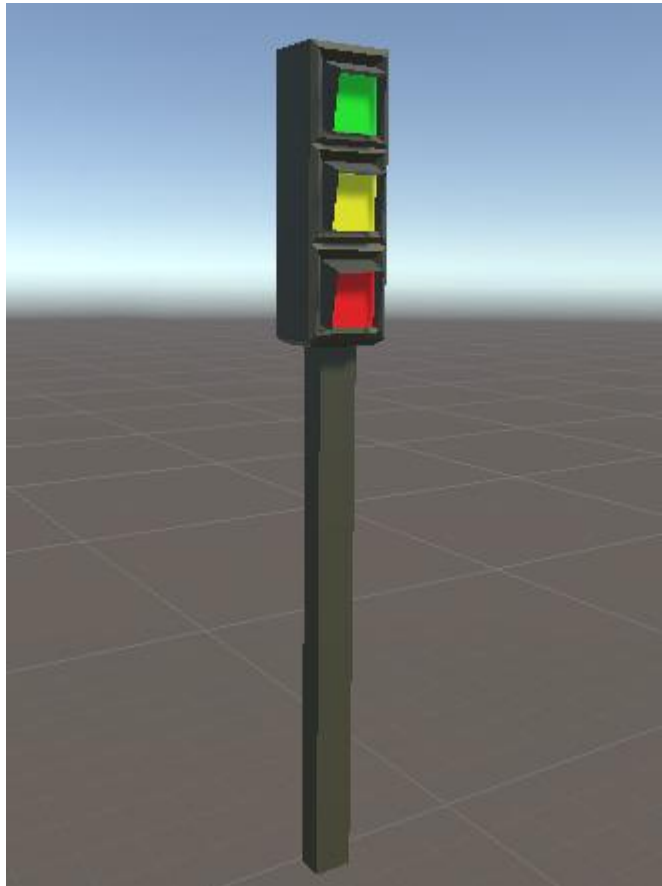


Fuente	Pedro Sánchez
---------------	---------------

Nombre Semáforo

Descripción Semáforo en 3D que funcionará para representar al agente Semáforo, utilizando pro-builder.

Imagen



Fuente Daniel Rubies

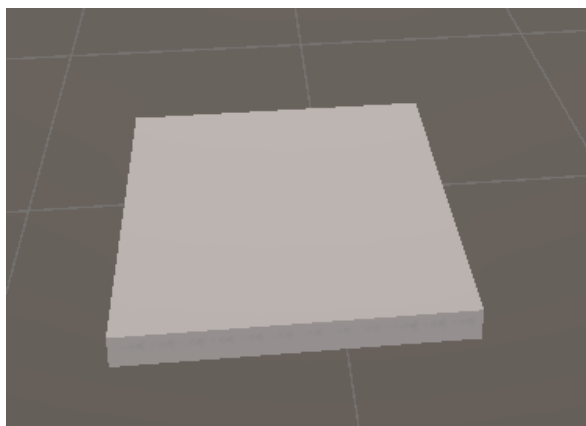
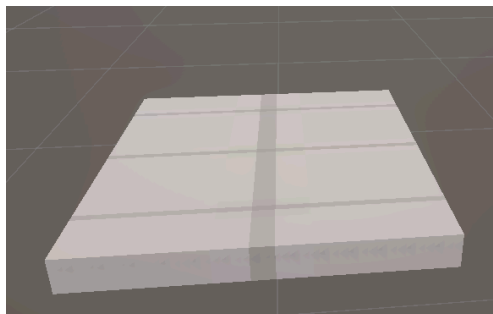
8.3 PREFABS

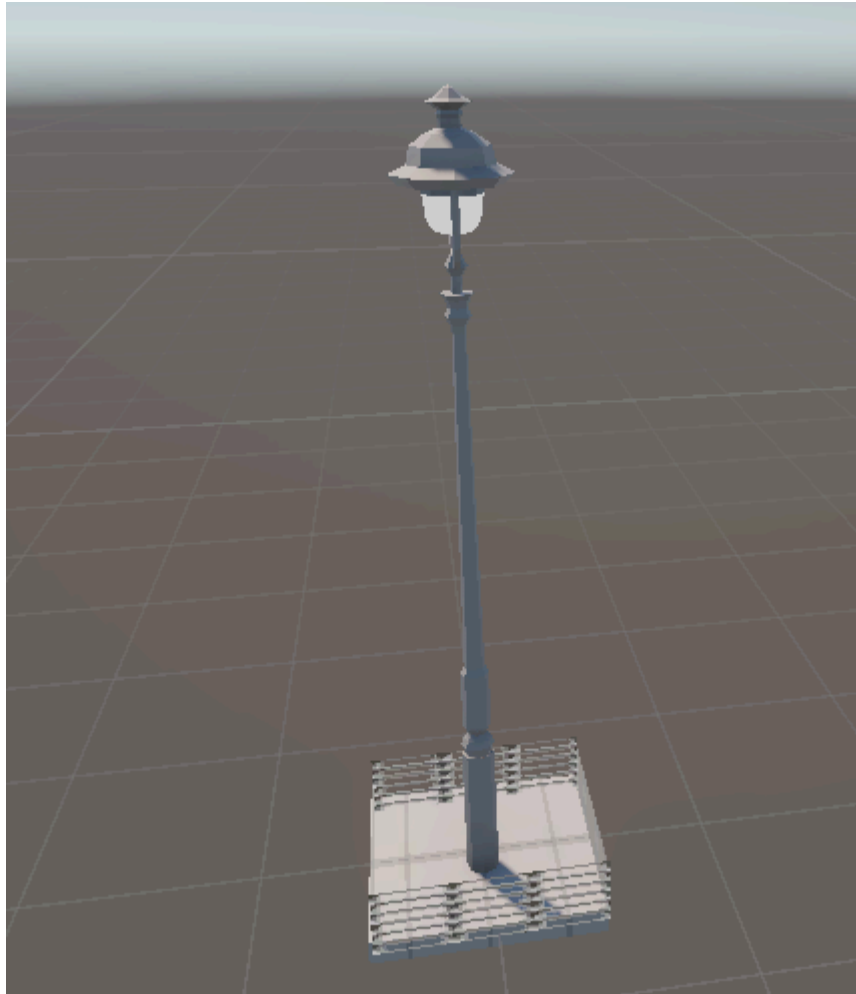
Nombre Generador de calles

Descripción

Este prefab se encarga de generar calles con base en los prefabs de **persona**, **poste**, **banqueta** y **calle**. Usa el script que se detalla debajo para generar una calle que después consumirá datos de nuestra simulación en agentPy a través de TCP para ser capaz de hacer render de cualquier simulación generada en Python. Un ejemplo básico del comportamiento se puede ver en el siguiente vídeo. [aqui](#)

Imagen





Scripts

Scripts que utiliza el prefab

8.4 SCRIPTS

Nombre	Generate simulation
Descripción	<p>Este script genera un entorno urbano en Unity utilizando una matriz 2D (floorMatrix) para definir calles, banquetas y obstáculos. Crea automáticamente los elementos del suelo (con los prefab del punto anterior), coloca obstáculos en las banquetas, y genera un personaje caminante (con otro prefab) que se mueve aleatoriamente por las celdas caminables. La posición del caminante se calcula en base a las celdas disponibles y se ajusta con un pequeño offset para que parezca que está sobre el suelo. También se incluye lógica para posicionamiento preciso.</p> <p>Se está trabajando para obtener la matriz de la ciudad (floorMatrix) y la posición del caminante desde un WebSocket, en lugar de generarlas de forma aleatoria, lo que permite reflejar datos externos en tiempo real en el entorno, por lo tanto toda la información será recibida a través de lo que se va creando en la simulación de agentPy.</p>
Interacciones	Este script interactúa con los prefabs detallados anteriormente a su vez que a futuro con los multiagentes de AgentPy.

9. ENTREGABLES DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTO

Repositorio: [santigugon/reto-multiagentes](https://github.com/santigugon/reto-multiagentes)

Q-Learning : [Q-learning](#)

A-Star : [AStar](#)

10. REFERENCIAS

Krajzewicz, D., et al. (2012). "Recent Development and Applications of SUMO – Simulation of Urban MObility."

Balmer, M., et al. (2008). "MATSim-T: A Framework for Integrating Activity-Based Models and Multiagent Simulations."

Batty, M. (2013). "The New Science of Cities."