PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

Simulador y visualizador de sistema de movilidad urbana distribuido, emergente, autónomo y enfocado en la sustentabilidad.

AUTOR: ***Andrés Armstrong Cruz***
PROFESOR GUÍA: ***Tomás Vivanco***
Diciembre 2017. ***Santiago, CHILE***

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile
para optar al título profesional de Diseñador.

FACULTAD DE ARQUITECTURA, ESTUDIOS URBANOS Y DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Simulador y visualizador de sistema de movilidad urbana distribuido, emergente, autónomo y enfocado en la sustentabilidad.

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

Simulador y visualizador de sistema de movilidad urbana distribuido, emergente, autónomo y enfocado en la sustentabilidad.

AUTOR: ***Andrés Armstrong Cruz***
PROFESOR GUÍA: ***Tomás Vivanco***
Diciembre 2017. ***Santiago, CHILE***

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile
para optar al título profesional de Diseñador.

FACULTAD DE ARQUITECTURA, ESTUDIOS URBANOS Y DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

AGRADECIMIENTOS

a
Paulina Diaz Schüssler,
Daniel Shiffman,
Tomás Vivanco,
Alessio Bellino,
Ricardo Vega,
Oscar Figueroa,
Anita Schacht,
Mis papás,
Santiago Armstrong,
Diego Cruz,
Felipe Vilches,
Los Cabros,
Mis amigos,
Tito Schneider,
La comunidad de 9gag,
y a Klaus Teuber

ÍNDICE

Ridículos

por BELTRÁN MENA

Diario El Mercurio,
Artes & Letras, Domingo 13
de noviembre de 2005

Nos detenemos en una esquina a ver pasar los autos.

Luego de un rato, así como una palabra pierde su sentido si la repetimos cien veces el conductor atrapado se nos aparece en toda su ridícula condición.

No importan las insignias del capó, siempre será ridículo ver a un hombre acomodado en el centro de una tonelada de fierro autopropulsado, controlando el ruidoso artefacto con ayuda de manubrios y palancas, detenido entre cientos de máquinas similares, esperando la señal luminosa que lo autorice a seguir.

No se salva ningún vehículo.
Todos ridículos.

Ridículo ir de pasajero en un taxi conducido por un desconocido, indigno para el chofer, indigno para el pasajero. Ridícula la micro, cuarenta cabezas saltando al unísono. Ni hablar de esa huincha transportadora de mano de obra que es el metro, que regurgita ciudadanos recién lavados a los pies de sus lugares de trabajo y los devuelve por la noche a sus casas, sucios y arrugados.

Mientras dura el viaje, se les intenta exprimir una última gota, avisos les ofrecen detergente, quitacallos o tumbas en el cementerio. ¿Cómo transportarse?

Porque no será la bicicleta la que devuelva al hombre su dignidad.

Ridícula la bicicleta, con su ser humano en equilibrio, pedaleando sobre un ingenio de poleas y engranajes. Peor si luce un coqueto gorrito aerodinámico de polipropileno.

Desplazarse será siempre un acto ridículo. Excepto caminar. El único digno, el caminante que se desplaza con las piernas que Dios le dio.

El pobre caminante amenazado, cada año le quitan otro metro de vereda.

“¡Cómo se te ocurre atravesar aquí, cuando a sólo cinco cuadras te hemos construido un flamante túnel subterráneo!”

Peatón lo llaman, le gritan por el camino.

1 MARCO TEÓRICO

conjunto teórico y técnico de reflexiones, sistemas de orden, y buenas o malas tendencias sobre el transporte

1. CIUDAD Y TRANSPORTE

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA CIUDAD COMO SISTEMA COMPLEJO

La ciudad se originó cuando nos volvimos sedentarios; dominábamos el ganado y la agricultura y esta a su vez nos dominaba a nosotros con sus procesos cíclicos. Surgen tiempos de ocio y reflexión donde el hombre finalmente deposita sus intereses. Aparece el mercado, los templos, observatorios, entre otros espacios de recreación y encuentro.

Las personas comienzan a ir de manera cada vez más masiva a estos lugares, y van acercando también sus propias casas a estos lugares de interés; paulatinamente la migración del campo a los pueblos se va dando. Ahí comparten técnicas y conocimiento, intercambian bienes y se especializa el mercado, y lo que es más interesante, se van marcando las huellas por el paso de las personas. Así como las liebres repiten sus trayectos en los pastizales entre madrigueras: a medida que pasa el tiempo y que se repiten las huellas nacen de manera casi fortuita los caminos de las personas. La primera red que nos une está hecha a partir de caminos de comercio. La ciudad es una red compuesta de nexos y nodos y los espacios determinados internos de estos. Los nexos son los caminos, los nodos las intersecciones, y los espacios dentro son aquellos habitables. Con el aumento gradual de la densidad de conexiones y nodos y el número de habitantes de pasamos de villa pueblo y de pueblo a ciudad y de ciudad a metrópolis. *La ciudad es un patrón en el tiempo. (John Holland)*

La ciudad se convirtió en red, y de red a sistema; un conjunto funcional que se regula a si mismo en base a un ordenado de reglas y relaciones y procedimientos. La ciudad contiene ya redes sobre redes. Sobre ella se despliega un conjunto de agentes que interactúan entre sí y con ella. Parecida a la de definición de ecosistema; “sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos y el medio natural en que viven” (Diccionario Oxford); la ciudad es un sistema dinámico relativamente autónomo formado por seres vivos que se relacionan sobre un medio físico y virtual, de índole natural y artificial. El hombre ha creado sobre esta; sistemas complejos de transporte, de comunica-

ción y de intercambio que hacen uso de las materias que nos entrega o arrancamos de la Tierra. Manteniendo de algún modo una conexión indirecta e insana con la naturaleza. (Richardson, 2017)

La inteligencia humana ha extendido sobre el mundo, en su entorno, su propia inteligencia. Hemos modificado nuestro espacio de habitar en base a criterios personales y sociales. El ecosistema urbano se va complejizando y especficando a medida que le damos más cualidades propias de la naturaleza inventiva humana. Pero el hombre, el único ser antropocéntrico, al fin y al cabo necesita a los recursos de la Tierra para poder sobrevivir. Es secundario modificar el entorno, adaptar el artificio racional que es una ciudad.
Pero es solo el ecosistema de la naturaleza el único que posee procesos y complejidades tan sofisticadas como el ser humano, pero que se dan de una manera tan natural, valga la redundancia. El hombre intenta crear para la ciudad tecnología cada vez más funcional y compleja, siendo que esos sistemas ya están programados en el mismo código genético de la naturaleza, la cual logra hacer tareas con una e ciencia sin precedentes.

EL COMPLEJO MUNDO INVENTADO DEL HOMBRE

La ciudad se compone de manera parecida a la Tierra: tiene un ecosistema biótico y otro abiótico, un conjunto vivo y otro inerte. Estos interactúan intercambiando energía activa o pasivamente a través de distintos medios. Es necesario aclarar que los objetos inertes, las cosas, a pesar de nos estar vivos si actúan como si la tuvieran.

Los objetos son nodos de relación y tan actores como las personas en la sociedad (Latour, 1980s). Ellos tienen capacidades de condicionar nuestro actuar; nos persuaden, nos explican, nos indican, nos manipulan, nos restringen. Nos movemos en la ciudad entre objetos, en objetos, por objetos. Nos comunicamos con y a través de ellos. Vivimos diariamente en una coreografía entre personas y objetos tan integrados que tiene una inercia imperceptible.
La ciudad tiene elementos físicos definidos por el hombre, y estos a su vez nos definen.

Un trozo de metal con una forma particular cubierto de pigmentos rojos y nos encontramos frente a un objeto que nos obliga a detener nuestro auto y ser, a ese lo llamamos disco pare. Los objetos nos modifican la naturaleza de nuestro andar generando nuevos patrones de comportamiento, porque elegimos por medio de consenso que así sea nuestra relación con ello.

Uno se pregunta, ¿será necesario? ¿Será necesario tanto artefacto repartido por la ciudad? Tanto semáforo, tanto ceda el paso, tanto lomo de toro, preferencia antes de doblar, prohibido doblar, prohibido camiones, prohibido doblar a la izquierda de 17 a 22hrs.

Nos creemos el animal con más capacidad y posibilidad de creación pero somos también el con más restricciones, y estas son lamentablemente autoimpuestas. ¿Qué clase de extraño simio decide inventar reglas para convivir sin libertad?

Signo pare internacional (HomeDepot, s.f.)

LA COMPLEJIDAD DEL PROBLEMA DEL TRANSPORTE URBANO

Nos movemos o transportamos, por la ciudad de formas muy extrañas, y para satisfacer necesidades muy humanas; y con humanas se refiere a poco animales. Viajo a pie para comprar las noticias, en bicicleta para pagar una deuda, en autobús para ver un amigo en el hospital, en auto para trabajar, o incluso viajo en avión miles y miles de kilómetros para solo obligarme descansar. La complejidad humana se ve reflejada en nuestras complejas y modernas necesidades. Si ya no tenemos el sentido de sobrevivir para vivir, solo sobrevivimos si buscamos otro sentido para vivir.

La realidad humana se ha acomplejado con el paso tiempo, así también la forma en la que nos movemos por las calles. La aceleración del desarrollo de la tecnología va de la mano con la forma en la que la humanidad crece por la información que va con ella. Al principio las personas y la información se demoraban meses en viajar de una gran ciudad a otra, con la ayuda de la fuerza animal de los caballo por ejemplo el tiempo pasó a ser semanas. Con la aparición de las carretas se redujo la velocidad del transporte a la mitad. Y cuando estas evolucionaron a los autos viajar de una ciudad a otra toma solo unas horas o menos.

El transporte afecta toda nuestra vida. Uno crearía que un auto tiene varios componentes dentro de su sistema mecánico, pero estos no se comparan con la compleja red de influencia que de despliega entorno al transporte en sí. El transporte es soporte de la economía: permite el transporte de información, de personas, de bienes, de productos; compramos en el extranjero, vendemos entre regiones del país, hay servicios de transporte a domicilio, si la pizza no llega en 30 minutos es gratis. El transporte afecta en los social: la posibilidad de transportarnos a mayor velocidad permite que nuestras necesidades queden a unos cuantos kilómetros pero a poco tiempo de distancia; hay familias viven separadas por cientos de kilómetros, hay quienes estudian a decenas de kilómetros de su casa, y nuestros alimentos o los servicios de salud quedan a algunos pocos. El transporte nos acerca temporalmente las cosas que nos quedan lejos y eso permite que podamos y tengamos que viajar gran parte de nuestras vidas de un lugar a otros, aun cuando estemos en la misma ciudad que aquello que buscamos. Ahora bien, aun que nos permita conectarnos con la gente que está a distancia, esto no significa que nos permita conectarnos más con quienes viven más cerca nuestro. Es más, sucede casi lo contrario, estudios sugieren que mientras más rápido se mueven los autos por las calles, menor va a ser la posibilidad de interacción entre las personas que circundan juntos por las calles. En al aún momento los vecinos que vivían separados por la calles Kennedy se conocían posiblemente, hoy con la moderna ampliación de 3 pistas por lado es casi imposible que aquellos vecinos se conozcan. El transporte afecta el medioambiental y la salud. Moverse por la ciudad por un modo motorizado significa contaminar con gases y con ruidos. Afectan la capa de ozono, la temperatura del globo terrestre, toda la biósfera. El mal aire afecta directamente nuestros corazones, vías respiratorias, pulmones, cerebro y gestación; respectivamente nos aumenta la presión sanguínea y da problemas cardiovasculares, se ve perjudicado nuestro sistema inmune y la irritación de las vías, nos da bronquitis y neumonía y cáncer de pulmón, el desarrollo cognitiva se ve afectado, y también el nacimiento bajo peso, prematuro y el aborto natural (UNICEF, 2016) (Union of Concerned Scientists, 2014).

Cada modo de transporte afecta toda nuestra vida de varias formas y de manera directa. Cada vez que decidimos andar en bicicleta estamos respirando aire contaminado por los autos, pero estamos ahorrando 1 tonelada de CO_2 anual que perjudica en la vida propia y la de los demás. (Ministerio del Medio Ambiente, 2016) ¿Qué preferimos, andar en bicicleta de la forma más económica, rápida, sana y que protege nuestro medio ambiente, o esperar sentados en un caro auto, engordando mientras destruimos nuestro ecosistema y el de los demás? La mitad de los viajes que se realizan en auto se realizan en auto no superan los 4 kilómetros, lo que es absolutamente cicleable. (EOD 2015) Cada decisión que tomamos de como movernos por la ciudad repercute en la salud, economía, medio ambiente y en lo social tanto a nivel particular como el de sociedad. ¿Cómo es posible que casi toda la infraestructura de la ciudad esta diseñada para fomentar el uso de los autos si estos nos traen infinitamente más desventajas? Andar en bus es 7 veces más seguro que en auto (BusAndCoach, s.f.) En bicicleta se gasta 35 veces menos energía para mover una persona. Una bicicleta usa unos justos y suficientes 1,25 metros cuadrados de la ciudad, los autos usan casi 14 metros cuadrados para trasladar a la misma persona.(Allen, 2008) Da para pensar que el sobreuso de recursos, como lo es el espacio, esta lejos de promover la convivencia de una sociedad en especial una que se caracteriza por ser masiva. Cada modo de transporte está circunscrito dentro de la compleja red de relaciones que afectan directamente la vida urbana.

LA COMPLEJIDAD DE LOS SISTEMAS DE SIMULACIÓN

Dada la profunda cantidad de variables a la que se ve sometido el transporte estos se ven limitados a editar lo que van a simular. No se puede simular la realidad por que el costo computacional es inmenso, mas simular ciertos aspectos de la realidad si es posible, y se hace. Hay diversos softwares encargados de simular acontecimientos, trozos de ciudad, entre otros, para ayudar revelar, analizar y concluir información útil a la hora de tomar decisiones y planificar el entorno urbano.

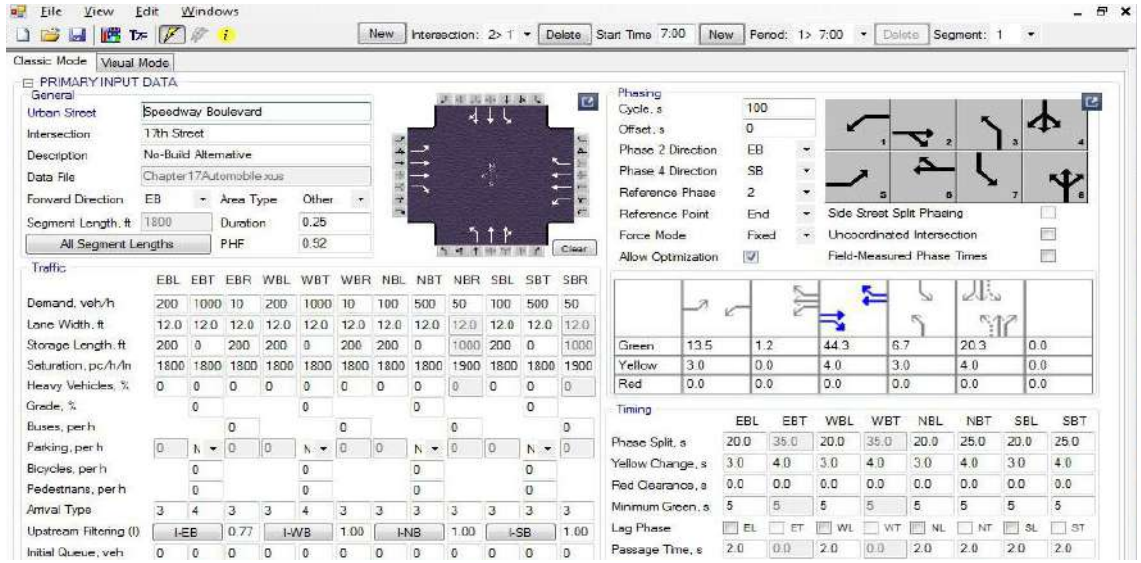
El problema está en que estos programas se quedan en simular partes de la "realidad", pero sin lograr proyectar ideas nuevas; no se da lugar para proponer, o en informar, en discutir, o en criticar; solo simular. No llevan un ideal de fondo, no se adelantan a su época si no que intentan resolver con la herramientas actuales problemas de planificaciones futuras. Es intentar solucionar las cosas con más de lo mismo. Cómo es posible que se sigan creando más calles y puentes para descongestionar una zona, esto sólo le permite a la industria automotriz crecer.

A continuación se presentan algunas de las funciones principales que desempeñan, los simuladores más reconocidos en el rubro, para graficar un poco el enfoque de estos mismos.

CORSIM (Corridor Simulator) Enfocado en examinar operaciones del control de trafico y la optimización de señalética. Además permite la interfaz analizar en tiempo real el tráfico adaptable a al control de operaciones. (Perrin et al. , 2002).

SIMTRAFFIC tiene gran potencial a la hora de simular la fluencia, flujo, , seguridad de las rotondas, para luego comparar datos con lo que fueran intersecciones reales. El simulador SimTraffic se puede usar para generar trafico y compararlo con los datos computados de choques de años pasados. (Drummond et al. , 2002).

AIMSUN (Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks) se especializa en los algortismo de seguimiento de las lineas de tránsito y el algoritmo de cambio de pistas. Así también este software tiene un tráfico con la capacidad de responder al control de señalética y el poder cambiar prioridades entre vehículos. Según Barcelo (1999) el programa finalmente permite modelar el manejo de incidentes y estrategias de tráfico.



CORSIM posee gran variedad de variables a modificar para hacer una buena simulación, pero no para poder comunicar una nueva idea o sistema de transporte (mctrans.ce.ufl.edu, s.f.)

ESCENARIOS FUTUROS Y PROYECCIONES DE TRANSPORTE

El futuro estará dirigido por la sustentabilidad: por la adecuada y responsable extracción de materias primas, el lógico reciclaje, la proporcionada producción y el medido consumo. En vez de producir autos, o buses, o metro trenes hiperveloces se valorizará más la calidad de viaje, la consistencia y la estabilidad y la experiencia y el bienestar de las personas.

Como propone el Gobierno Australiano para el año 2056 en su proyecto de nuevo sistema de transporte: *"We're moving away from a simple view of transport as vehicles, infrastructure and services to seamless customer experiences" (Australian Gov., 2016)*

Existirá una verdadera sostenibilidad ecología entre el hombre y la tecnología y la naturaleza que dará paso a una nueva era en la Tierra. Esta simbiosis será probablemente producto de una biomímesis: las tecnologías aprovecharán las e ciencias y mecánicas ya presentes en la naturaleza. El hombre dejará de competir con la naturaleza y comenzará a aprovecharla haciendo

uso de nuevas tecnologías y nuevas formas de organizar la forma en que nos movemos. *"Multi-modal transportation will be prioritised upside down and enriched by new devices. Having all the tools and devices in place, it's all going to be about connectivity". (Arje Van Berkum, 2017)*

Surgirá una nueva ciudad con capacidades que favorecerán al ecosistema humano-natural. Esta ciudad inteligente tomará decisiones en conjunto con el hombre, configurada desde su core funcionará de manera viable, vivible y equitativa para acercarnos más al desarrollo sustentable. El nuevo enfoque de la sociedad le dará un giro a la vida humana que nos llevará hacia el verdadero progreso. Lo sano para nosotros será por fin entendido como los ecológico para la Tierra.

En el futuro venidero el transporte será para la humanidad algo sin precedentes de nuestra historia; pues su fluidez, dinámica y lógica, dada su propia sustentabilidad, será digna de compararse con los sistemas de la naturaleza. El hombre vivirá en movimiento tanto al igual como lo hace en su hogar. Las familias tomarán desayuno mientras los autónomos cocinan dentro de una unidad también autónoma de transporte. Las calles y veredas serán una sola superficie habitable donde autos, peatones, ciclistas y el transporte público conviven de forma armoniosa, respetándose y coordinándose de manera connatural. La e ciencia estará medida bajo el prisma del bienestar social, el de la experiencia. El éxito se entenderá como una terna entre lo social, lo económico y lo ambiental.

El concepto de la ciudad bosque en Liuzhou China, por la firma Stefano Boeri Architetti (CNN Style, 2017)

2. SISTEMAS EMERGENTES

"El problema original de la descodificación: cómo pueden construirse patrones complejos a partir de reglas simples: ¿Cómo sabe una semilla construir una flor?" (Steven Johnson, 2003, p.40)

a. Del orden aparece el caos. "En estos sistemas, los agentes que residen en una escala comienzan a producir comportamientos que yacen en una escala superior a la suya: las hormigas crean colonias, lo habitantes de una ciudad crean barrios, un software de reconocimiento de patrón simple aprende a recomendar libros. La evolución de reglas simples a complejas es lo que llamamos 'emergencia'". (Steven Johnson, 2003, p.19)

b. Alan Turing lo describe como la capacidad de todas las formas de vida de desarrollar cuerpos cada vez más complejos a partir de orígenes increíblemente simples.

c. "El comportamiento separado, individual, de cada uno de los agentes, al aumentar la escala comienza a producir un comportamiento colectivo propio de un nivel de organización superior a pesar de la aparente carencia de organización en forma de leyes o instrucciones provenientes de una autoridad superior". (Wikipedia, 2017)

d. *"Lo que une a estos distintos fenómenos es una misma forma y patrón: una red de autoorganización, de agentes dispares que crean un orden de un nivel superior sin proponérselo". (Steven Johnson, 2003, p.22)*
La fuerza hace la unión. En el caso de las hormigas el estar organizadas de forma distribuida les permite generar sistemas que en su totalidad son complejos.

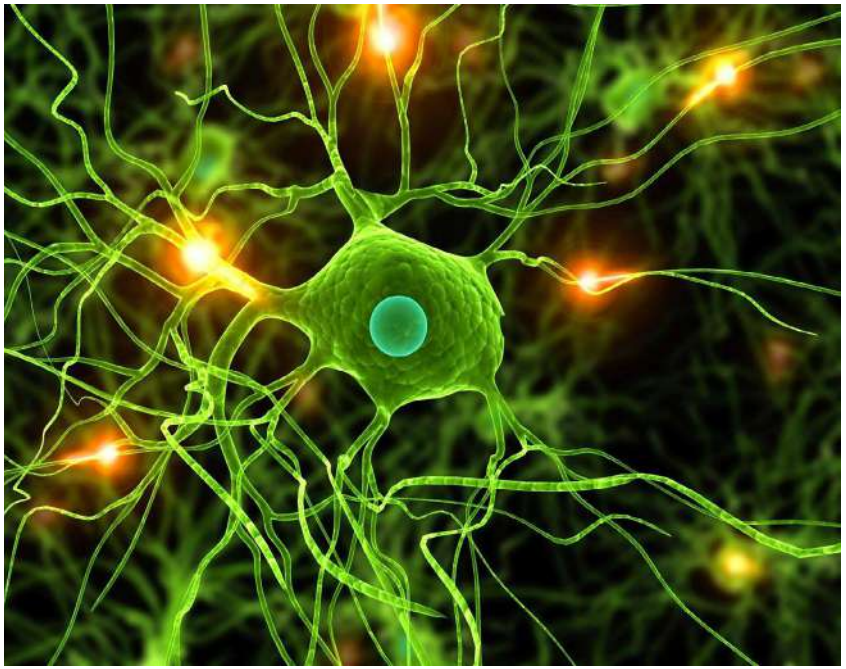
e. "Local parece ser el término clave para comprender el poder de la lógica del enjambre. Vemos conductas emergentes en sistemas como las colonias de hormigas cuando los agentes individuales del sistema prestan atención a sus vecinos inmediatos y no esperan órdenes de arriba. Piensan localmente y actúan localmente, pero su acción colectiva produce comportamiento global". (Steven Johnson, 2003, p.68)

f. Los sistemas emergentes están distribuidos, descentralizados, se autorganizan, son escalables y a nivel de agentes son poco complejos.

The work on ants has profoundly affected the way I think about humans. E.O.Wilson

Our challenge for the future is that we realize we are very much a part of the earth's ecosystem, and we must learn to respect and live according to the basic biological laws of nature. Jim Fowler

Hormigas fuego formando un puente es un ejemplo de lo poderoso que es un sistema emergente (A. Bockoven)



Las neuronas son un sistema emergente que ocurre dentro nuestro (2.bp.blogspot, s.f.)

Los cardúmenes son un claro ejemplo de comportamiento emergente (dossiergf, 2012)

Las bandadas su mueven en conjunto gracias a la emergencia (marktleiderschap, s.f.)

Las catedrales de termitas las construyen gracias a la emergencia (tendencias21, s.f.)

3. TENDENCIAS

MALAS COSTUMBRES Y TENDENCIAS NEGATIVAS

“La ciudad es un patrón en el tiempo”. (John Holland) La ciudad nace a partir de nuestras huellas de forma natural, ¿por qué no movernos a través de ella de la misma manera? La ciudad es un ecosistema orgánico lleno de mecanismos naturales con una eficiencia que supera toda invención de la humanidad. Como dijo *Manfredi Nicoletti, “La naturaleza no debe ser imitada, debe ser entendida”.* Nuestro error está en intentar regular más y más las cosas sin intentar dejar que fluyan por su propio curso. Agregamos señalética, separamos la calzada de la vereda, ponemos costosos semáforos en cada esquina y todo para frenar y encausar lo que se debiese estar moviendo, hablando tanto de autos como peatones. La industria automotriz junto a los gobiernos, movidos equivocadamente por la economía, por décadas han promovido la producción, venta y uso del auto, el símbolo del progreso americano, quien en realidad es absolutamente el modo menos sustentable.

(CarScoops, s.f.)

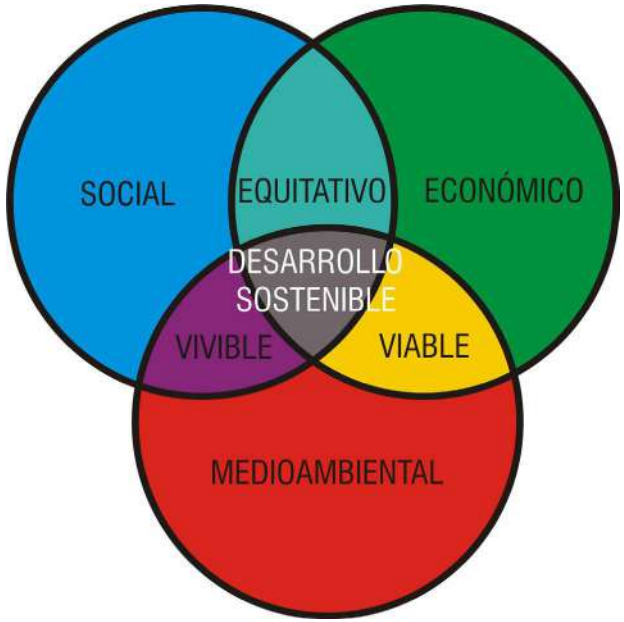
“El derecho a moverse por la ciudad es universal y no debiese reservarse a propietarios de automotores privados”. (ITPD, 2013) A estos últimos cada vez les entregamos más poder, espacio y beneficios. Entre todas las calles y estacionamientos el 60% de la ciudad está cubierto por asfalto dedicado para los autos. Nos traen congestión, contaminación, retención de altas temperatura, menos espacios de recreación; exactamente lo contrario sucede con las áreas verdes, que son un mísero 1 a 2% de la superficie de la ciudad. Las áreas verdes mejoran la calidad del aire, regulan el clima (en especial los árboles), mejoran el agua y tierra, son espacios útiles para eventos, recreación y fomentan el deporte. (Project EverGreen, 2017) Y para que hablar del tiempo que nos consume el andar en los autos, al día se anda en promedio 2 horas en auto, 5 veces a la semana, es decir un total de 40hrs al mes en tiem-

po perdido que pudo ser otra semana de trabajo o 3 días completos para estar con la familia. El ITPD (El instituto de transporte planificación y desarrollo de México) propone revertir las prioridades de los proyectos y la distribución de la calles de la ciudad privilegiando a los más sustentables por sobre los menos, que son a su vez los más indeseables por la sociedad.

> *I think that technology is the best thing that ever happened to mankind. It's an absurd notion that somehow, 'My God, what are we going to do when driverless cars come along?' It's going to save lives on the road. And maybe, one day, we'll all be working four days a week and not ve or six days a week. Jamie Dimon*

Hay que revertir la situación actual, cambiar de la sociedad del consumo y desenfreno por la del equilibrio y la sustentabilidad. El desarrollo sustentable es un enfoque tridimensional: es la mezcla de lo económico, social y ambiental; lo justo, lo viable y lo vivible. (Peter Njikamp, sf)

"Un proceso es sostenible cuando ha desarrollado la capacidad para producir indefinidamente a un ritmo en el cual no agota los recursos que utiliza y que necesita para funcionar y no produce más contaminantes de los que puede absorber su entorno". (Universidad Abierta Interamericana, & M. Calvente, Ing., 2007)



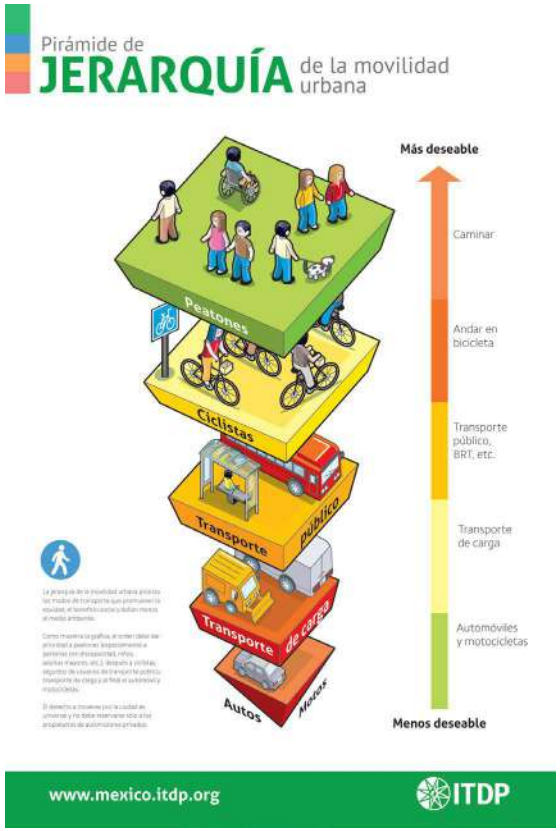
(DesarrolloSustentable.Co, 2013)

BUENAS PRÁCTICAS Y TENDENCIAS POSITIVAS

1. FUTURO SUSTENTABLE Y EQUITATIVO

a. Los derechos de movilidad en la ciudad son iguales para todos, se hable de un ciclista, peatón, conductor o chofer. El Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo propone una pirámide de jerarquía de la movilidad (figura 1) urbana según cuan deseable es cada modo de transporte según su impacto al medio ambiente, el beneficio social y cuanto promueven la equidad. *"El orden debe dar prioridad a los peatones (en especial a personas con discapacidad, niños, adultos mayores, etc.), después a ciclistas, seguidos de usuarios de transporte público, transporte de carga y al final al automóvil y motos." (ITPD, 2013)* Este sistema de organización y jerarquización también se encuentra alrededor del mundo; desde los planes de infraestructura de Santiago de Chile hasta en el Bicycle Innovation Lab de Copenhagen por mencionar un par. (Arjen Van Berkum, 2017)

b. Ciudades fomentan uso de bici y de los modos de movilidad más sustentables. "De acuerdo a lo que señalan los



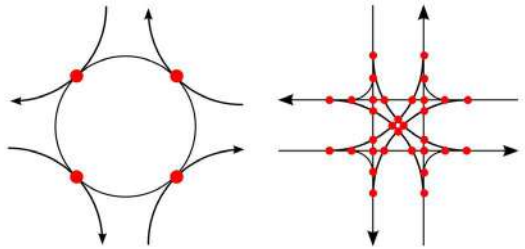
Ordenados según deseabilidad (ITPD, 2013)

Santiago fomento la movilidad verde (The Note, 2016)

expertos, Santiago se impuso frente a las otras ciudades gracias al mejoramiento integral para peatones, [. . .] la bicicleta y medios no motorizados y de medio motorizados con energía eléctrica". (figura 2) (TheNote, 2016)

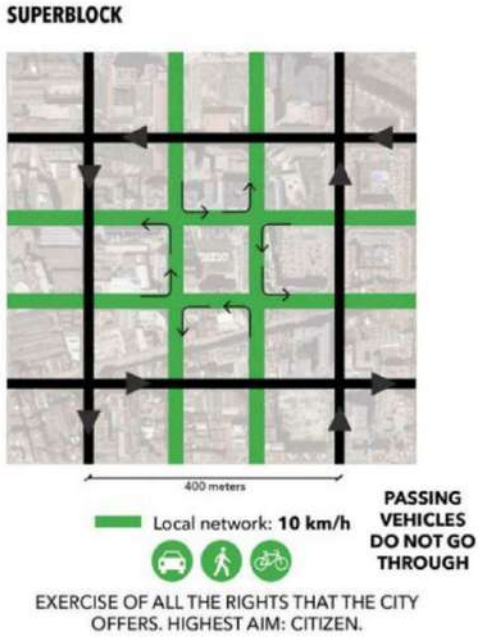
"Los cambios irán acompañados con medidas de movilidad que priorizan el transporte público y otras que fomentan el uso de la bicicleta a partir de la construcción de 300 kilómetros de ciclovías y tres mil estacionamientos públicos para bicicletas". dijo Cristián Bowen (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

c. En varios lados de Europa se están eliminando intersecciones con semáforos y señalética para crear espacio compartidos entre autos, bicis, buses y peatones. El concepto es que la ausencia



Las rotondas permiten no solo reducir de forma efectiva la velocidad de los autos, si no también la cantidad de puntos de encuentros y de riesgo son menores. (Actam, 2008)

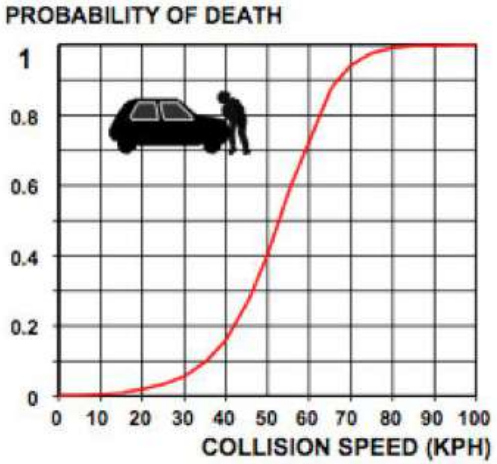
de separación mantendrá a todos más alerta, entonces todos irán más despacio, harán contacto visual y negociarán. En gran medida funcionan como funcionan las rotondas, pero sin las rotondas. (99% Invisible, 2017)



Supermanzanas en barcelona (99% Invisible, 2017)

En Barcelona se están creando las SuperManzanas, conjuntos de 3x3 bloques de edificios entre los cuales la velocidad máxima es de 10kph, permitiendo también que se compartan los espacios comunes. (99% Invisible, 2017)

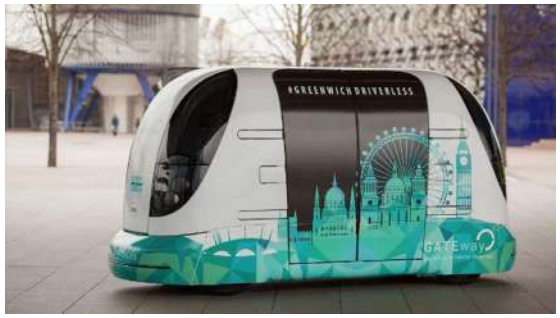
En Chile, y particularmente en Santiago, la idea de las zonas 30 o las zonas pacíficas ha sido impulsada por dos municipios, el de La Florida y el de Providencia. En cada una de ellas se escogieron ciertos tramos en los que se instalarán resaltos y señalética para lograr disminuir la velocidad de los autos y que más peatones y ciclistas transiten por el sector. (PlataformaUrbana.cl, 2014) En un impacto vehículo peatón promedio a 32kph el 5% de lo peatones muere, si fuese a 48kphr el 45% y a 64 kph el 85% . (Literature Review on Vehicle Travle Speed and Pedestrian Injuries, 1999) Esta clase de datos debiesen ser el un jingle de las escuelas de manejo. ¿Cómo es posible que sea tan común que la gente maneje a 70kph en calles residenciales?



Razón muerte/velocidad (MountRoyalStation, 2013)

2. MEJORA DE TECNOLOGÍAS AUTÓNOMAS Y EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES

a. Las inversiones en el mundo automotriz autónomos crece vertiginosamente. Nos encontramos con toda la flota de prueba de Uber, o los testeos en California de Waymo que es de Google, o el accesorio para automatizar autos de Apple o el caso de nuTonomy en Singapur, que tiene una flota de taxis autónomos que ya están funcionando por completo. En Londres se presentaron los primeros proyectos de autos autónomos llamados Harry. En Alemania completa se legalizaron los autos autónomos y cuentan con un bus autónomo licenciado para manejar por carreteras y calles, el "Spirit of Berlin". Y esto es una buena señal, porque los autos autónomos manejan mucho mejor que los humanos. El 81% de los accidentes de autos son por error humano (Pony Parts, 2014). La superioridad de



(The Verge, 2016) Harry el podautónomo de Londres

(The News Wheel, 2017) Taxi autónomo de Singapur

(Mashable, 2016) El Bus autónomo de Berlin

(ABCNews, 2015) Ciega con auto autonomo Waymo

las computadores reside en la capacidad de reacción, precisión y constancia. Los choques son el 2.2% de las muertes anuales del mundo. El 2013 solamente en Chile murieron 2179 personas en accidentes de tránsito (WHO, 2015). Otra tendencia positiva es el crecimiento del mercado de energías renovables y sostenibles. Noruega por ejemplo logró que el 25% de sus ventas de autos fueran eléctricos el año 2015. (Unicef, 2016, p.77) Holanda anunció un proyecto que eliminará los automóviles diésel y a gas para el 2025. (The Note, 2016) Volvo dejará de invertir en motores diésel, y se comprometió volverse una empresa de únicamente autos eléctricos.

b. Están apareciendo también tecnologías más eficientes de almacenamiento y de carga rápida de energía. La Unión Europea está desarrollando el proyecto Zeus que promueve la movilidad eléctrica urbana, ha subvencionado 60 buses y cargadores eléctricos que cargan el 80% de las baterías de buses en 5 minutos. (The Note, 2016) En México se invirtió en la compra de 100 taxis híbrido y planean hacer un cambio total de los taxis de la capital en un período máximo de 15 años. (The Note, 2017)

c. La Formula E correrá en las calles de Santiago pasando por Plaza Italia el 3 de Febrero del 2018. (FIAformulaE, 2017) Para fomentar las fuentes de energía renovables la federación internacional de la fórmula E está generando campañas del deporte y asociándose con gobiernos para promocionar más este deporte sustentable.

(CodexVerde, 2017) Fórmula E llegará el 2018

d. Hay mejoras en dispositivos de automatismo y reconocimiento. No solo en los autos autónomos, si no en las cámaras actuales se pueden instalar *softwares* para que de forma automatizada se hagan mediciones en los peatones en intersecciones, para finalmente mejorar la seguridad y la movilidad todo esto sin requerir de la instalación de nuevos equipos. (Business Aire, 2016)

REFLEXIÓN Y CONCLUSIÓN

Falta un sistema de naturaleza emergente capaz de permitir el desarrollo sustentable y orgánico del ecosistema de transporte independiente de la infraestructura urbana. Uno que soporte un flujo de agentes en la ciudad respetando siempre todos los deseos de la sociedad por promover la equidad y la democratización del los modos transporte. También debe integrar las virtudes de los autónomos como lo son la programabilidad y el uso de energías renovables.

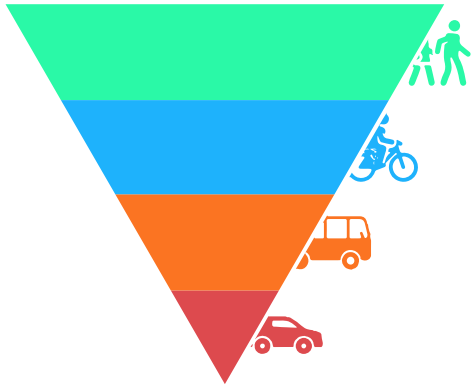
Las tendencias actuales y los sistemas emergentes nos entregan varios atributos que llaman a ser explotados por el bien de la sociedad. Entre todas aquellas bondades se destacan las siguientes como las más relevantes:

1. PRIORIDAD POR DESEABILIDAD

Hay una implícita referencia de unos modos por sobre otros según deseabilidad por beneficio social, equidad e impacto ambiental. Existe una tendencia por revertir la situación actual donde no se respeta este orden tácito. Se dará un reordenamiento proporcionado entre la sociedad y objetos y recursos que nos llevará a la reestructuración y edición de la de la ciudad a nivel infraestructural. La oportunidad está en crear un sistema con orden jerarquizado basado en una preferencia consensuada y explícita que nace a partir de la deseabilidad de diferentes modos de transporte.

2. SURGIMIENTO DE UNA CULTURA SUSTENTABLE

El enfoque simultáneo y triple sobre la economía, la sociedad y el medioambiente será la norma. Nuevos modelos de negocios consideran el capital social y medioambiental por sobre el únicamente económico. Se buscará un equilibrio y proporción que estará inmerso en la esencia de los proyectos ciudadanos. Considerando el futuro



Pirámide de Jerarquía de movilidad (ITPD, 2013)

sustentable se pueden asumir la favorabilidad que tendrían los proyectos de la misma calidad social, económica y medioambiental. La naturaleza del nuevo proyecto debiese sostenerse en la integración de los nuevos sistemas actualizados e infraestructuras sustentables.

3. MEJORA AUTOMATISMO Y TECNOLOGÍAS DE RECONOCIMIENTO URBANO

Nuevas tecnologías darán paso a procesos más avanzados y mejores. Haremos uso de nuevas fuentes de energía y ya estarán adoptados nuevos sistemas de flujos computarizados que integraran a los vivos con los inertes. Quizás no nos moveremos más rápidos, pero si mejor. Se dará una automatización en la mayoría de los de procesos tecnológicos relacionados con el transporte y la energía.

Hay una gran oportunidad de acceso a fuentes de energía renovables y nuevas y más sofisticadas tecnologías. El proyecto en sí debe aprovechar la masificación de las nuevas capacidades técnicas y electrónicas del mundo del software y hardware.

4. ORDEN DISTRIBUIDO

En vez de haber una central o autoridad al mando todos los agentes tienen el mismo acceso a sis- tema, tienen propios roles y funciones y el poder se ve distribuido por medio de relaciones multidireccionales. El orden heterárquico permite la correcta integración de todos los actores involucrados, lo cual lleva a la unificación transversal y generalizado. Por medio de la programación física o tecnológica de cada individuo a nivel individual, con el uso de un mismo código "genético"; se podría lograr un sistema transversal adaptativo que resuelva de manera local los problemas de un sistema de mayor grado. Evitando así la necesidad de una central de comandos.

5. AUTORGANIZADO

Cada actor tiene influencia por sobre los otros. Estas se van dando por reglas de proxémica, por tipos de funciones y de diferentes configuraciones particulares de los agentes del ecosistema. Los grados de influencia funcionan sin importar la cantidad de número de actores. Todos estos factores llevan a la autorganización de un sistema de orden superior.

La capacidad de resolver problemas puede estar dada por las propiedades de cada individuo particular del transporte. Cada uno se relaciona con sus vecinos en base a situaciones locales y bajo el comportamiento emergente espontáneo. Autónomos saben cuan cerca y rápido deben moverse al lado de otros.

6. ESCALABILIDAD

Las diferentes repeticiones de las interacciones permiten el surgimiento de patrones y guras; de coreografías, que funcionan independiente de las escalas. Aparecen áreas de interacción de diferentes tamaños por movimiento y estática, y por presencia y ausencia. Estas zonas pueden establecerse premeditadamente o bien dejar que apareciesen de manera espontánea. Áreas o regiones de interacción pueden permitir diferentes espacios de interacción coincidentes con las jerarquías u ordenes programados.

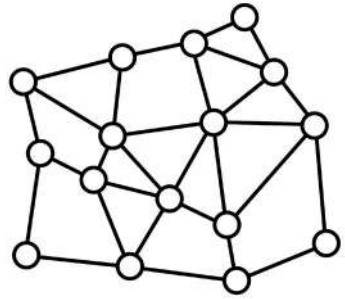


Diagrama de red distribuida. (Armstrong, 2017)

2 FORMULACIÓN

QUÉ

Propuesta de nuevo ecosistema emergente y distribuido de movilidad urbana para el futuro; a través de un simulador que ayuda en la toma de decisiones y en la planificación urbana enfocadas en la sustentabilidad.

POR QUÉ

El derecho a moverse por la ciudad es universal y no debe reservarse sólo a los propietarios de los autos[1]: el modo menos económico, el de mayor impacto ambiental y menor beneficio social. La repartición de la superficie de la ciudad se aleja de la equidad y de fomentar los modos de movilidad más sustentables: el caminar y andar en bicicleta. Existe un entorno urbano en el cual no se logra la intermovilidad adecuada, ni sustentable ni tampoco segura. Entorno al transporte hay una desproporción en la producción, economía, impacto ambiental y el social.

No se están generando los suficientes cambios político o culturales para integrar las energías renovables o las de automatismo de lleno; ambas son necesidades indiscutible para nuestra sociedad.

1. (ITPD, 2013)

PARA QUÉ

Ayudar en la toma de decisiones y en la planificación urbana, reflexionar y especular con un especial enfoque en la sustentabilidad; para finalmente para mejorar el bienestar y la experiencia de las personas del futuro. El ecosistema de movilidad per se busca unificar y priorizar aquellos modos que promueven la equidad económica social y el beneficio ambiental.

CÓMO

Con el desarrollo de un programa interactivo digital que simule, explique e integre la esencia del ecosistema midiendo el impacto que estos tienen desde el prisma de la sustentabilidad.

Por medio de reglas de comportamiento se jerarquerizan los diferentes modos de locomoción los cuales actúan según cuán sustentables son para la ciudad. Los agentes móviles se identificarán entre sí de manera local para determinar cómo se mueven según al nivel que pertenecen ellos y sus 'vecinos' dentro la jerarquía. Resultando finalmente en una coreografía emergente de flujos y de quién le cede el paso a quien.

3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

MICRO SIMULADOR DE FLUJOS, INTERACCIÓN Y DE MEDICIÓN DE IMPACTO

GENERAL

Ayudar en la toma de decisiones y en la planificación urbana.

ESPECÍFICOS

1. De un modo didáctico e intuitivo mostrar y medir el impacto en la ciudad en base a variables de datos reales.

2. Enfocado en la sustentabilidad y en la integración de las nuevas tendencias

3. Ser interactivo, controlable por un usuario en algún cierto grado.

4. Simular los flujos y encuentros de y entre los diferentes modos de movilidad urbana en un caso ciudadano real.

5. Orden emergente: distribuido, escalable y de naturaleza casi orgánica.

PROPUESTA DE UN FUTURO ECOSISTEMA DE TRÁNSITO EMERGENTE & DISTRIBUIDO

GENERAL

Mejorar la experiencia y el bienestar de las personas por medio de la integración distribuida, unificada y jerarquizada de los distintos modos de movilidad urbanos según su deseabilidad.

ESPECÍFICOS

1. Fomentar el uso de las tecnologías sustentables; aquellas que nutren lo social, económico y ambiental.

2. Redistribuir el espacio de la ciudad acorde a lo que la sociedad desea.

3. Mejorar la accesibilidad del transporte urbano al punto de que toda persona se sienta capaz de usar todo tipo de modo.

4. Aprovechar las tecnologías autónomas como soporte para crear un sistema emergente más orgánico, fluido, seguro y sostenible.

4 CONTEXTO

espacio y tiempo

DÓNDE

El ecosistema de transporte está basado en un orden emergente y distribuido; la jerarquización entre los agentes no requiere de una infraestructura para poder funcionar. El orden global aparece al haber varios conjuntos de agentes locales ordenados. Por esta misma razón la propuesta ecosistémica está pensada indistintamente de los elementos repartidos por la superficie de las ciudades: refiriéndose a semáforos, señalética, veredas, resaltos, calzada, entre otros. Sin embargo, a pesar de no requerir físicamente de una estructura, si tiene uno o varios lugares de aplicación: el simulador (o el ecosistema que emula) está pensado para ser principalmente usado por un funcionario de algún gobierno o municipalidad que esté encaminando sus decisiones hacia un futuro que incluya las tendencias del transporte. La propuesta se desenvolvería mejor en ciudades cuyo enfoque en fomentar radicalmente la sustentabilidad y el bienestar de las personas Por ejemplo en Copenhagen, la ciudad más amigable para andar en bicicleta el año 2017, la jerarquía en pos de la sustentabilidad ya está dada por la infraestructura y la ley, lo único que falta es soportar tal jerarquía e independencia con un sistema orgánico y fluido.

CUÁNDO

Más importante que dónde puede ser implementado es cuándo. El programa para especular e investigar se necesita el día de hoy. Reflexionar sobre el cambio que se viene es una urgencia real actual. Mientras antes nos adaptemos según las tendencias tecnológicas y busquemos solucionar las problemáticas ambientales será mejor. La propuesta de transporte apunta a funcionar aproximadamente en 2 a 3 década en el futuro. Las tendencias ecológicas de los gobiernos por dejar de usar los combustibles fósiles, vender cada vez más autos con energías renovables, o por internalizar y fomentar las tecnologías autónomas es cada vez más común; es por esto que promover las conductas sustentables en la sociedad tiene que comenzar a ser un hábito lo antes posible.

La tecnología avanza más rápido de lo que la sociedad se puede adaptar, es por esto que tenemos que esforzarnos por dejar los malos hábitos de hoy, como imprimir 3 libros de 150 páginas que serán leídos una vez, y aprovechar las nuevas tecnologías para enfocarnos en vivir de un modo más sustentable.

5 USUARIOS
quiénes y para qué

Es necesario aclarar que dada la naturaleza del proyecto nos podemos encontrar varios tipos de destinatarios. Esto se debe a las distintas aristas por las que puede ser entendido y aprovechado el programa: como plataforma, por su mensaje, por solo la idea, como una visualización, entre otras. A continuación se encuentran los principales usuarios para quienes fue desarrollado esta el proyecto.

FUNCIONARIOS DEL GOBIERNO Y MUNICIPALIDADES, URBANISTAS, INVESTIGADORES, EMPRESAS PRIVADAS, EMPLEADOS PÚBLICOS Y CIUDADANOS

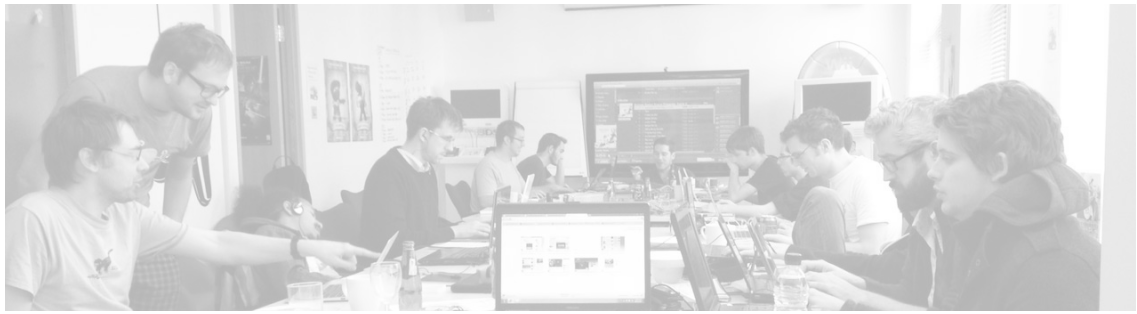
Funcionarios del gobierno y/o municipalidades podrían ayudarse con el programa para medir la tasa de impacto de sustentabilidad, todo esto con el fin de facilitar la toma de decisiones y la planificación urbana orientada hacia la el bienestar económico ambiental y social.

Profesionales encargados de proyectos y estudios a una mayor escala social podrían usar el programa para observar flujos, puntos de interés, o tendencias; para resolver, especular y proponer como nuevos ordenamientos de vehículo-persona, es decir, la redistribución de las calles.

De un modo parecidos a de los urbanistas, los investigadores podrían usar la plataforma para comparar y analizar datos duros que se actualizan de forma interactiva y real, así como también para emular casos hipotéticos de una manera didáctica e interactiva.

Empresas privadas pueden usar los datos entregados por el programa interactivo como base para sus propias necesidades corporativas, como lo es probar sistemas de autos descentralizados y autónomos.

Ciudadanos comunes e interesadas en entender el impacto que puede tener un nuevo tipo de orden en su ciudad y en sus vidas; podrían usar el programa interactivo para entender un poco lo que depara el futuro.



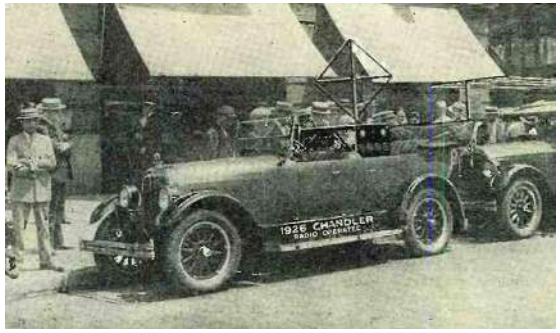
6 ANTECEDENTES

LINRRICAN WONDER

Por Houdina Radio Control, año 1925 en Nueva York. Hizo demostraciones a través del tráfico de la 5ta avenida NY de su auto controlado de manera remota por un segundo auto que lo seguía. El auto era comandado bajo impulsos de radio que le enviaban a una antena de transmisión que tenía integrada a frenos, acelerador y volante. Todo movimiento lo hacía dirigido por aquellas ordenes electromagnéticas. (Time, 2017)

ZONAS 30

En méxico se están planificando nuevos tipos de infraestructura enfocadas en la pirámide invertida de movilidad. (ITPD, 2013) Tales estructuras promueven la equidad y la repartición proporcionada de espacio. Las Zonas 30 o zonas pacíficas, o los espacios urbanos compartidos por personas, bicicletas y conductores son cada vez más comunes. Hay en Chile, hay en Inglaterra, en Milán y España, por mencionar algunas. Estos le devuelven las calles a las personas, son más ecofriendly y seguros.



Linrrican wonder, el auto radiocontrolado (Wired, s.f.)

PARKSHUTTLE

The First Autonomous Car, Neatherland 1997. (Maurits Vink, 2005) El autobús de acercamiento usa puntos de referencia imantados para guiarse. Fue nombrado como el primer vehículo autónomo del mundo. Lleva más de una década funcionando y tienen gran número de reseñas positivas. (2Get ere, 2016) Usa puntos magnéticos de referencia incrustados en la superficie del camino para determinar su posición dentro de las pistas exclusivas. Se hicieron pilotos con público general en el Aeropuerto de Schipol 1997 y el parque.

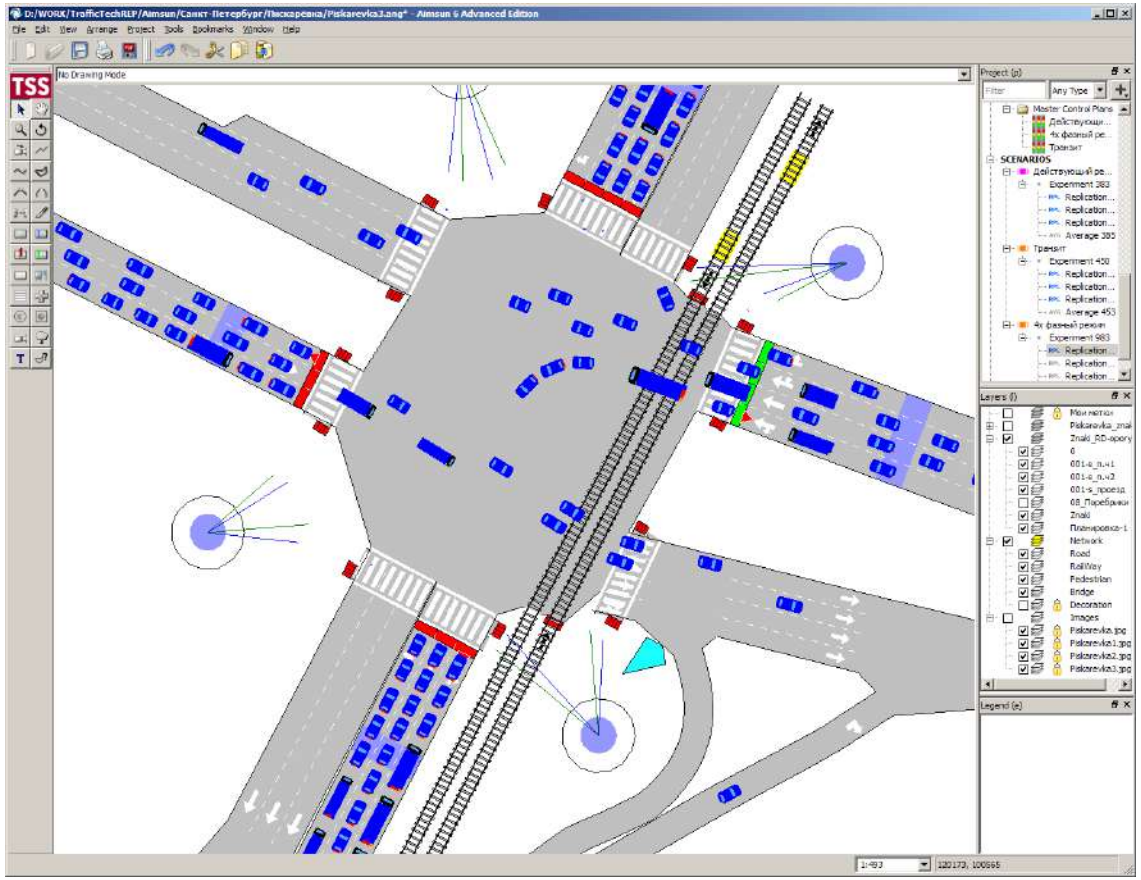
Décadas lleva en funcionamiento(Maurits Vink, 2005)

ALV DARPA

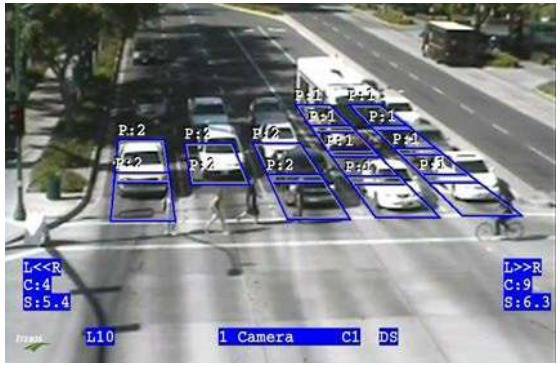
Autonomous Land Vehicle, DARPA, EEUU 1980. “The ALV project achieved the rst road-following demonstration that used LIDAR, computer vision and autonomous robotic control to direct a robotic vehicle at speeds of up to 19 miles per hour (31 km/h).” Wikipedia 1980s (Wikipedia, 2017) Se pueden usar guías visuales o digitales sobre los agentes de móviles para guiar un robot con sensores LIDAR.

PEDTRAX

Iteris desarrollo una tecnología de reconocimiento de peatones que sería posible integrar la en todo auto autónomo para mejorar la seguridad vial. Es un software capaz de ser integrado en cámaras bastante básicas sin la necesidad de instalar dispositivos nuevos. (Business Wire, 2016) Mejorar la identificación entre todo elemento móvil podría ser la clave para soportar una red de interacción remota. En el caso de que existiesen chips de reconocimiento en cada cédula de indentidad, por dar un ejemplo, cada persona podría estar conectada de manera más confiable al sistema



De los más didácticos simuladores (Aimsun, 2012)



El aspecto del software en uso (Pedtrax Iteris, s.f.)

AIMSUN NEXT

Este y varios simuladores ayudan en la toma de decisiones de planificación urbana. Algunos de forma más códificada que otros dan indicios sobre flujos o velocidades, o impactos sobre la economía. Aún falta un nuevo enfoque en estos programas de emulación vial urbana.

7 REFERENTES

REACTABLE

Creado por el Music Technology Group/IUA Universitat Pompeu Fabra, en Barcelona el año 2005, es un sintetizador de música en el cual los usuarios manipulan el sonido con unos bloques sobre una superficie redonda. Al rotar o acercar los bloques se pueden modificar y crear varios sonidos, beats, notas o pulsos. (Fuller, 2017)

Reactable en uso (Atelier Avant Austria CMS, 2011)

BLOCK'HOOD

De Plethora Project 2017.: "Es un juego de simulación en el que se construyen ciudades enfocadas en la ecología, la interdependencia y el deterioro. [...] El jugador es desafiado a mantener el balance ecológico a medida que cada bloque adherido va consumiendo y produciendo recursos de diferentes tipos. Aquellos bloques que no proveídos con el input requerido irán lentamente deteriorándose hasta colapsar" (Plethora, 2017)

Block'Hood busca el equilirbio (HeyPoorPlayer, 2017)

KILOBOTS

Son robots de baja complejidad comparten un mismo código de programación y sistema de comunicación. (NewScientist, 2014) Generan figuras de manera espontánea y emergente; ninguno sabe a donde tiene que ir pero si saben que figura tienen que formar, por medio de una comunicación con luces RGB se informan entre vecinos cuales son los movimientos a seguir.

(dev.comofunciona.com.mx, 2014)

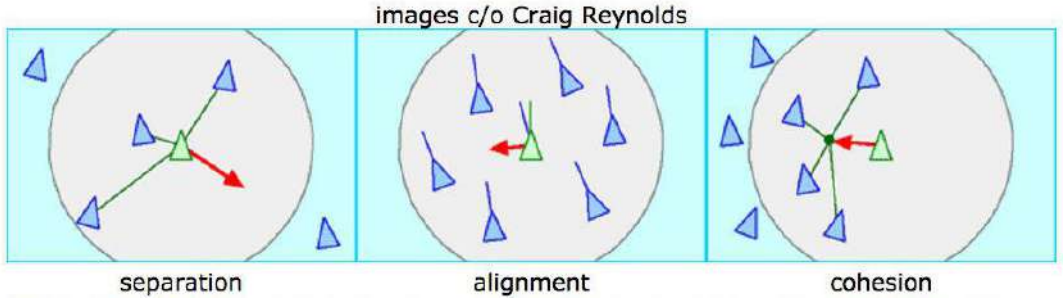
MALUUBA

Inteligencia artificial de Microsoft. Usando principios de castigo y recompensa determinaba de que manera se debía mover Mrs.Pacman para poder vencer el juego. (Weinberger, 2017) Básicamente una gran sumatoria vectorial de todas la influencias de los agentes por sobre Mrs.Pacman determinan el vector de movimiento de esta misma; pudiendo así resolver con e ciencia el juego haciendo uso de una programación relativamente simple.

Inteligencia artificial marcó récord (Maluuba, 2017)

BOIDS DE CRAIG REYNOLDS

Expresiones matemáticas en la programación de agentes en interacciones como bandadas de pájaros. (Reynolds, s.f.) Craig Reynolds decidió hacer simulaciones visuales del comportamiento de bandadas de pájaros por medios de la programación. Las líneas de códigos las basó en 3 expresiones matemáticas simples: una para la separación entre los agentes, otra para el alineamiento y otra para la cohesión. Para la separación de los agentes establece una máxima cercanía posible entre ellos. Para la alineación establece que los "pájaros" tiendan su alineación hacia el promedio de alineación general; es decir, la suma de todas las alineaciones dividida por la cantidad de agentes. Y por último la cohesión, es la tendencia de los pájaros para acercarse al promedio de posición de los pájaros vecinos; dentro de un radio perimetral. Las expresiones matemáticas simplifican el entendimiento de manera numérica parte de los comportamientos de los agentes. (n-e-r-v-o-u-s.com, s.f.)



Estas tres reglas de comportamiento permiten simular bandadas de pájarso(Craig Reynolds, s.f.)

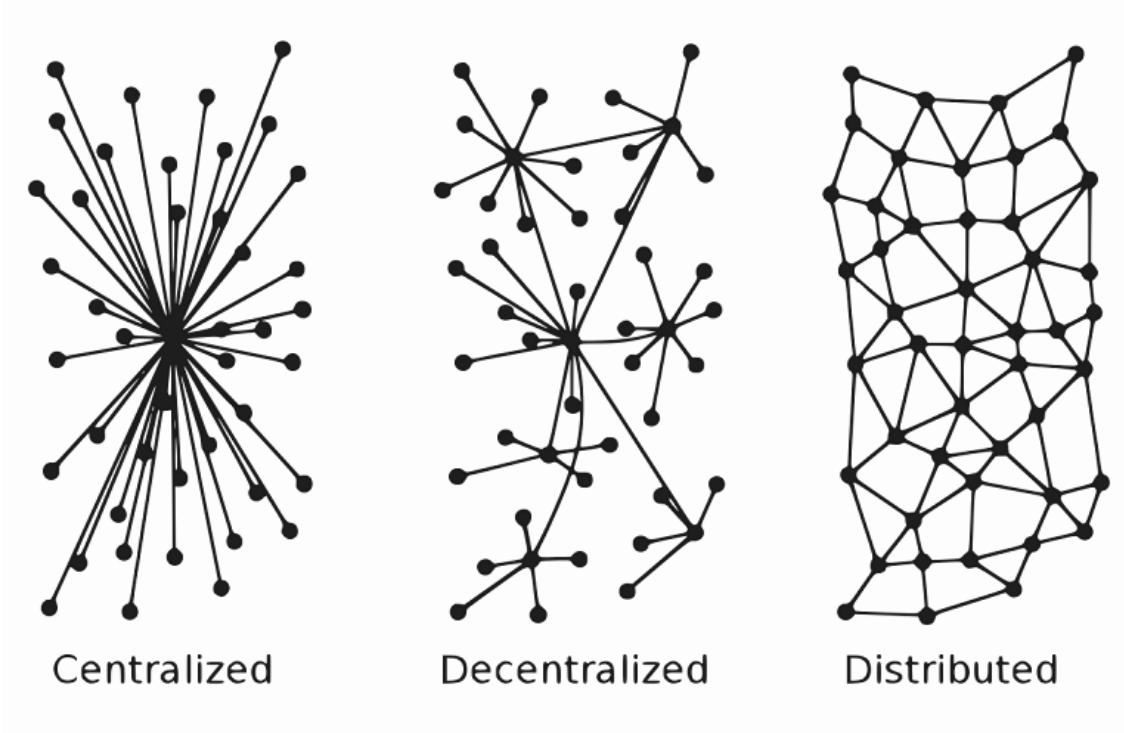
BLOCKCHAIN DE BITCOIN

"La Blockchain o cadena de bloques es una base de datos pública y distribuida en la cual se registran todas las transacciones. Es una contabilidad pública que funciona a través de una red distribuida de ordenadores, es decir, no requiere ninguna autoridad central ni terceras partes que actúen como intermediarias". (NoCreasNada.com, 2016) De la misma forma la se podría crear la red de los agentes móviles de la ciudad. Si cada uno de los ciudadanos tuviera un chip en su tarjeta de identificación a pocos metros de distancia, lo podrían reconocer autos, buses, incluso bicicletas inteligentes y formar un internet de los autos, en pos de la seguridad y sustentabilidad claro.

AIRBNB Y WAZE

Ambos funcionan gracias a la acumulación de las personas. Estas aplicaciones, servicios en realidad, por sí solas no son nada. Si lo usara una sola persona tampoco; el varlo de ellas está en que varias personas las usan y la potencian exponencialmente. "Son los usuarios los que potencian los mapas y la navegación. Cuantos más usuarios conduzcan con Waze abierto, mejor será la navegación." (Google Support, 2017)

La red al estar distribuida entre varios se sustenta en esas múltiples conexiones. Lo interesante es que cada individuo se límita a jugar con la reglas de cada juego para estar dentro del servicio; dispuestos a ser evaluados con "estrellas" usan el servicio comportándose con cautela.



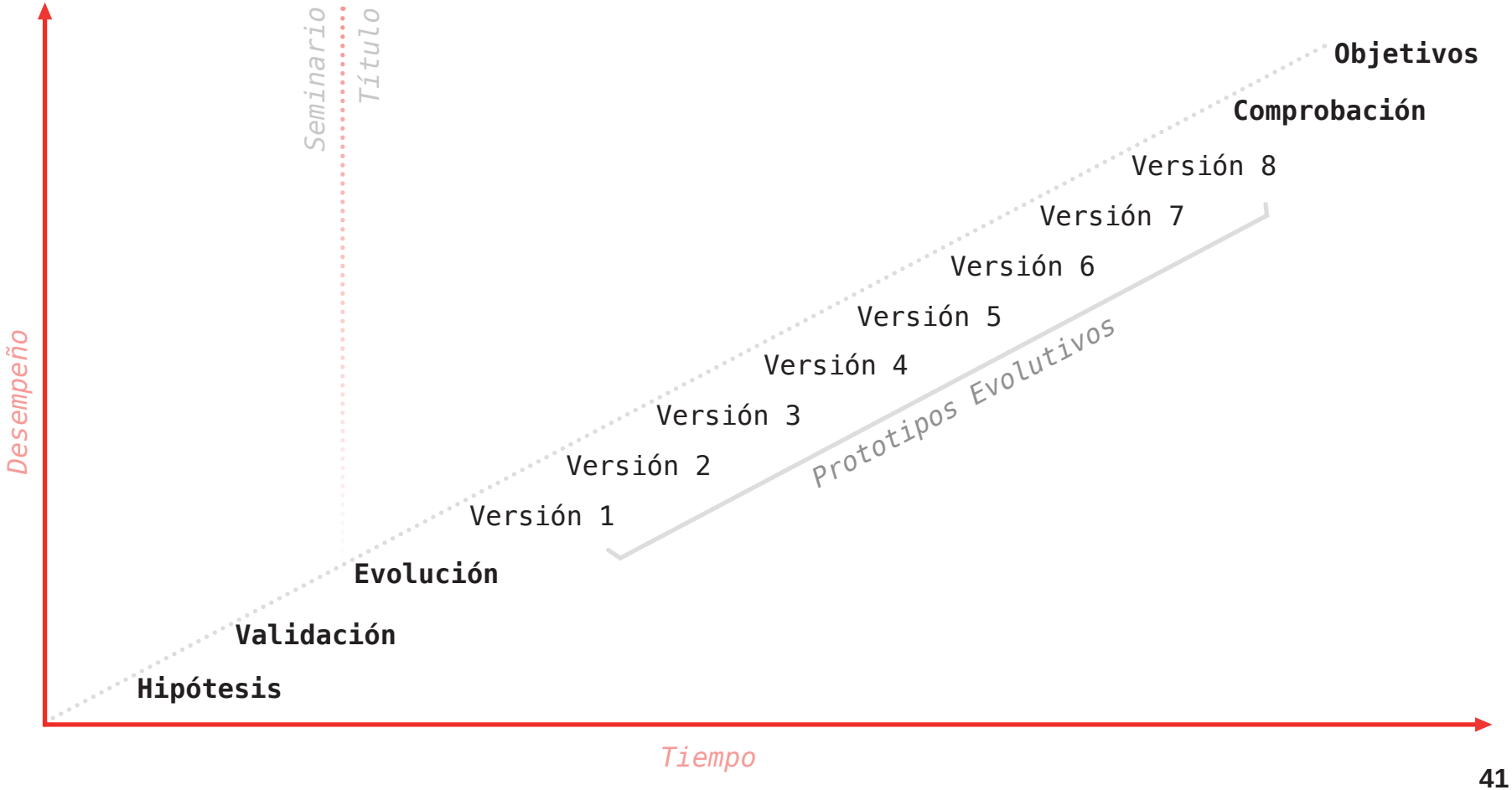
Los 3 tipos de redes según Paul Baran en 1964 (TruthCoin, 2017)

8 EL PROCESO DE DISEÑO

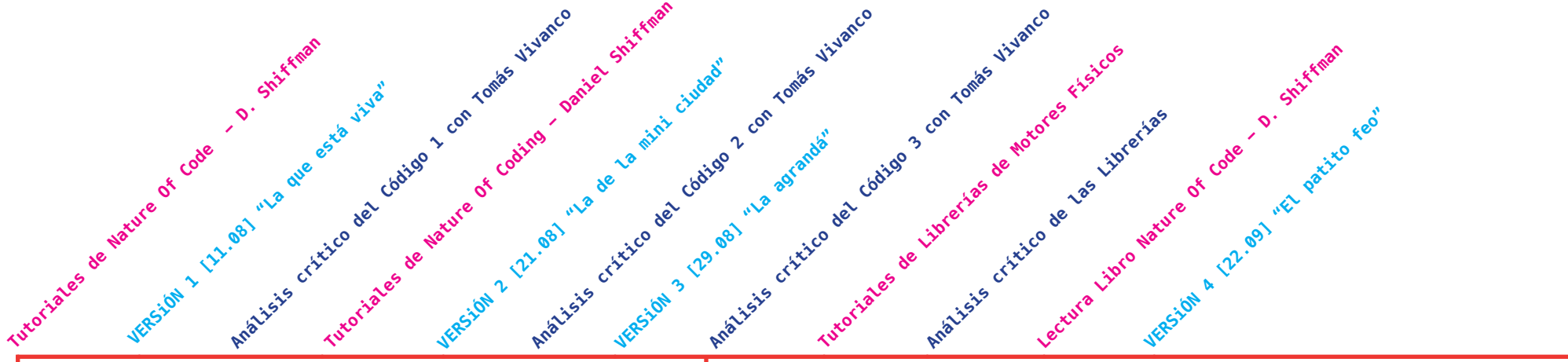
INTRODUCCIÓN GENERAL

Una vez validada la hipótesis, o bien llamada la formulación, el proceso de desarrollo del proyecto comenzó con la búsqueda y aprendizaje de un modo absolutamente nuevo de diseño: la programación.

Cada nuevo tutorial, cada libro o conversación con programadores se abrían nuevos campos de posibilidades para probar en el código del simulador. Con el tiempo este fue evolucionando y complejizándose, fallando demasiadas veces en el camino, pero finalmente llegando al desempeño deseado y lograr los objetivos del proyecto. (ver pág. 31)



LÍNEA DE TIEMPO DEL PROYECTO



Introducción en conceptos generales
Variables
Random
Condicionales
Expresiones Booleanas
While Loop
For Loop
Scope
Loop vs Draw
Nested Loops
Funciones( )
Objetos
Reusabilidad
Clases
Constructores
Clases Sobrecar.
Jerarquía
Traslape (Comunicación)
Arrays[ ]
ArrayList[ ]
Images
SVGs

+ 3 Agentes
+ 3 Reglas de comportamiento
+ Jerarquía
+ Velocidad
+ Proxémica (Distancia)

Vectores
Operaciones de Vectores
Translate
Location
Position
Velocity
Acceleration
Forces
Drag Fs
Gravitational Fs
Trigonometry Application
Coordinadas Polares
Simple Harmonic Motions
Simulación de Péndulos
Springs
Particle Systems
Inheritance (Herencia)
Polimorfismo

+ Diferenciar tamaños
+ Diferenciar velocidades
+ Diferenciar Morfología de movimientos
+ Repeler objetos
+ Modificar gráfica

+ Origen
+ Cantidad
+ Proporción
+ Manzanificar
+ Diferenciar tamaños
+ Simbología
- Destino
- Atractor
- Repulsor

BOX2D.Daniel Shiffman
World
Body
Shape
Fixture
Joints
Coordenadas
Vectores
Colisiones

TOXIC LIBS - Karsten Schmidt
Atractores
Repulsores
Redes
Clothing

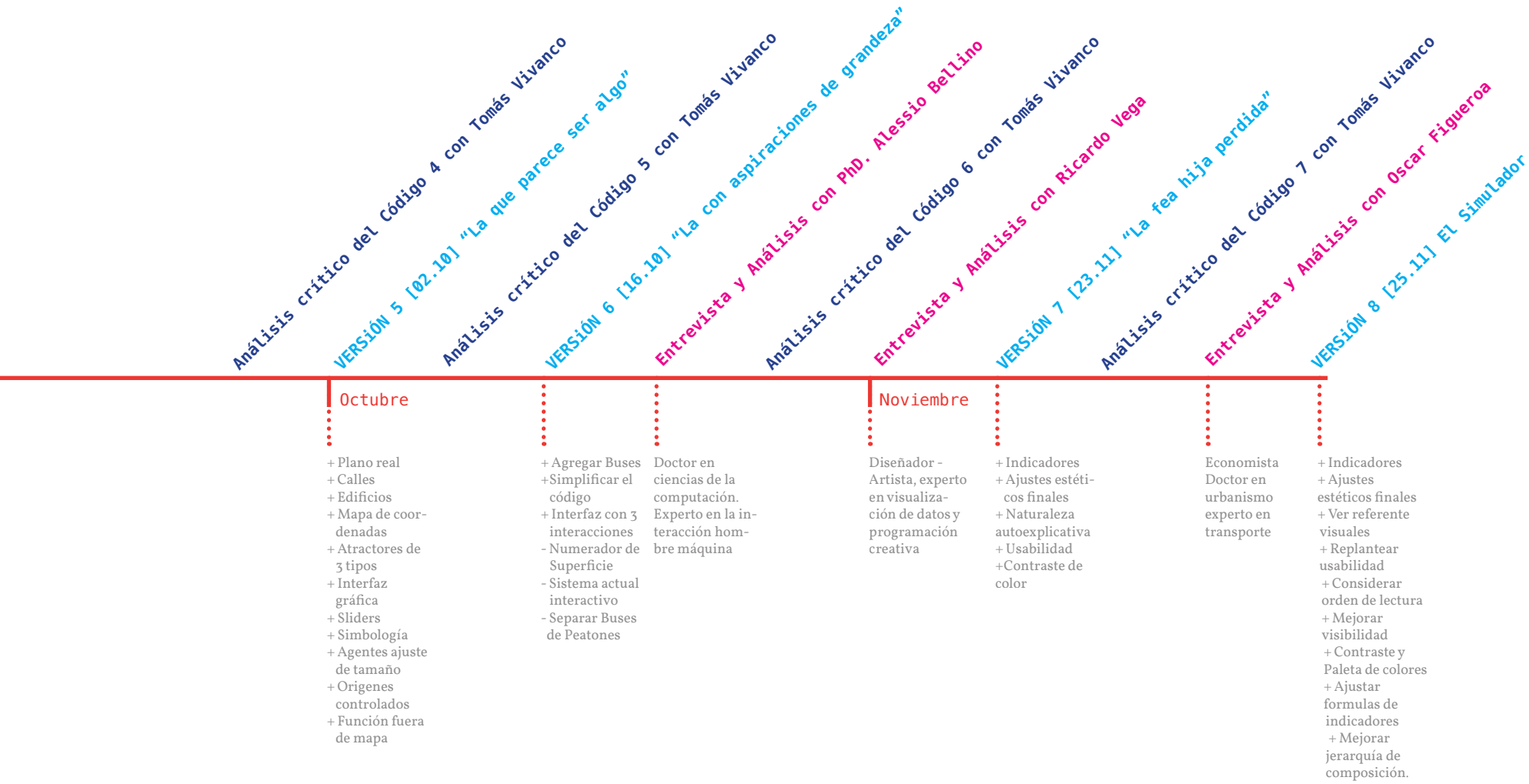
No son compatibles con las variables ya programadas (Jerarquía, Distancia, Velocidades)

Capítulo 6 AUTONOMOUS AGENTS
+ Path Attractor
+ Path Seeking
+ Path Finding

+ Escala Real
+ Atractores
+ Edificios Sólidos*
- Plano real

*Las calles atraen, y los edificios ya no repelen.

inputs externos: ■
outputs y prototipos: ■
análisis y reflexión: ■
objetivos y resumenes: ■
objetivos logrados: +
objetivos pendientes: –



8 análisis crítico proceso de diseño

3 entrevistas de validación con expertos

+20 hrs de tutoriales vistos de Daniel Shiffman sin contar repeticiones *(LAS 8 HARRY POTTER DURAN 19.5 HRS)*

8 versiones del código

+8200 líneas de código escritas solo en las versiones finales de los códigos

DESARROLLO Y DISEÑO DE LAS VERSIONES DEL SIMULADOR DESDE EL CÓDIGO

INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta en detalle el proceso de desarrollo del código del simulador en Processing, la extensión del común lenguaje llamado JavaScript.

Cada versión del simulador fue capturado tanto en apariencia, como en función del programa de simulación, para criticar y establecer como se estaban desempeñando los objetivos del proyecto. También se capturaron las líneas de código a modo de registro, comprensión y transparencia del proceso. Cada evento, situación o apariencia fue desglosada en cada versión del simulador para concluir y formular los cambios futuros de este y para observar retrospectivamente la trayectoria de cambios sufridos por el prototipo.

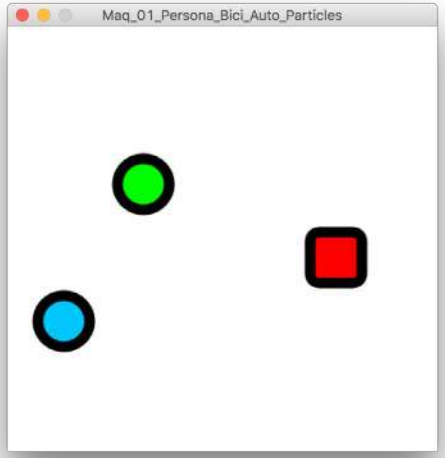
CITAS DE LOS CÓDIGOS

Para referirse a cada línea del código en bruto, al momento de describirlas, se usa una *P* para referirse a alguna pestaña en específico y seguido de *números* que corresponden a las líneas. Por ejemplo para decir que cierta línea de código está descrita desde la línea 23 hasta la 35 en la cuarta pestaña estará referenciado de esta manera: "*P4, 23-35*"

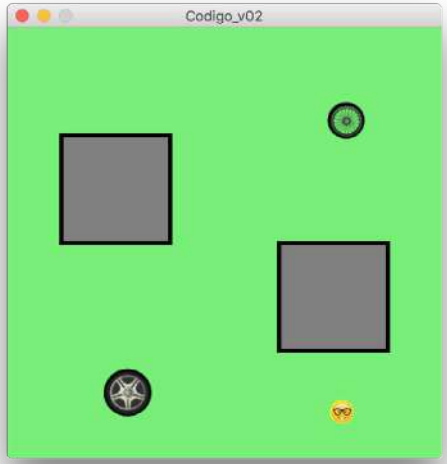
LA ÚLTIMA ITERACIÓN

En la página 139 se encuentra la versión final del proyecto (y su código) la cual incluye la mayor parte de todas las versiones anteriores, dado que fue un proceso adhitivo; cada nuevo código incluye el anterior como base a la cual se le van sumando grados de complejidad y más opciones que van acercandose más a los objetivos del proyecto.

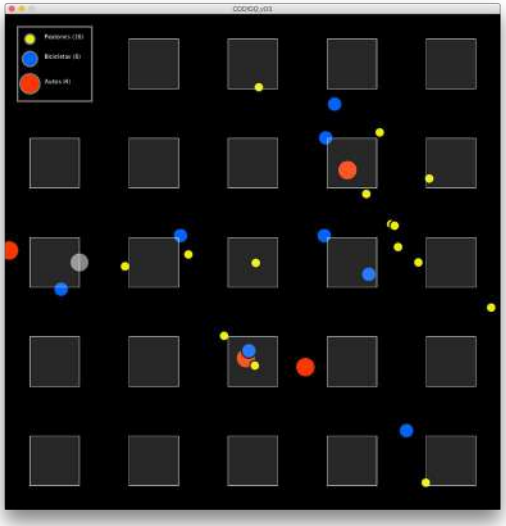
Cabe mencionar que se desarrolló el simulador sin nunca antes haber programado ni en Processing o otro lenguaje.



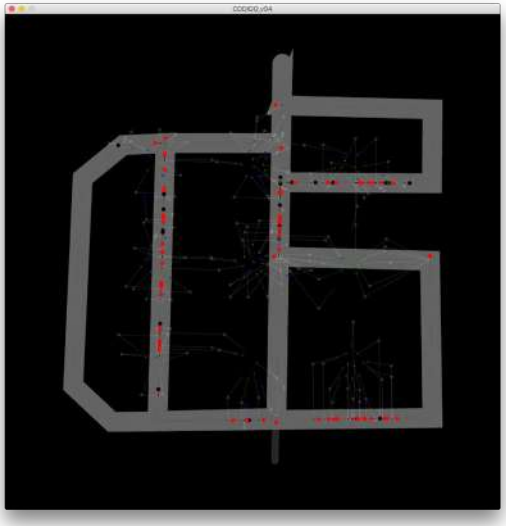
V01 “LA QUE ESTÁ VIVA”



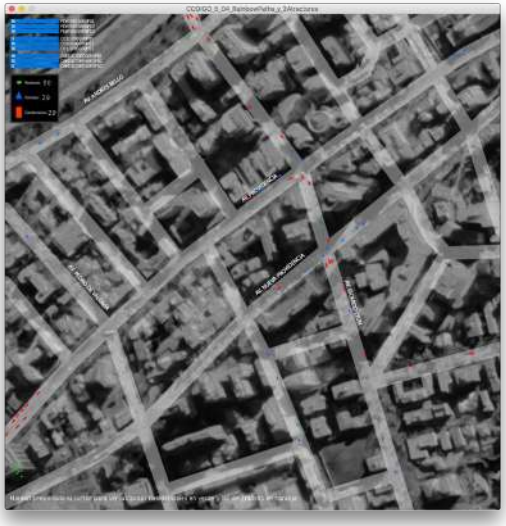
V02 “LA DE LA MINI CIUDAD”



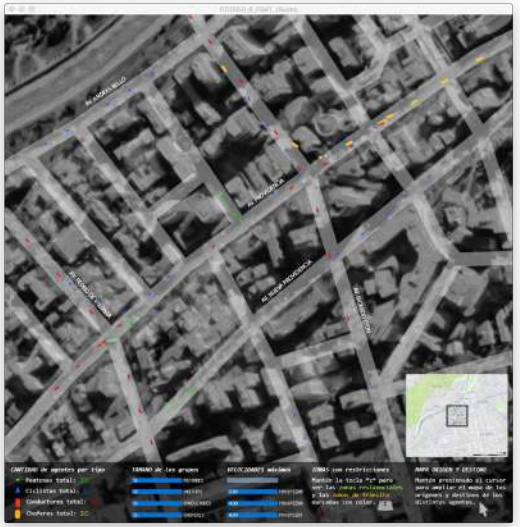
V03 “LA AGRANDÁ”



V04 “EL PATITO FEO”



V05 “LA QUE PARECE SER ALGO”

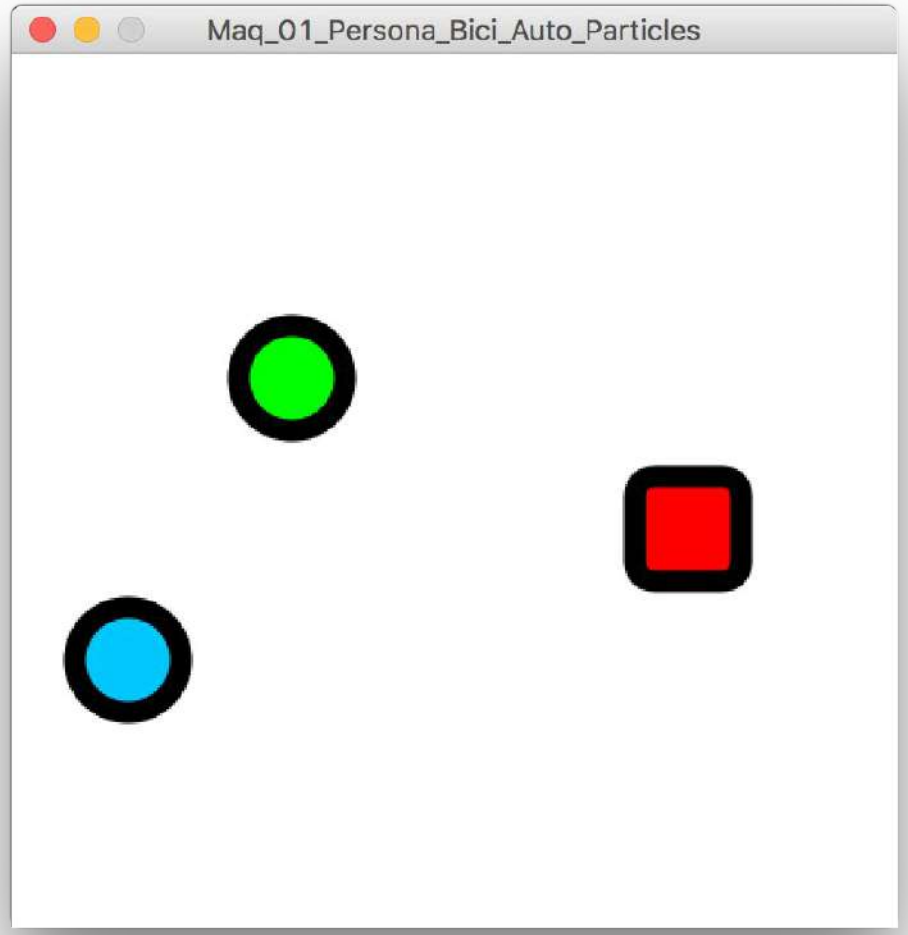


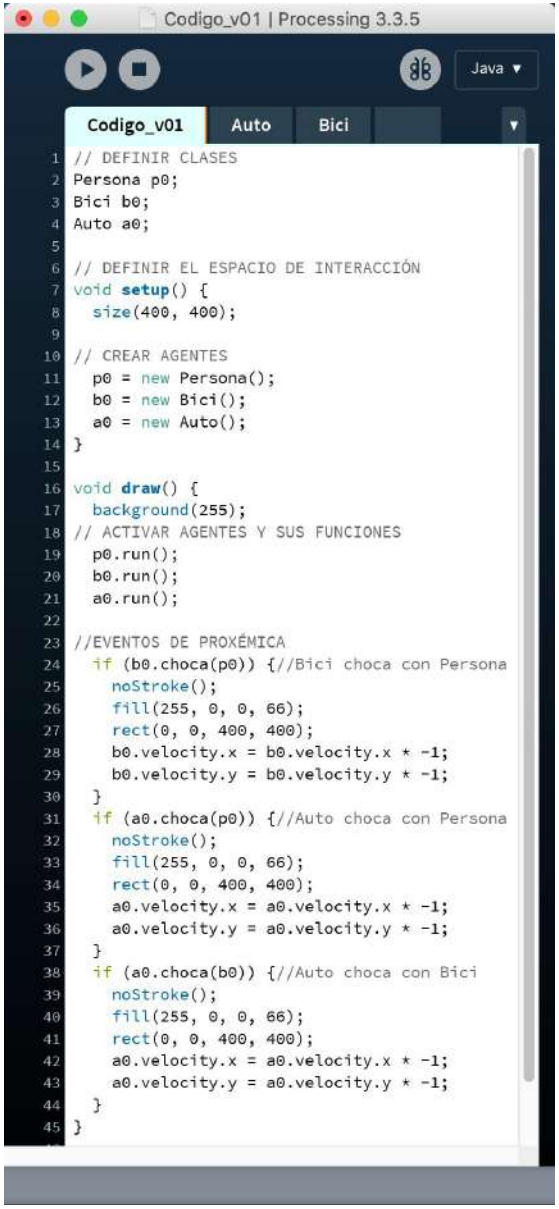
V06 “LA CON ASPIRACIONES DE GRANDEZA”

*La iteración última se encuentra en la página 139

VERSIÓN 01

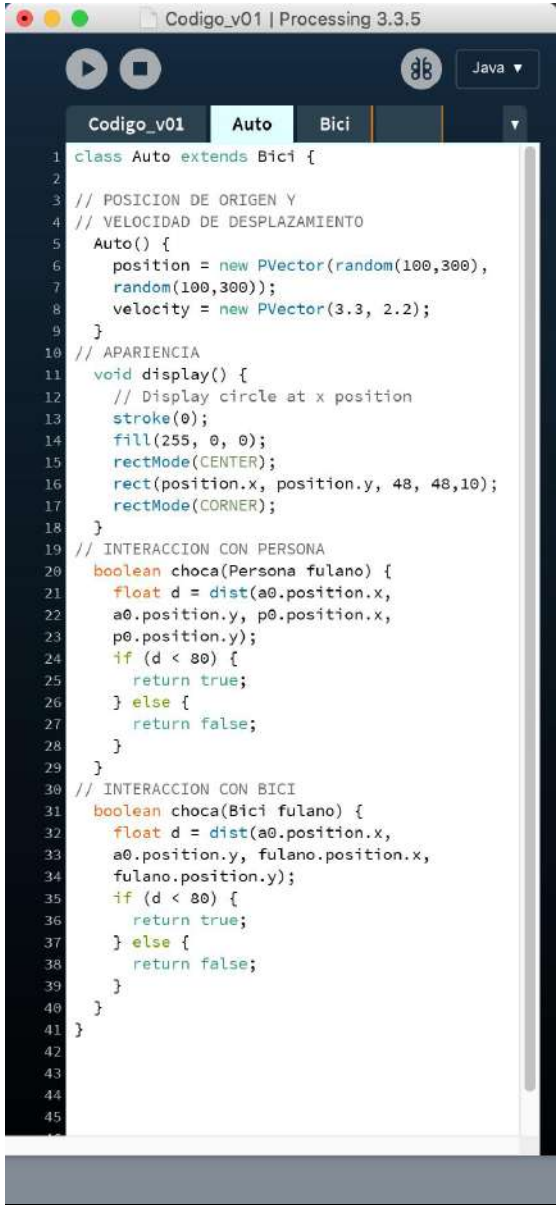
la que “¡está viva!”





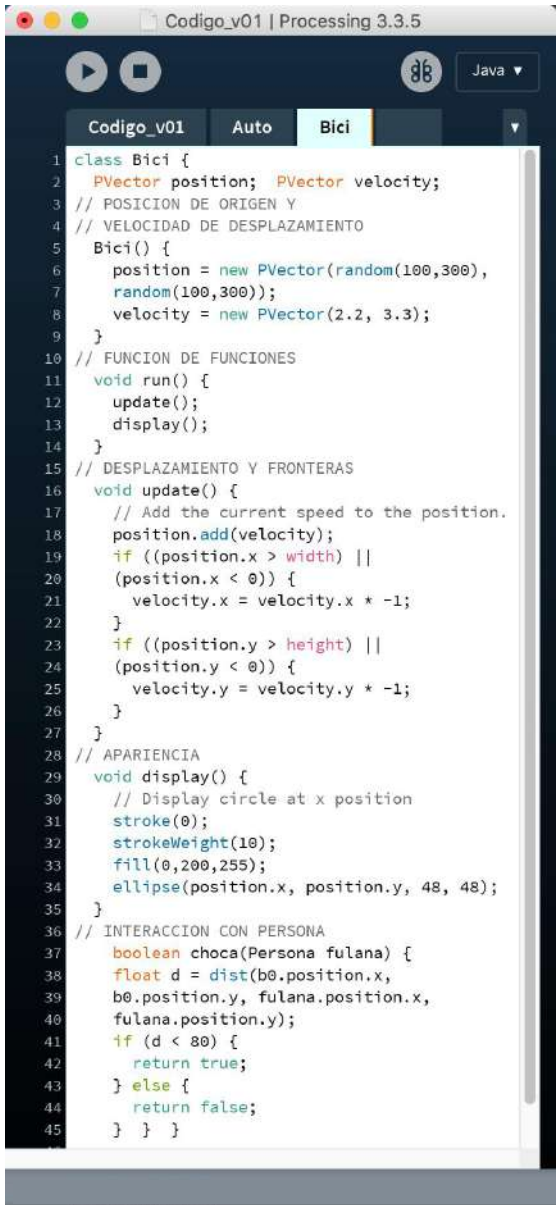

```
// DEFINIR CLASES
Persona p0;
Bici b0;
Auto a0;

// DEFINIR EL ESPACIO DE INTERACCIÓN
void setup() {
  size(400, 400);

// CREAR AGENTES
  p0 = new Persona();
  b0 = new Bici();
  a0 = new Auto();
}

void draw() {
  background(255);
// ACTIVAR AGENTES Y SUS FUNCIONES
  p0.run();
  b0.run();
  a0.run();

//EVENTOS DE PROXÉMICA
  if (b0.choca(p0)) {//Bici choca con Persona
    noStroke();
    fill(255, 0, 0, 66);
    rect(0, 0, 400, 400);
    b0.velocity.x = b0.velocity.x * -1;
    b0.velocity.y = b0.velocity.y * -1;
  }
  if (a0.choca(p0)) {//Auto choca con Persona
    noStroke();
    fill(255, 0, 0, 66);
    rect(0, 0, 400, 400);
    a0.velocity.x = a0.velocity.x * -1;
    a0.velocity.y = a0.velocity.y * -1;
  }
  if (a0.choca(b0)) {//Auto choca con Bici
    noStroke();
    fill(255, 0, 0, 66);
    rect(0, 0, 400, 400);
    a0.velocity.x = a0.velocity.x * -1;
    a0.velocity.y = a0.velocity.y * -1;
  }
}
```

Pestaña 1: Programa




```
class Auto extends Bici {

// POSICION DE ORIGEN Y
// VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO
  Auto() {
    position = new PVector(random(100,300),
    random(100,300));
    velocity = new PVector(3.3, 2.2);
  }
// APARIENCIA
  void display() {
    // Display circle at x position
    stroke(0);
    fill(255, 0, 0);
    rectMode(CENTER);
    rect(position.x, position.y, 48, 48,10);
    rectMode(CORNER);
  }
// INTERACCION CON PERSONA
  boolean choca(Persona fulano) {
    float d = dist(a0.position.x,
    a0.position.y, p0.position.x,
    p0.position.y);
    if (d < 80) {
      return true;
    } else {
      return false;
    }
  }
// INTERACCION CON BICI
  boolean choca(Bici fulano) {
    float d = dist(a0.position.x,
    a0.position.y, fulano.position.x,
    fulano.position.y);
    if (d < 80) {
      return true;
    } else {
      return false;
    }
  }
}
```

Pestaña 2: Auto



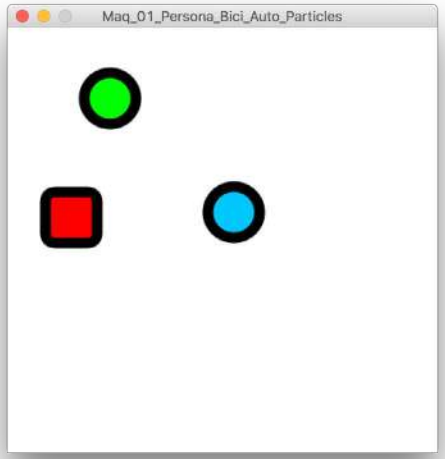

```
class Bici {
  PVector position;  PVector velocity;
// POSICION DE ORIGEN Y
// VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO
  Bici() {
    position = new PVector(random(100,300),
    random(100,300));
    velocity = new PVector(2.2, 3.3);
  }
// FUNCION DE FUNCIONES
  void run() {
    update();
    display();
  }
// DESPLAZAMIENTO Y FRONTERAS
  void update() {
    // Add the current speed to the position.
    position.add(velocity);
    if ((position.x > width) ||
    (position.x < 0)) {
      velocity.x = velocity.x * -1;
    }
    if ((position.y > height) ||
    (position.y < 0)) {
      velocity.y = velocity.y * -1;
    }
  }
// APARIENCIA
  void display() {
    // Display circle at x position
    stroke(0);
    strokeWeight(10);
    fill(0,200,255);
    ellipse(position.x, position.y, 48, 48);
  }
// INTERACCION CON PERSONA
    boolean choca(Persona fulana) {
    float d = dist(b0.position.x,
    b0.position.y, fulana.position.x,
    fulana.position.y);
    if (d < 80) {
      return true;
    } else {
      return false;
    } } }
```

Pestaña 3: Bici


```
class Persona {
  PVector position;  PVector velocity;
  PVector acceleration;  float topspeed;

// POSICION DE ORIGEN, VELOCIDAD Y LIMITE DE V
  Persona() {
    position = new PVector(width/3, height/3);
    velocity = new PVector(0, 0);
    topspeed = 3;
  }
// FUNCION DE FUNCIONES
  void run() {
    update();
    display();
    checkEdges();
  }
// DESPLAZAMIENTO, VELOCIDAD Y ACELERACION
  void update() {
    acceleration = PVector.random2D();
    acceleration.mult(random(2));
    velocity.add(acceleration);
    velocity.limit(topspeed);
    position.add(velocity);
  }
// APARIENCIA
  void display() {
    stroke(0);
    strokeWeight(10);
    fill(0,255,0);
    ellipse(position.x, position.y, 48, 48);
  }
// FRONTERAS (SIN FRONTERAS)
  void checkEdges() {
    if (position.x > width +24) {
      position.x = 0 -24;
    } else if (position.x < 0 - 24) {
      position.x = width +24;
    }
    if (position.y > height +24) {
      position.y = 0-24;
    } else if (position.y < 0 -24) {
      position.y = height+24;
    }
  }
}
```

Pestaña 4: Persona

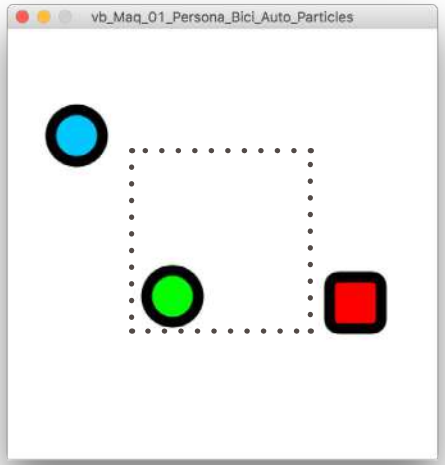
VERSIÓN 01
funcionamiento y observaciones



1. APARIENCIA

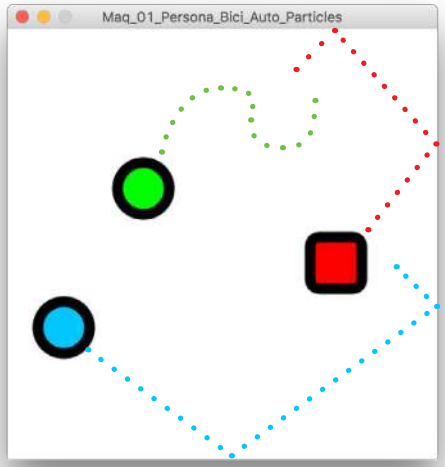
La apariencia de la “persona” está declarada en la Pestaña 4 de la línea 25 a 31. Es un círculo verde de trazo grueso negro de diámetro de 48 píxeles. La apariencia de la “bicicleta” está declarada en la Pestaña 4 de la línea 28 a 35. Es un círculo azul claro del mismo trazo y diámetro. El “auto“ está declarado en la Pestaña 2 desde la línea 10 a la 18. Es un cuadrado rojo de lado igual al diámetro de la bici.

Las figuras a pesar de ser de diferente color no suelen distinguirse tanto entre sí, y también no representan con claridad ni intuitividad el modo de trasporte respectivo pensando en los usuarios.



2. PUNTO DE ORIGEN

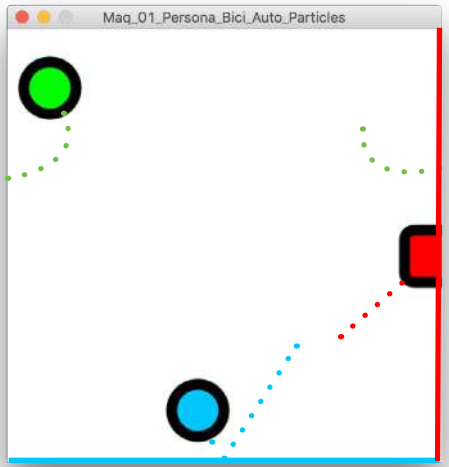
El origen de la persona está escrito en la Pestaña 4: línea 7; este indica que puede aparecer aleatóreamente dentro de los tercios de la ventana. La posición de origen de la bici y el auto está descrita en las líneas seis de la Pestaña 3 y 2 respectivamente: estás definen la aparición de manera aleatórea entre los mismo tercios que en los que aparece la persona. La aparición de cada uno de los modos de transporte podría estar marcada desde algunos puntos específicos que remitan a algún punto de acceso o salida de estos mismo, ejemplo: una puerta para las personas.



3. DESPLAZAMIENTO

El desplazamiento de las personas (Pestaña 4, líneas 17-24) está pensado para ser aleatorio de manera constante y con velocidad variable entre 0 a 2. La bicicleta (P3, L8) se mueve 2.2 píxeles en x y 5.5 en y, es decir aproximadamente 4 px en diagonal. El auto (P2, L8) igual pero con lo valores invertidos.

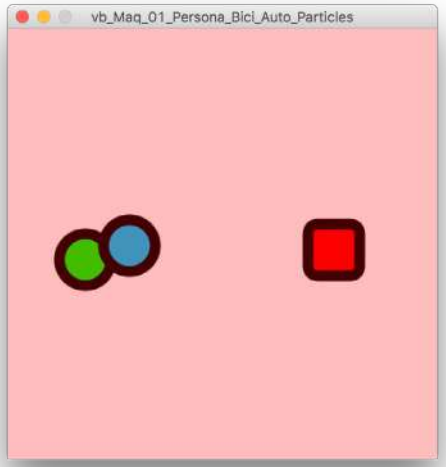
Los tipos de desplazamiento se podrían diferenciar en mayor medida para poder observar y distinguir con menor esfuerzo. Así también se podría aludir a los tipos de movimientos y velocidades más cercanos a la realidad permitiéndole a quien usa el simulador relacionar los modos digitales con los reales.



4. FRONTERAS

Las restricciones de movimiento para la persona (P4, L32-44) no existen, o bien, cada vez que está cruza un borde aparece por el otro lado a la misma velocidad. La bicicleta y el auto (P3, L15-27) comparten la misma función de las fronteras: si llegan al límite de arriba o abajo de la ventana cambian el sentido de su desplazamiento vertical, y si llegan al límite de los lados cambian su desplazamiento horizontal.

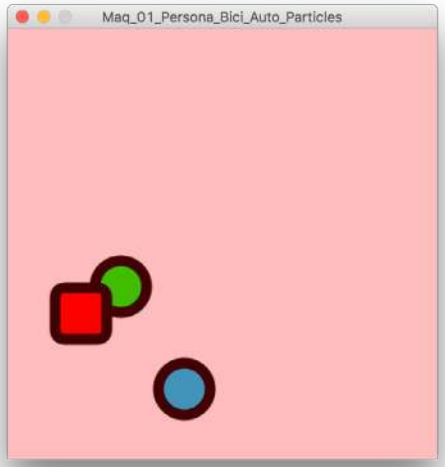
Se podrían establecer obstáculos, o bien "edificios" para poder hacer pruebas de como pueden aparecer naturalmente flujos y diferentes formas de interacción y movimiento.



5.1 PROXÉMICA

En caso de que una bicicleta entra los 80 píxeles de espacio personal (P3, L36-45) de la persona, valga la redundancia, cambia de dirección, pero no de sentido, se vuelve por donde venía. En cada caso de proxémica la pantalla se torna roja para indicar la "situación de riesgo"

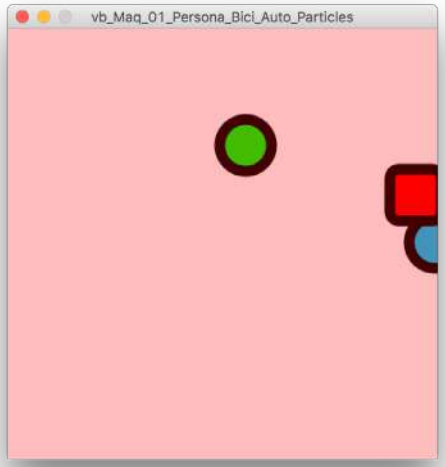
En vez de marcar con rojo cada situación donde se cruzan los rangos de espacio personal, se podría establecer un límite de interacción mayor para activar las funciones de cambio de dirección, y mantener el cambio de color en caso de haber contacto directo para diferenciar los "riesgos".



5.2 PROXÉMICA

En caso de que un auto entra los 80 píxeles de espacio personal (P2, L19-29) de la persona, cambia de dirección, pero no de sentido. Al igual que la bicicleta se devuelve por donde venía.

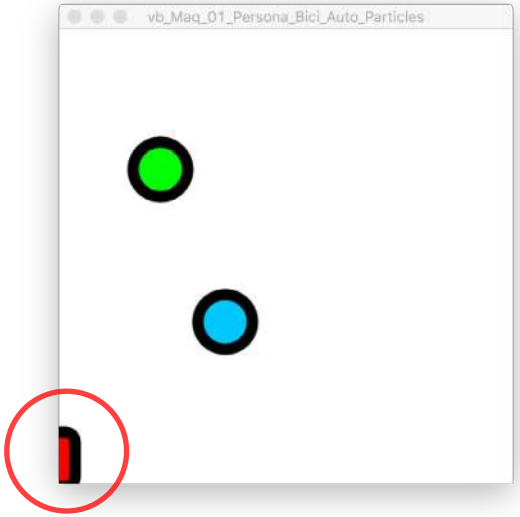
Así como la bicicleta logra mantener su distancia con las personas de manera natural, lo autos debiesen respetar de la misma intuitiva manera tal movimiento, espera y distancia. En versiones futuras sería óptimo que el usuario pudiese manipular la distancia programada entre los agentes usando el simulador.



5.3 PROXÉMICA

En caso de que un auto entra los 80 píxeles de espacio personal (P2, L19-29) de la bicicleta, cambia de dirección, pero no de sentido. Al igual que su interacción con los autos.

Casos extraños de proxémica al usuario pueden parecerle extraños, sería bueno a medida que se van mejorando las versiones del simulador poder ampliar el mapa y el espacio simulado a uno incluso real.



6. ERRORES

En casos particulares donde las personas producto de su movimiento azaroso acorralan o al auto o a la bici en las esquinas y las expulsan del límite de la ventana y estas se quedan estancadas en el limbo. Otro evento particular es cuando la persona se queda circundando alrededor y encima de los otros agentes y estos cambian de dirección de manera continua quedándose en el mismo lugar vibrando hasta que la persona “decide“ irse.

Con hacer a la persona más lenta quizás se podrían evitar aquellas expulsiones o movimientos estáticos de los otros agentes.

VERSIÓN 01
reflexión y proyección

CONCLUSIÓN GENERAL

Las figuras pudiesen distinguirse más en pos de una mejor observación a través de cambios de aspecto, u apariencia, tipo de desplazamiento y también comportamiento entre sí y con otros objetos. Es también necesario tener en consideración que estos agentes debieran responder a los diferentes motivos de por qué se trasladan en un principio, es por esto que es pertinente, quizás no obligatoriamente necesario, agregar puntos de origen definidos y controlados para estos. Para aportar en la distinción de los movimientos se podría cambiar el tipo de movimiento de la bicicleta y el auto para que parezcan más naturales y muestren un poco más de impredictibilidad; así como lo hace la persona. Es para esto que se podrían eliminar las fronteras de la ventana del programa y agregar obstáculos u otros elementos que se condigan con la realidad de la infraestructura urbana. La reacción de las clases, el rebote de los agentes, se muestra brusca y poco natural, esta se podría ajustar por medio de lo nuevas morfologías de movimientos de estos.

PRÓXIMOS PASOS

1. Se diferenciarán más la velocidades de los distintos tipos de agentes.

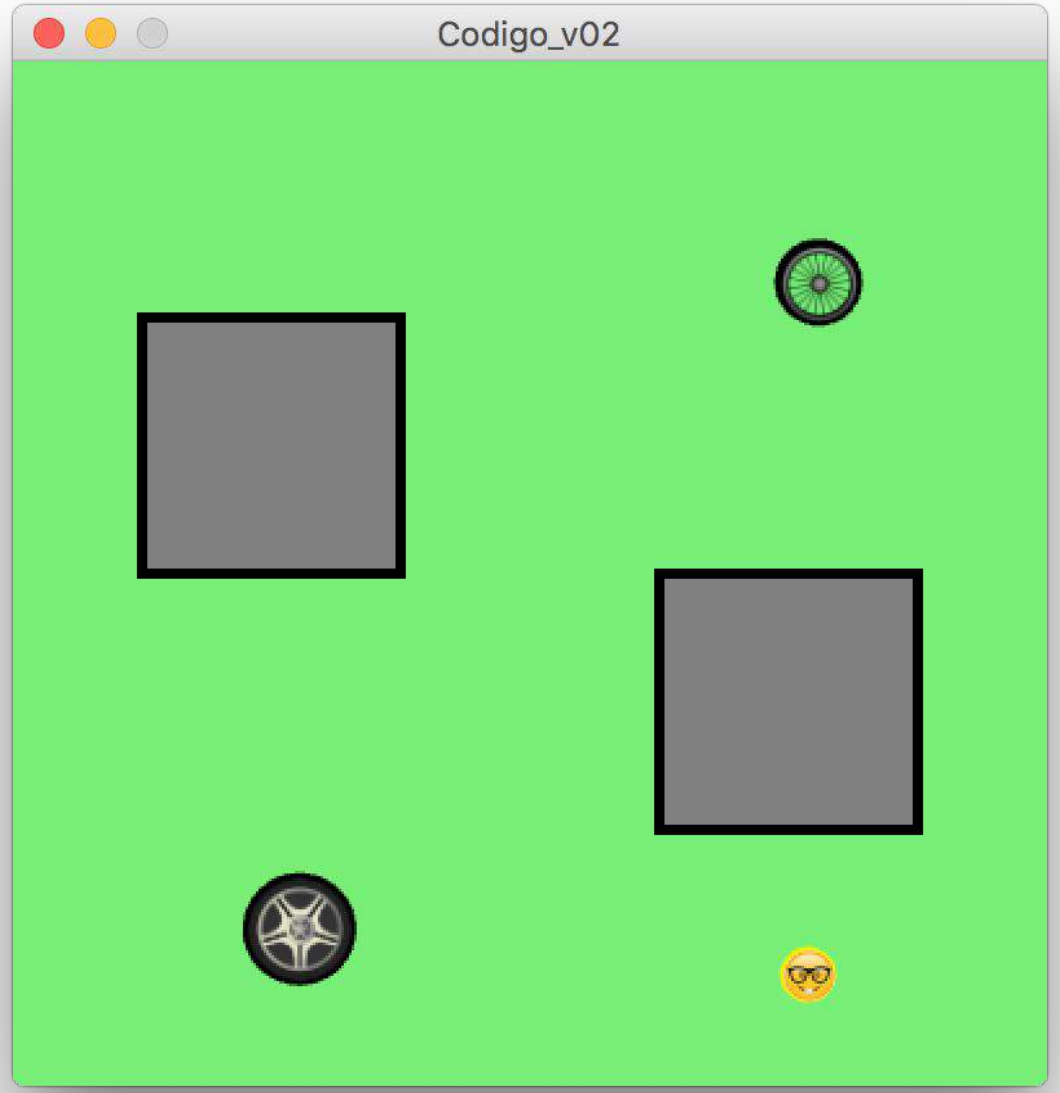
2. La morfología, el tipo de movimiento, de estos mismos se distinguirá más por medio del factor controlado del azar. Cada detalle de movimiento, y velocidad le permitirán al usuario entender de forma intuitiva los movimientos de los agentes y que son por si mismos.

3. Se incluirán objetos a modo de obstáculos para acercarse más a distintas infraestructuras y los comportamientos que estos significan. Este paso es esencial para luego ampliar el espacio de simulación a uno real, un fragmento de la ciudad real

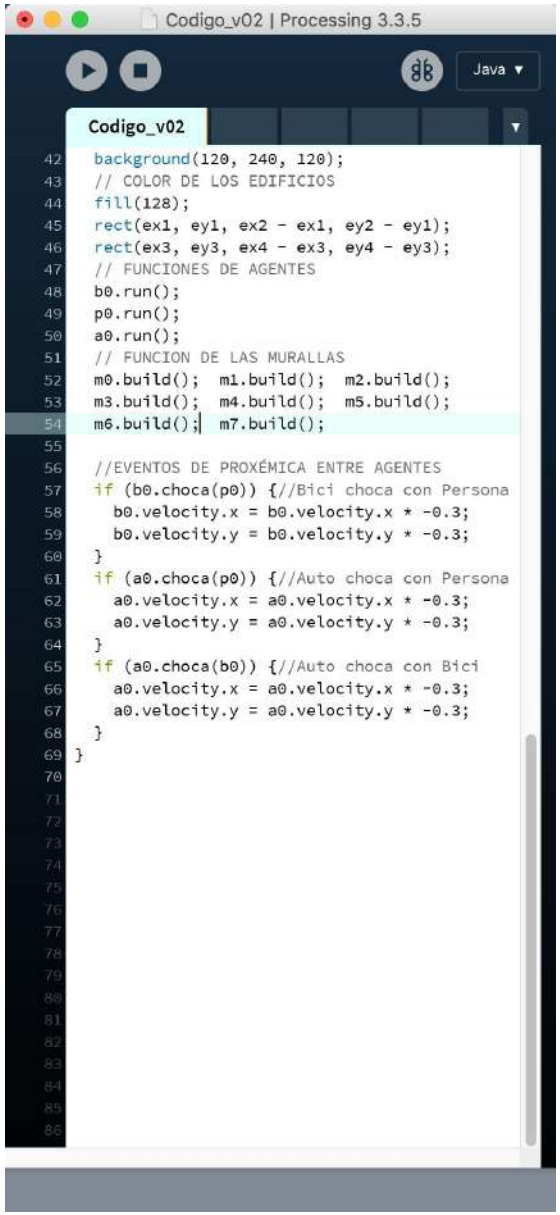
4. Modificar la gráfica; con esto se refiere a los tamaños y formas y aspectos. Por el momento el simulador solo logra comunicar la jerarquía, pero de forma anónima desde el punto de vista de los modos de transporte; los usuarios podrían confundir que agente digital responde a que tipo de modo de transporte real.

VERSIÓN 02

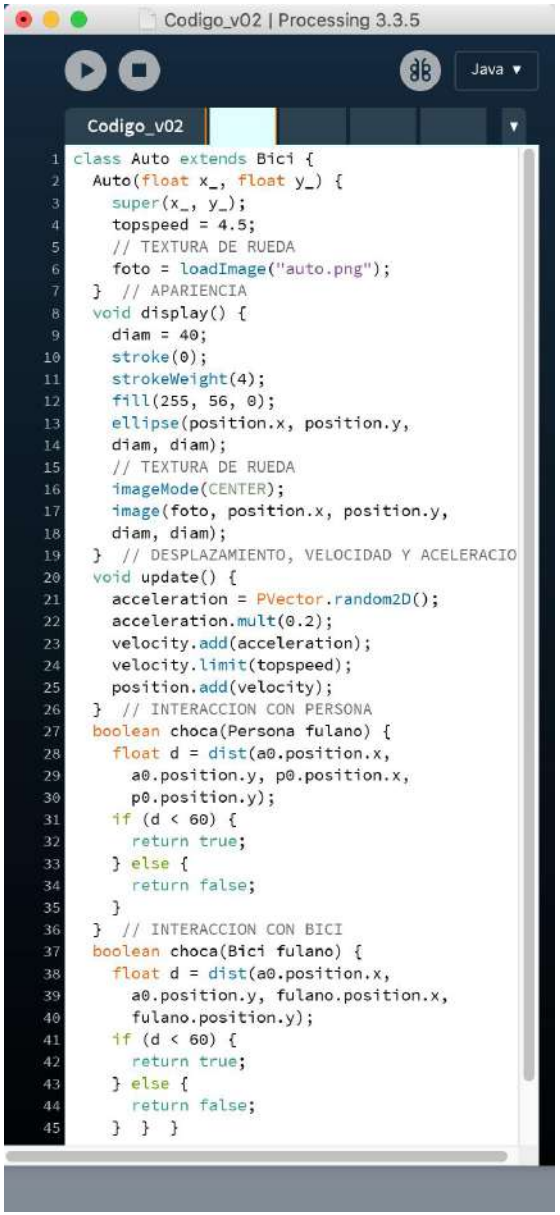
la de la mini ciudad



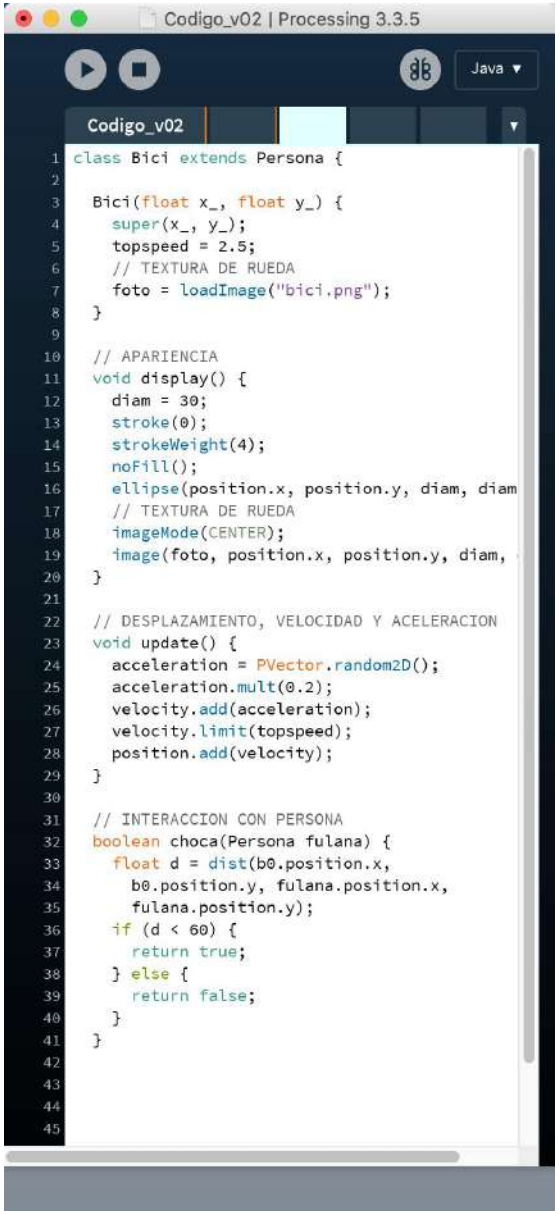
Pestaña 1: Programa 1/2



Pestaña 1: Programa 2/2

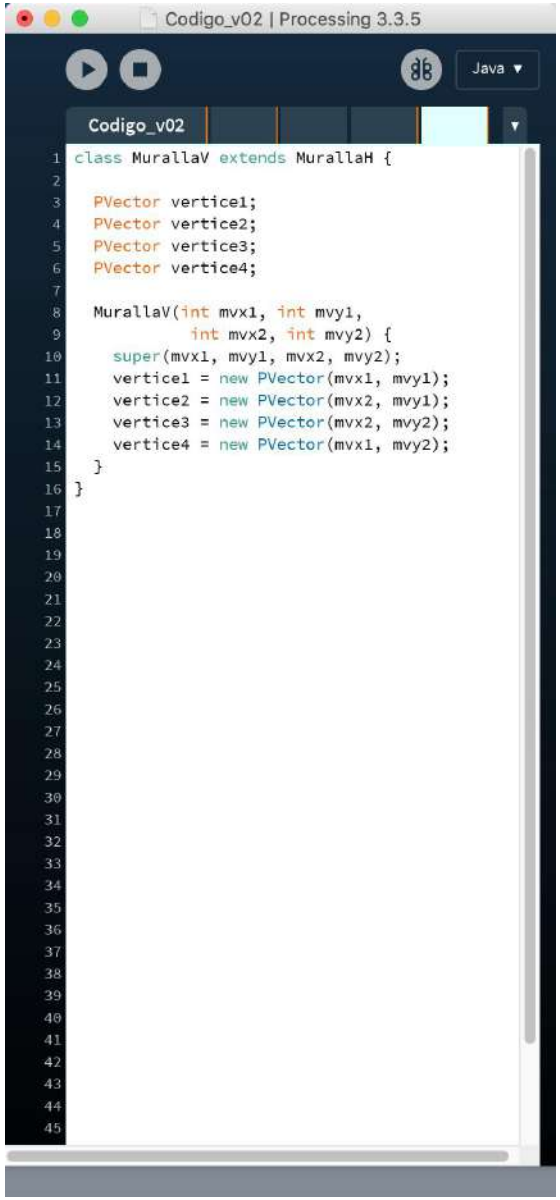


Pestaña 2: Auto



Pestaña 3: Bici

Pestaña 4: Muralla Hor.



Pestaña 5: Muralla Ver.

Codigo_v02 | Processing 3.3.5

Java ▾

Codigo_v02

```
class Persona {
  PVector position;
  PVector velocity;
  PVector acceleration;
  float topspeed;
  int diam;
  PImage foto;

  // POSICION DE ORIGEN, VELOCIDAD
  // Y LIMITE DE VELOCIDAD
  Persona(float x_, float y_) {
    float ppx = x_;
    float ppy = y_;
    position = new PVector(ppx, ppy);
    velocity = new PVector(0, 0);
    topspeed = 1.5;
    foto = loadImage("persona.png");
  }

  // FUNCION DE FUNCIONES
  void run() {
    update();
    display();
    checkEdges();
    choqueMurallas();
  }

  // DESPLAZAMIENTO, VELOCIDAD Y ACELERACION
  void update() {
    acceleration = PVector.random2D();
    acceleration.mult(random(0.07));
    velocity.add(acceleration);
    velocity.limit(topspeed);
    position.add(velocity);
  }

  // APARIENCIA
  void display() {
    diam = 20;
    stroke(240,240,0);
    strokeWeight(2);
    fill(255);
    ellipse(position.x, position.y,
            diam, diam);
    imageMode(CENTER);
```

Pestaña 6: Persona 1/3

Codigo_v02 | Processing 3.3.5

Java ▾

Codigo_v02

```
  // APARIENCIA
  void display() {
    diam = 20;
    stroke(240,240,0);
    strokeWeight(2);
    fill(255);
    ellipse(position.x, position.y,
            diam, diam);
    imageMode(CENTER);
    image(foto, position.x, position.y,
          diam, diam);
  }

  // FRONTERAS (SIN FRONTERAS)
  void checkEdges() {
    // Bordes de la ventana
    if (position.x > width + diam/2) {
      position.x = 0 - diam/2;
    } else if (position.x < 0 - diam/2) {
      position.x = width + diam/2;
    }
    if (position.y > height + diam/2) {
      position.y = 0 - diam/2;
    } else if (position.y < 0 - diam/2) {
      position.y = height + diam/2;
    }
  }

  void choqueMurallas() {
    // EDIFICIO 1 (muralla a muralla)
    // Choque murallas horizontales //
    // BOUNCE c/ SENTIDOOP = velocity.mult(-1)
    if ((position.x > m0.vertice1.x - diam/2)
    && (position.x < m0.vertice3.x + diam/2)
      && (position.y > m0.vertice1.y -diam/2)
      && (position.y < m0.vertice3.y + diam/2)
      velocity.y = velocity.y * (-1);
    }
    if ((position.x > m2.vertice1.x - diam/2)
    && (position.x < m2.vertice3.x + diam/2)
      && (position.y > m2.vertice1.y -diam/2)
      && (position.y < m2.vertice3.y + diam/2)
      velocity.y = velocity.y * (-1);
    }
    // Choque muralla vertical
```

Pestaña 6: Persona 2/3

Codigo_v02 | Processing 3.3.5

Java ▾

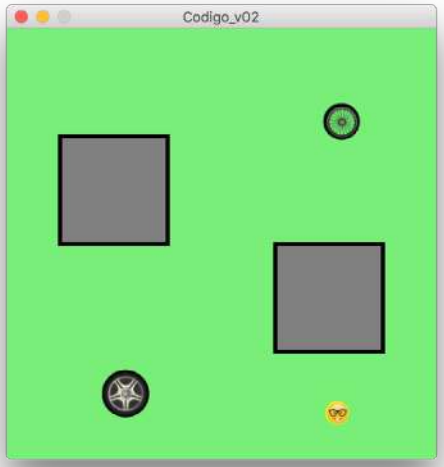
Codigo_v02

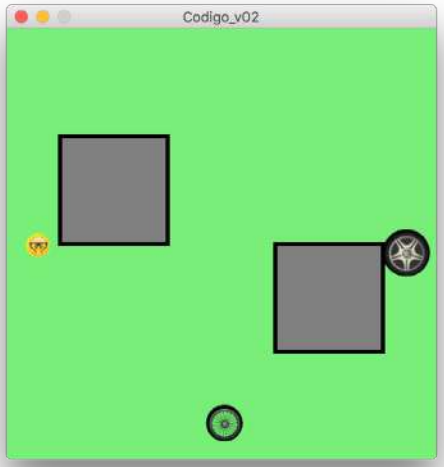
```
      velocity.y = velocity.y * (-1);
    }
    // Choque muralla vertical
    if ((position.x > m1.vertice1.x - diam/2)
    && (position.x < m1.vertice3.x + diam/2)
      && (position.y > m1.vertice1.y - diam/2)
      && (position.y < m1.vertice3.y + diam/2)
      velocity.x = velocity.x * (-1);
    }
    if ((position.x > m3.vertice1.x - diam/2)
    && (position.x < m3.vertice3.x + diam/2)
      && (position.y > m3.vertice1.y - diam/2)
      && (position.y < m3.vertice3.y + diam/2)
      velocity.x = velocity.x * (-1);
    }
    // EDIFICIO 2 (muralla a muralla)
    // Choque murallas horizontales //
    // BOUNCE c/ SENTIDOOP = velocity.mult(-1)
    if ((position.x > m4.vertice1.x - diam/2)
    && (position.x < m4.vertice3.x + diam/2)
      && (position.y > m4.vertice1.y -diam/2)
      && (position.y < m4.vertice3.y + diam/2)
      velocity.y = velocity.y * (-1);
    }
    if ((position.x > m6.vertice1.x - diam/2)
    && (position.x < m6.vertice3.x + diam/2)
      && (position.y > m6.vertice1.y -diam/2)
      && (position.y < m6.vertice3.y + diam/2)
      velocity.y = velocity.y * (-1);
    }
    // Choque muralla vertical
    if ((position.x > m5.vertice1.x - diam/2)
    && (position.x < m5.vertice3.x + diam/2)
      && (position.y > m5.vertice1.y - diam/2)
      && (position.y < m5.vertice3.y + diam/2)
      velocity.x = velocity.x * (-1);
    }
    if ((position.x > m7.vertice1.x - diam/2)
    && (position.x < m7.vertice3.x + diam/2)
      && (position.y > m7.vertice1.y - diam/2)
      && (position.y < m7.vertice3.y + diam/2)
      velocity.x = velocity.x * (-1);
    }
  }
}
```

Pestaña 6: Persona 3/3

VERSIÓN 02

funcionamiento, observaciones y conclusiones





1. APARIENCIA

Color verde del fondo del programa: P1, 42. Color grisáceo de las manzanas: P1, 43-46. El tamaño de las manzanas está definido por las coordenadas cartesianas de cada muralla en P1, 13-21.

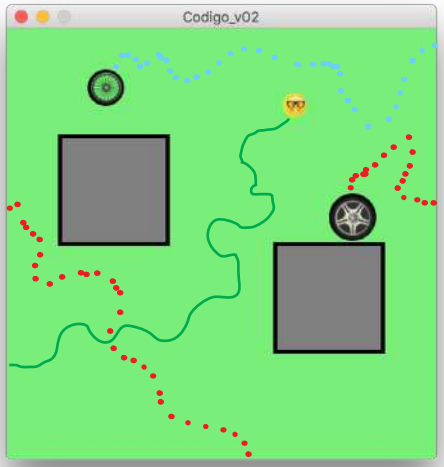
Para mejorar la distinción entre cada uno de los agentes se les incrustó a cada uno una imagen y además se los diferenció en tamaño. Aspecto de la persona: P6, 38-48. Aspecto de la bici: P3, 10-20. Aspecto del auto: P2, 8-17.

Se logra notar la diferencia de una mejor manera comparado con la versión anterior. Aun la forma es simbólica para un funcionario municipal.

2. PUNTO DE ORIGEN

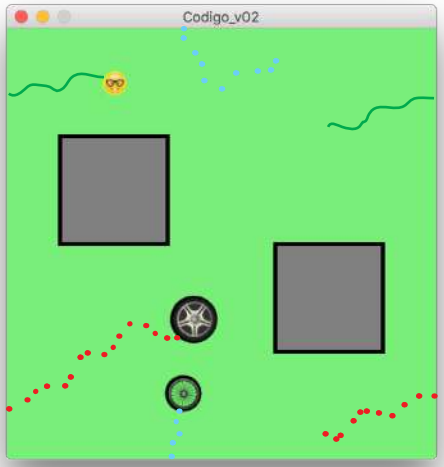
En pos de futuras versiones del programa se decidió crear punto de origen y aparición para cada uno de los tipos de agentes, anticipando posibles orígenes respecto a la ciudad, y así también destinos. Los puntos de origen de cada uno de los agentes está definido en la Pestaña 1 de la línea 25 a 28.

El control del origen podría ser de utilidad en versiones posteriores. Podría el usuario quizás seguir de donde provienen y a donde van los agentes con el fin de representar: horarios punta, puntos de interés, horarios de salidas de colegio, eventos deportivos, etc.



3. DESPLAZAMIENTO

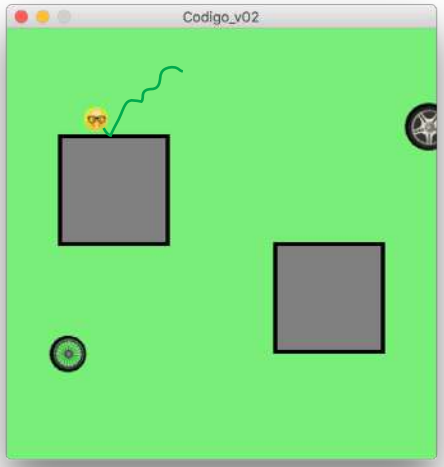
Se creó una clase para las personas (P6, 1), la cual incluye varios tipos de comportamientos comunes que heredan los otros agentes. La bici es una subclase que se extiende de la persona (P3, 1) y el auto una subclase de la bici (P2, 1), esto quiere decir que la bici hereda cualidades y funciones de la persona y el auto de la bici. En esta versión todos los agentes se mueven libremente (P6, 28-35), cambiando natural, continua y aleatóreamente de rumbo. La diferencia está en los límites de velocidad máxima de cada uno; la persona (P6, 16) es la más restringida, seguida de la bici (P3, 5) y finalmente el auto (P2, 4).



4. FRONTERAS

Así como la primera versión, las restricciones de movimiento para la persona (P6, 50-63) no existen, o bien, cada vez que está cruza un borde aparece por el otro lado a la misma velocidad, la diferencia esta vez está en que las bicicleta y el auto heredan esta función.

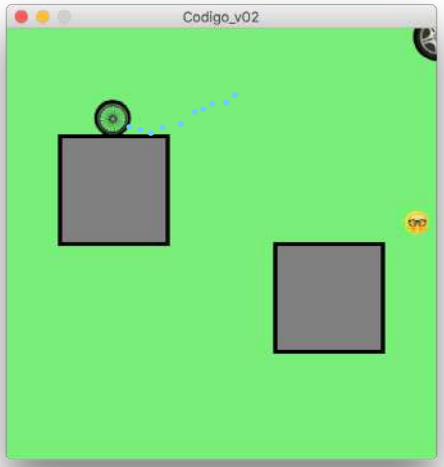
El atravesar las paredes crea da a entender que la ventana del programa es solo un fragmento de un espacio mayor. Esto es porque Processing tiene un espacio de programa infinito; y es esta una cualidad que se podría usar para referirse a un área mayor, como lo es una ciudad.



5.1 MURALLAS

En caso de que una persona se encuentra con una pared cambia de dirección en el eje en el que se aproximó (P6, 65-122); es decir, si toca alguna muralla horizontal (P4, 1-26) la persona rebota en el eje vertical, y si toca una muralla vertical en el eje horizontal. Las bicis y los autos heredan esta función de la persona.

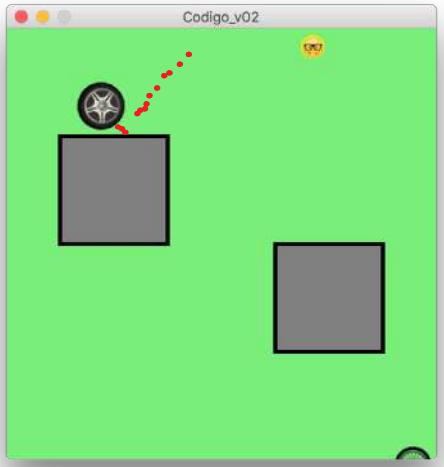
El lograr codificar la función de las murallas de manera programática dará paso a poder ingresar los mapas reales de forma vectorial y automática, acelerando el proceso técnico y la posibilidad de cambiar de locación en simulador.



5.2 MURALLAS

En la captura superior se ve como la función de los choques de murallas escritas en la clase de la persona afectan en la bicicleta, la subclase.

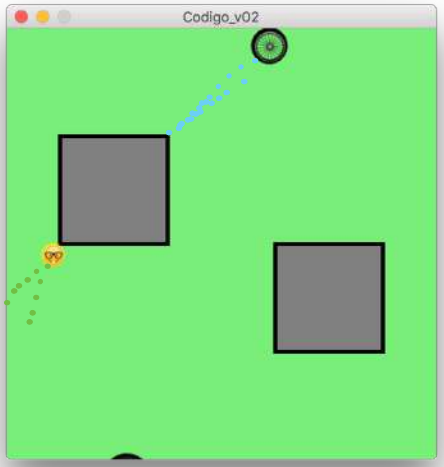
Para todos los agentes la función de las murallas podrían afectar de distintas manera, así como en la realidad, las personas pueden llegar a pasar más cerca de los murallas en comparación a las bicicletas, y los autos suelen avanzar aún más lejos que los dos. Detalles como estos pueden hacer de la experiencia del simulador algo más real y natural.



5.3 MURALLAS

Así como la bicicleta heredó la función de contacto de la persona con las murallas, el auto la heredó de la bici.

Estos conjuntos de murallas son edificios o manzanas que hacen aparecer naturalmente algunos flujos y diferentes formas de interacción y movimiento. Lograr introducirlos de una forma programática le permitiría al usuario poder recrear los flujos y movimientos reales de la ciudad según sus propias voluntades e intenciones como funcionarios de gobierno y/o planificadores urbanos.

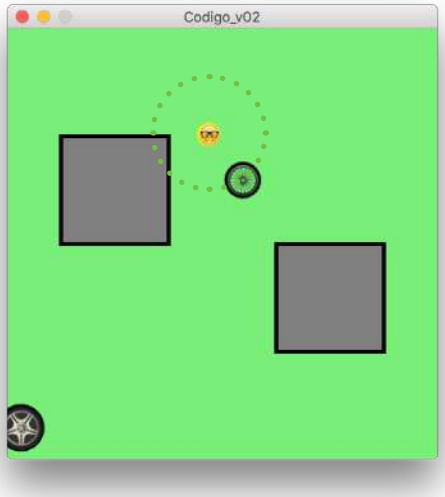


5.4 MURALLAS

En el caso de chocar contra una esquina se suman los rebotes verticales y horizontales de los agentes y resulta en una dirección revertida; rebota y se vuelve por el camino por el cual venía.

Este error de código de repulsión quizás podría evitarse al tener una calle con poder de atracción, en vez de muros con repulsión.

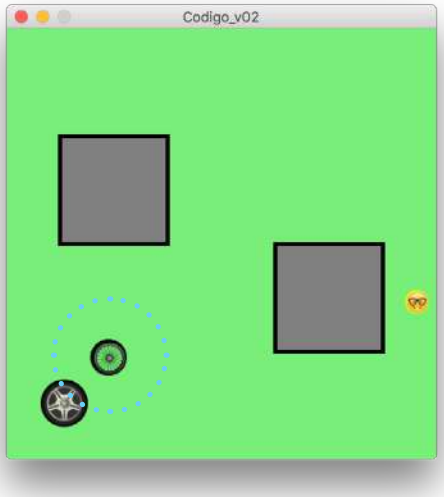
Hay que sopesar lo que se vea más natural para el usuario y lo que funcione de manera menos costosa para el computador que corre el simulador.



6.1 ENCUENTRO

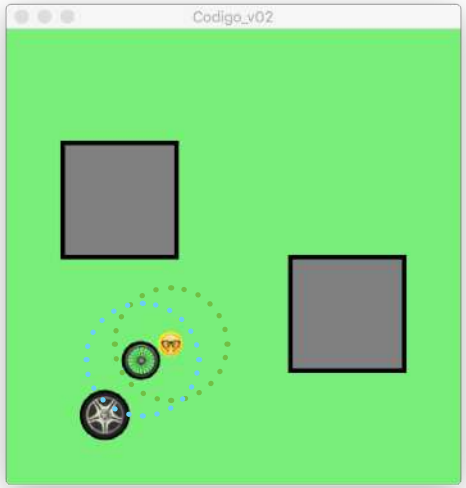
En la versión anterior las bicicletas al encontrarse con las personas 'rebotaban', en esta versión la bicicletas al entrar en los 80 píxeles de espacio personal (P3, 31-46) desaceleran y esperan que la persona siga su rumbo hasta quedar fuera del rango de riesgo.

Cómo fue mencionado anteriormente, tal distancia de encuentro podría ser un factor relevante a controlar por el usuario. Este valor variable e interactivo, permitiría marcar con mayor o menor fuerza las jerarquías revelando información crucial del ecosistema de transporte.



6.2 ENCUENTRO

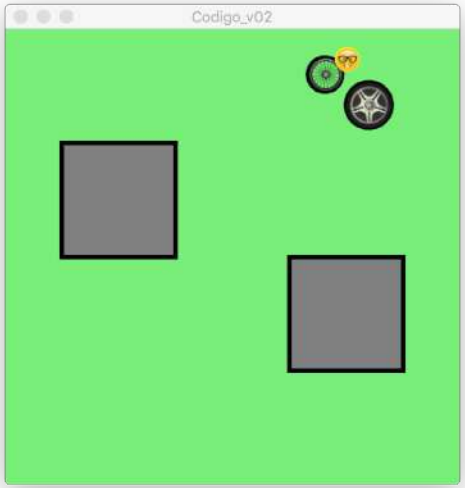
Las personas son a las bicis como las bicis a los autos; los autos al encontrarse con una bicicleta o una persona se detienen (P2, 56-68) y esperan a que estas avancen evitando así pasarlas a llevar. En el caso de arriba el auto espera que la bici se mueva para poder seguir moviéndose libremente.



6.3 ENCUENTRO

En casos donde se encuentran los tres se aplican las misma condiciones de encuentro y que si estuvieran de a par. En el caso de arriba la bicicleta espera que la persona se mueva para moverse y el auto espera que la bici se mueva para moverse. En estos casos se clarifica la jerarquía entre cada una de las clases.

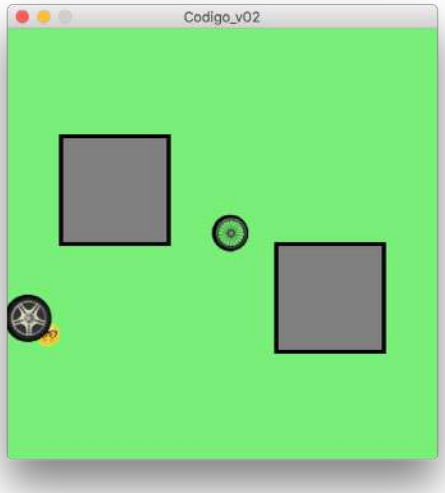
Quizás si se controlase de manera interactiva la distancia de "respeto" para cada tipo de agente se podría, a gusto del usuario, acentuar la jerarquía en pos de mejorar la sustentabilidad, la cual se debería poder medir con algún indicador.



6.4 ENCUENTRO

Las bicis no se pueden moverse si está una persona muy cerca, pero lo que si puede hacer una persona es acercarse más e incluso pasar por 'encima'.

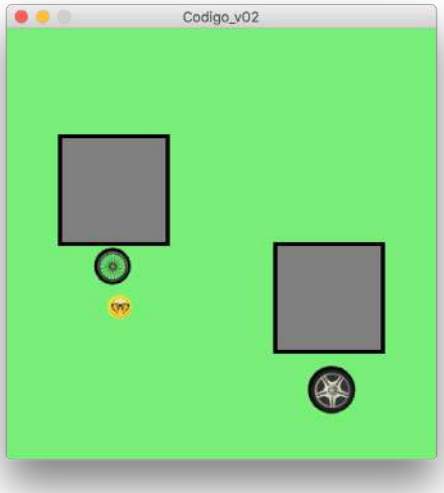
En este caso la persona imposibilita cualquier tipo de movimiento de los otros agentes por cercanía; una conducta antinatural. El usuario con un controlador debería poder elegir si al momento de violar el espacio personal de un agente de mayor rango fuese necesario detenerse, o tan solo restringir la velocidad máxima de el infractor.



6.5 ENCUENTRO

Parecida a la situación anterior el auto es en estos casos el que se queda esperando que la persona lo atraviese.

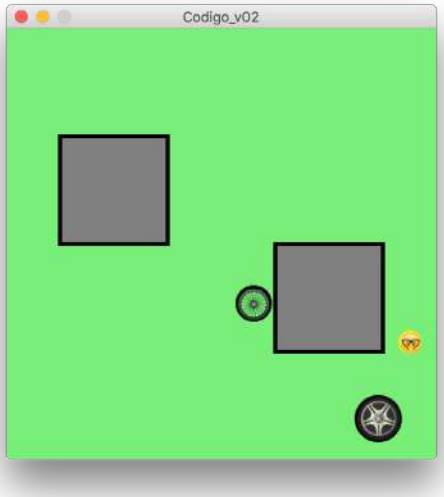
En estos casos donde los agentes se ven obligados a detenerse se ven limitados en 360° a moverse, sin importar la dirección en la que va tanto la persona como el auto. Quizás el usuario debería poder determinar el ángulo de visión de los agentes, permitiendo así que si todos se mueven en una misma dirección no se vean obligados a frenar por completo, si no que a unirse a la masa cual cardumen de peces.



7.1 MIX DE FUNCIONES

En este caso la bici queda 'chocando' de manera estática contra el muro debido a la presencia de la persona quien le quita la posibilidad de movimiento.

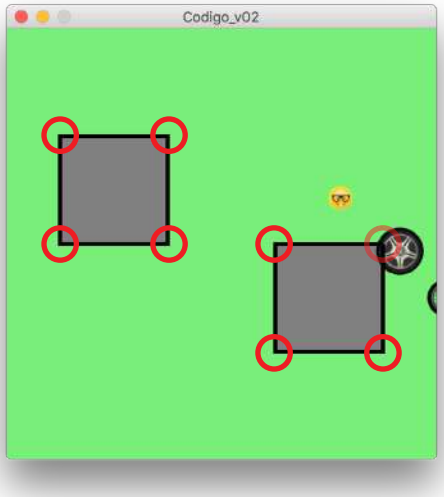
Está bien para el simulador lograr jerarquizar el sistema de tránsito y sus modos según sustentabilidad, más es un exceso detener los flujos, no es lo que se busca, ni lo que el usuario espera. Hay que encontrar el modo de mantener el flujo de usuarios sin que se vea privada la pirámide invertida de prioridad.



7.2 MIX DE FUNCIONES

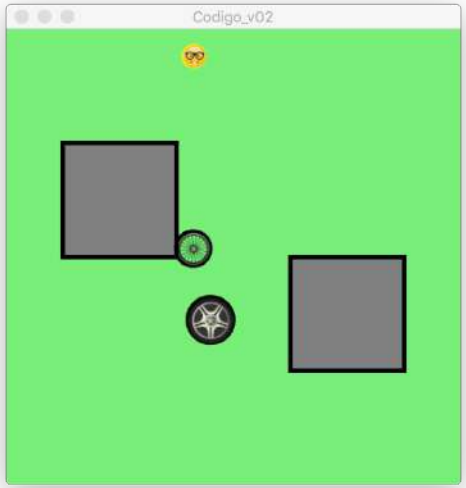
Las funciones están activas y 'corriendo' de manera simultánea, esto quiere decir que si hay un caso de encuentro no significa que el agente libre, como es el caso de arriba, no pueda estar chocando, o más ampliamente interactuando con otro elemento, como una muralla por ejemplo.

La naturaleza emergente del simulador debería poder permitirle a cada uno de los agentes actuar de manera local para determinar su siguiente movimiento. Solo de esta manera aparecerá el orden a nivel global que resulta ser más complejo comparado con la particularidad.



8.1 ERRORES

Hay 4 puntos muertos del tamaño de 1 píxel cada uno. Estos corresponden a las cuatro esquinas de las murallas. Si las personas u otro agente entra exactamente por aquellos puntos a los muros estos quedan atrapados dentro de los muros rebotando en el mismo lugar. Este error se da hasta que los agentes salen por donde entraron.



8.2 ERRORES

En el caso de arriba se aprecia una bicicleta atrapada en el muro que detuvo a un auto debido a lo mucho que se acercó.

La función de los muros parece ser compleja y si un agente no puede mantenerse fuera quizás al replicar la cantidad que son, los muros, el programa del simulador podría colapsar; es decir, posiblemente no es escalable, una propiedad clave de los sistemas emergentes.

VERSIÓN 02

reflexión y proyección
sobre simulador y
su programa de código

CONCLUSIÓN GENERAL

Las figuras pudiesen distinguirse más en pos de una mejor observación a través de cambios de aspecto, u apariencia, tipo de desplazamiento y también comportamiento entre sí y con otros objetos. Es también necesario tener en consideración que estos agentes debieran responder a los diferentes motivos de por qué se trasladan en un principio, es por esto que es pertinente, quizás no obligatoriamente necesario, agregar puntos de origen definidos y controlados para estos. Para aportar en la distinción de los movimientos se podría cambiar el tipo de movimiento de la bicicleta y el auto para que parezcan más naturales y muestren un poco más de impredictibilidad; así como lo hace la persona. Es para esto que se podrían eliminar las fronteras de la ventana del programa y agregar obstáculos u otros elementos que se condigan con la realidad de la infraestructura urbana. La reacción de las clases, el rebote de los agentes, se muestra brusca y poco natural, esta se podría ajustar por medio de lo nuevas morfologías de movimientos de estos.

PRÓXIMOS PASOS

1. Se diferenciarán más la velocidades de los distintos tipos de agentes para mejorar la distinción entre ellos para el usuario.

2. La morfología, el tipo de movimiento, de estos mismos se distinguirá más por medio del factor controlado del azar. Este factor puede ser controlado manualmente de manera interactiva en alguna futura versión.

3. Se incluirán objetos a modo de obstáculos para acercarse más a distintas infraestructuras y los comportamientos que estos significan; un paso esencial pensando en que en versiones venideras se usará un mapa real de la ciudad.

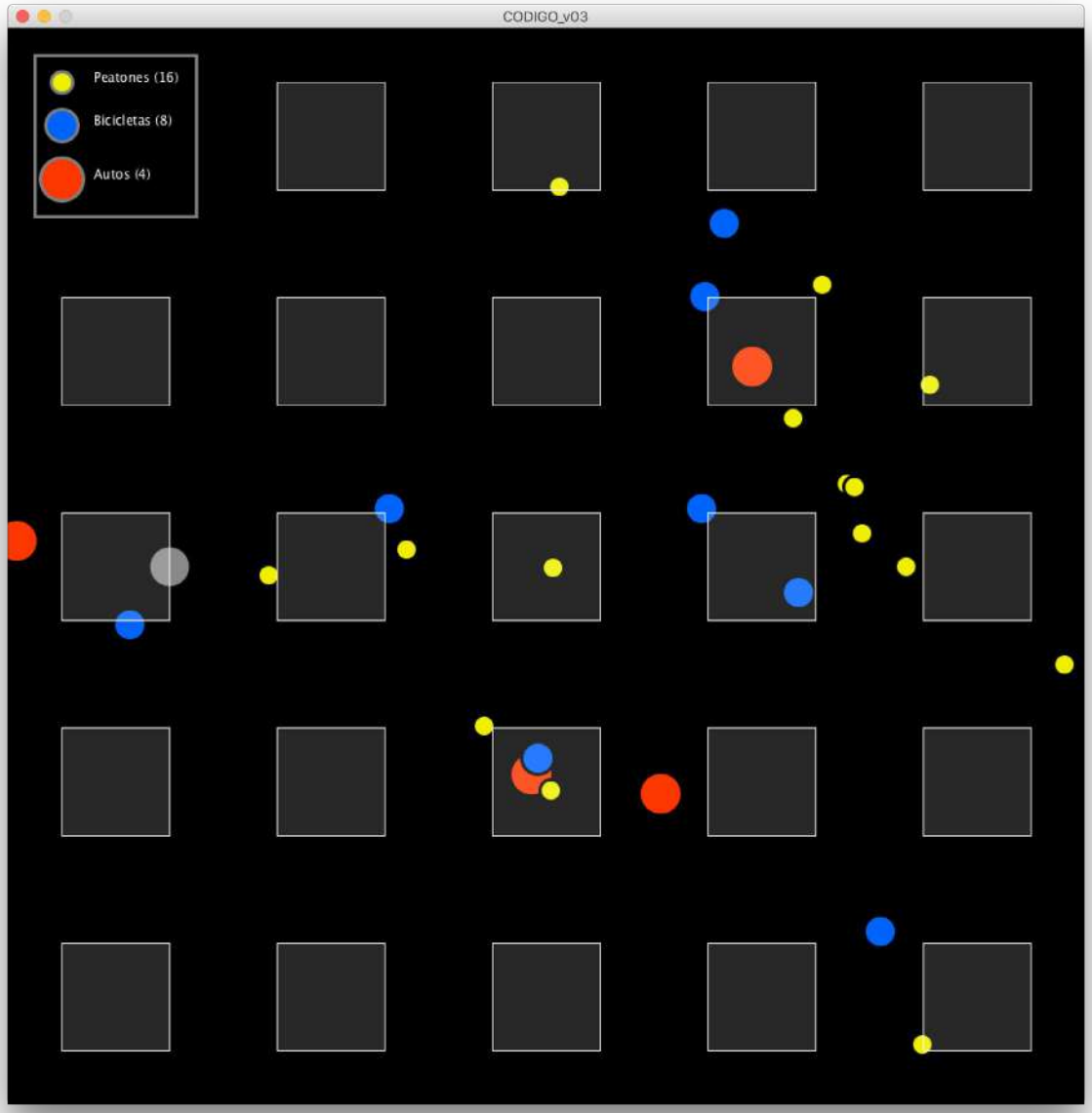
4. Modificar la gráfica; con esto se refiere a los tamaños y formas y aspectos. Puede ser más bello y autoexplicativo por medio de mejoras de composición

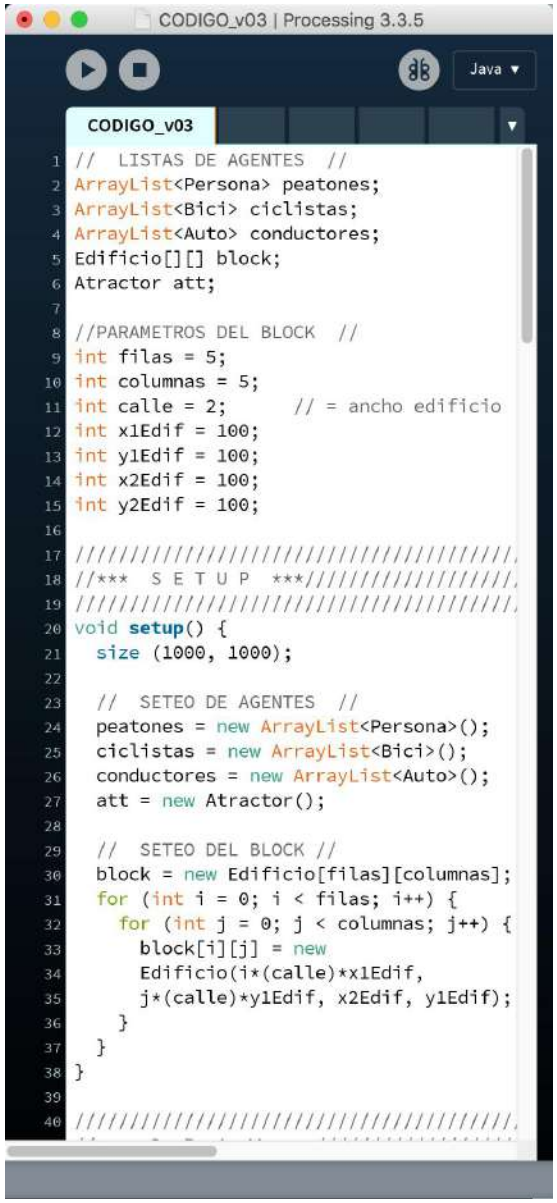
5. Agregar puntos de origen y de destino para recrear flujos urbanos reales.

6. Evitar que agentes crucen entre ellos. En caso de encuentros limitar las velocidades máximas ,en vez de frenar, de los agentes de forma interactiva.

VERSIÓN 03

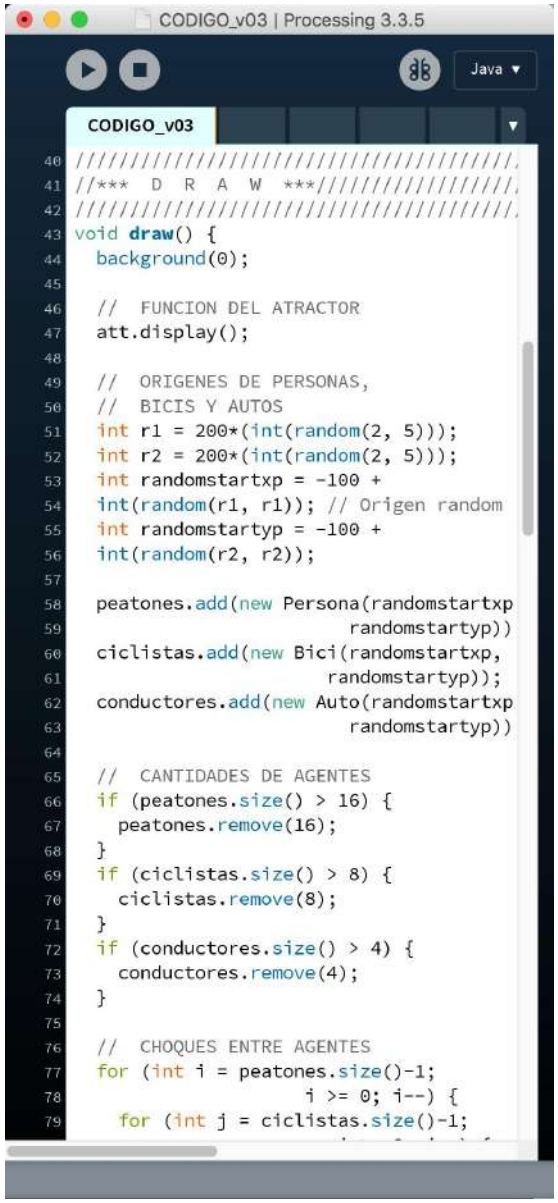
la agrandá'






```
//  LISTAS DE AGENTES  //
ArrayList<Persona> peatones;
ArrayList<Bici> ciclistas;
ArrayList<Auto> conductores;
Edificio[][] block;
Atractor att;

//PARAMETROS DEL BLOCK  //
int filas = 5;
int columnas = 5;
int calle = 2;       // = ancho edificio
int x1Edif = 100;
int y1Edif = 100;
int x2Edif = 100;
int y2Edif = 100;

////////////////////////////////////////
//***  S E T U P  ***////////////////////
////////////////////////////////////////
void setup() {
  size (1000, 1000);

  //  SETEO DE AGENTES  //
  peatones = new ArrayList<Persona>();
  ciclistas = new ArrayList<Bici>();
  conductores = new ArrayList<Auto>();
  att = new Atractor();

  //  SETEO DEL BLOCK //
  block = new Edificio[filas][columnas];
  for (int i = 0; i < filas; i++) {
    for (int j = 0; j < columnas; j++) {
      block[i][j] = new
      Edificio(i*(calle)*x1Edif,
      j*(calle)*y1Edif, x2Edif, y1Edif);
    }
  }
}

////////////////////////////////////////
```

Pestaña 1: Programa 1/6

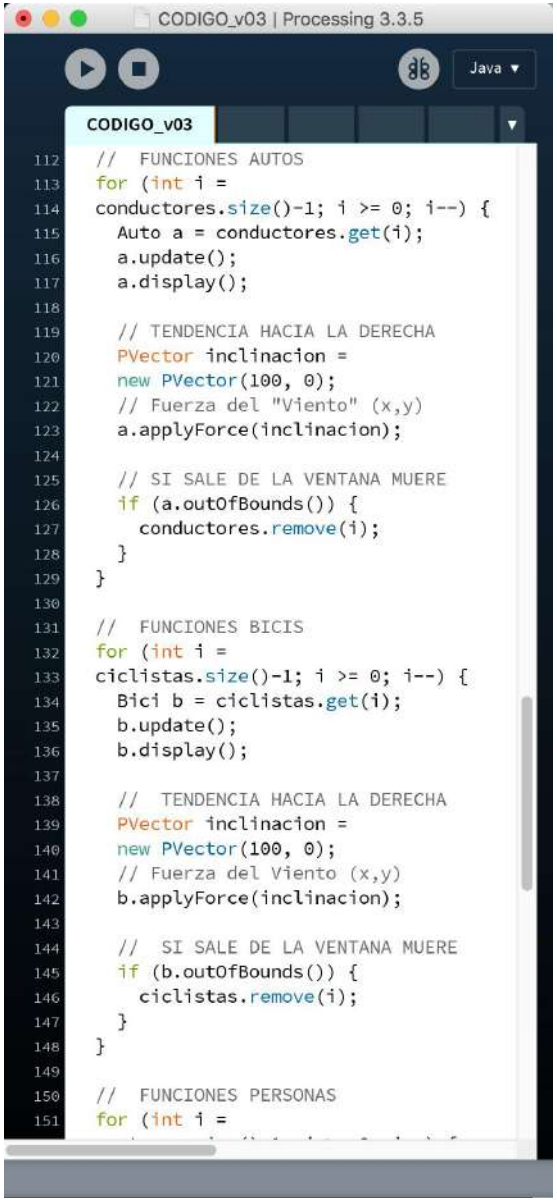



```
////////////////////////////////////////
//***  D  R  A  W  ***////////////////////
////////////////////////////////////////
void draw() {
  background(0);

  //  FUNCION DEL ATRACTOR
  att.display();

  //  ORIGENES DE PERSONAS,
  //  BICIS Y AUTOS
  int r1 = 200*(int(random(2, 5)));
  int r2 = 200*(int(random(2, 5)));
  int randomstartxp = -100 +
  int(random(r1, r1)); // Origen random
  int randomstartyp = -100 +
  int(random(r2, r2));

  peatones.add(new Persona(randomstartxp
                           randomstartyp))
  ciclistas.add(new Bici(randomstartxp,
                         randomstartyp));
  conductores.add(new Auto(randomstartxp
                           randomstartyp))

  //  CANTIDADES DE AGENTES
  if (peatones.size() > 16) {
    peatones.remove(16);
  }
  if (ciclistas.size() > 8) {
    ciclistas.remove(8);
  }
  if (conductores.size() > 4) {
    conductores.remove(4);
  }

  //  CHOQUES ENTRE AGENTES
  for (int i = peatones.size()-1;
                      i >= 0; i--) {
    for (int j = ciclistas.size()-1;
```

Pestaña 1: Programa 2/6


```
  for (int i = peatones.size()-1;
                      i >= 0; i--) {
    for (int j = ciclistas.size()-1;
                        j >= 0; j--) {
      for (int k = conductores.size()-1;
                          k >= 0; k--)
        Persona p = peatones.get(i);
        Bici b = ciclistas.get(j);
        Auto a = conductores.get(k);

  // (BICI)
  if (b.choca(p)) {    //Bici vs Peaton
  b.velocity.x =
  constrain(b.velocity.x, -0.2, 0.2);
  b.velocity.y =
  constrain(b.velocity.y, -0.2, 0.2);
       }

  // (AUTO)
  if (a.choca(p)) {    //Auto vs Peaton
  a.velocity.x =
  constrain(a.velocity.x, -0.2, 0.2);
  a.velocity.y =
  constrain(a.velocity.y, -0.2, 0.2);
  }
  if (a.choca(b)) {    //Auto vs Bici
  a.velocity.x =
  constrain(a.velocity.x, -0.2, 0.2);
  a.velocity.y =
  constrain(a.velocity.y, -0.2, 0.2);
       }
     }
   }
  }

  //  FUNCIONES AUTOS
  for (int i =
  conductores.size()-1; i >= 0; i--) {
    Auto a = conductores.get(i);
    a.update();
```

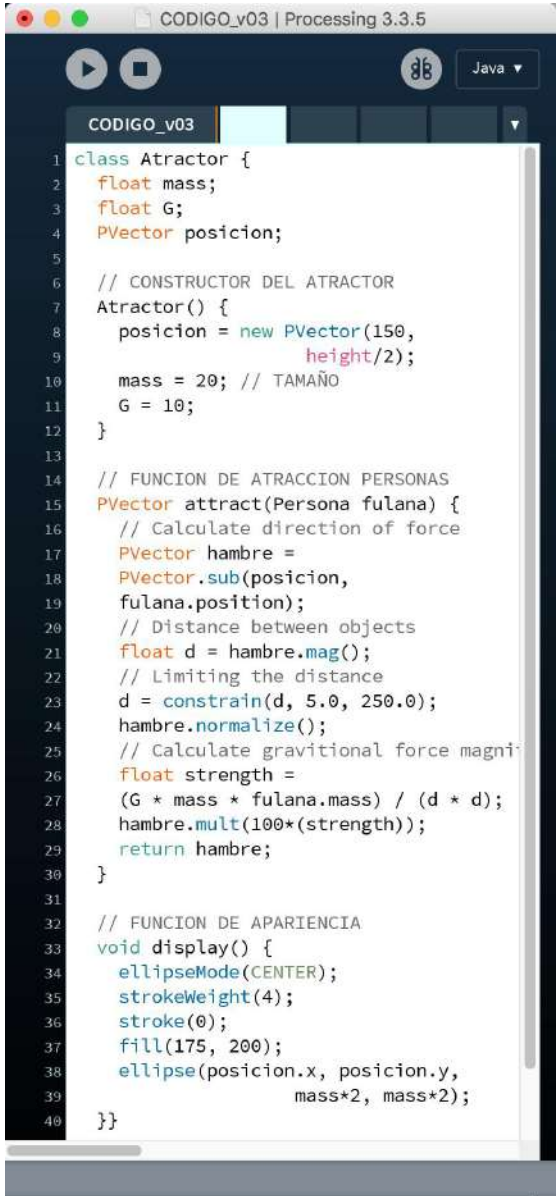
Pestaña 1: Programa 3/6



Pestaña 1: Programa 4/6

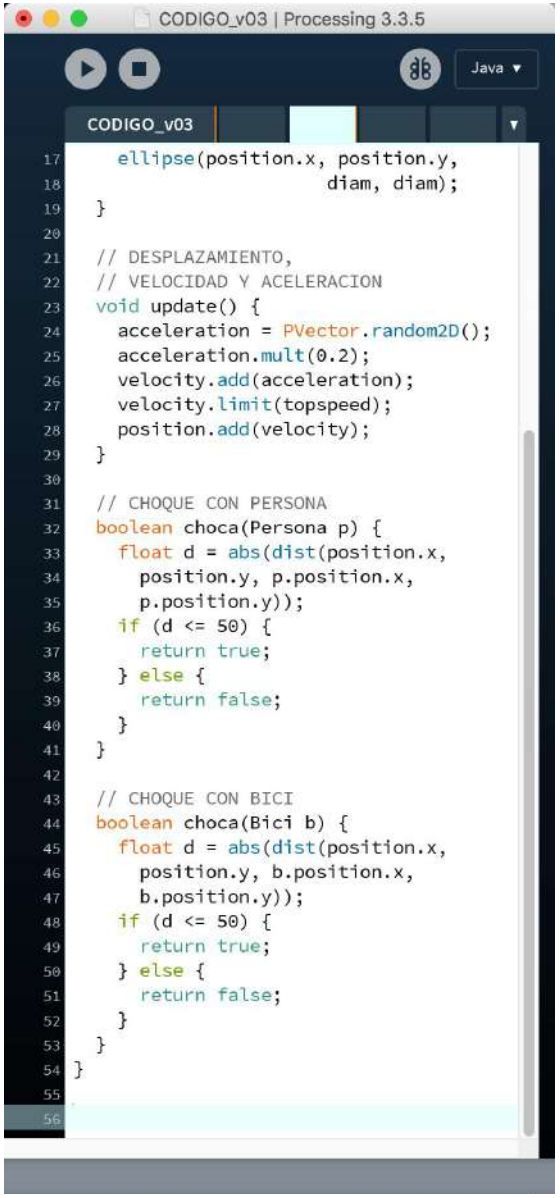
Pestaña 1: Programa 5/6

Pestaña 1: Programa 6/6



Pestaña 2: Atractor

Pestaña 3: Auto 1/2

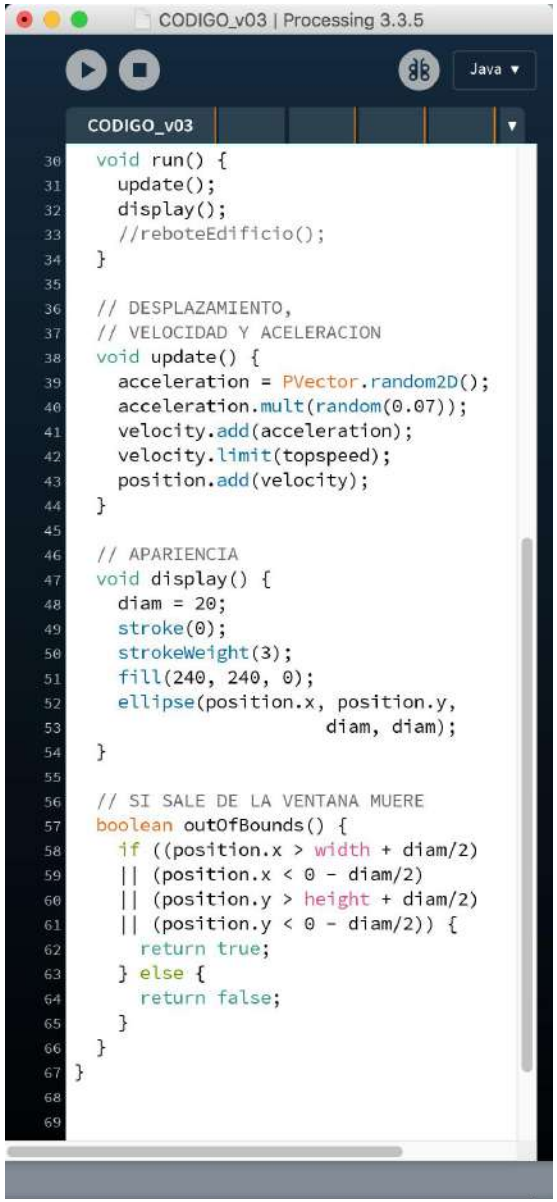


Pestaña 3: Auto 2/2

Pestaña 4: Bici

Pestaña 5: Edificio

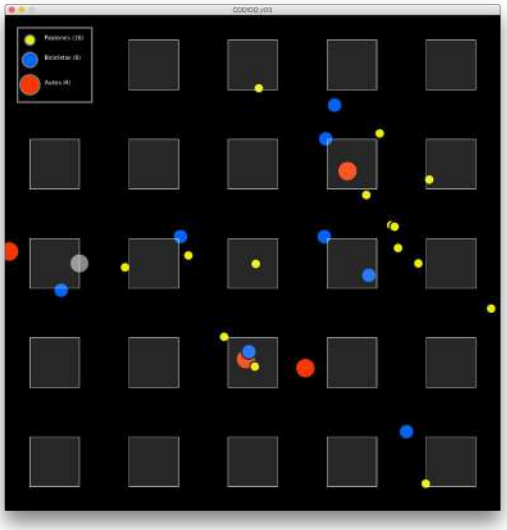
Pestaña 6: Persona 1/2



Pestaña 6: Persona 2/2

VERSIÓN 03

funcionamiento, observaciones y conclusiones pensadas en el uso y control del usuario

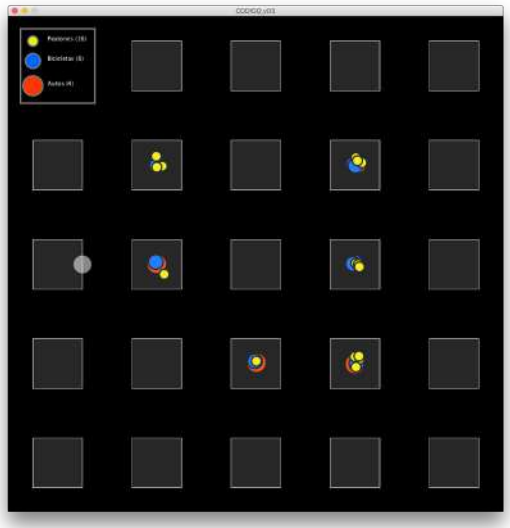


1. APARIENCIA

Con la intención de permitir mayor nitidez, o bien, detalle para por el programa se aumentó el tamaño de la ventana hasta **1000** x **1000**, el máximo reproducible en pantalla.

Además se cambió la paleta de claros y chillones a colores oscuros de fondo y colores chillones para los agentes quienes deben destacar.

Los agentes eran todos elipses debido a que aún no se lograba representar el giro y la dirección del agente. Característica clave para que el usuario logre entender el flujo y dirección de los agentes; de dónde vienen y a dónde van.

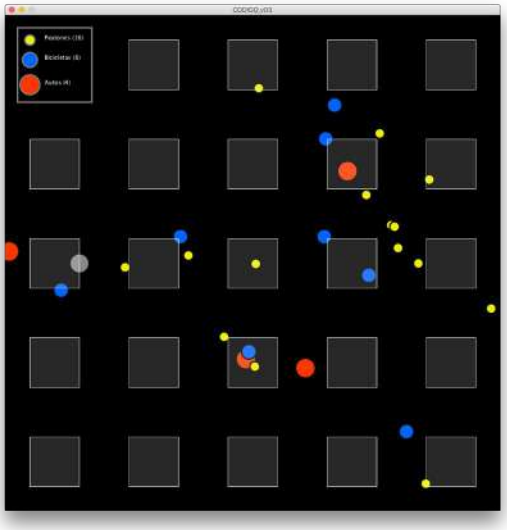


2. PUNTOS DE ORIGEN

Los puntos de origen fueron descritos en una grilla de coordenadas x e y que corresponden a los centros de las manzanas del centro del programa. Cada uno de los agentes tiene la misma probabilidad de aparición en cada uno de los puntos.

Los orígenes fueron agregados de manera programática en el centro de las manzanas de la grilla. Más no representan las posibilidades deseadas por el usuario de representar los flujos reales.

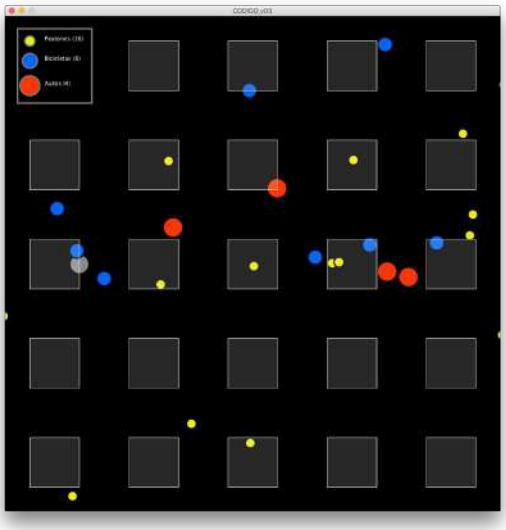
La forma de cuadrícula aun no tiene la adaptabilidad necesaria para que el usuario logre elegir otro lugar.



3. MUROS

Al crecer la cantidad de agentes por tipo cambió el modo interacción y programación entre cada uno de ellos y los obstáculos, las manzanas. En esta versión no se logró hacer que cada uno de los agentes lograse evadir o interactuar con la grilla de manzanas sin perjudicar la velocidad del programa. Al aumentar los obstáculos y los móviles aumenta exponencialmente la cantidad de procesos por los que pasa el computador.

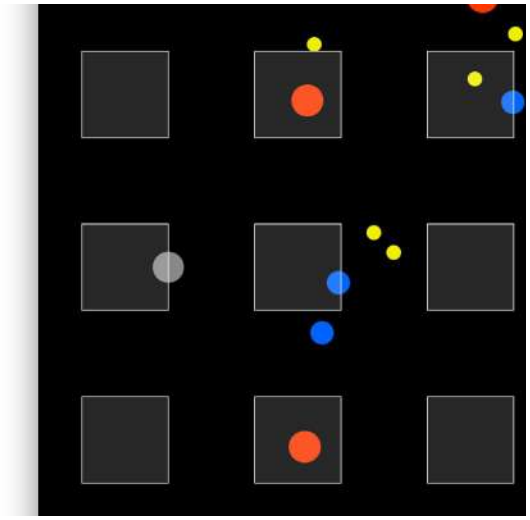
Hay que hallar una forma en la que sea posible importar mapas externos para facilitar el uso del programa en diferentes lugar deseados y controlados por el usuario.



4. FRONTERAS

En esta versión en vez de hacer que los agentes al salir por un lado entren por el otro, cual pasillo de PacMan, quienes salen son eliminados del programa, para aliviar a este último, y aparece otro nuevo agente de su mismo tipo (persona, ciclista, pasajero de auto) para reemplazarlo desde alguno de los puntos de origen.

Considerando el nivel de costo programático es una buena solución eliminar a los agentes que no vemos, solo falta que algunos de ellos puedan llegar desde fuera. El poder salir y entrar en del simulador sugiere un tamaño mayor de mapa; no son fronteras, si no un marco.

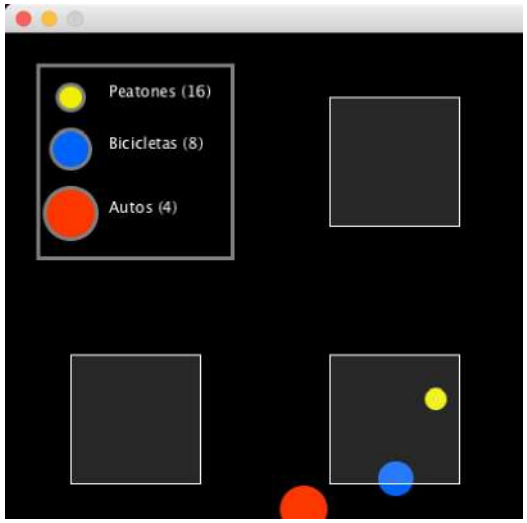


5. ATRACTOR

Haciendo uso de fórmulas de atracción gravitacional comunes, aparentemente lo más simple según los tutoriales de Daniel Shiffman, no se logró ningún tipo de movimiento de acercamiento al punto atractor que estaba en el mapa (la elipse gris).

Quizás la gravedad pudiese estar descrita en alguna librería de algún modo más fácil de aplicar en el programa.

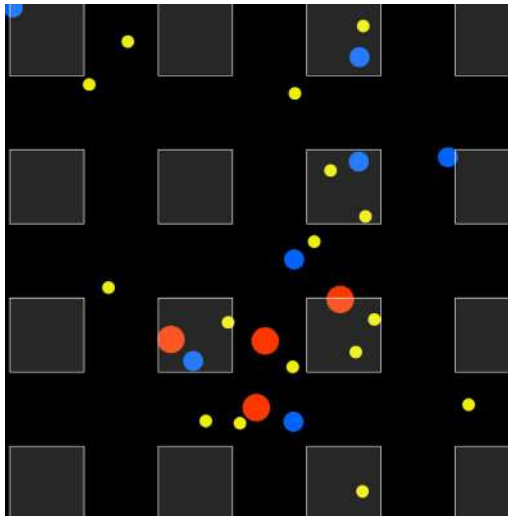
Los atractores, sean modificables o no por el usuario, son necesarios para: recrear flujos, darle dirección y sentido a los agentes, generar interacción y cruces, darles un objetivo, un propósito.



6. SIMBOLOGÍA

La simbología contenía pequeños dibujos representativos de los distintos tipos de agentes acompañados del nombre de su categoría y la cantidad total de agentes dispersos.

Es absolutamente necesario, en el estado actual del simulador, poner una simbología, dado que al ser solamente unas elipses la comprensión de que agente es que tipo es mejorable. El usuario en un futuro podría quizás editar la cantidad marcada en la simbología para elegir la cantidad x, y, z de agentes en el simulador. Modificando así las densidades, flujo y sustentabilidad de tal caso particular del ecosistema.



7. ENCUENTROS

Se logró limitar las velocidades máximas en caso de encuentro en vez de reducirlas a 0, sin embargo hay casos donde agentes, en vez de mantener una separación, se traspasan y cruzan sin criterio.

Falta, para lograr una mejor naturalidad en el comportamiento de lo agentes una función de separación entre ellos, sean del mismo tipo de modo o no. Sería un error no reflejar las capacidades seguras de mantener distancia que tienen los autos autónomos; tecnología base que sostiene el sistema emergente propuesto en el simulador.

VERSIÓN 03
reflexión y proyección

CONCLUSIÓN GENERAL

Los puntos de origen ubicados bajo las manzanas es útil pero no extrapolable a otros tipos de mapas, hay que buscar una mejor manera de repartir a los agentes.

Gracias a las listas (arrays) se puede controlar perfectamente las cantidades y porcentajes de agentes que se desplazan por el programa, ahora habría que modificar cuantos grupos de cada tipos de agente podrían haber. Se destaca la flexibilidad de los arrays por que permiten la escalabilidad.

Se eliminaron texturas para hacer el programa mas rápido con éxito. Al simplificar paleta de colores también se mejoró la lectura de las situaciones.

En caso de encuentros en vez neutralizar a los agentes más bajos en categoría según la jerarquía, se limitaron sus velocidades máximas, cosa de desacelerar.

Se adhirió un recuadro con una pequeña simbología que permitía entender que color correspondía a tal agente
Este sería uno de los primero pasos que encaminarían el programa hacia la usabilidad.

PRÓXIMOS PASOS

1. Agregar un destino, una dirección para los agentes. Esta función debe ser en las versiones siguientes interactiva.

2. Tales atractores debiesen ser de distintos tipos para cada agente: por la necesidad de moverse a diferentes niveles: cuadra, barrio y comuna, para los peatones, ciclistas y autos respectivamente. Las interacciones y flujos aparecerán naturalmente al seguir objetivos.

3. Repulsores, objetos de colisión; pensando en los edificios, se podrían usar los códigos ya escritos en librerías de Processing, los cuales usan fuerza de gravedad o atracción por uniones tipo resortes.

4. Usar un mapa real de fondo, un contexto y una problemática real. Y agregar un mapa sobre la interfaz para entender la ubicación de los atractores. Usando como referencia el mini mapa de Google Maps, el usuario podría ubicarse geográficamente.

5. Modificar la escala a una real. Definir cuantos píxeles equivalen a cuantos metros. Adelantándose al uso de un mapa a escala real, se debe usar una escala versátil en el simulador.

LIBRERÍAS DE MOTORES FÍSICO

un largo desvío sin mucha ganancia

Creyendo que el próximo paso sería el uso de librerías se investigó sobre cuales serían las más adecuadas para poder simular eventos físicos. Se estudiaron 2 principales librerías de motores físicos que podían satisfacer ciertas situaciones fundamentales que aun no se lograban desarrollar en el código; estas eran BOX2D y Toxic Libs (de Daniel Shifman y Karsten Schmidt respectivamente).

Al final uno de los aspectos más fundamentales respecto a las librerías era el grado de compatibilidad con lo ya desarrollado, y esta es la razón de por qué finalmente estas dos librerías a pesar de ser estudiadas por semanas no se usaron.

Cabe mencionar que se experimentaron varias funciones de las librerías dentro de programas, pero no va al caso entrar en detalles de como funcionaban por que de estas no se rescató casi nada para las siguientes versiones del programa del simulador.

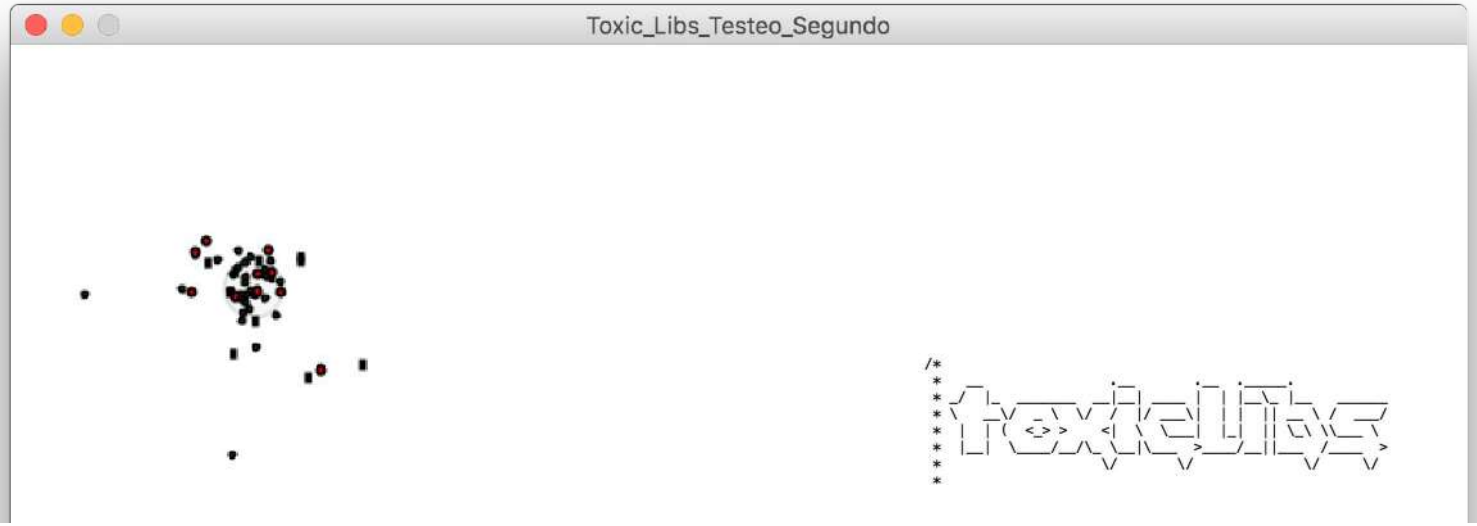
A continuación se presenta una tabla resumen que indica las fortalezas y bondades, así como también las faltas, de las librerías vistas.

Los criterios nacen a partir de lo que se aprendió y también de lo que le es útil al desarrollo del programa. A fin de cuentas la experiencia con cada una de las librerías se resume en que: BOX2D permitía un buen sistema de colisiones y también podría programarse con escala métrica, pero carecía de atractores y repulsores: piezas fundamentales para el origen, destino y los edificios. TOXICLIBS por su parte si tenía funciones de atractores y repulsores, más no con las colisiones que poseía BOX2D y que el programa requería.

Ni por si solas, ni la mezcla de ambas lograron satisfacer los requisitos del programa, ni tampoco compatibilizar con las variables ya determinadas: Velocidades, Jerarquía y proxémica. Las librerías están limitadas a hacer lo que hacen y no tiene muchas otras salidas, ni tampoco la cómoda posibilidad de mezclarse unas con otras.

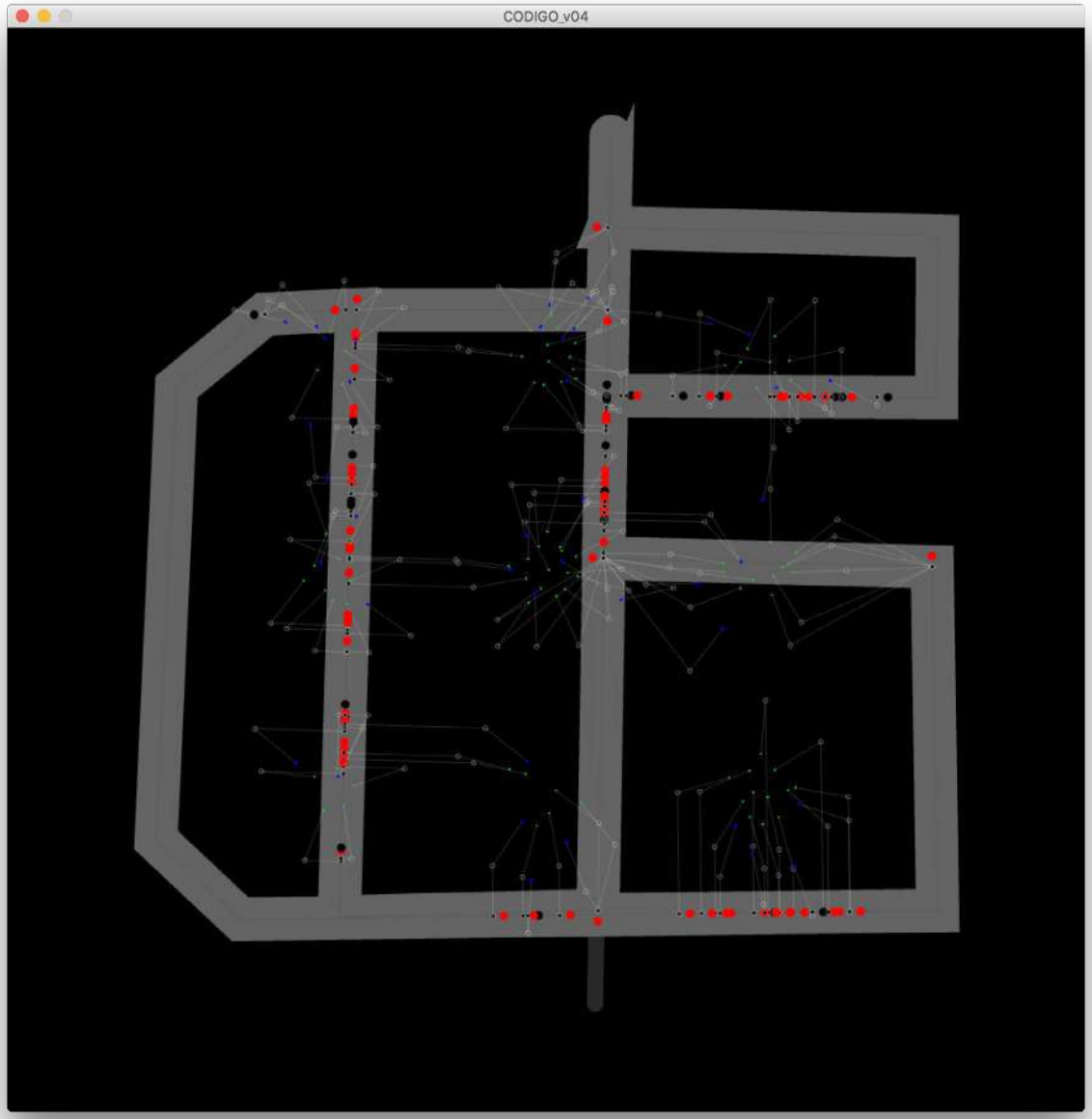
PROS Y CONTRAS DE LAS LIBRERÍAS

	BOX2D	TOXIC·LIBS
Geometría de colisión	1	0
Física en tres dimensiones	0	1
Atracción y Repulsión	0	1
Springs (Resortes)	1	1
Conectores	1	0
Facilidad de uso (1 a 5)	3	5



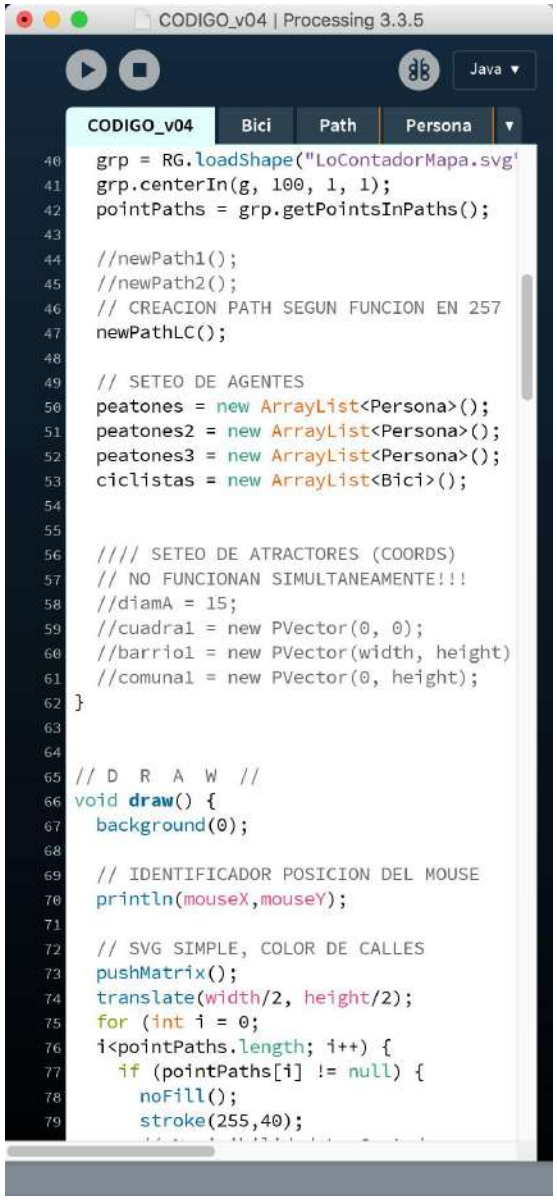
VERSIÓN 04*

el “patito feo”



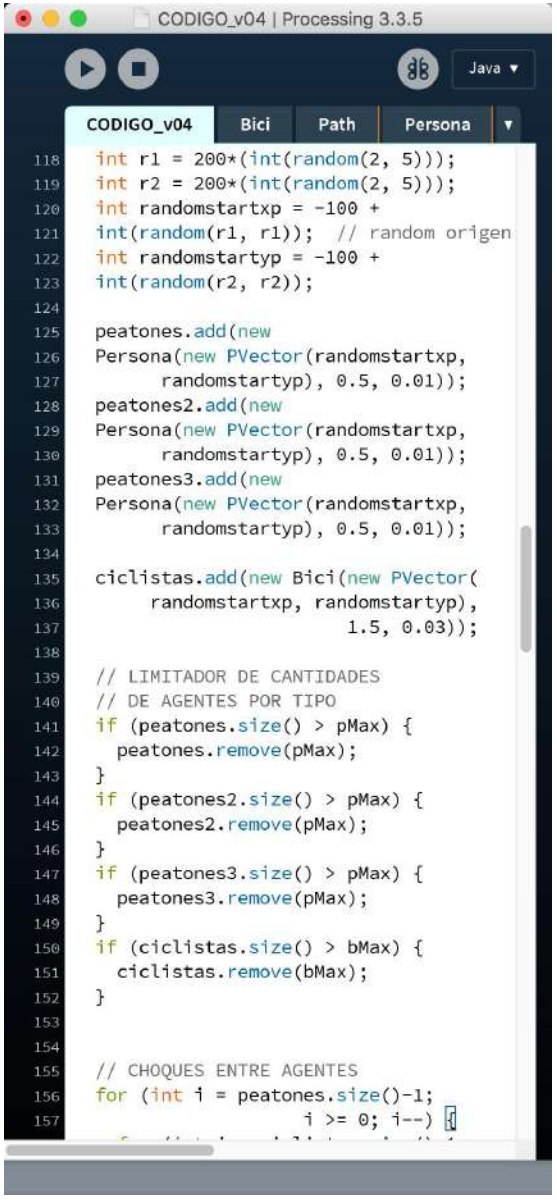
** SÁLTESE A LA PÁGINA 84 PARA VER LA SIGUIENTE Y MENOS ÁRIDA SECCIÓN*

Pestaña 1: Programa 1/8

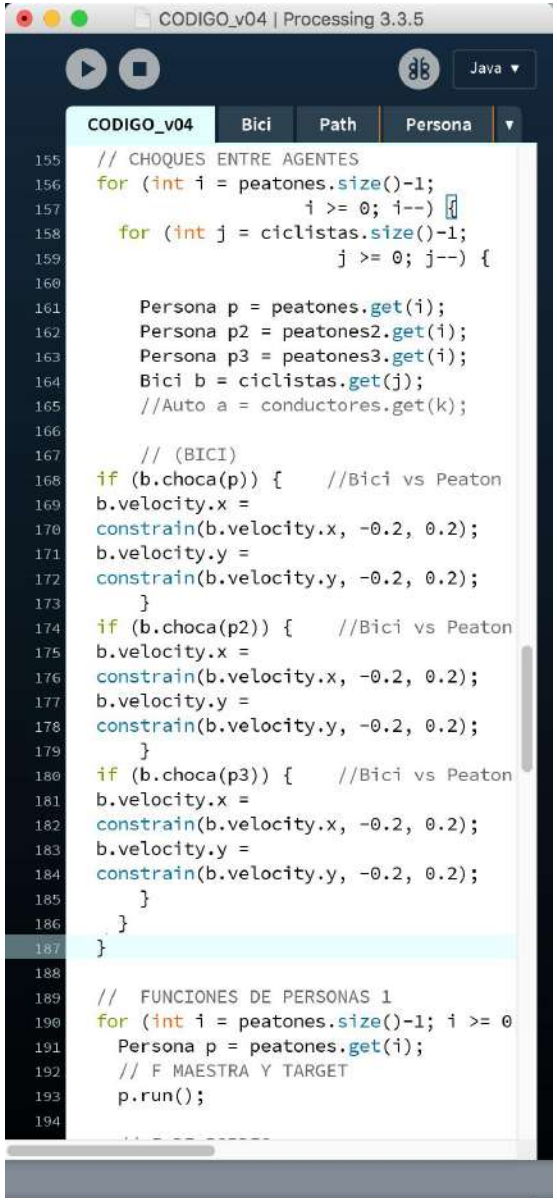


Pestaña 1: Programa 2/8

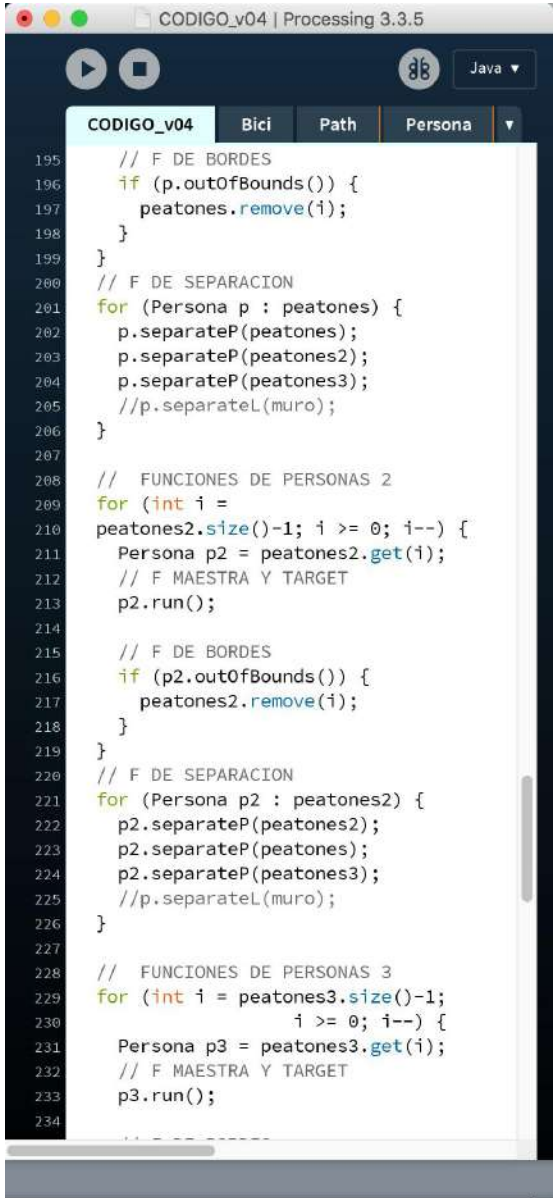
Pestaña 1: Programa 3/8



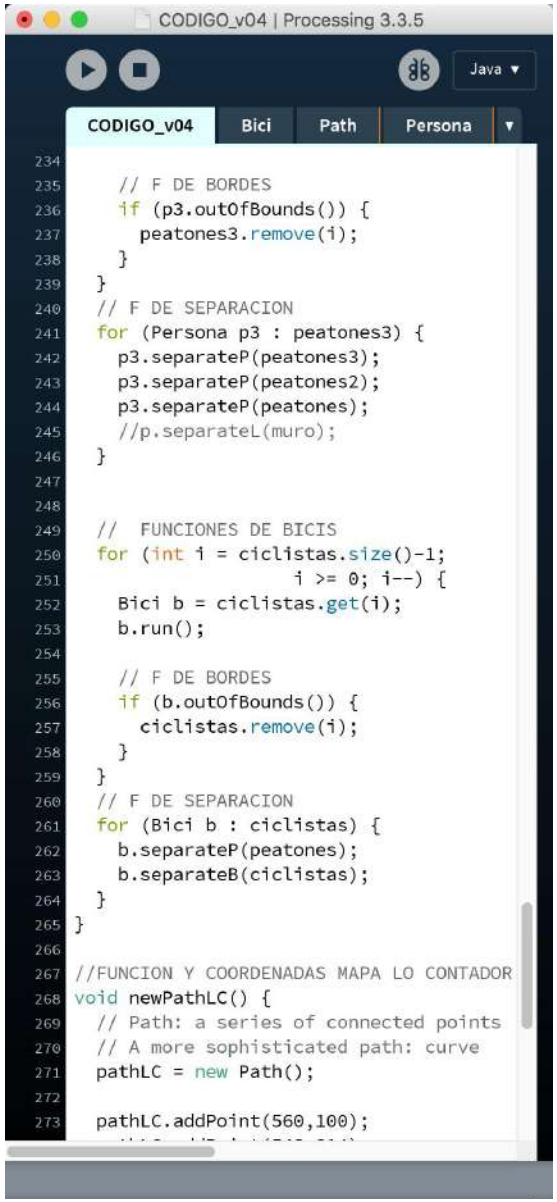
Pestaña 1: Programa 4/8



Pestaña 1: Programa 5/8

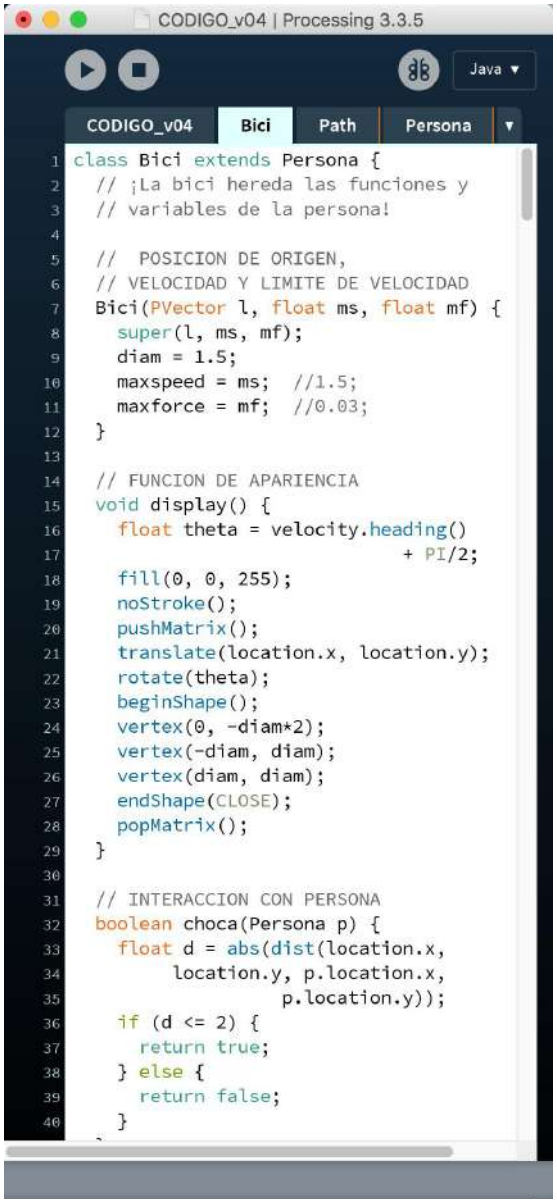


Pestaña 1: Programa 6/8



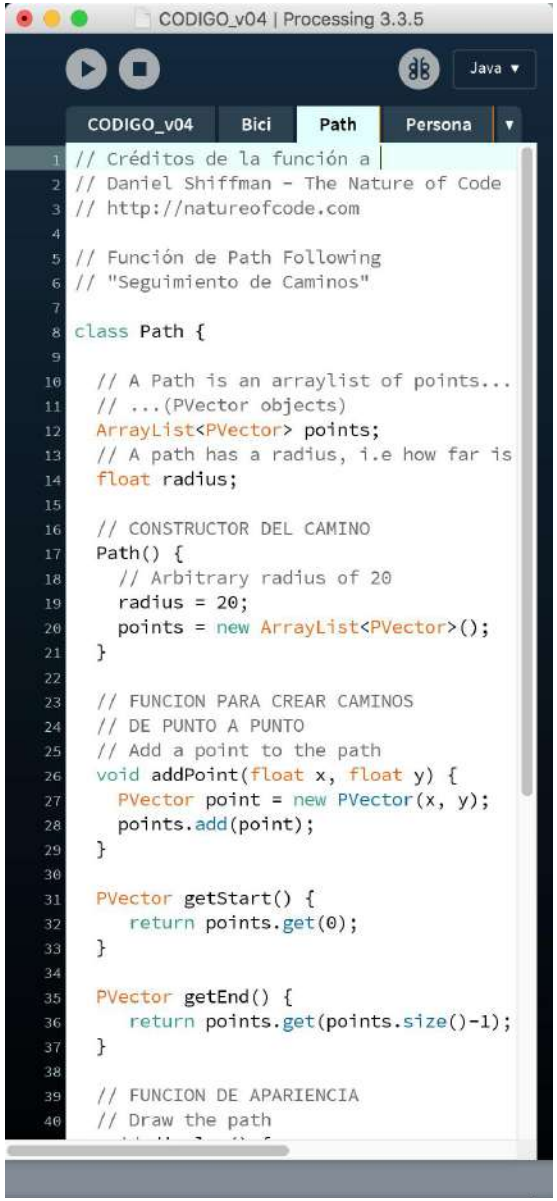
Pestaña 1: Programa 7/8

Pestaña 1: Programa 8/8



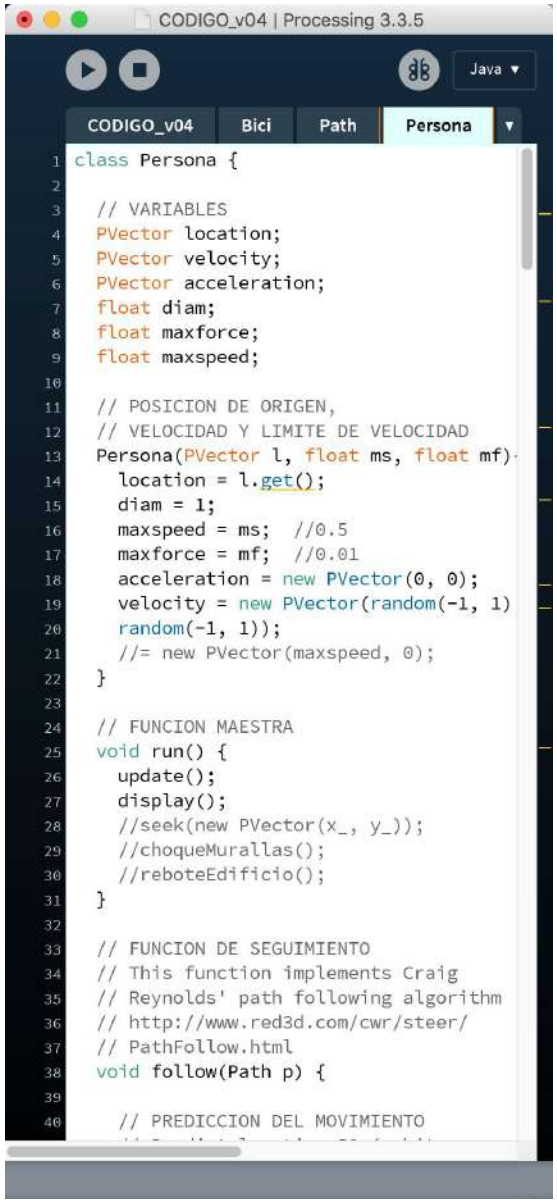
Pestaña 2: Bici 1/2

Pestaña 2: Bici 2/2

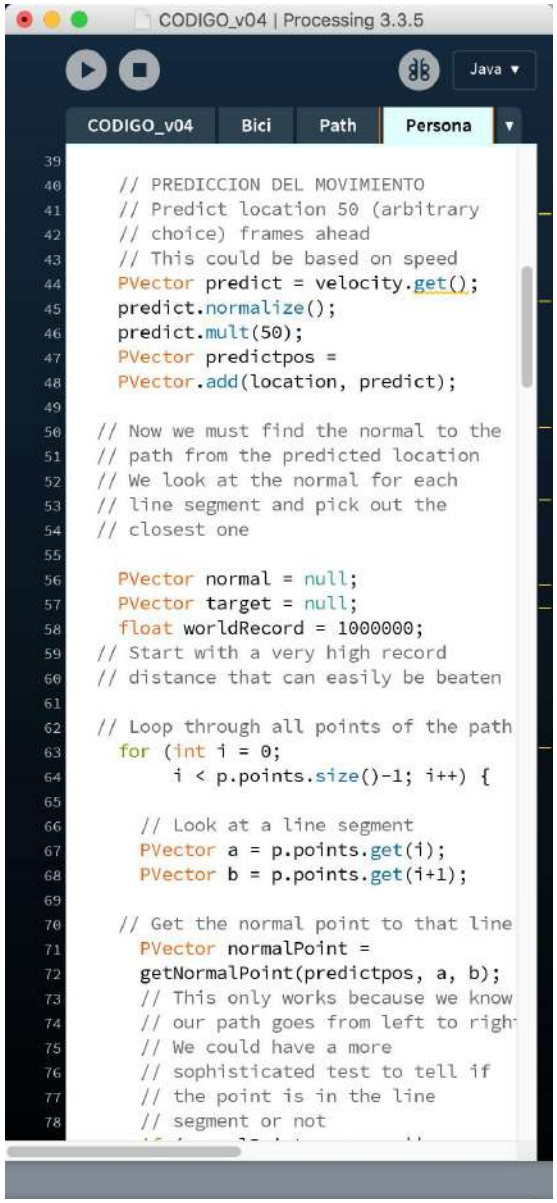


Pestaña 3: Path 1/2

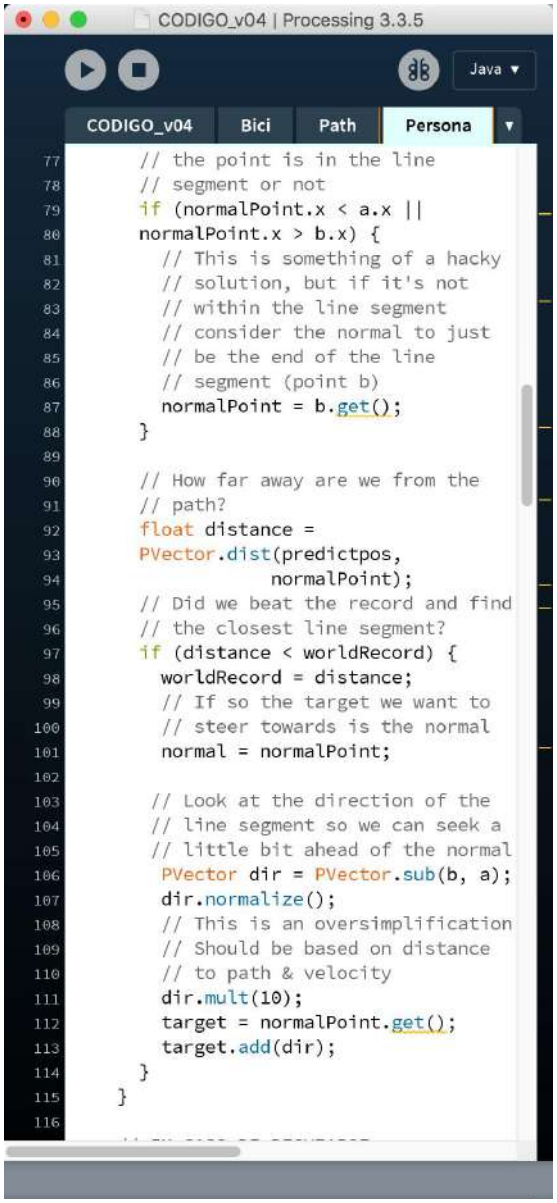
Pestaña 3: Path 2/2



Pestaña 4: Persona 1/8



Pestaña 4: Persona 2/8

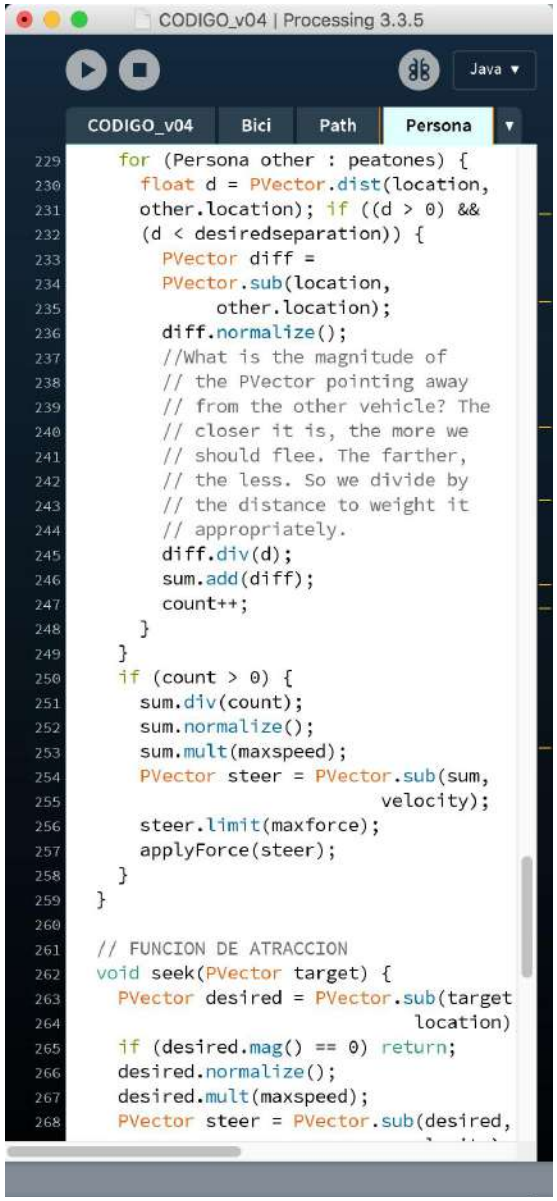


Pestaña 4: Persona 3/8

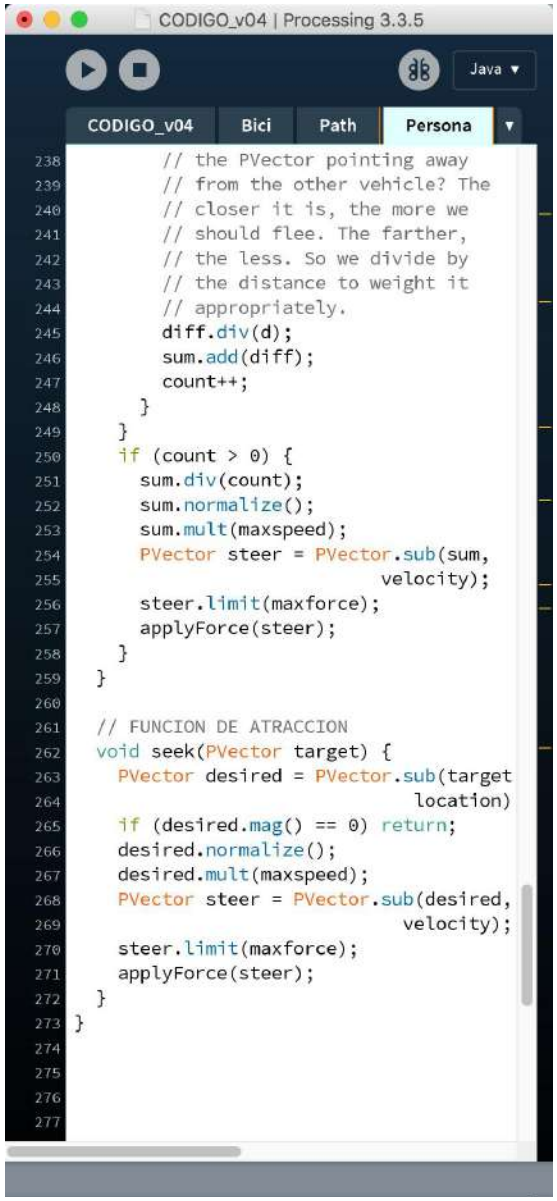
Pestaña 4: Persona 4/8

Pestaña 4: Persona 5/8

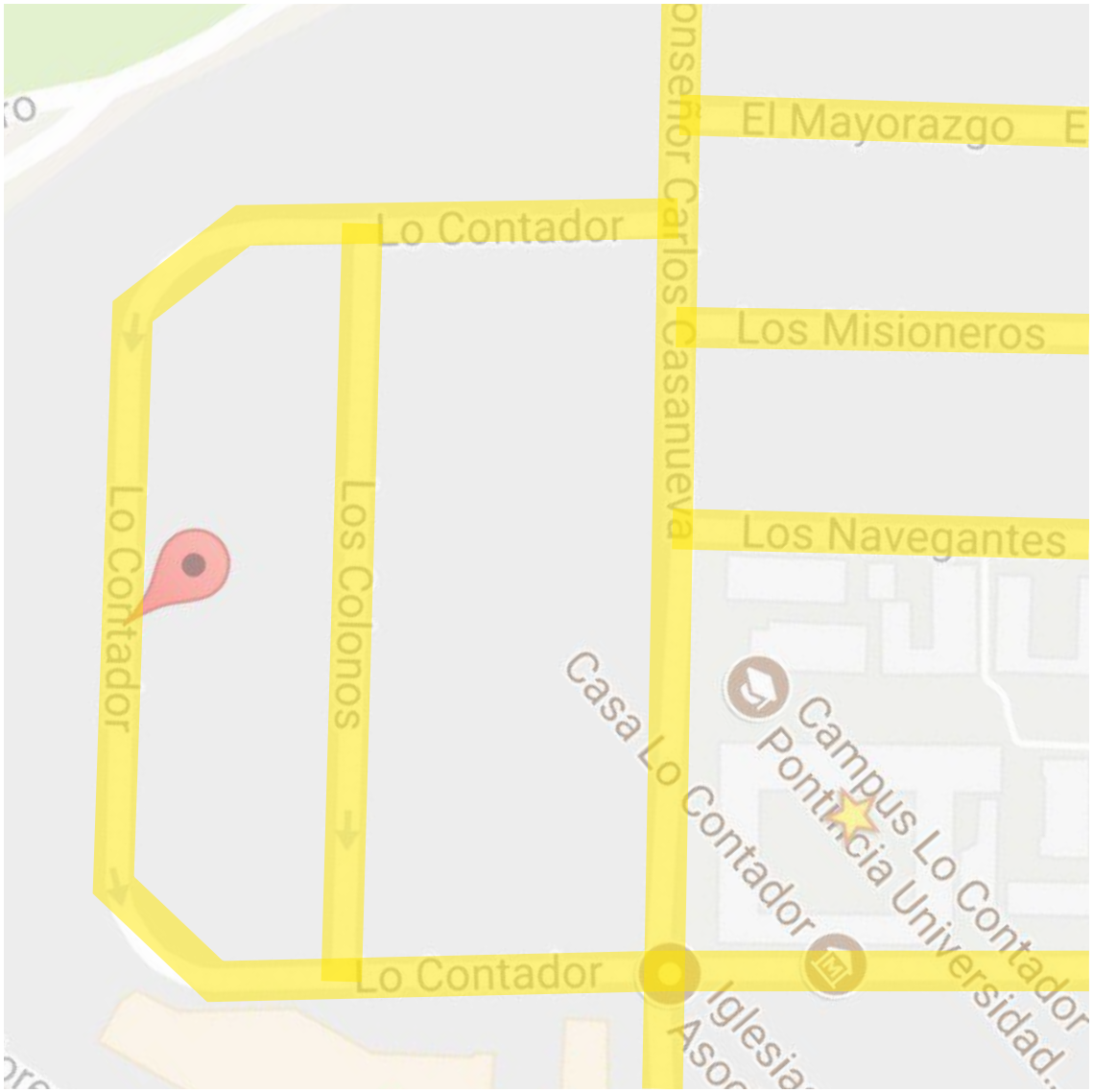
Pestaña 4: Persona 6/8



Pestaña 4: Persona 7/8



Pestaña 4: Persona 8/8



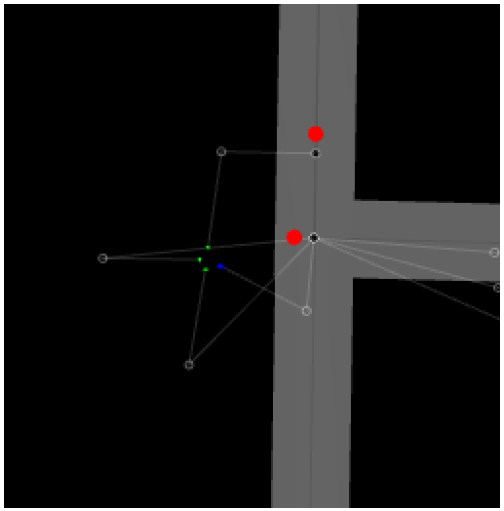
MAPA

Se decidió usar un mapa de naturaleza casi ortogonal y de ubicación conocida, con el fin de poder reutilizar la parte del código encargada de la repulsión de los agentes como ya lo hacían las "manzanas" y también para entender la escala en la que se estaba desenvolviendo el simulador. Para nuestra suerte las cuadras cercanas al campus Lo Contador coincidían con tales criterios.

El desafió estaba en lograr encontrar el archivo de las calles en formato SVG para poder importarlos de forma nativa a Processing. Esto permitiría, si se lograba hacer de manera correcta, cambiar eventualmente el mapa, el contexto, de manera automática permitiendo así la proyección del simulador en otros países, pensando en otras necesidades de otros usuarios.

Finalmente se importó el SVG como una textura de fondo que ayudó en la escritura a mano de los Paths de manera manual. *(Pi, 268-292)*

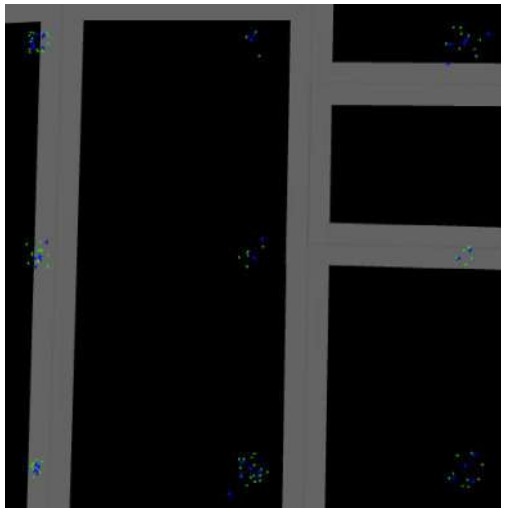
VERSIÓN 04
funcionamiento, observaciones y conclusiones



1. PREDICTOR

Esta versión del simulador estaba especializada en sólo 3 cosas, 1. Usar un mapa real, 2. Mantener a los agentes dentro de las calles (gracias a repulsores) y atraerlos a un atractor (un destino) y 3. Ajustar las dimensiones de los agentes a una escala real.

Para resolver el punto 2. se comenzó por aplicar *(P4, 40-151)* un extracto del código de Daniel Shifman[1] (escrito en base a los Boids de Craig Reynods) el cual permitía determinar cual sería la futura posición del agente, según su velocidad y dirección, y con esto se decidía aplicar una fuerza 'x' la cual lo hacia redireccionarse hacia y por la calle.

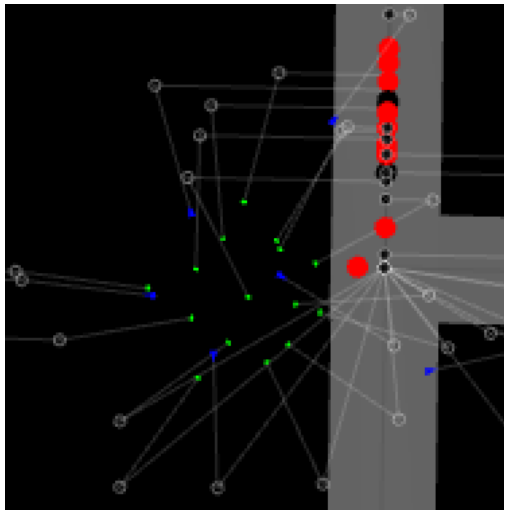


2. ORÍGENES

Se reutilizaron las ubicaciónes de los puntos de origen del programa anterior, pero esta vez sin la intención de aparentar que los agentes estuviesen saliendo de edificios, si no para ver como se desenvolvían desde puntos repartidos relativamente al azar de la pantalla. *(P1, 116-138)*

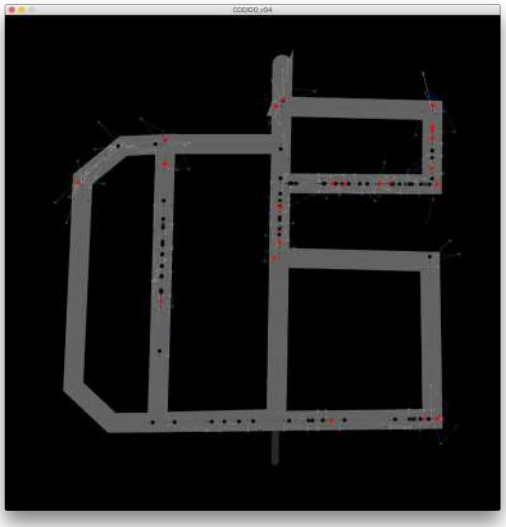
Recordemos que los orígenes eventualmente debiesen poder imitar los puntos de orign reales de la ciudad, por ejemplo: un edificio de oficinas, una universidad, un supermercado al paso, entre otros.

1. (Shifman, 2006,) Nature Of Code. Capítulo 6.



3. SEPARACIÓN

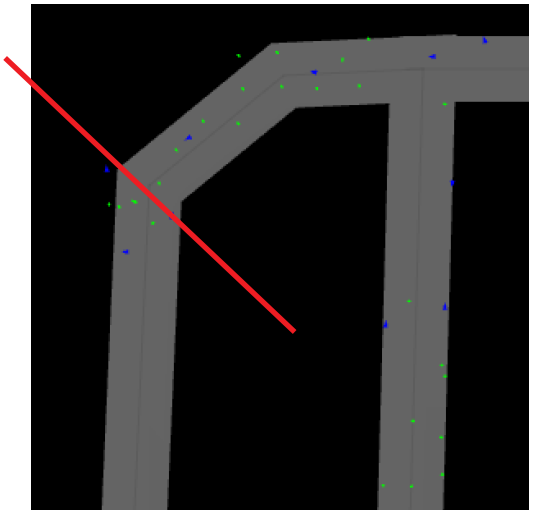
Para evitar el cruce entre agentes de su mismo tipo o cualquier otro se agregó una función de separación también descrita en el libro Nature Of Code para mantener los móviles a una distancia establecida. *(P4, 221-260)* Mejorando así la naturalidad del comportamiento emergente de los agentes y también sus flujos.



4. ATRACCIÓN CALLES

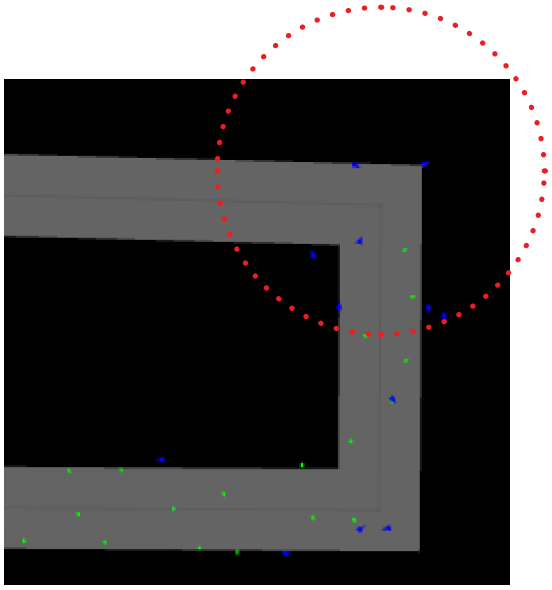
Con la ayuda del predictor de posición y la función de separación los agentes en vez de ser repelidos por los edificios estos eran atraídos por las calles. Esto sería un cambio de paradigma en el desarrollo del simulador para más adelante. *(P4, 260-273)*

De esta manera se logró revertir el sistema de flujo por las calles, anteriormente el simulador buscaba repeler a los agentes con las murallas de los edificios, pero de esta manera se mantienen a los agentes y su flujo dentro de las calles por atracción sin importar la infraestructura de alrededor. El usuario podría fácilmente importar vectores.



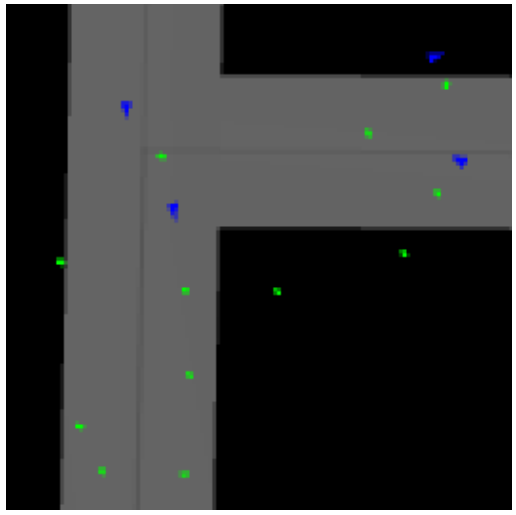
5.1 ERROR ATRACTORES

Al ser ya atraídos por las calles solo se faltaba crear atractores que generaran el flujo y la dirección de movimiento de las personas, más al usar la función de atracción de las calles de manera simultánea con la de los atractores, los agentes se movían de manera “confundida” o incierta. Es por esto que se generaban cambios de sentido repentinos. Se creó un solo Path, un camino formado por coordenadas de puntos, que daba vueltas por todas las calles, y algunas repitiéndoselas; quizás tales redundancias generaban una doble atracción para los agentes y por eso se quedaban estancados. Se puede separar en más paths, uno para cada calle e ir atrayéndolos.



5.2 ERRORES ATRACTORES

En ciertos puntos frecuentaba más aquel error y se formaban acumulaciones de agentes girando en círculos. La redundancia se daba en varios puntos del path debido a su estilo de construcción.



6. APARIENCIA

En esta versión se logró programar un pequeña función que permitía girar los agentes según la dirección en la que se dirigen. Esto permite entender con mayor claridad como se están moviendo y predecir como se van a encontrar.

Este detalle permite la personalización de cada tipo de agente por si sólo. Esto da un generoso grado de naturalidad y de entendimiento del sentido, dirección, flujo e interacción entre los agentes para el usuario. Al reconocerse mejor las formas y tamaños no sería necesario quizás disponer de una simbología para que el usuario tenga que entender los tipos de agentes.

VERSIÓN 04
conclusión general,
reflexión y proyección

CONCLUSIÓN GENERAL

Los agentes siguen el camino, se mueven con decisión, mantienen la separación, se mueven hacia un objetivo, pero no uno real. Se debe mejorar esta situación, en especial por si se quiere imitar un flujo real, en un espacio real y para que sea usado en la toma de decisiones de planificación urbana.

Faltan atractores que fijen el flujo de manera correcta, además de agrandar el mapa para que se entienda como un fragmento de una parte más grande de la ciudad. La posibilidades de lograr hacer de el mapa una parte editable son bajas, pero si se pueden ingresar al menos los datos de las coordenadas de las calles directamente. Permitiendo de esta forma poder usar un mapa real, uno con el cual el usuario se sienta familiar y cómodo a la hora de interactuar.

La escala a pesar de ser la verosímil no permite la correcta lectura o entendimiento de las situaciones y de choques, se podría modificar un poco para generar el efecto contrario. Al usar la escala 1:1 (un pixel equivale a un metro) se pierde la referencia de escala y dependiendo de la pantalla se pierde nitidez.

PRÓXIMOS PASOS

1. Plano real de providencia: con calles, edificios, y un mapa de coordenadas de fondo. Que el mapa se entienda como un fragmento de un trozo más grande de la ciudad. Una versión del simulador futuro debería tener infaltablemente esta carecterística.

2. Atractores fuera del plano, y de tres tipos con distintos grados de incidencia para cada agente. Para marcar los flujos, los destinos y la dirección con la que se mueven los agentes que controla el usuario dependiendo de su voluntad, o la del gobierno/municipalidad.

3. Interfaz gráfica con sliders para modificar la cantidad de agentes por medio de la interacción. Primer gran paso que abre la posibilidad clara de interacción del usuario con el programa de simulación.

4. Agregar simbología dinámica. Con esto se refiere a los datos que se actualizan en forma real según la cantidad de agentes determinada de forma interactiva por el usuario con los sliders.

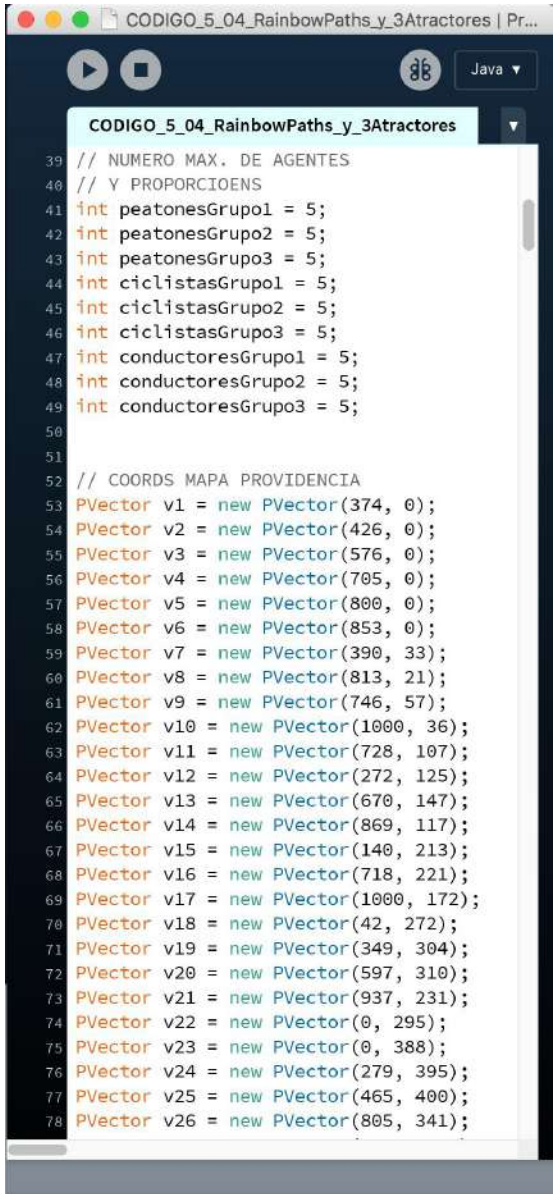
5. Mejorar la escala y los puntos de origen a algunos más verosímil y legible.

VERSIÓN 05*

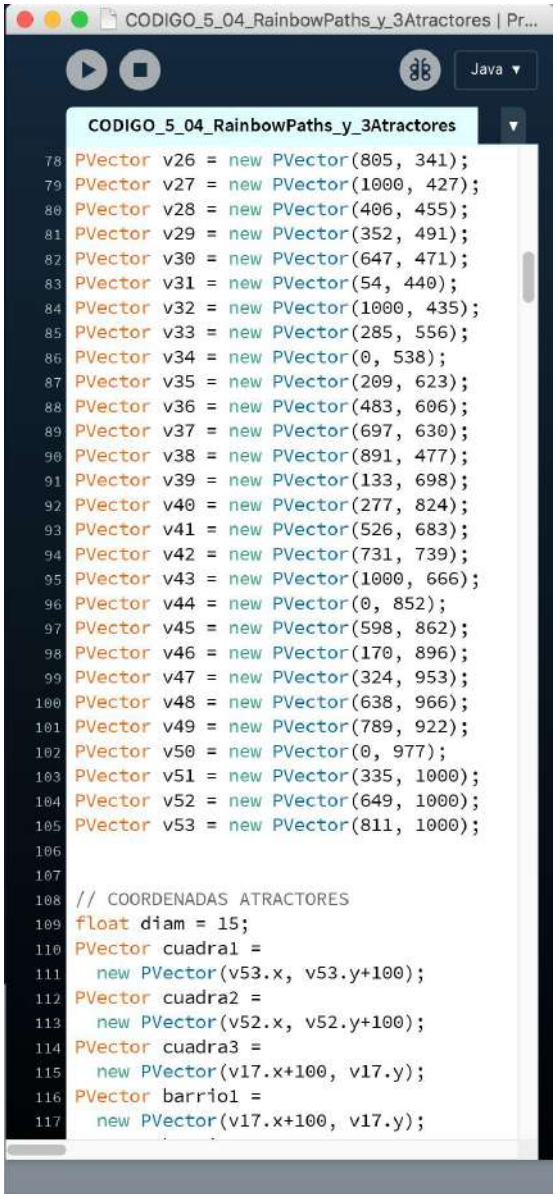
la que parece ser algo

** SÁLTESE A LA PÁGINA 102 PARA VER LA SIGUIENTE Y MENOS ÁRIDA SECCIÓN*

Pestaña 1: Programa 1/18



Pestaña 1: Programa 2/18

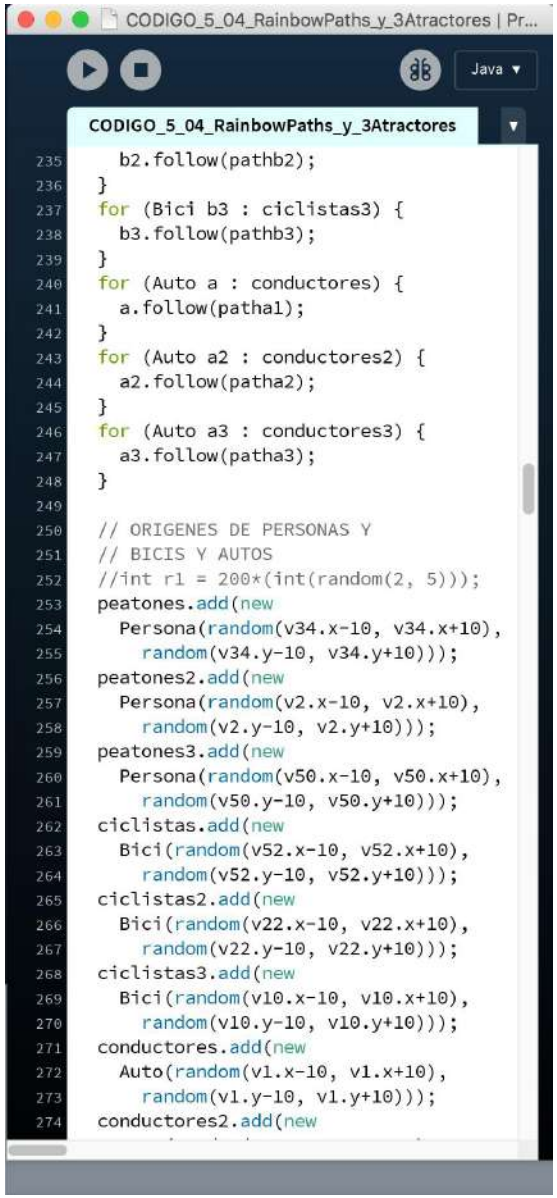


Pestaña 1: Programa 3/18

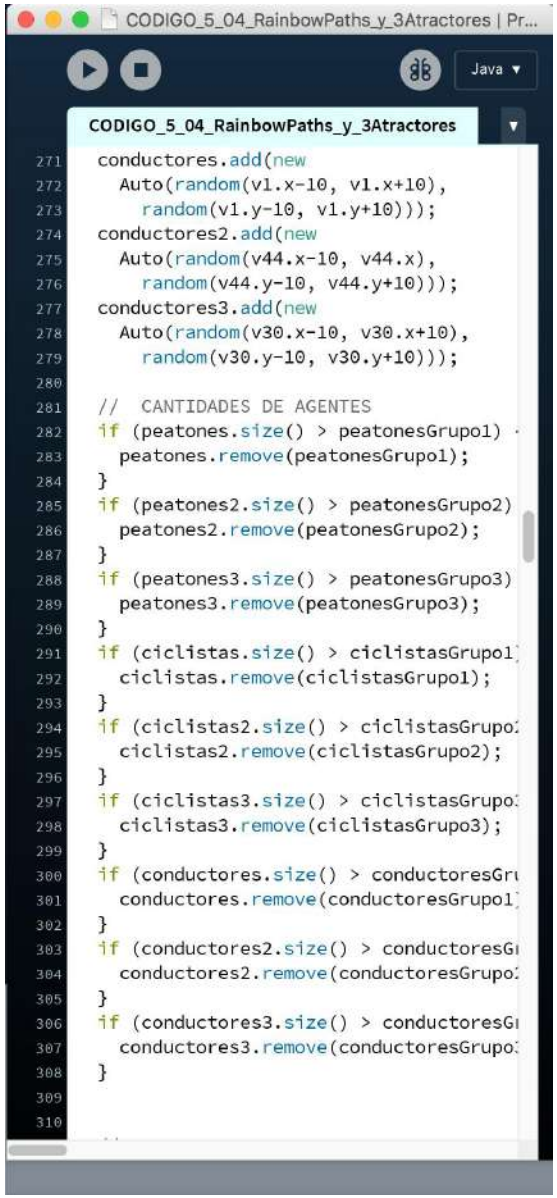
Pestaña 1: Programa 4/18

Pestaña 1: Programa 5/18

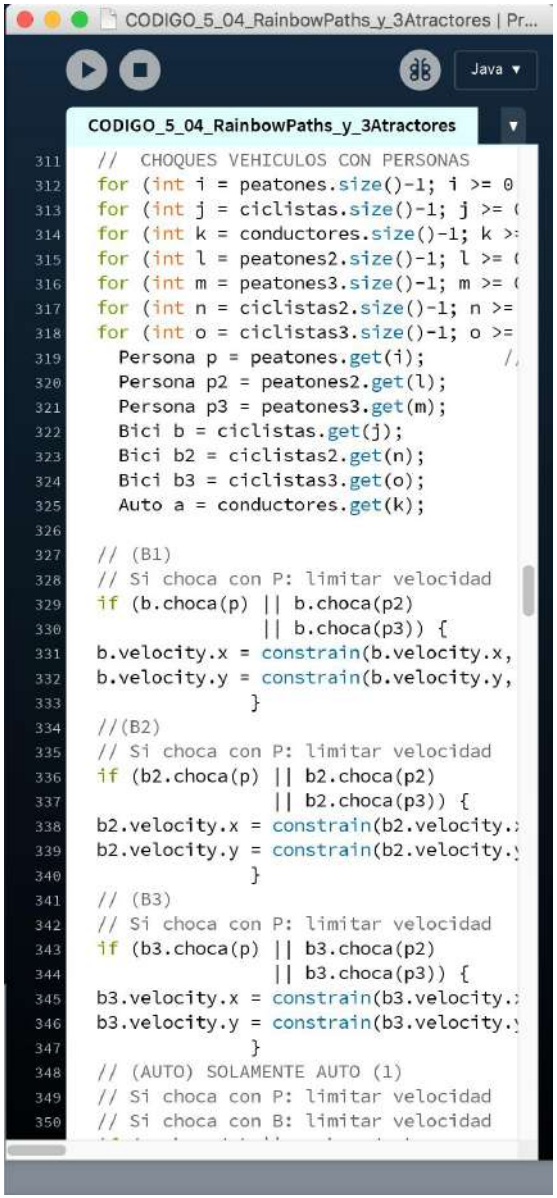
Pestaña 1: Programa 6/18



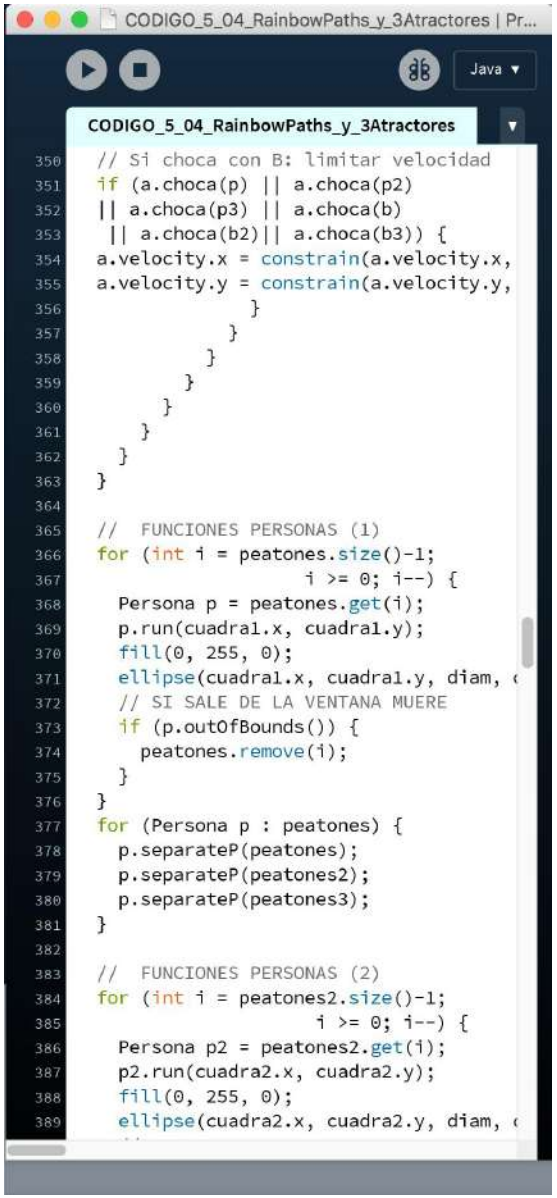
Pestaña 1: Programa 7/18



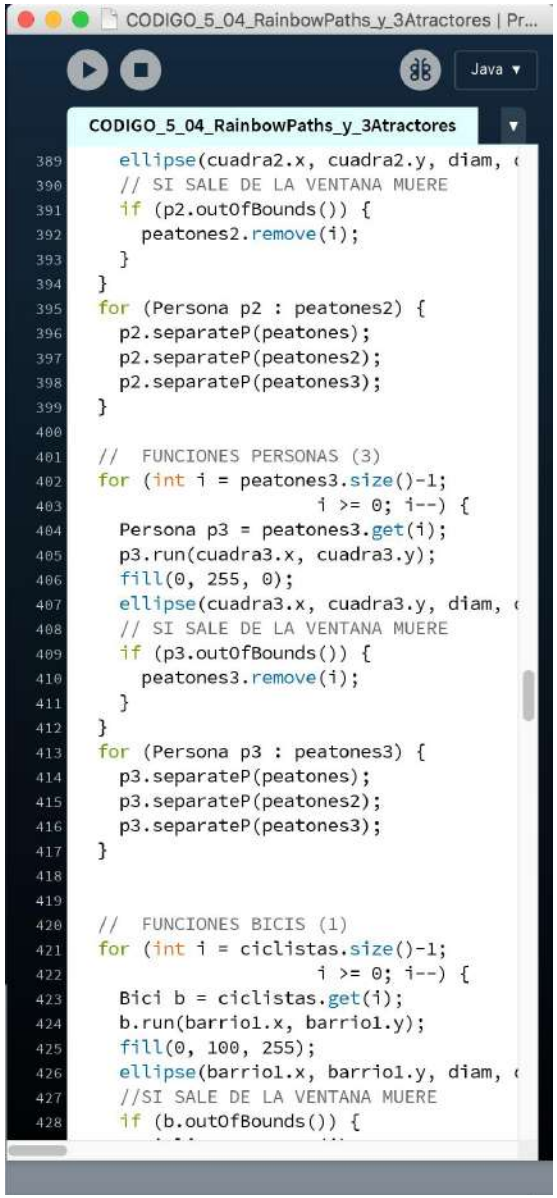
Pestaña 1: Programa 8/18



Pestaña 1: Programa 9/18

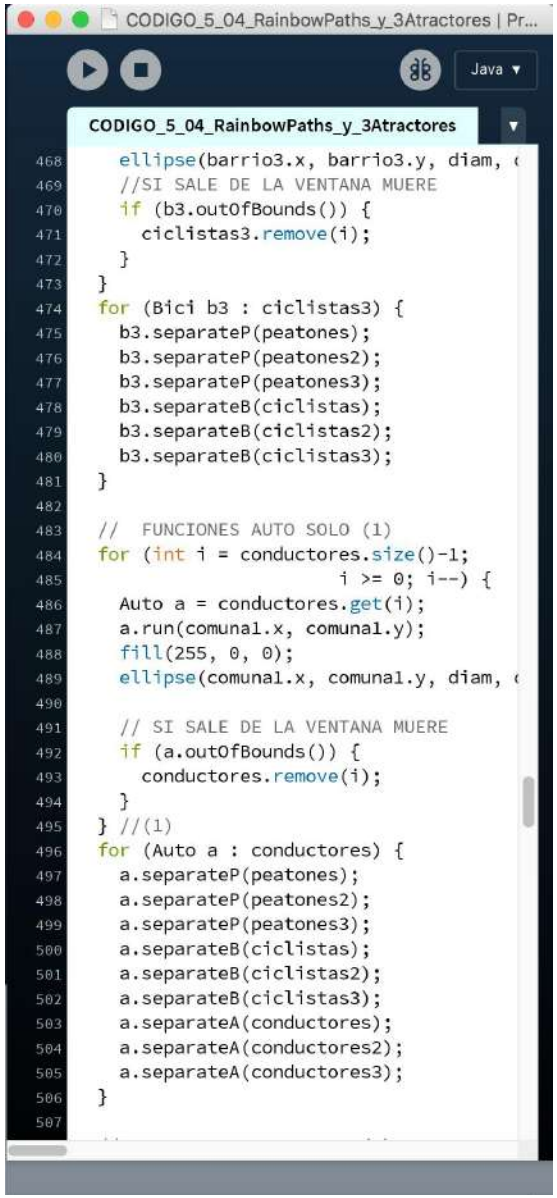


Pestaña 1: Programa 10/8

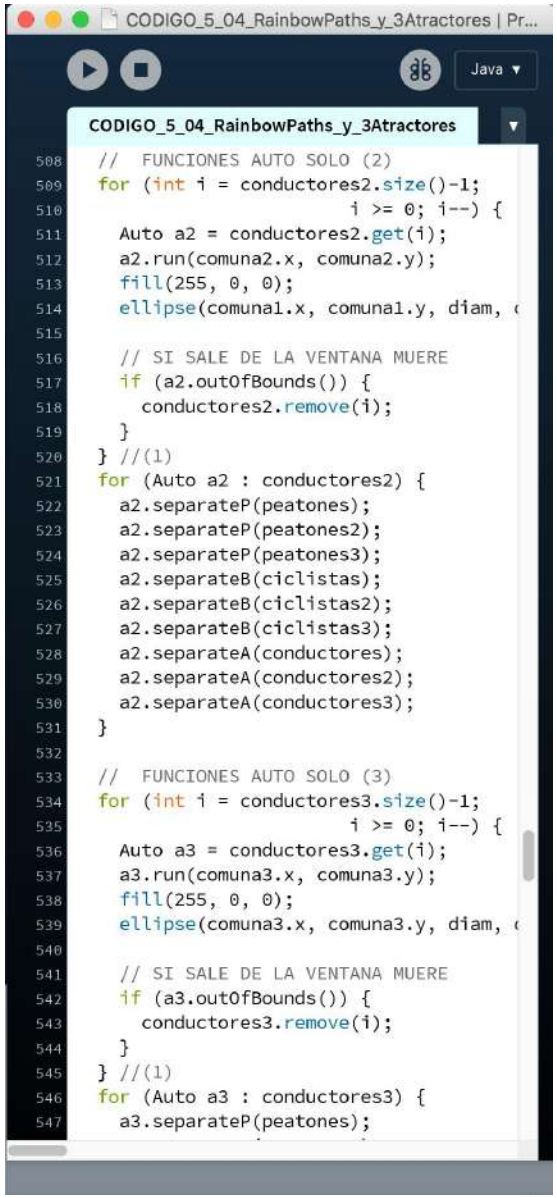


Pestaña 1: Programa 11/18

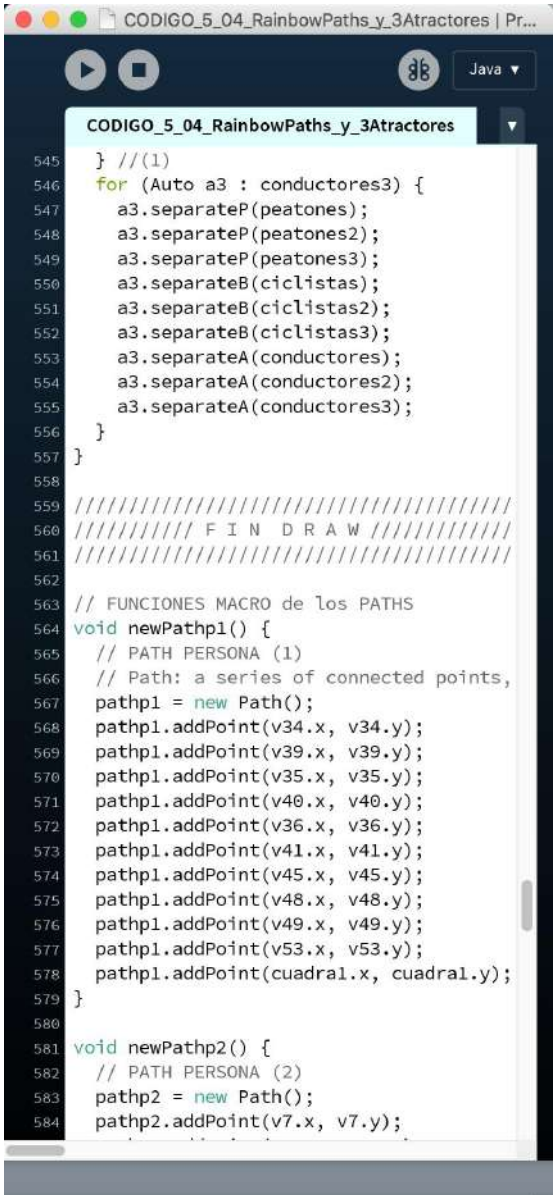
Pestaña 1: Programa 12/18



Pestaña 1: Programa 13/18



Pestaña 1: Programa 14/18



Pestaña 1: Programa 15/18


```
  pathp2.addPoint(v7.x, v7.y);
  pathp2.addPoint(v12.x, v12.y);
  pathp2.addPoint(v25.x, v25.y);
  pathp2.addPoint(v28.x, v28.y);
  pathp2.addPoint(v36.x, v36.y);
  pathp2.addPoint(v41.x, v41.y);
  pathp2.addPoint(v45.x, v45.y);
  pathp2.addPoint(v48.x, v48.y);
  pathp2.addPoint(v52.x, v52.y);
  pathp2.addPoint(cuadra2.x, cuadra2.y);
}

void newPathp3() {
  // PATH PERSONA (2)
  pathp3 = new Path();
  pathp3.addPoint(v44.x, v44.y);
  pathp3.addPoint(v39.x, v39.y);
  pathp3.addPoint(v35.x, v35.y);
  pathp3.addPoint(v33.x, v33.y);
  pathp3.addPoint(v28.x, v28.y);
  pathp3.addPoint(v36.x, v36.y);
  pathp3.addPoint(v30.x, v30.y);
  pathp3.addPoint(v26.x, v26.y);
  pathp3.addPoint(v21.x, v21.y);
  pathp3.addPoint(v17.x, v17.y);
  pathp3.addPoint(cuadra3.x, cuadra3.y);
}

void newPathb1() {    // PATH BICI
  pathb1 = new Path();
  pathb1.addPoint(v52.x, v52.y);
  pathb1.addPoint(v41.x, v41.y);
  pathb1.addPoint(v36.x, v36.y);
  pathb1.addPoint(v30.x, v30.y);
  pathb1.addPoint(v26.x, v26.y);
  pathb1.addPoint(v21.x, v21.y);
  pathb1.addPoint(v17.x, v17.y);
  pathb1.addPoint(barrio1.x, barrio1.y);
}
```

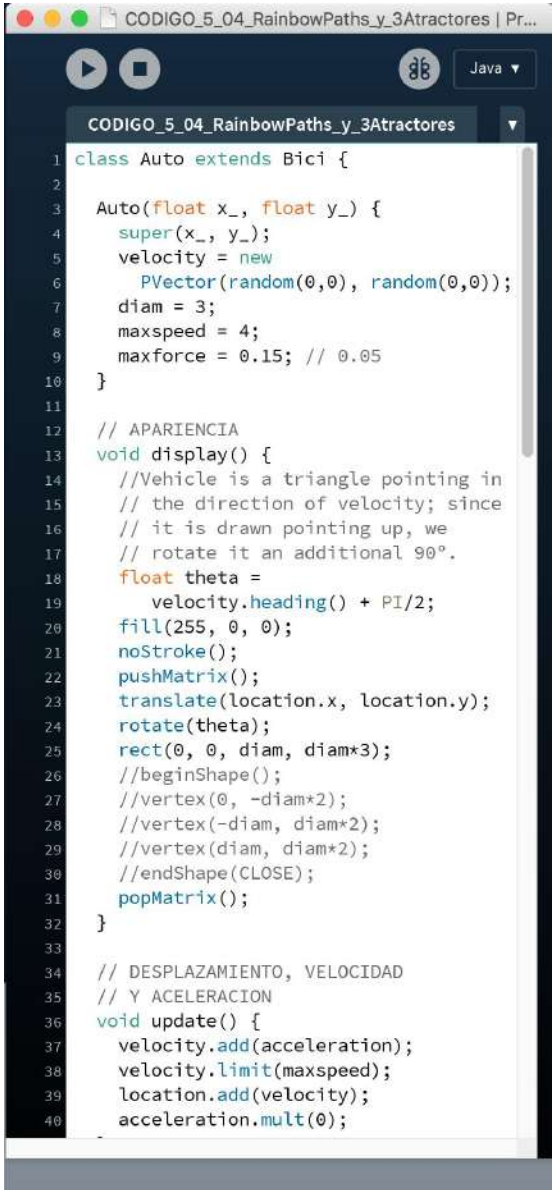
Pestaña 1: Programa 16/18


```

void newPathb2() {    // PATH BICI
  pathb2 = new Path();
  pathb2.addPoint(v22.x, v22.y);
  pathb2.addPoint(v18.x, v18.y);
  pathb2.addPoint(v15.x, v15.y);
  pathb2.addPoint(v12.x, v12.y);
  pathb2.addPoint(v7.x, v7.y);
  pathb2.addPoint(v20.x, v20.y);
  pathb2.addPoint(v30.x, v30.y);
  pathb2.addPoint(v37.x, v37.y);
  pathb2.addPoint(v42.x, v42.y);
  pathb2.addPoint(v49.x, v49.y);
  pathb2.addPoint(v53.x, v53.y);
  pathb2.addPoint(barrio2.x, barrio2.y);
}

void newPathb3() {    // PATH BICI
  pathb3 = new Path();
  pathb3.addPoint(barrio3.x, barrio3.y);
  pathb3.addPoint(v23.x, v23.y);
  pathb3.addPoint(v35.x, v35.y);
  pathb3.addPoint(v33.x, v33.y);
  pathb3.addPoint(v29.x, v29.y);
  pathb3.addPoint(v28.x, v28.y);
  pathb3.addPoint(v25.x, v25.y);
  pathb3.addPoint(v20.x, v20.y);
  pathb3.addPoint(v16.x, v16.y);
  pathb3.addPoint(v14.x, v14.y);
  pathb3.addPoint(v10.x, v10.y);
}

  //  AV. LYON
void newPatha1() {    // PATH AUTO
  patha1 = new Path();
  patha1.addPoint(v1.x, v1.y);
  patha1.addPoint(v7.x, v7.y);
  patha1.addPoint(v20.x, v20.y);
  patha1.addPoint(v30.x, v30.y);
  patha1.addPoint(v37.x, v37.y);
```

Pestaña 1: Programa 17/18

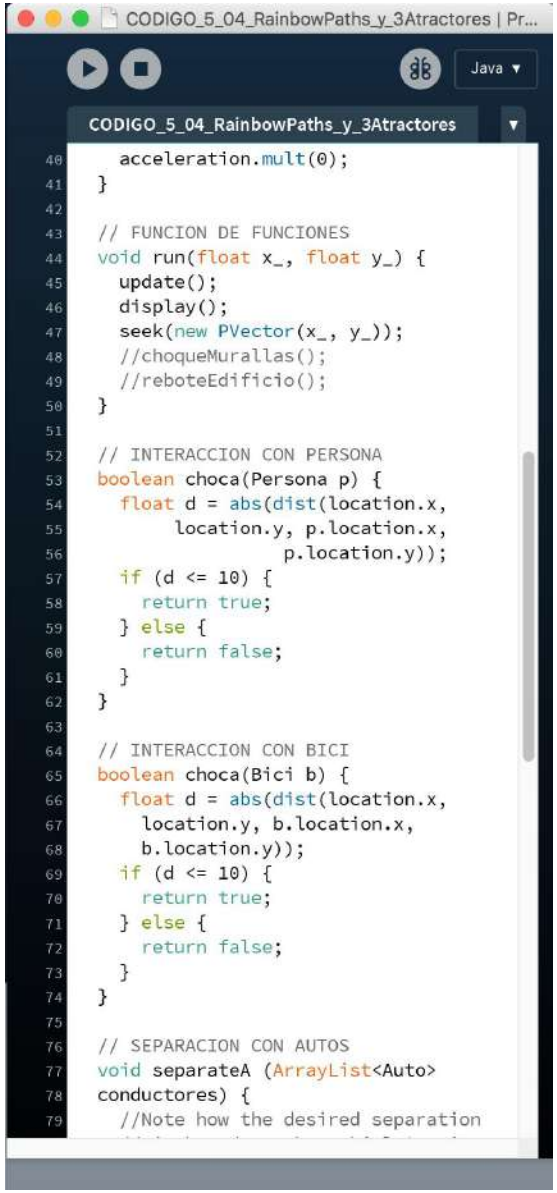

```
  patha1.addPoint(v30.x, v30.y);
  patha1.addPoint(v37.x, v37.y);
  patha1.addPoint(v49.x, v49.y);
  patha1.addPoint(v53.x, v53.y);
  patha1.addPoint(comuna1.x, comuna1.y);
}

  //  AV. PROVIDENCIA
void newPatha2() {    // PATH AUTO
  patha2 = new Path();
  patha2.addPoint(v44.x, v44.y);
  patha2.addPoint(v39.x, v39.y);
  patha2.addPoint(v35.x, v35.y);
  patha2.addPoint(v33.x, v33.y);
  patha2.addPoint(v29.x, v29.y);
  patha2.addPoint(v28.x, v28.y);
  patha2.addPoint(v25.x, v25.y);
  patha2.addPoint(v20.x, v20.y);
  patha2.addPoint(v16.x, v16.y);
  patha2.addPoint(v14.x, v14.y);
  patha2.addPoint(v10.x, v10.y);
  patha2.addPoint(comuna2.x, comuna2.y);
}

  // AUTO RESIDENTE
void newPatha3() {    // PATH AUTO
  patha3 = new Path();
  patha3.addPoint(v7.x, v7.y);
  patha3.addPoint(v12.x, v12.y);
  patha3.addPoint(v25.x, v25.y);
  patha3.addPoint(v28.x, v28.y);
  patha3.addPoint(v36.x, v36.y);
  patha3.addPoint(v30.x, v30.y);
  patha3.addPoint(v37.x, v37.y);
  patha3.addPoint(v42.x, v42.y);
  patha3.addPoint(v43.x, v43.y);
  patha3.addPoint(comuna3.x, comuna3.y);
}
```

Pestaña 1: Programa 18/18



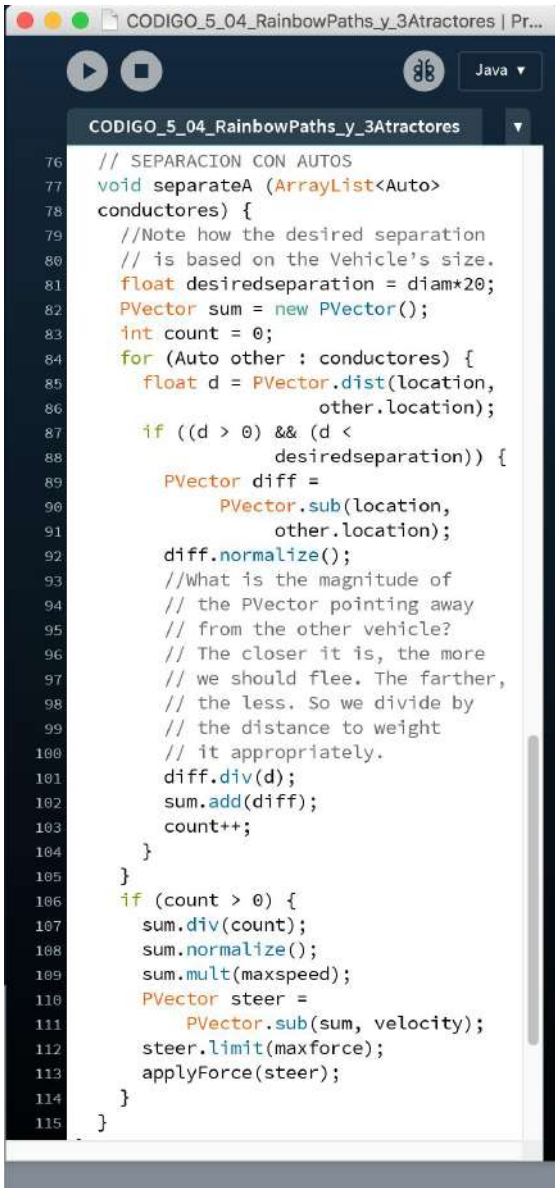

```
class Auto extends Bici {

  Auto(float x_, float y_) {
    super(x_, y_);
    velocity = new
      PVector(random(0,0), random(0,0));
    diam = 3;
    maxspeed = 4;
    maxforce = 0.15; // 0.05
  }

  // APARIENCIA
  void display() {
    //Vehicle is a triangle pointing in
    // the direction of velocity; since
    // it is drawn pointing up, we
    // rotate it an additional 90°.
    float theta =
       velocity.heading() + PI/2;
    fill(255, 0, 0);
    noStroke();
    pushMatrix();
    translate(location.x, location.y);
    rotate(theta);
    rect(0, 0, diam, diam*3);
    //beginShape();
    //vertex(0, -diam*2);
    //vertex(-diam, diam*2);
    //vertex(diam, diam*2);
    //endShape(CLOSE);
    popMatrix();
  }

  // DESPLAZAMIENTO, VELOCIDAD
  // Y ACELERACION
  void update() {
    velocity.add(acceleration);
    velocity.limit(maxspeed);
    location.add(velocity);
    acceleration.mult(0);
```

Pestaña 2: Auto 1/3



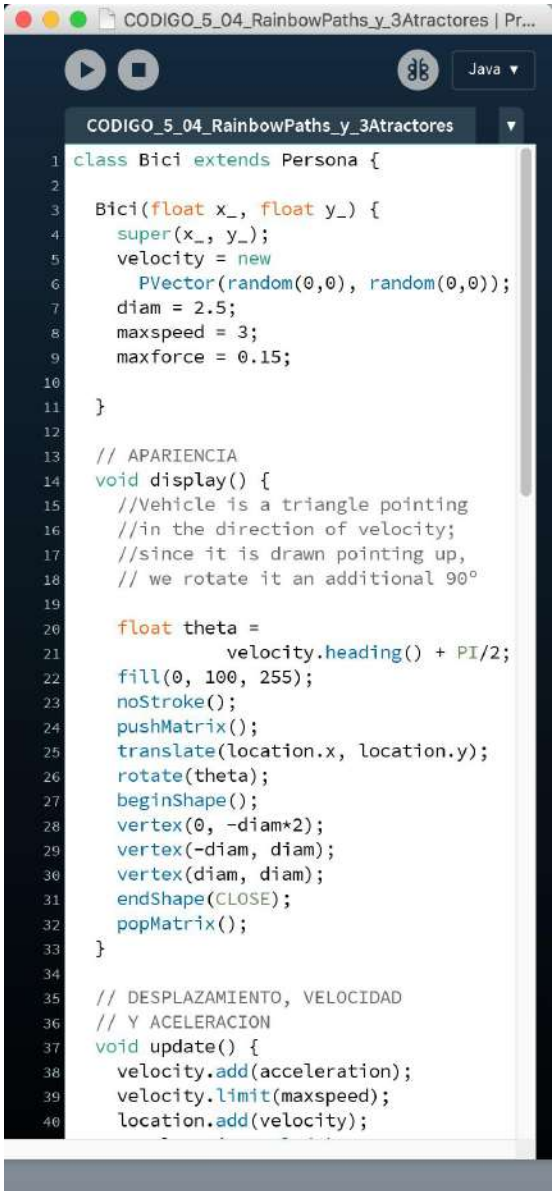

```
    acceleration.mult(0);
  }

  // FUNCION DE FUNCIONES
  void run(float x_, float y_) {
    update();
    display();
    seek(new PVector(x_, y_));
    //choqueMurallas();
    //reboteEdificio();
  }

  // INTERACCION CON PERSONA
  boolean choca(Persona p) {
    float d = abs(dist(location.x,
         location.y, p.location.x,
                    p.location.y));
    if (d <= 10) {
      return true;
    } else {
      return false;
    }
  }

  // INTERACCION CON BICI
  boolean choca(Bici b) {
    float d = abs(dist(location.x,
      location.y, b.location.x,
      b.location.y));
    if (d <= 10) {
      return true;
    } else {
      return false;
    }
  }

  // SEPARACION CON AUTOS
  void separateA (ArrayList<Auto>
  conductores) {
    //Note how the desired separation
```

Pestaña 2: Auto 2/3

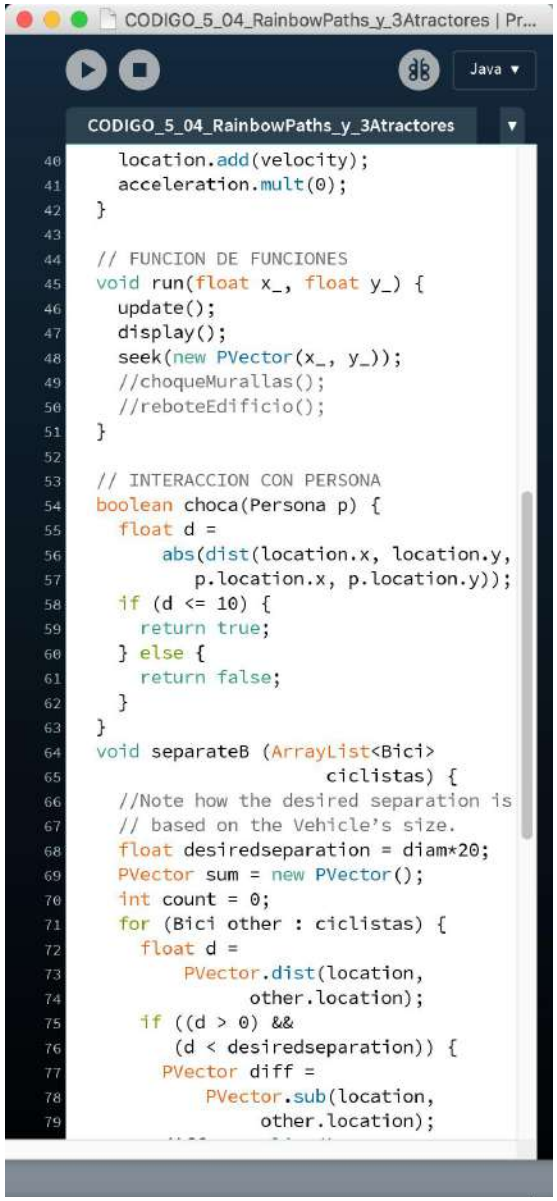



```
  // SEPARACION CON AUTOS
  void separateA (ArrayList<Auto>
  conductores) {
    //Note how the desired separation
    // is based on the Vehicle's size.
    float desiredseparation = diam*20;
    PVector sum = new PVector();
    int count = 0;
    for (Auto other : conductores) {
      float d = PVector.dist(location,
                      other.location);
      if ((d > 0) && (d <
                desiredseparation)) {
        PVector diff =
             PVector.sub(location,
                other.location);
        diff.normalize();
        //What is the magnitude of
        // the PVector pointing away
        // from the other vehicle?
        // The closer it is, the more
        // we should flee. The farther,
        // the less. So we divide by
        // the distance to weight
        // it appropriately.
        diff.div(d);
        sum.add(diff);
        count++;
      }
    }
    if (count > 0) {
      sum.div(count);
      sum.normalize();
      sum.mult(maxspeed);
      PVector steer =
          PVector.sub(sum, velocity);
      steer.limit(maxforce);
      applyForce(steer);
    }
  }
```

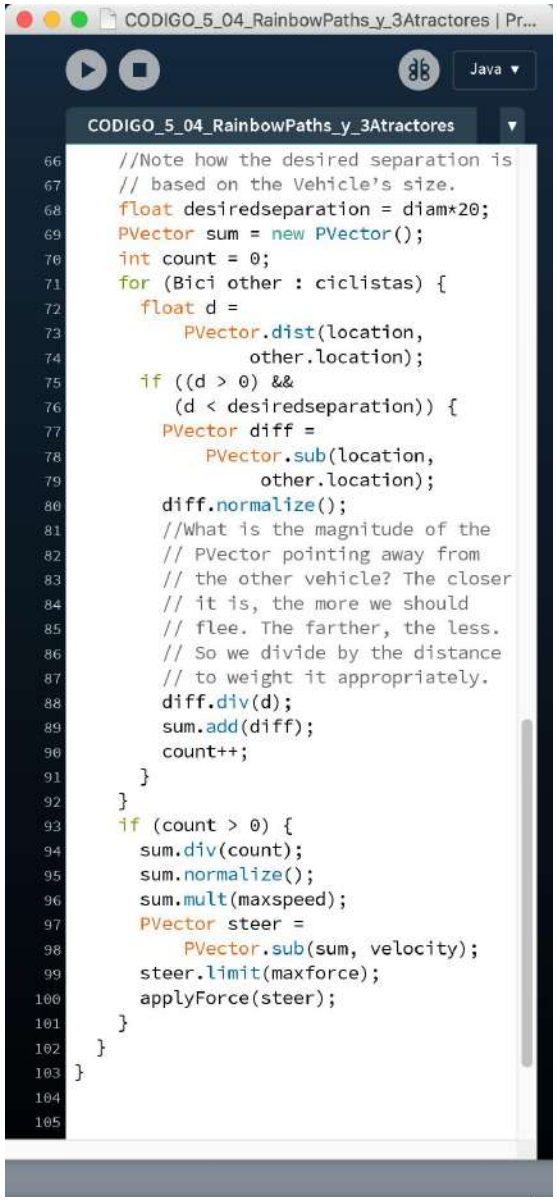
Pestaña 2: Auto 3/3



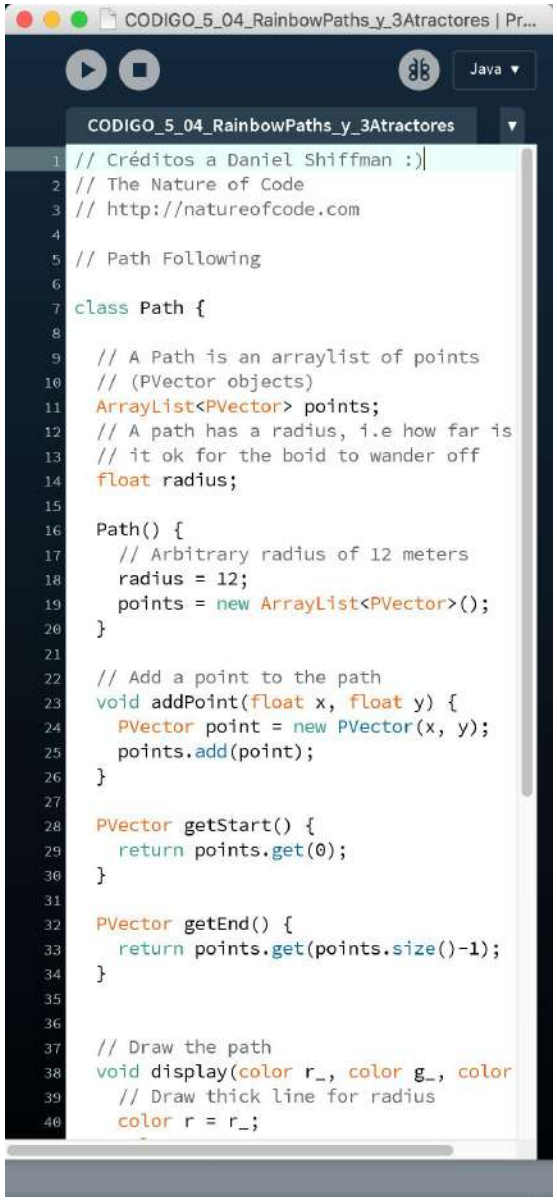
Pestaña 3: Bici 1/3



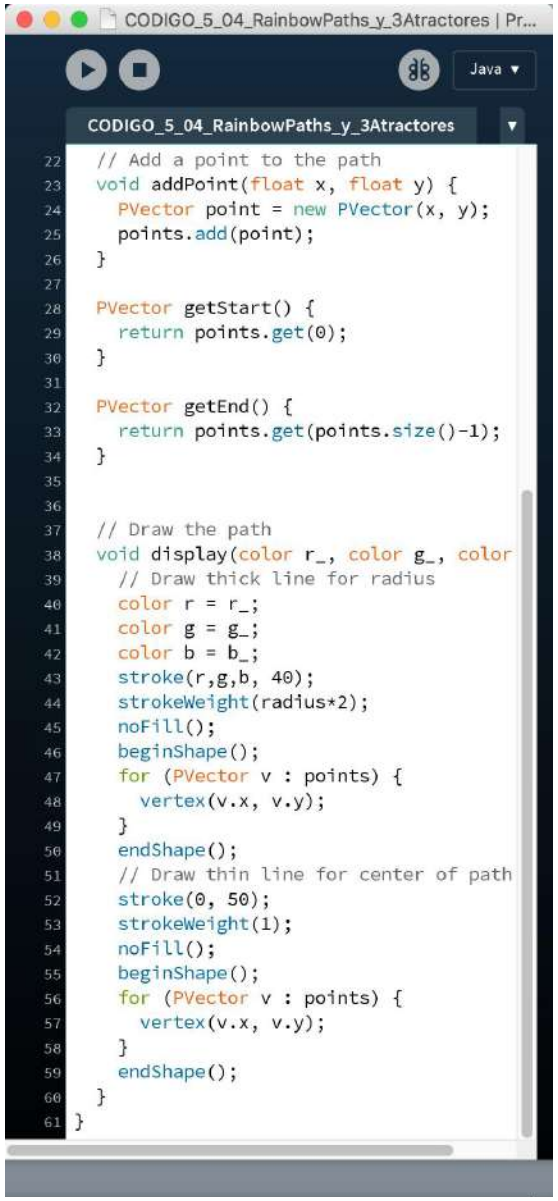
Pestaña 3: Bici 2/3



Pestaña 3: Bici 3/3



Pestaña 4: Path 1/2



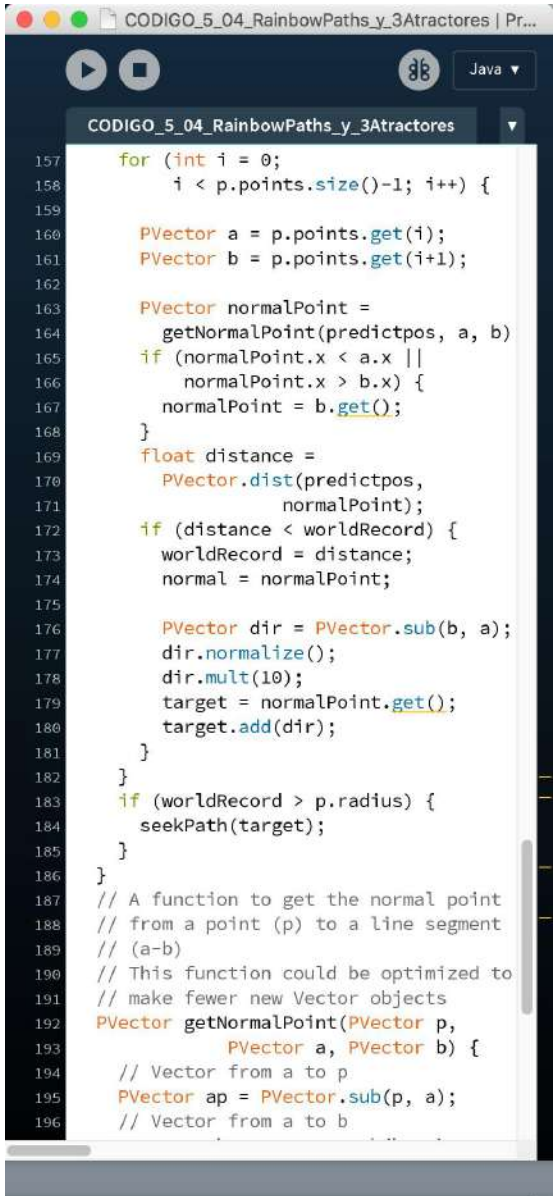
Pestaña 4: Path 2/2

Pestaña 5: Persona 1/6

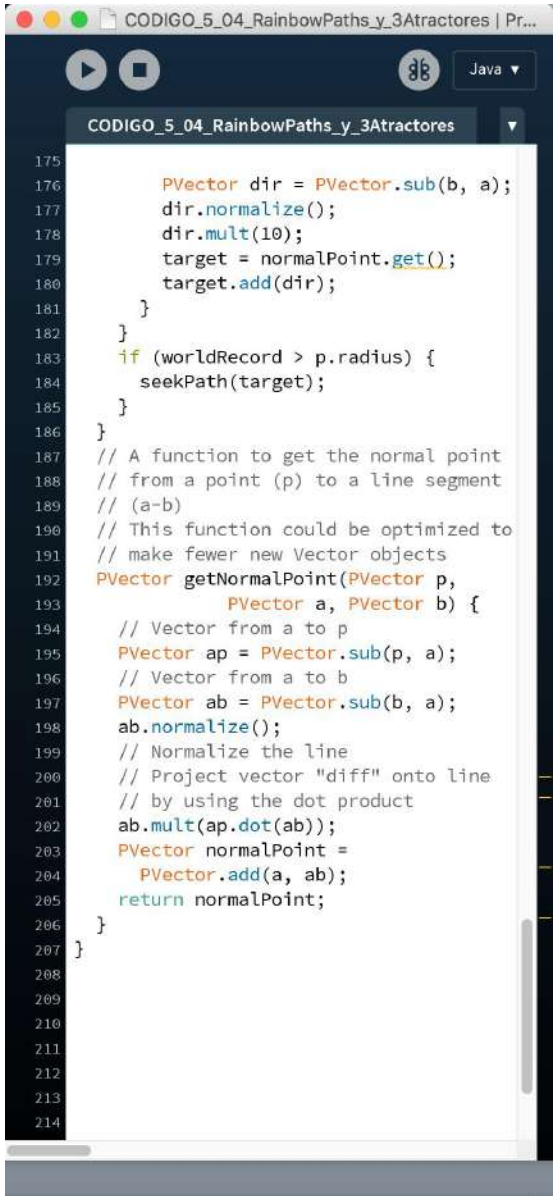
Pestaña 5: Persona 2/6

Pestaña 5: Persona 3/6

Pestaña 5: Persona 4/6




```
157     for (int i = 0;
158          i < p.points.size()-1; i++) {
159
160       PVector a = p.points.get(i);
161       PVector b = p.points.get(i+1);
162
163       PVector normalPoint =
164         getNormalPoint(predictpos, a, b)
165       if (normalPoint.x < a.x ||
166           normalPoint.x > b.x) {
167         normalPoint = b.get();
168       }
169       float distance =
170         PVector.dist(predictpos,
171                      normalPoint);
172       if (distance < worldRecord) {
173         worldRecord = distance;
174         normal = normalPoint;
175
176         PVector dir = PVector.sub(b, a);
177         dir.normalize();
178         dir.mult(10);
179         target = normalPoint.get();
180         target.add(dir);
181       }
182     }
183     if (worldRecord > p.radius) {
184       seekPath(target);
185     }
186   }
187   // A function to get the normal point
188   // from a point (p) to a line segment
189   // (a-b)
190   // This function could be optimized to
191   // make fewer new Vector objects
192   PVector getNormalPoint(PVector p,
193                          PVector a, PVector b) {
194     // Vector from a to p
195     PVector ap = PVector.sub(p, a);
196     // Vector from a to b
```




```
175
176         PVector dir = PVector.sub(b, a);
177         dir.normalize();
178         dir.mult(10);
179         target = normalPoint.get();
180         target.add(dir);
181       }
182     }
183     if (worldRecord > p.radius) {
184       seekPath(target);
185     }
186   }
187   // A function to get the normal point
188   // from a point (p) to a line segment
189   // (a-b)
190   // This function could be optimized to
191   // make fewer new Vector objects
192   PVector getNormalPoint(PVector p,
193                          PVector a, PVector b) {
194     // Vector from a to p
195     PVector ap = PVector.sub(p, a);
196     // Vector from a to b
197     PVector ab = PVector.sub(b, a);
198     ab.normalize();
199     // Normalize the line
200     // Project vector "diff" onto line
201     // by using the dot product
202     ab.mult(ap.dot(ab));
203     PVector normalPoint =
204       PVector.add(a, ab);
205     return normalPoint;
206   }
207 }
208
209
210
211
212
213
214
```

Pestaña 5: Persona 5/6

Pestaña 5: Persona 6/6

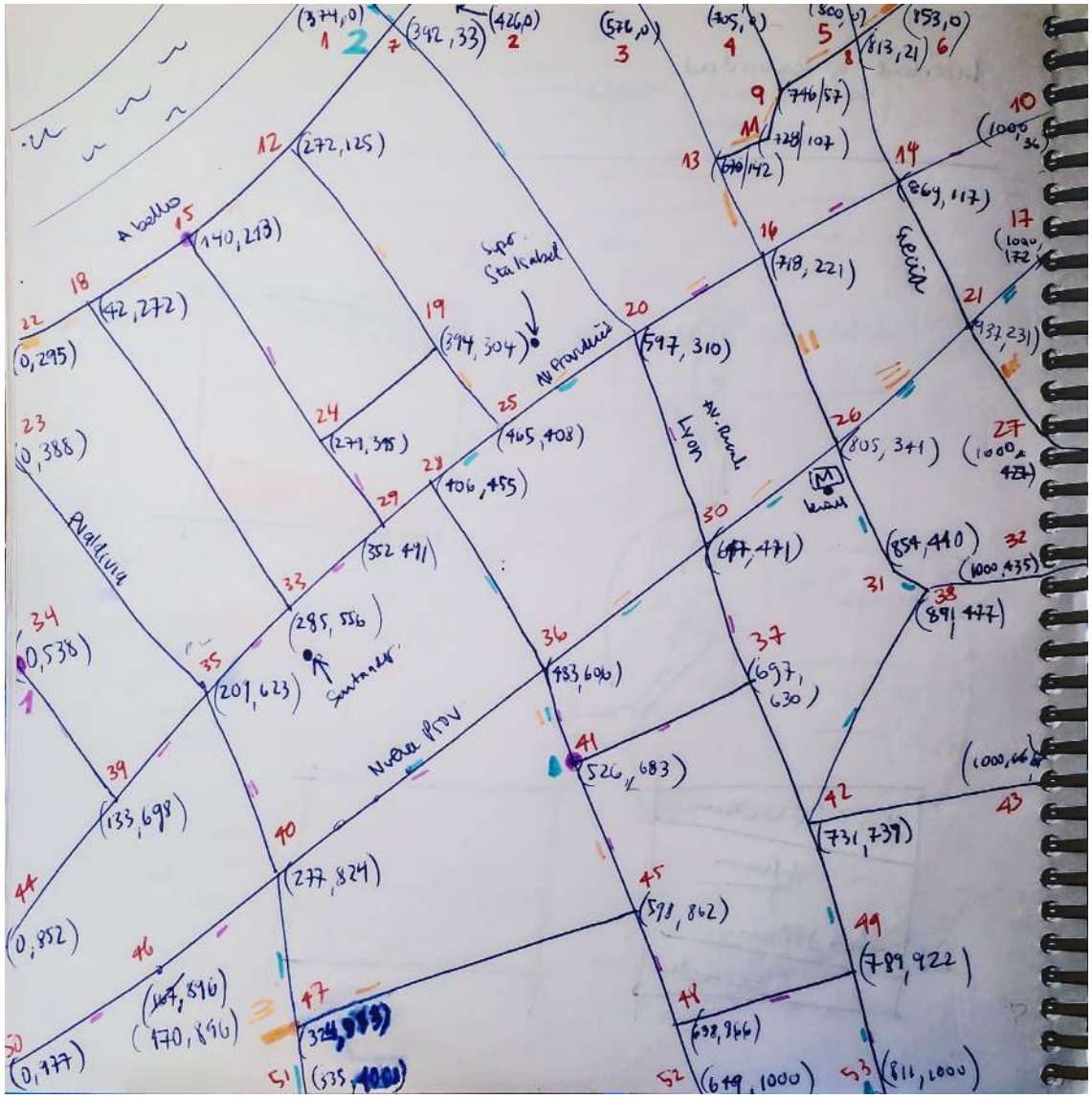
VERSIÓN 05
material complementario

MAPA REAL SATELITAL

Para hacer más liviano el programa se rediseñaron las capas del mapa, zonas y la simbología. Al hacer más liviana la función este correría más rápido, en especial en el caso de la interacción del usuario. Como por ejemplo la aparición de la distinción entre zonas. (f.3)

La simbología (f.2) era una imagen sólida que solo carecía de los número identificadores de cantidades dado que estos al ser unos elementos variables tenían que ser reescritos en tiempo real.

Las calles/paths del mapa debido a que no se logró importarlos como vectores; fueron escritos a mano identificando cada una de las intersecciones o curvas pronunciadas. Resultó en una fidedigna interpretación del mapa, sin embargo no es el sistema más eficiente en caso de querer escalar el mapa, o bien cambiar de ubicación. (f.1) Todas las coordenadas *(P1, 52-105)* están numeradas de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo. Fueron escritas usando la función llamada mouseX y mouseY, que dan la posición del cursor. *(P1, 205-207)*



f.1

mapa de coordenadas
producido artesanalmente

f.2

f.3

mapa coloreado
según zonas distintas

VERSIÓN 05

funcionamiento, observaciones y conclusiones de las funciones más relevantes

1. APARIENCIA

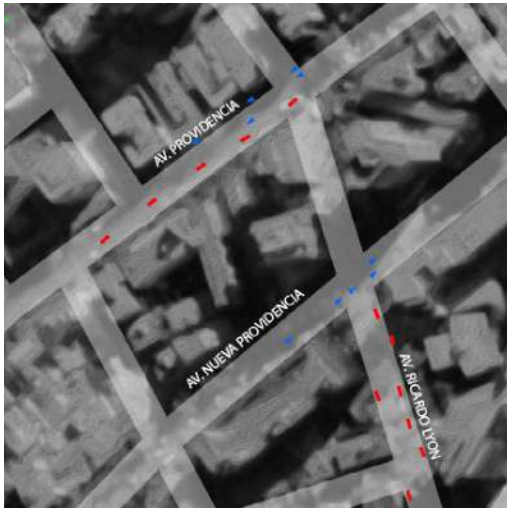
El primer y más notorio cambio es el uso de un mapa real de fondo. Después de ser extraído de Google Maps el mapa fue ajustado y editado en Photoshop para acentuar más los edificios y calles. Luego se crearon calles más anchas e iluminadas para contrastar de mejor manera con los agentes. *(P1, 9, 136-137, 181-187)*

El mapa con escala real le permite al usuario comprender como está siendo redistribuido el espacio de la ciudad según la cantidad de agentes que este mismo decide ingresar. Entiende también de mejor manera la proxémica y el comportamiento intermodal en vivo.

2. PUNTOS DE ORIGEN

Usando las coordenadas del mapa hecho a mano se determinaron 3 puntos de origen para cada uno de los 3 grupos de agentes programados. *(P1, 250-280)*

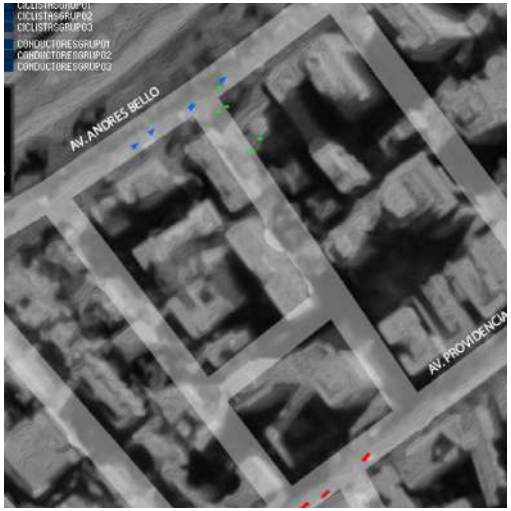
Los agentes aparecen azarosamente en un área de **10** x **10** píxeles alrededor del punto vector del inicio o fin de los path. Esto le da cierta controlada impredictibilidad que permite crear diferentes tiempos de partida para cada uno de los agentes que se encaminan a diferentes puntos en el mapa. Editar tal área de aparición es posible pero no acercaría al simulador a su desempeño deseado.



3. AGRUPACIONES

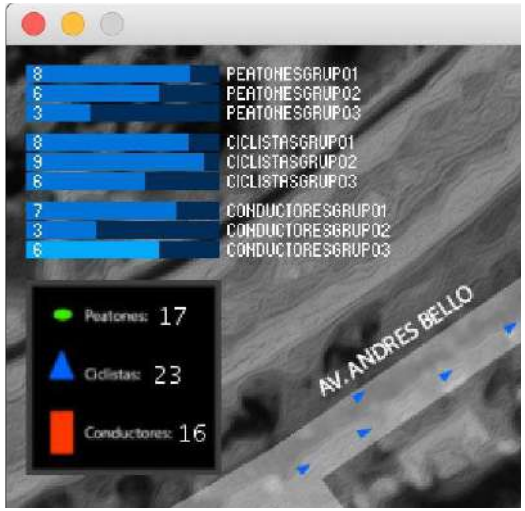
Los grupos de agentes se mueven como tal, parecen pequeños cardúmenes que se van encontrando con otras caravanas de agentes. La emergencia comienza a surgir en el comportamiento programado de los agentes. Le quita un grado de realismo entrópico, mas no es relevante para el fin último del simulador.

En la ciudad se espera que las personas compartan ciertas partes de sus caminos y algunas veces el destino, en este caso en pos de beneficiar la estructura y eficiencia del código del simulador se tratan las funciones de los agentes por distintas agrupaciones.



4. ENCUENTROS

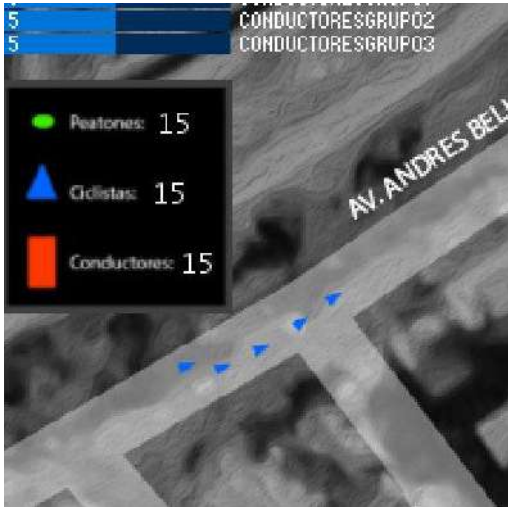
Se siguen respetando las mismas reglas de proxémica heredada del simulador anterior. La gran diferencia recae en que son grupos de agentes contra grupos de agentes, lo cual puede producir pequeños momentos de inmovilidad para un auto por ejemplo, por que este debe cederle la pasada a todo el conjunto de peatones o ciclistas. Sin embargo, esto podría simular situaciones extremas como lo son una maratón o un cruce peatonal, o un conjunto de escolares.



5. SLIDERS

Se importó la librería control.P5 *(P1, 4-6)* para poder hacer sliders que controlarían la cantidad de cada uno de los grupos de cada tipo de agente. Estos sliders están escritos en *P1, 43-153*

Considerando que eventualmente hay que agregar al transporte público a la fórmula, puede ser un poco excesivo tener controladores para cada uno de los grupos de agentes, en vez de poder controlarlos todos desde un slider por tipo. Uno para los peatones, otro para los ciclistas, otro para la cantidad de autos y otro para los futuros buses. Esto podría afectar la intuitividad a la hora de interactuar del usuario.



6. SIMBOLOGÍA

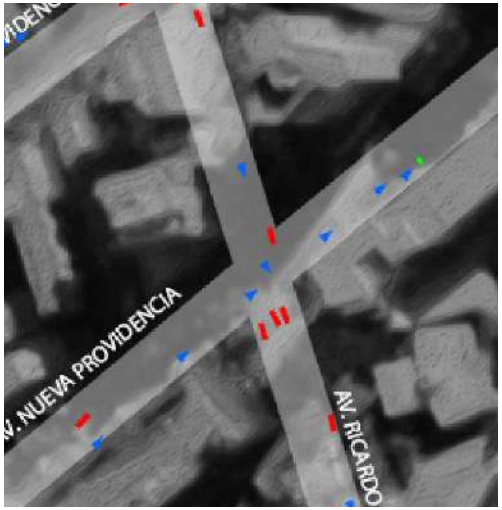
La simbología se actualizó debido al cambio de las figuras que tiene cada tipo de agentes. Al igual que la versión anterior, es un imagen de fondo a la cual se le agregan los números que se actualizan de manera dinámica en el programa. A medida que el funcionario mueve con el cursor el slider de cantidad de agentes el número se va actualizando. El número representa la cantidad total de agentes por tipo. *(P1, 12,196-203)*

Si el slider marca 5 agentes el total será el triple debido a que es número en realidad domina la cantidad de agentes en cada uno de tres los grupos.

7. ZONAS

Al hacer click con el mouse en cualquier zona de la pantalla la imagen de fondo cambia por un fondo con las zonas de tránsito en naranja y o las residenciales en verde. *(P1, 10-11,138-139,181-187)*

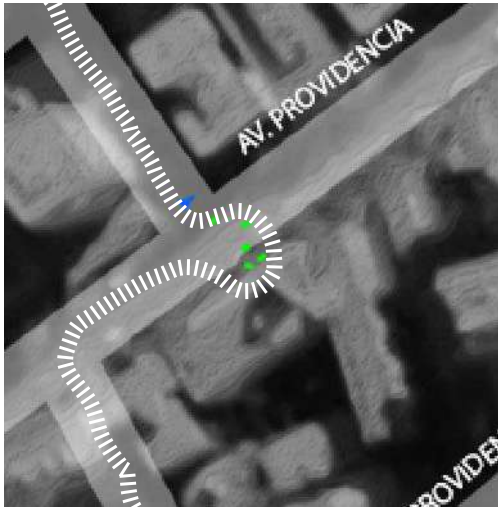
La interacción del programa se a reducido a el uso exclusivo del mouse para evitar hacer interferencias entre 2 o más funciones. Esto simplifica la intuitividad de uso del simulador.



7. ATRACTORES Y CALLES

Se crearon dos función de atracción, una con una fuerza fuerte, para las calles y una con una débil, para seguir el objetivo/destino.

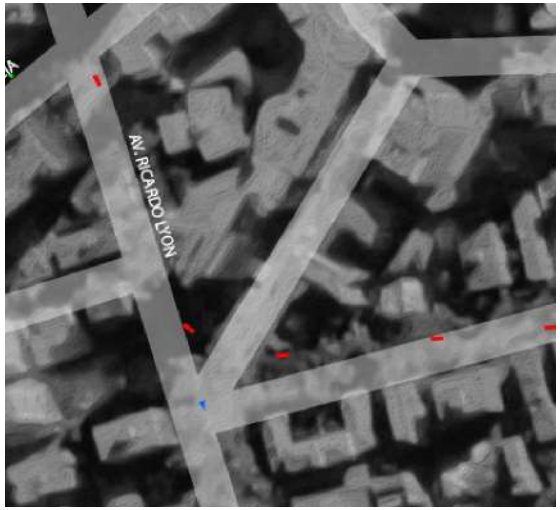
Esto permitió que los agentes primero entrar a las calles para después moverse por ellas, así como también permitió omitir las líneas de código que le correspondía a los edificios como repulsores.



9. ERROR ACUMULACIÓN

A veces por curvas cerradas los agentes se mantienen estancados por más tiempo en las esquinas. Quizás, la atracción por la calles se duplicaba y superaba la atracción que tenia el atractor con creces, valga la redundancia.

La capacidad de giro de los agentes se ve dominada por el valor de la 'maxforce', una variable declarada al comienzo de cada una de las clases. Es posible hacer de esta un opción manipulable por el usuario, mas no va al caso controlar con tanto detalle el comportamiento.



10. ERROR CURVA AMPLIA

En algunos casos el predictor notaba que el agentes iba en buena dirección a la vez que este estaba en una curva, entonces el movimiento terminaba siendo una curva más amplia y meno ortogonal como lo eran las calles. Básicamente se acortaba el camino de un modo no deseado.

Corregir programáticamente este detalle conllevaba un costo mayor y no era una prioridad frente a otros objetivos como lo son la interacción y los indicadores dinámicos, u otra función orientada hacia la usabilidad del programa.

VERSIÓN 05
reflexión y proyección

(13 Octubre)

CONCLUSIÓN GENERAL

Lo más rescatable del programa es la doble función de seguimiento, con un seek fuerte para las calles y uno débil para seguir el objetivo/destino. Lo cual le permite a los agentes primero entrar a las calles y después moverse por ellas manteniendo la separación entre sí.

El fragmento elegido de providencia no es sólo un buen conjunto de intersecciones sino también un área de intersección de comunas, es decir de flujos. Esto lo convierte en un interesante caso de estudio y simulación dada la diversidad de agentes. Distinto atractores se repartieron por fuera del mapa para generar los flujos de los distintos agentes.

Las figuras pueden distinguirse más luego de los ajustes de escala. Los agentes son un poco más grandes que lo que deberían pero se leen correctamente como tal. Y los puntos de origen de estos fueron sacados de su grilla y puestos en lugares estratégicos por fuera de la ventana al inicio de paths.

Se agregaron sliders que permiten la directa interacción de un usuario. Estos controlan la cantidad de agentes lo cual repercute directamente en parámetros de impacto en la ciudad.

PRÓXIMOS PASOS

1. Agregar buses, esto podría significar un considerable ralentizamiento del programa, pero no se puede omitir una parte crucial del ecosistema de transporte como lo son los buses.

2. Separar peatones de buses por zonas de tránsito y residenciales. Aún falta comunicar de alguna forma que buses van por unas vías especializadas para ellos, en la cual ellos se llevan el “trono” en la jerarquía de sustentabilidad.

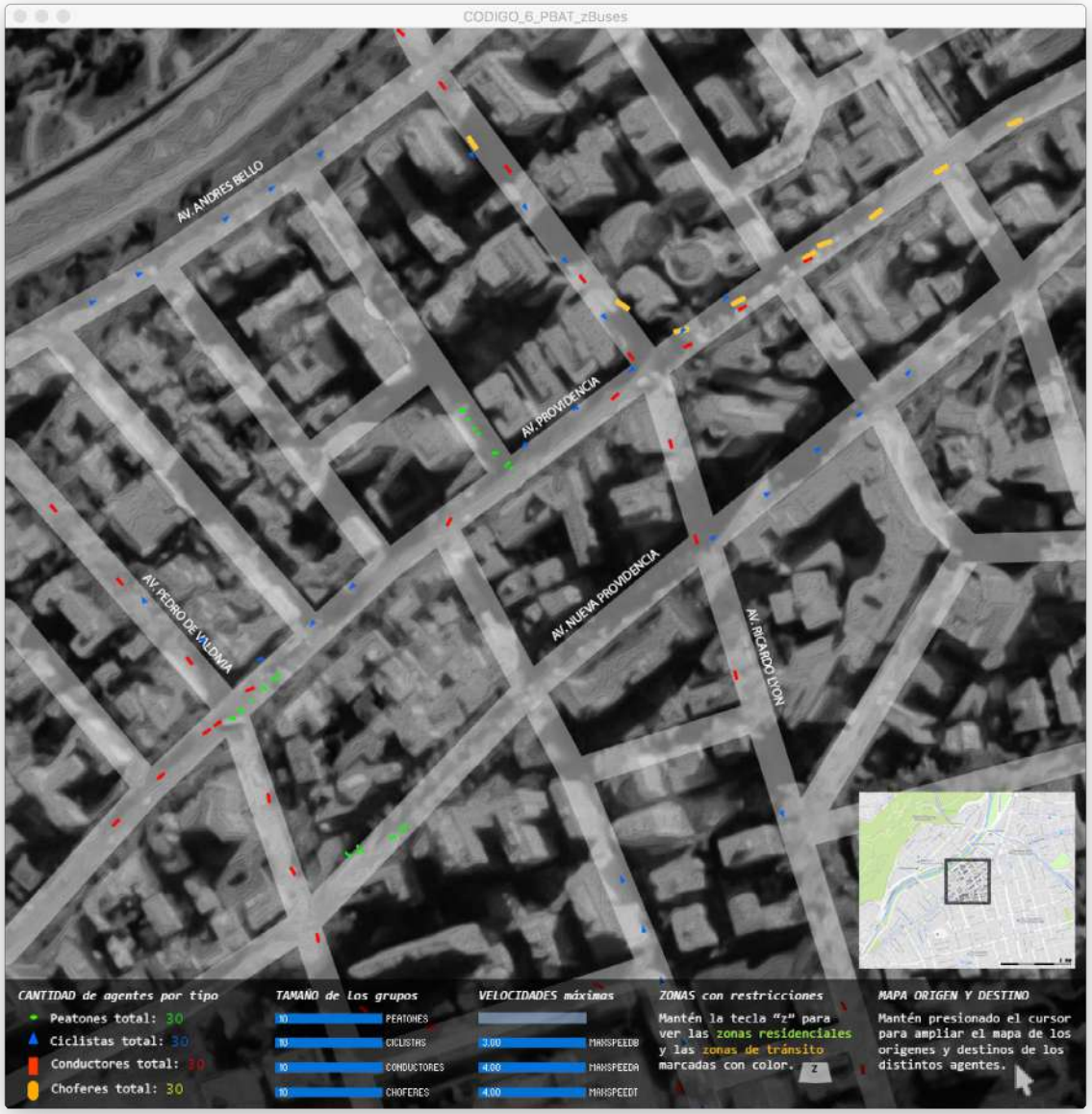
3. Mejorar interfaz: Cantidades, Velocidades, Agrupar agentes, Mejorar sistema de simbología, zonas versátiles, mapa de orígenes y atractores, y titular simulador. Mejorar la interacción del usuario desde la composición, orden de lectura, contraste y el equilibrio cromático.

4. Numerador de área de superficie, como indicador de impacto de sustentabilidad, valor totalmente necesario para la planificación urbana.

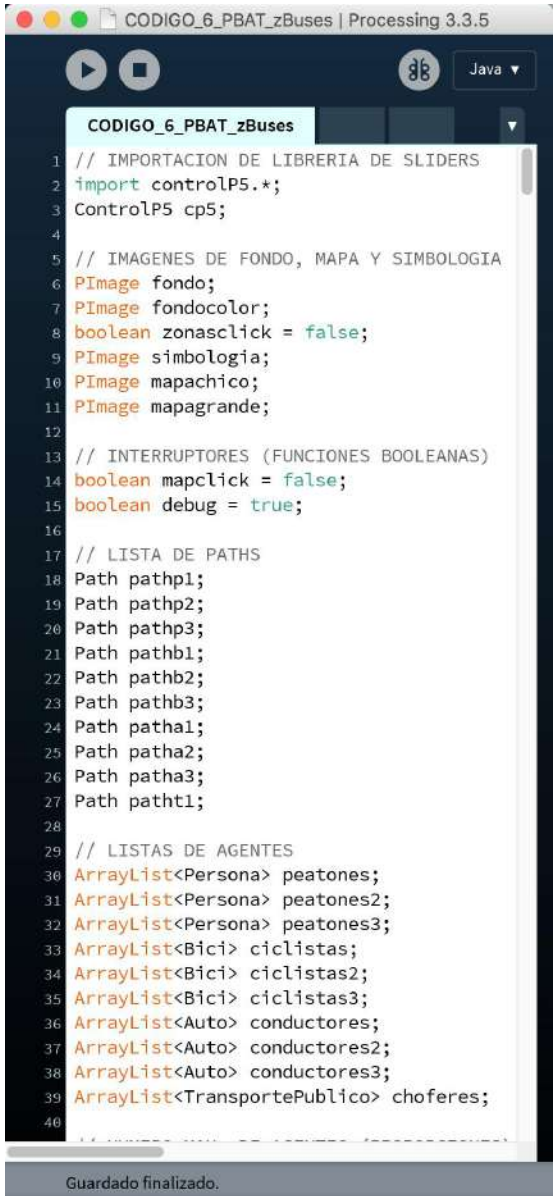
5. Simplificar código, hacerlo más eficiente a la hora de proceder por loops e iteracciones varias. Esto mejoraría la interacción con el usuario y los tiempos de espera. Además de liberarle costos computacionales al dispositivo en uso.

VERSIÓN 06*

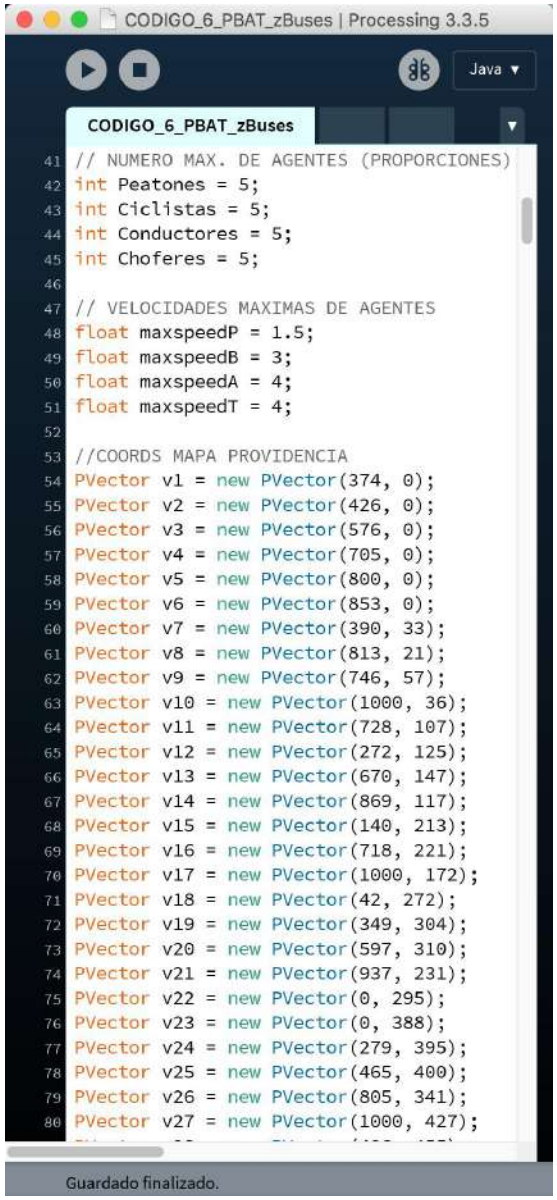
la con aspiraciones de grandeza



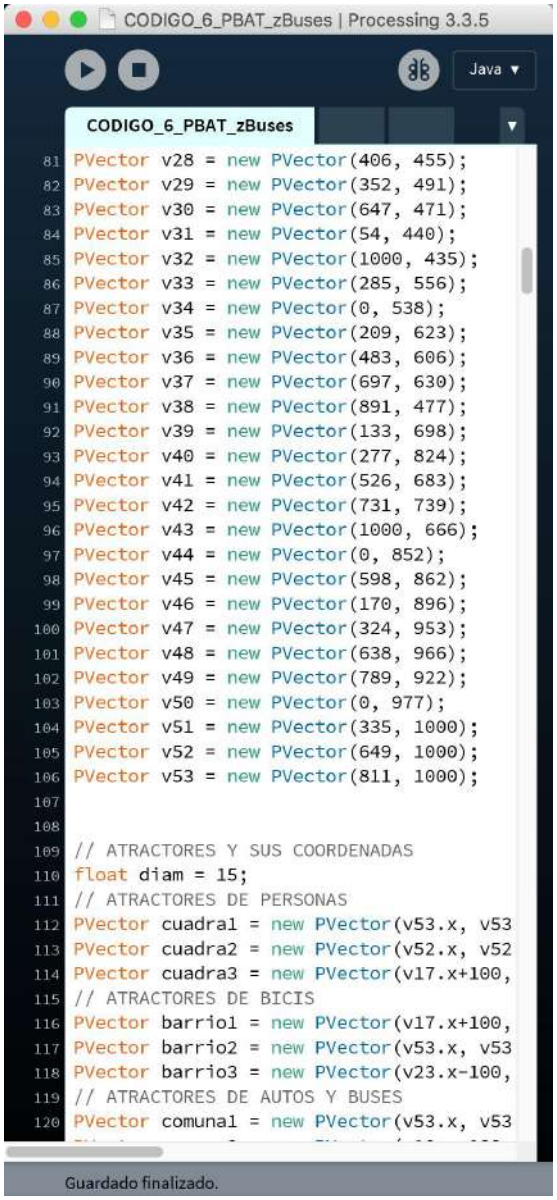
* SÁLTESE A LA PÁGINA 124 PARA VER LA SIGUIENTE Y MENOS ÁRIDA SECCIÓN



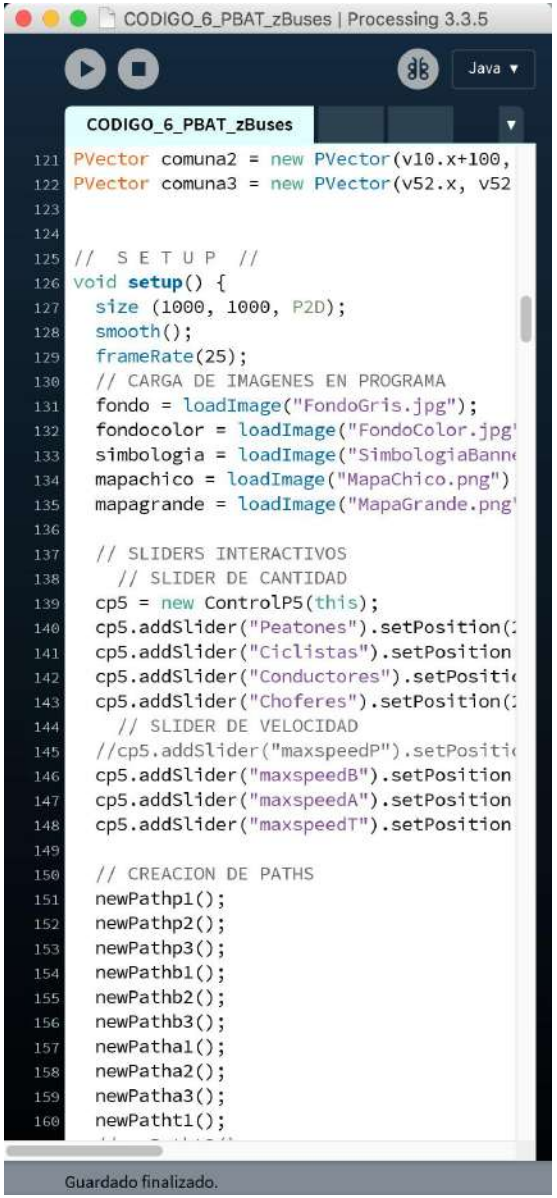
Pestaña 1: Programa 1/20



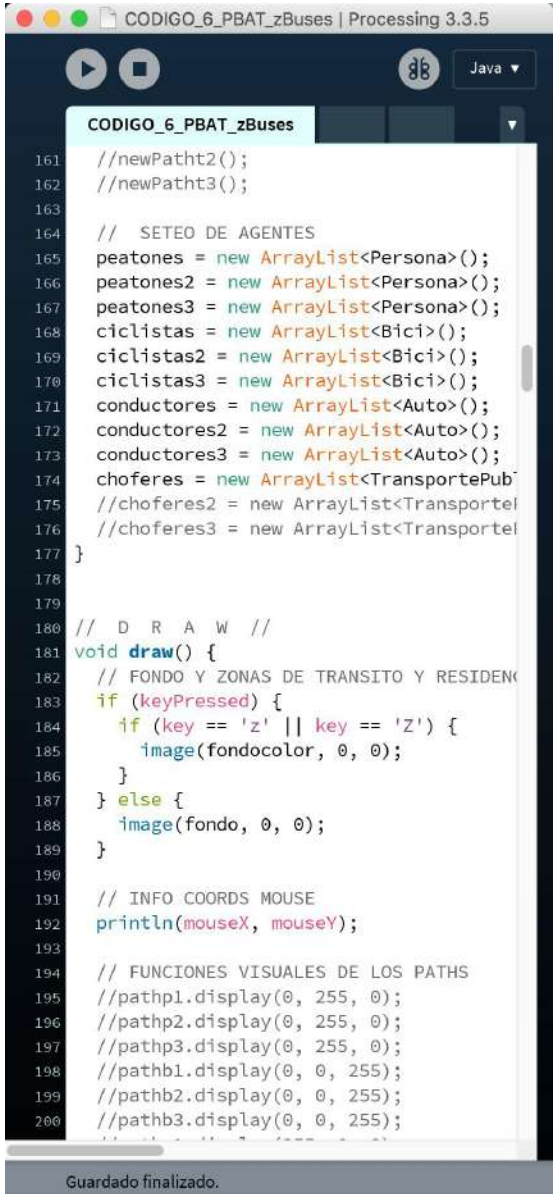
Pestaña 1: Programa 2/20



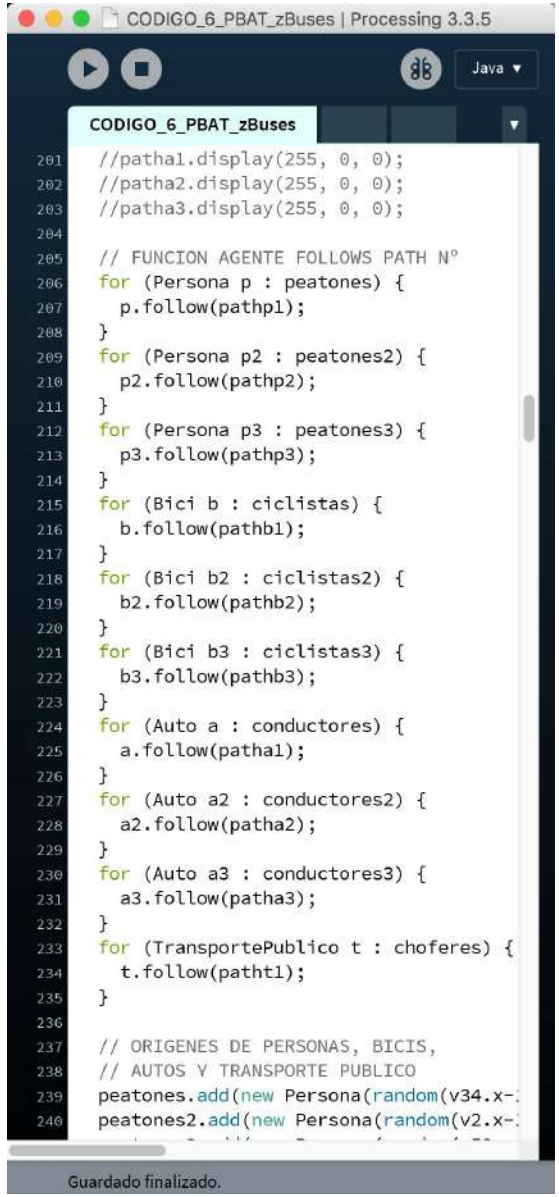
Pestaña 1: Programa 3/20



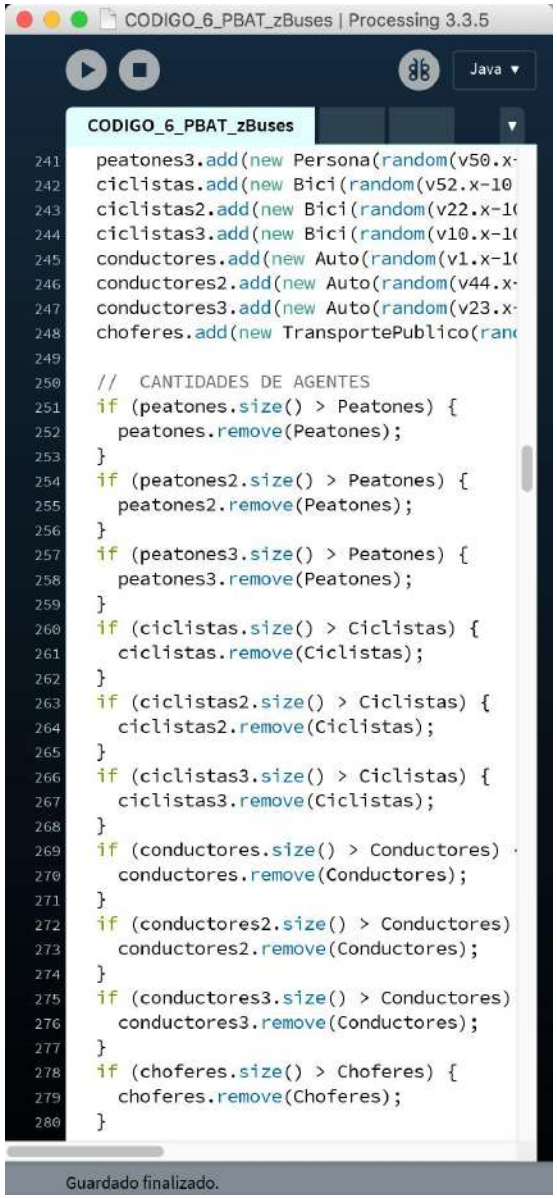
Pestaña 1: Programa 4/20



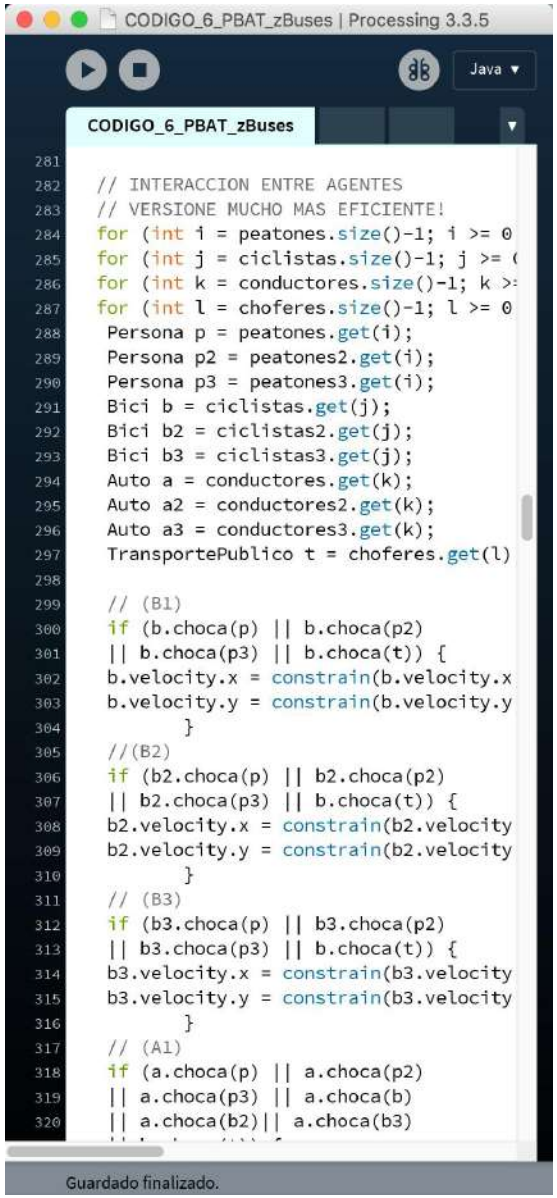
Pestaña 1: Programa 5/20



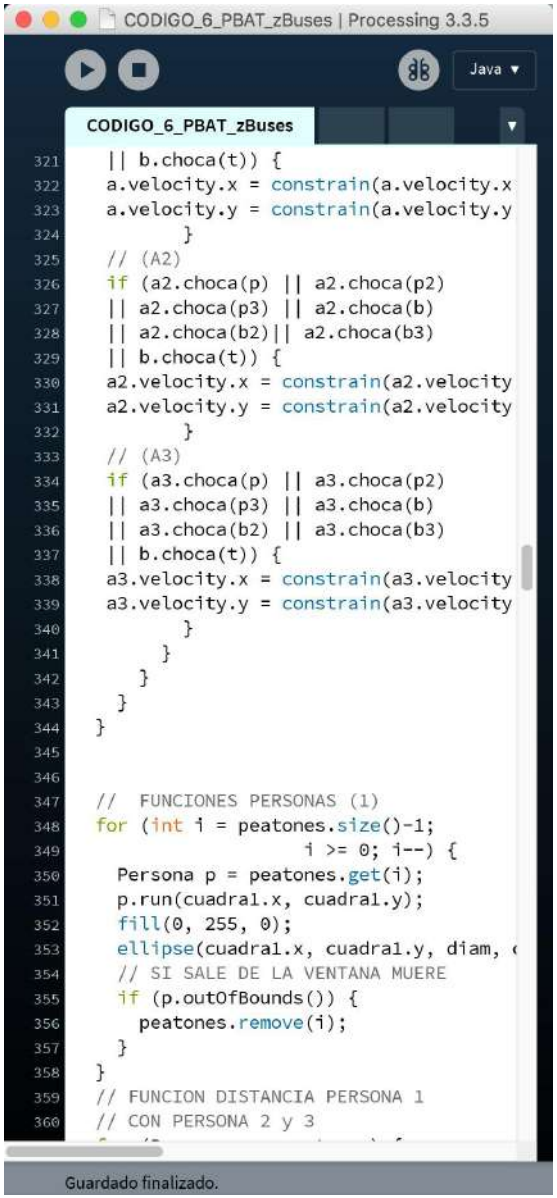
Pestaña 1: Programa 6/20



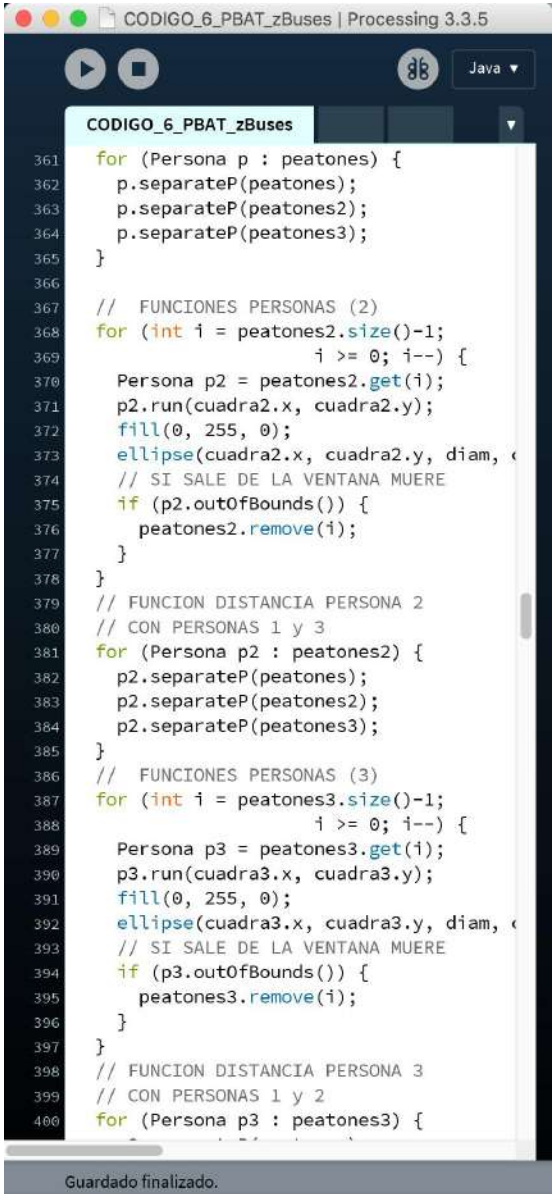
Pestaña 1: Programa 7/20



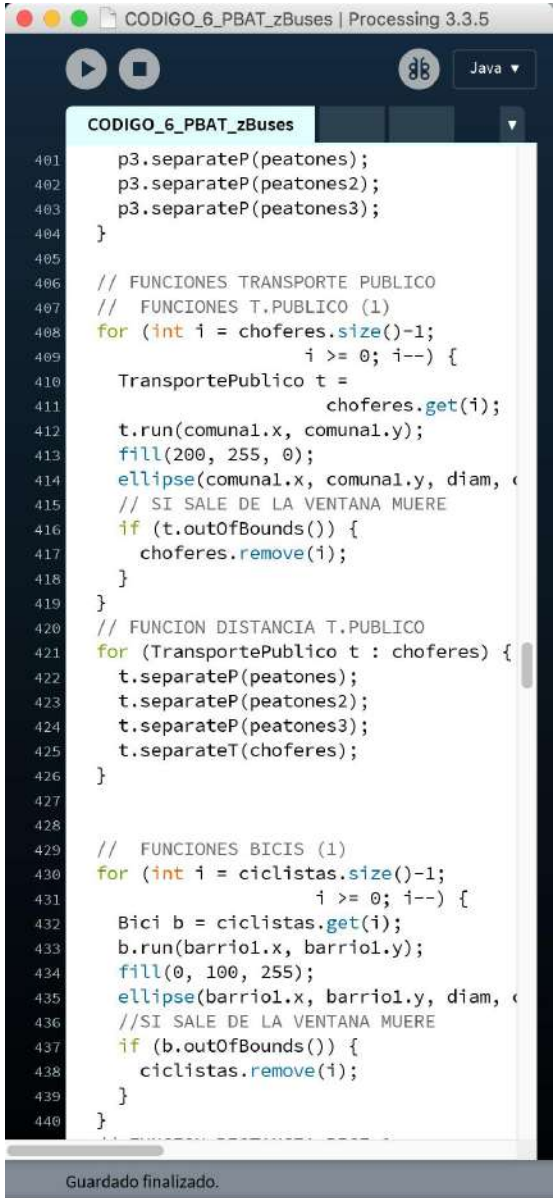
Pestaña 1: Programa 8/20



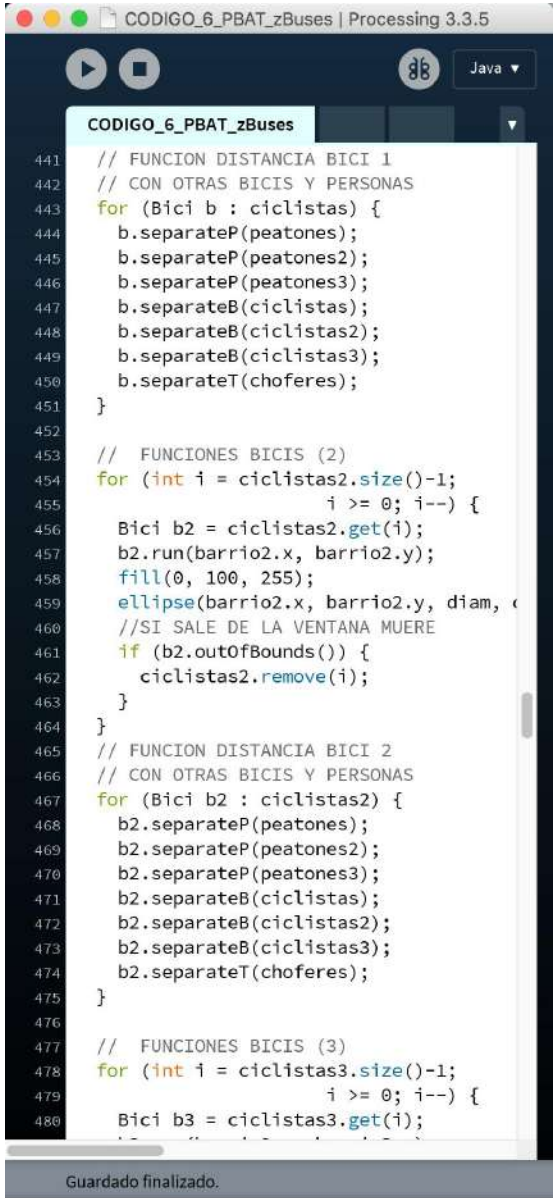
Pestaña 1: Programa 9/20



Pestaña 1: Programa 10/20

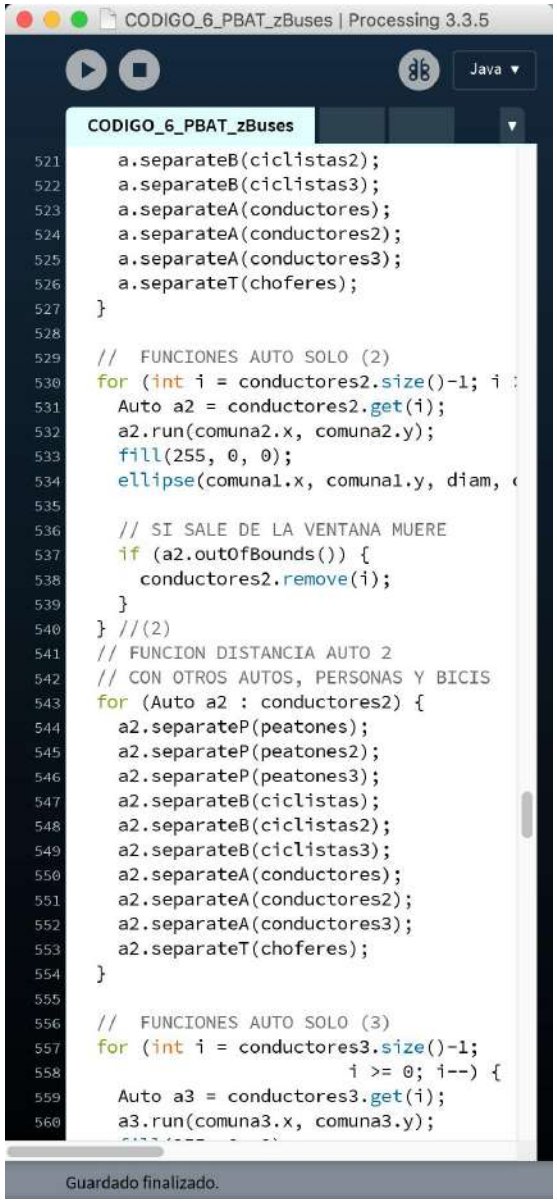


Pestaña 1: Programa 11/20

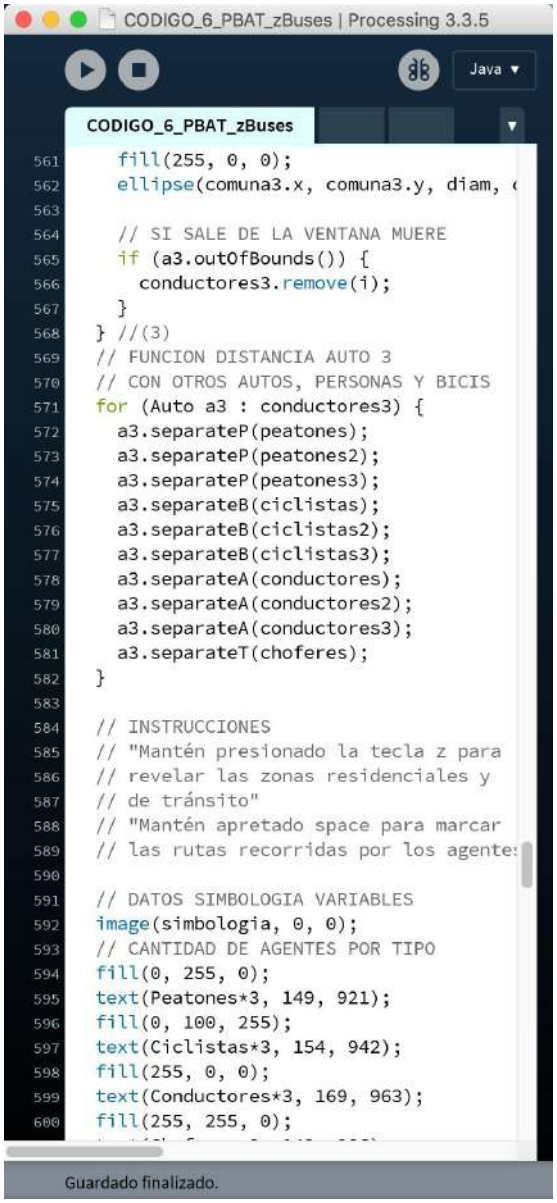


Pestaña 1: Programa 12/20

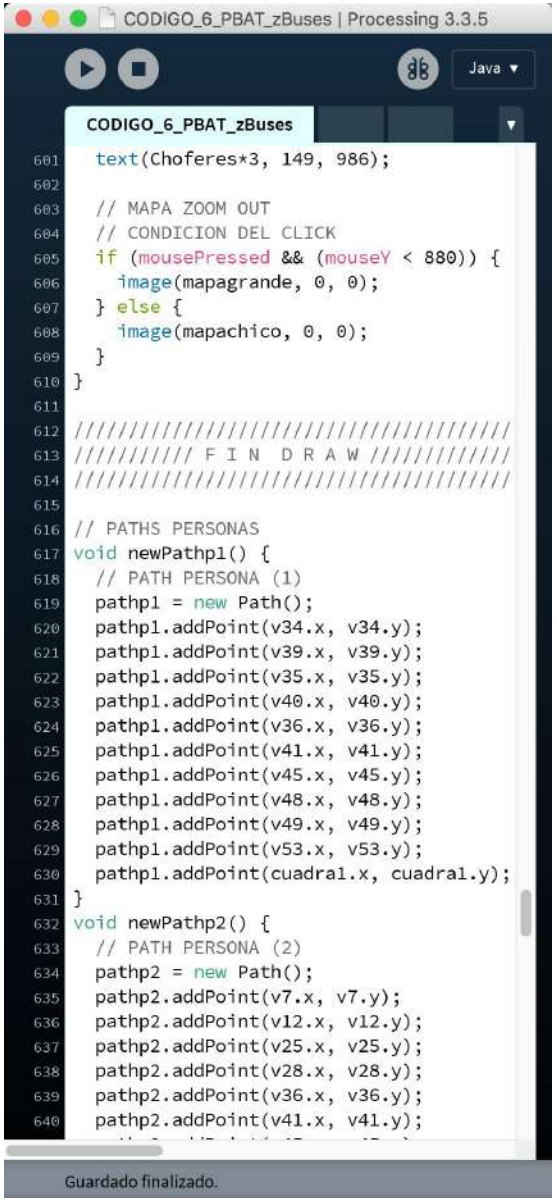
Pestaña 1: Programa 13/20



Pestaña 1: Programa 14/20

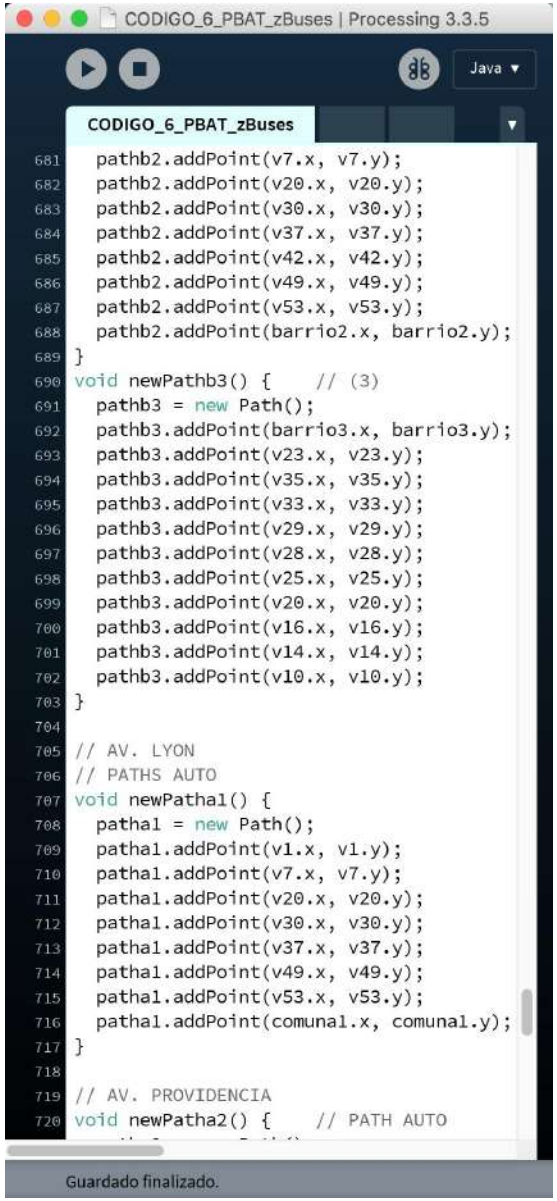


Pestaña 1: Programa 15/20

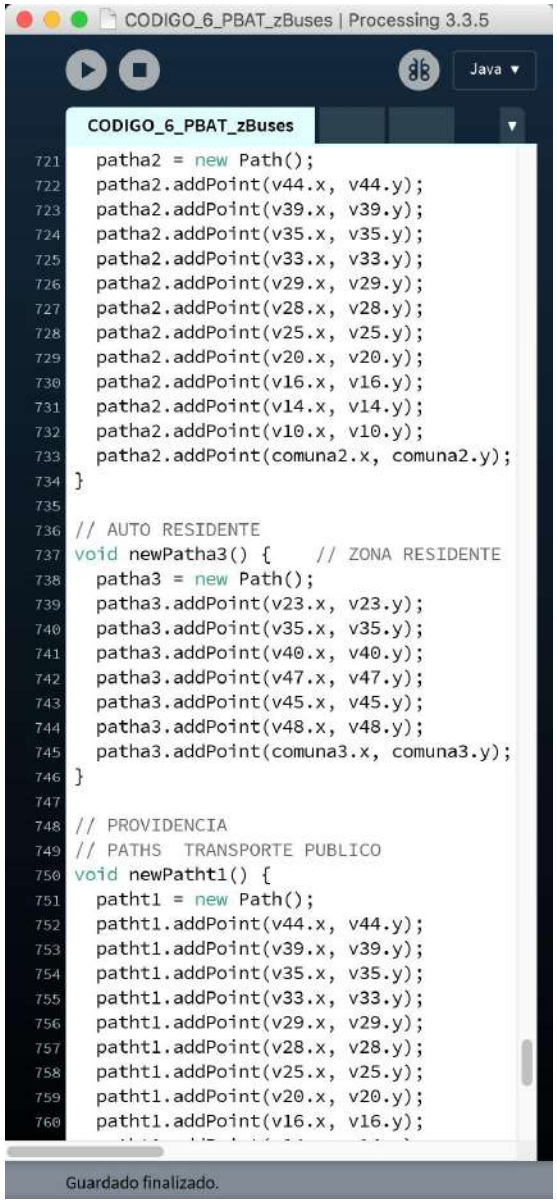


Pestaña 1: Programa 16/20

Pestaña 1: Programa 17/20



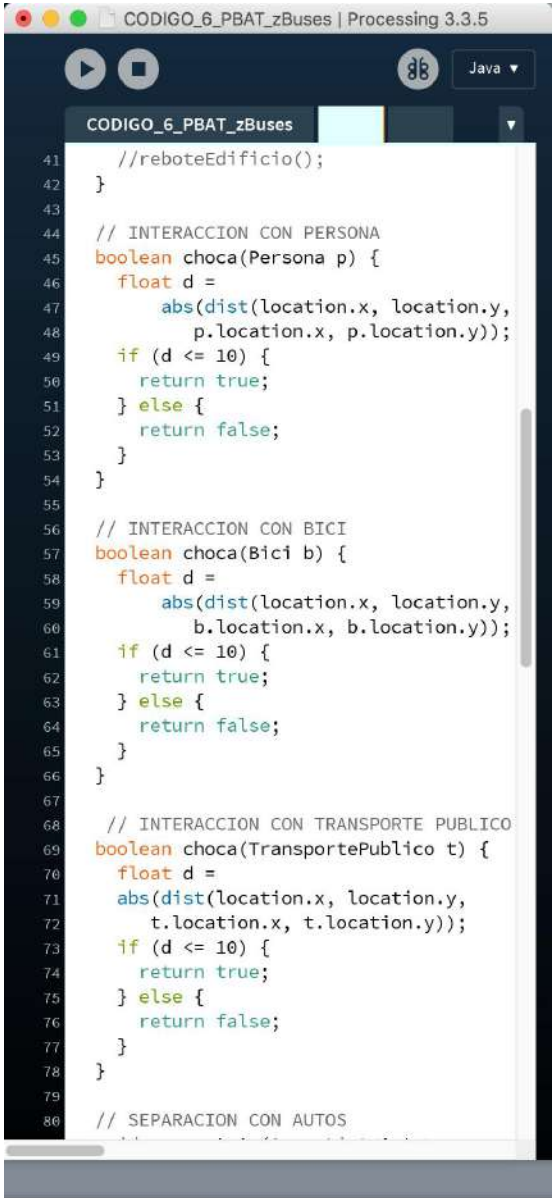
Pestaña 1: Programa 18/20



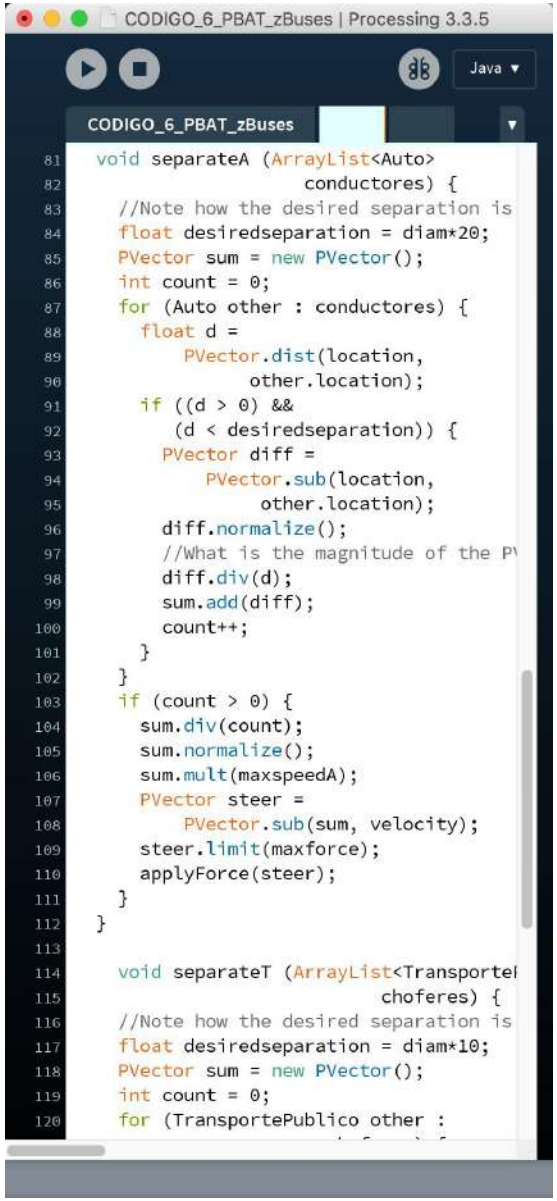
Pestaña 1: Programa 19/20

Pestaña 1: Programa 20/20

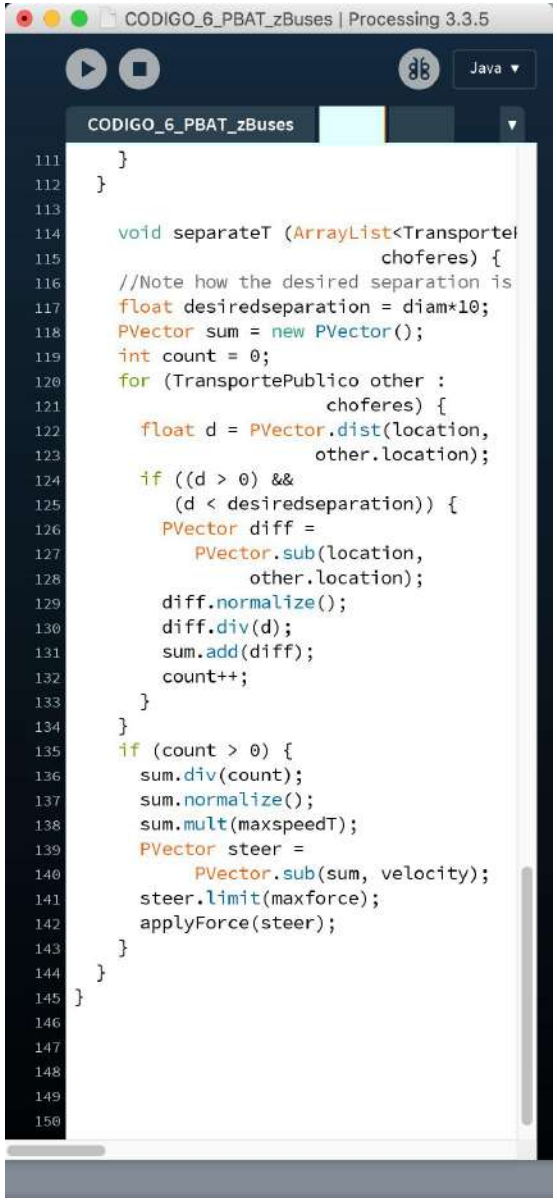
Pestaña 2: Auto 1/4



Pestaña 2: Auto 2/4

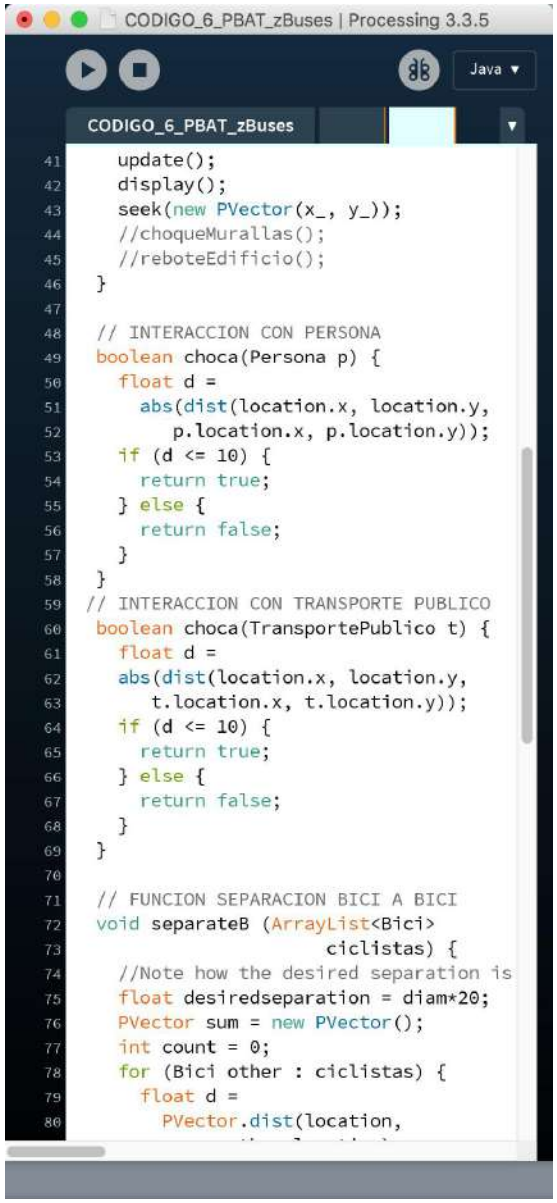


Pestaña 2: Auto 3/4

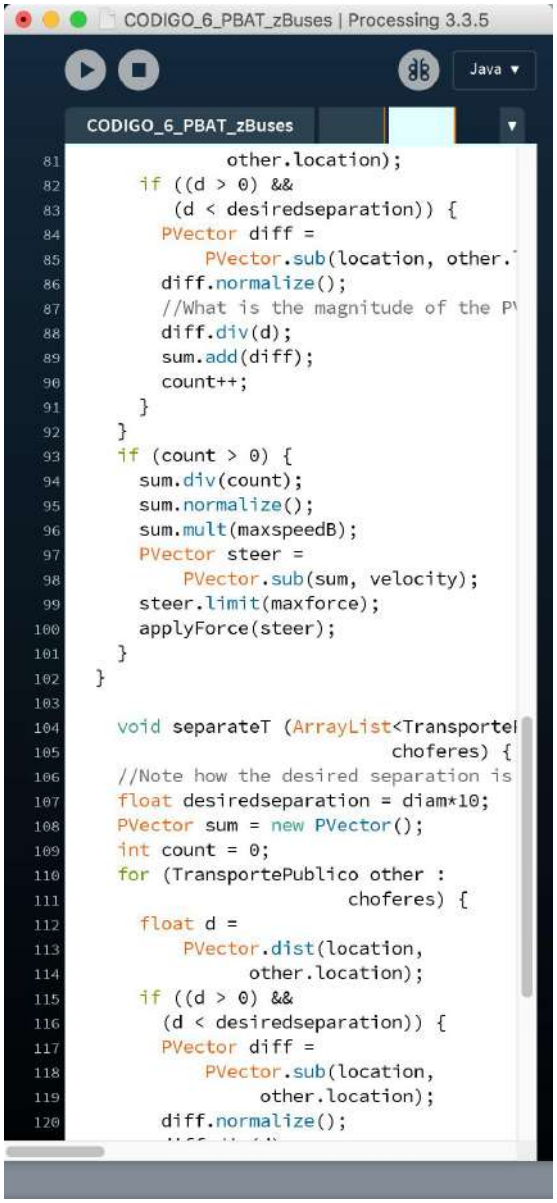


Pestaña 2: Auto 4/4

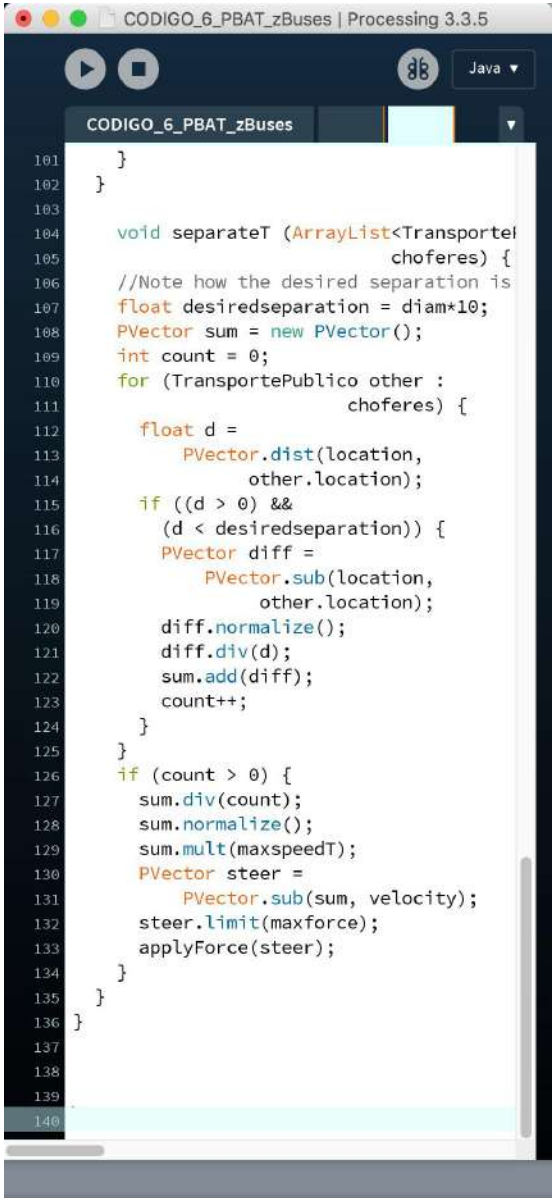
Pestaña 3: Bici 1/4



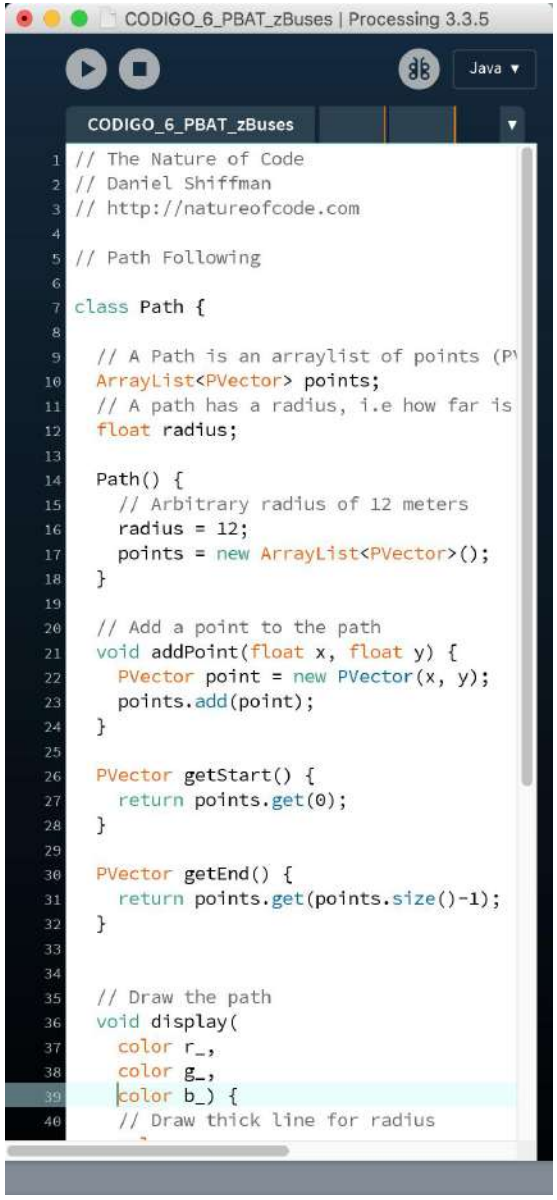
Pestaña 3: Bici 2/4



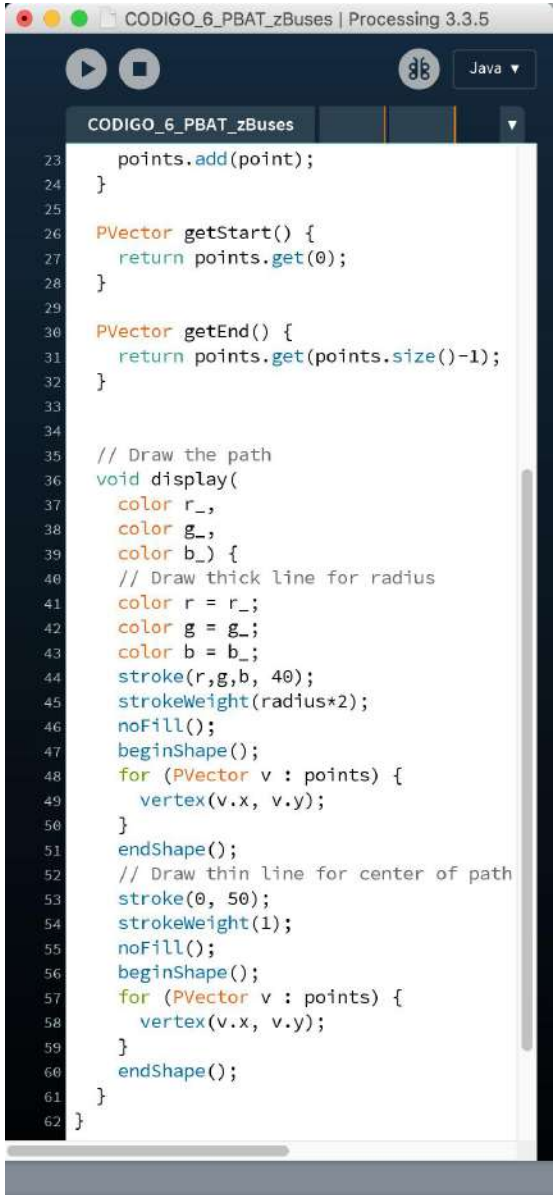
Pestaña 3: Bici 3/4



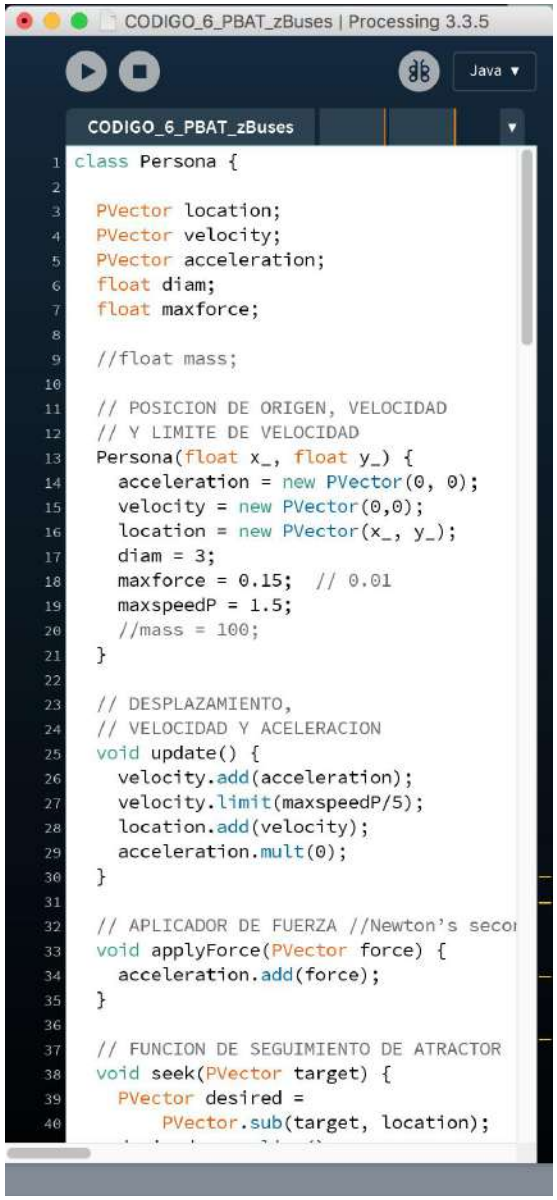
Pestaña 3: Bici 4/4



Pestaña 4: Path 1/2

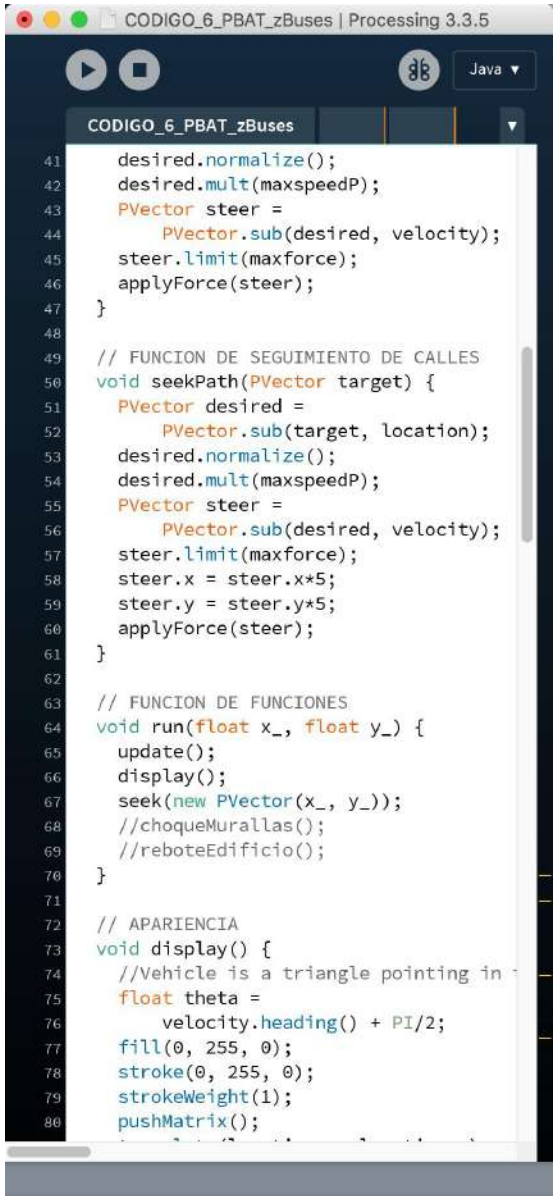


Pestaña 4: Path 2/2



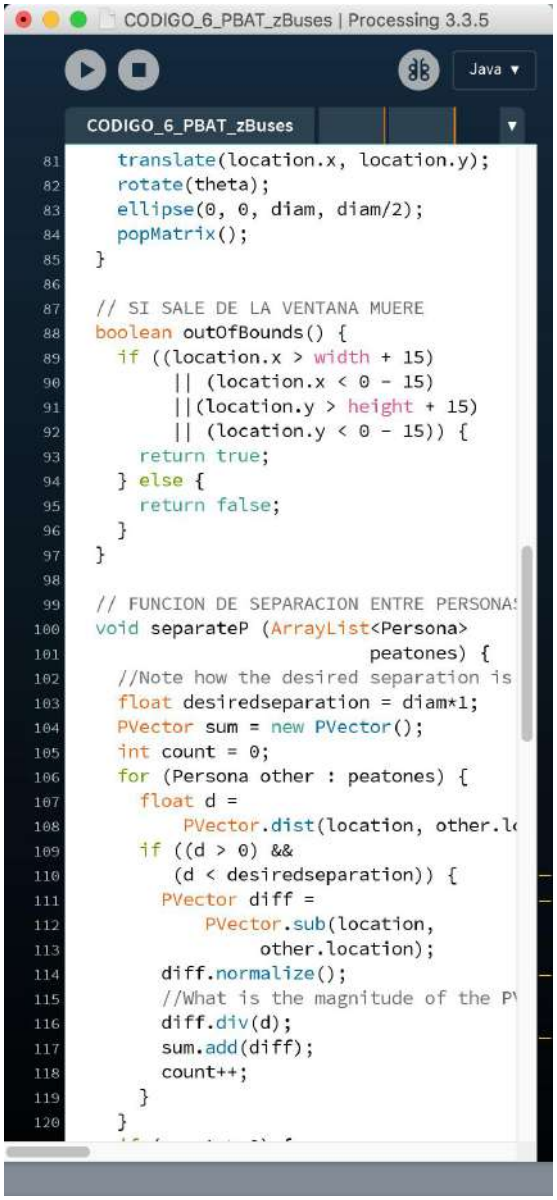

```
class Persona {

  PVector location;
  PVector velocity;
  PVector acceleration;
  float diam;
  float maxforce;

  //float mass;

  // POSICION DE ORIGEN, VELOCIDAD
  // Y LIMITE DE VELOCIDAD
  Persona(float x_, float y_) {
    acceleration = new PVector(0, 0);
    velocity = new PVector(0,0);
    location = new PVector(x_, y_);
    diam = 3;
    maxforce = 0.15;  // 0.01
    maxspeedP = 1.5;
    //mass = 100;
  }

  // DESPLAZAMIENTO,
  // VELOCIDAD Y ACELERACION
  void update() {
    velocity.add(acceleration);
    velocity.limit(maxspeedP/5);
    location.add(velocity);
    acceleration.mult(0);
  }

  // APLICADOR DE FUERZA //Newton's seco
  void applyForce(PVector force) {
    acceleration.add(force);
  }

  // FUNCION DE SEGUIMIENTO DE ATRACTOR
  void seek(PVector target) {
    PVector desired =
        PVector.sub(target, location);
```

Pestaña 5: Persona 1/6



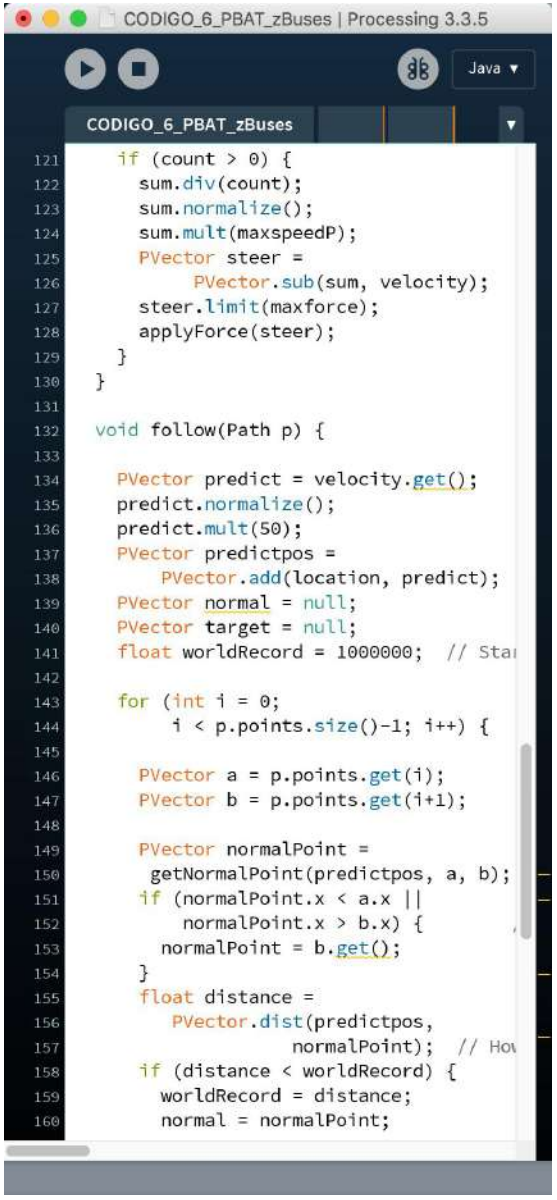

```
    desired.normalize();
    desired.mult(maxspeedP);
    PVector steer =
        PVector.sub(desired, velocity);
    steer.limit(maxforce);
    applyForce(steer);
  }

  // FUNCION DE SEGUIMIENTO DE CALLES
  void seekPath(PVector target) {
    PVector desired =
        PVector.sub(target, location);
    desired.normalize();
    desired.mult(maxspeedP);
    PVector steer =
        PVector.sub(desired, velocity);
    steer.limit(maxforce);
    steer.x = steer.x*5;
    steer.y = steer.y*5;
    applyForce(steer);
  }

  // FUNCION DE FUNCIONES
  void run(float x_, float y_) {
    update();
    display();
    seek(new PVector(x_, y_));
    //choqueMurallas();
    //reboteEdificio();
  }

  // APARIENCIA
  void display() {
    //Vehicle is a triangle pointing in
    float theta =
        velocity.heading() + PI/2;
    fill(0, 255, 0);
    stroke(0, 255, 0);
    strokeWeight(1);
    pushMatrix();
```

Pestaña 5: Persona 2/6

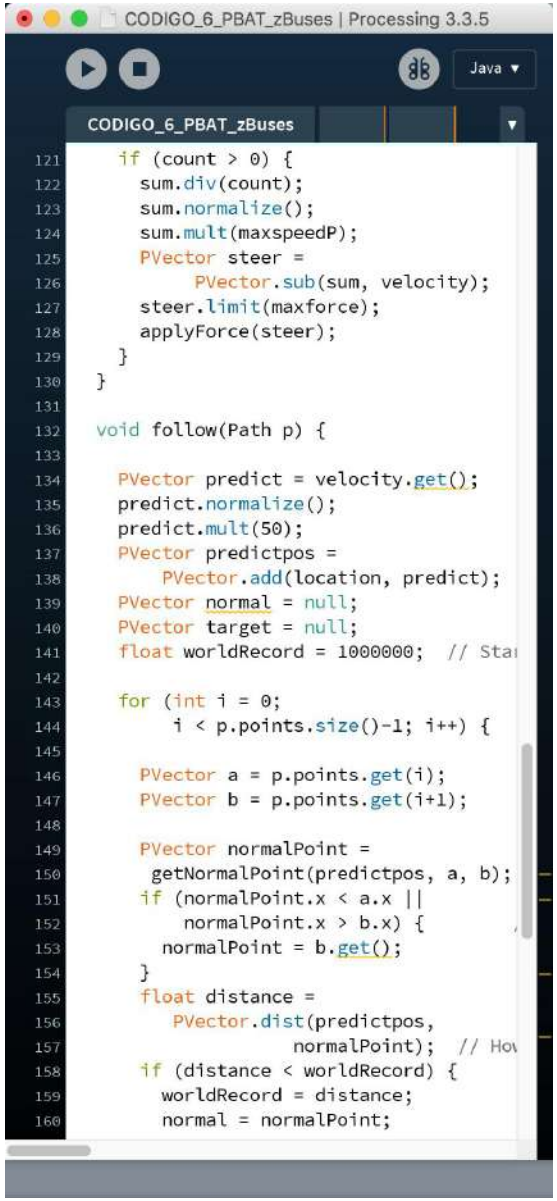



```
    translate(location.x, location.y);
    rotate(theta);
    ellipse(0, 0, diam, diam/2);
    popMatrix();
  }

  // SI SALE DE LA VENTANA MUERE
  boolean outOfBounds() {
    if ((location.x > width + 15)
        || (location.x < 0 - 15)
        ||(location.y > height + 15)
        || (location.y < 0 - 15)) {
      return true;
    } else {
      return false;
    }
  }

  // FUNCION DE SEPARACION ENTRE PERSONAS
  void separateP (ArrayList<Persona>
                              peatones) {
    //Note how the desired separation is
    float desiredseparation = diam*1;
    PVector sum = new PVector();
    int count = 0;
    for (Persona other : peatones) {
      float d =
          PVector.dist(location, other.lo
      if ((d > 0) &&
          (d < desiredseparation)) {
        PVector diff =
            PVector.sub(location,
                other.location);
        diff.normalize();
        //What is the magnitude of the PV
        diff.div(d);
        sum.add(diff);
        count++;
      }
    }
```

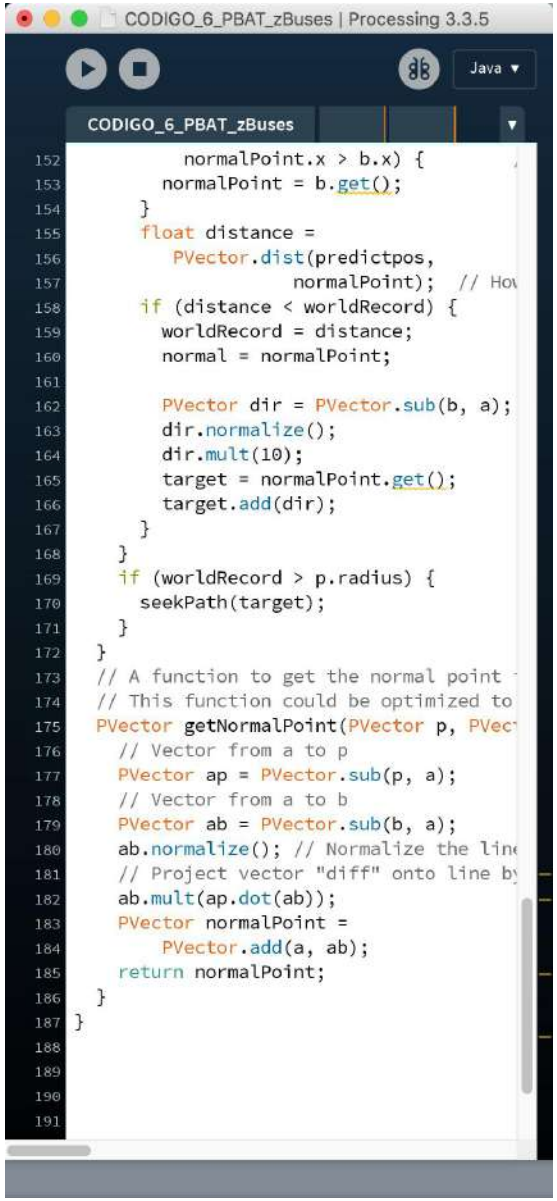
Pestaña 5: Persona 3/6



Pestaña 5: Persona 4/6



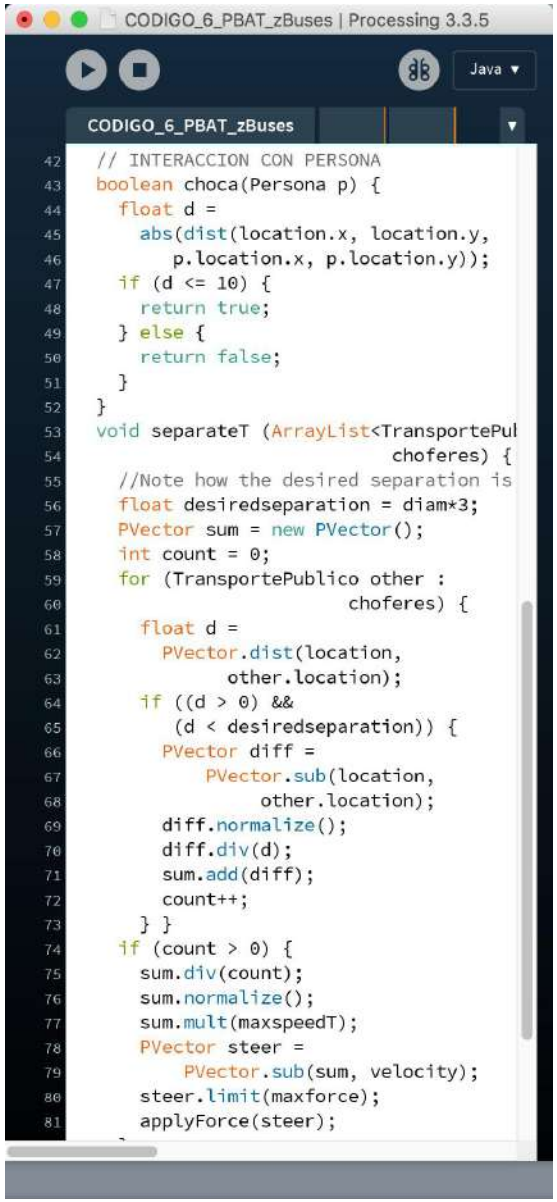
Pestaña 5: Persona 5/6



Pestaña 5: Persona 6/6


```
class TransportePublico extends Persona {

  TransportePublico(float x_, float y_) {
    super(x_, y_);
    velocity =
    new PVector(random(0,0), random(0,0));
    diam = 5;
    maxforce = 0.15;

  }

  // APARIENCIA
  void display() {
    //Vehicle is a triangle pointing in
    float theta =
      velocity.heading() + PI/2;
    fill(255, 200, 55);
    noStroke();
    pushMatrix();
    translate(location.x, location.y);
    rotate(theta);
    rect(0,0,diam,diam*3,2);
    popMatrix();
  }

  // DESPLAZAMIENTO,
  // VELOCIDAD Y ACELERACION
  void update() {
    velocity.add(acceleration);
    velocity.limit(maxspeedT);
    location.add(velocity);
    acceleration.mult(0);
  }

  // FUNCION DE FUNCIONES
  void run(float x_, float y_) {
    update();
    display();
    seek(new PVector(x_, y_));
  }
```

Pestaña 6: T.Público 1/2




```
  // INTERACCION CON PERSONA
  boolean choca(Persona p) {
    float d =
      abs(dist(location.x, location.y,
         p.location.x, p.location.y));
    if (d <= 10) {
      return true;
    } else {
      return false;
    }
  }
  void separateT (ArrayList<TransportePul
                              choferes) {
    //Note how the desired separation is
    float desiredseparation = diam*3;
    PVector sum = new PVector();
    int count = 0;
    for (TransportePublico other :
                          choferes) {
      float d =
        PVector.dist(location,
              other.location);
      if ((d > 0) &&
          (d < desiredseparation)) {
        PVector diff =
            PVector.sub(location,
                other.location);
        diff.normalize();
        diff.div(d);
        sum.add(diff);
        count++;
      } }
    if (count > 0) {
      sum.div(count);
      sum.normalize();
      sum.mult(maxspeedT);
      PVector steer =
          PVector.sub(sum, velocity);
      steer.limit(maxforce);
      applyForce(steer);
```

Pestaña 6: T.Público 2/2

VERSIÓN 06
material
complementario

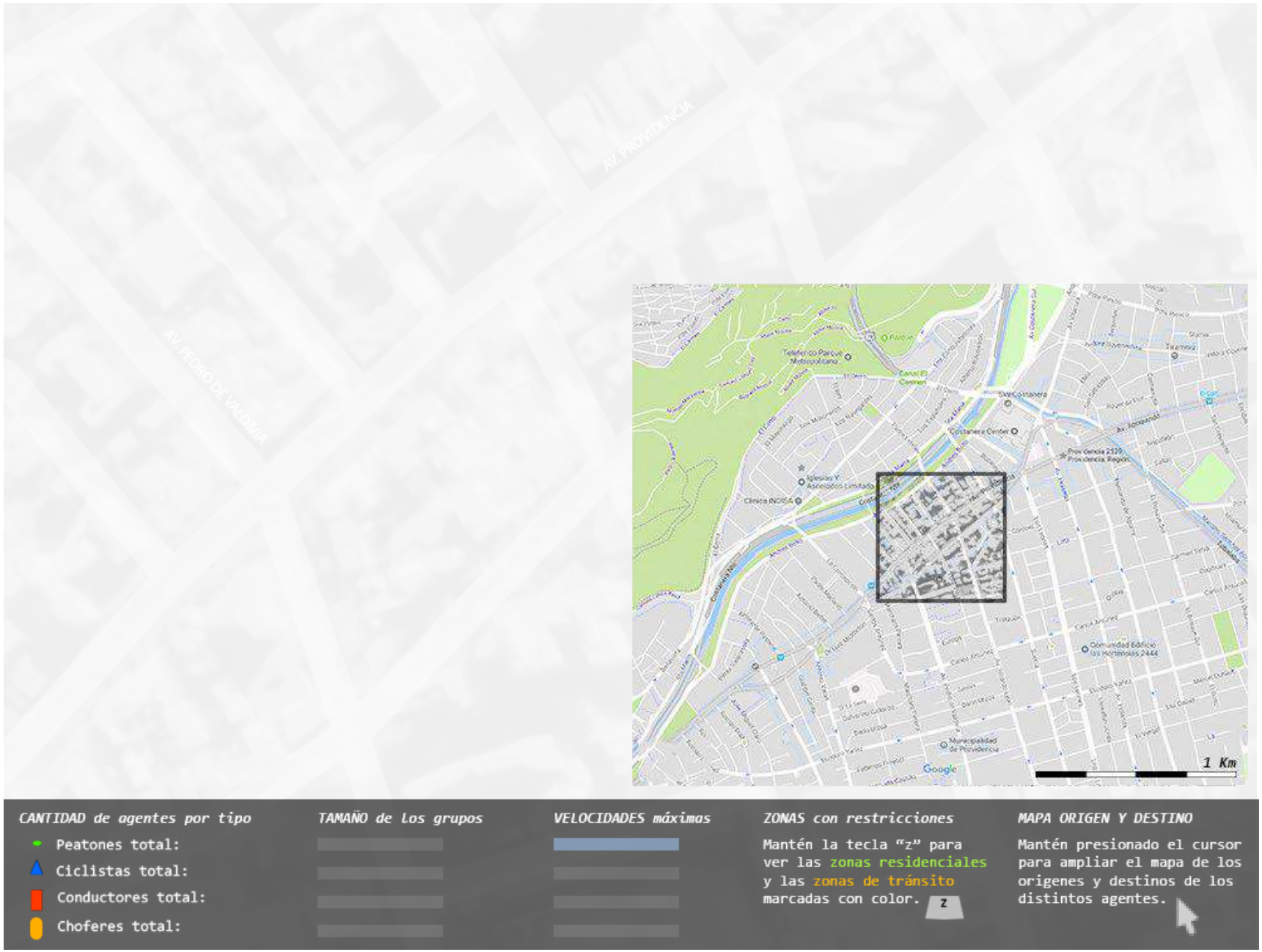
MAPA

Se reutilizaron ambos mapas de la versión 5, el de fondo gris en reposo y el con colores para marcar las zonas de tránsito y las zonas residenciales.

Lo que si cambió fue la forma de interactuar con estas opciones; anteriormente al hacer click se cambiaba el mapa de fondo, el problema estaba en que al presionar el cursor incluso sobre los sliders activaba esta función. Es por eso que se activó la tecla “z” (y su versión en mayúsculas “Z”) para activar las zonas, para así liberar la función del click del cursor, la cual sería utilizada en los sliders.

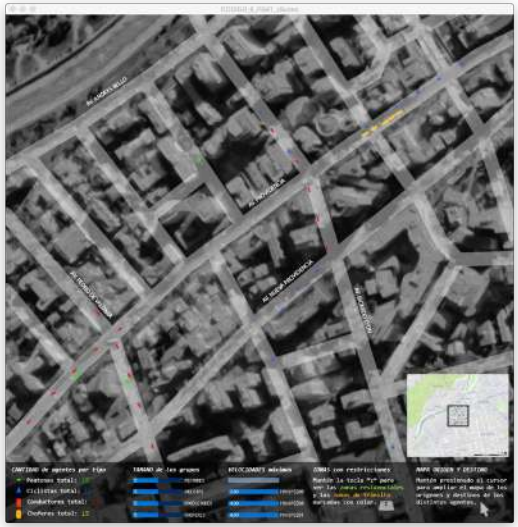
Se agregó en el programa una zona interactiva (f.1) que redistribuye la sibología, incluyendo a los “choferes”, también tiene un espacio marcado para sliders que modifican los tamaños de lo grupos, y se agregó la opción de modificar las velocidades máximas.

En el extremo derecho del banner se encuentran las instrucciones de las funciones para marcar las zonas de distintas jerarquías. Y también están las indicaciones para ampliar el mapa general de la zona de providencia.


AV. PROVIDENCIA
AV. PEDRO DE VALDIVIA
Costanera Center
Clínica INDISA
Google
1 Km
CANTIDAD de agentes por tipo
Peatones total:
Ciclistas total:
Conductores total:
Choferes total:
TAMAÑO de los grupos
VELOCIDADES máximas
ZONAS con restricciones
Mantén la tecla "z" para ver las zonas residenciales y las zonas de tránsito marcadas con color.
z
MAPA ORIGEN Y DESTINO
Mantén presionado el cursor para ampliar el mapa de los origenes y destinos de los distintos agentes.

f.1

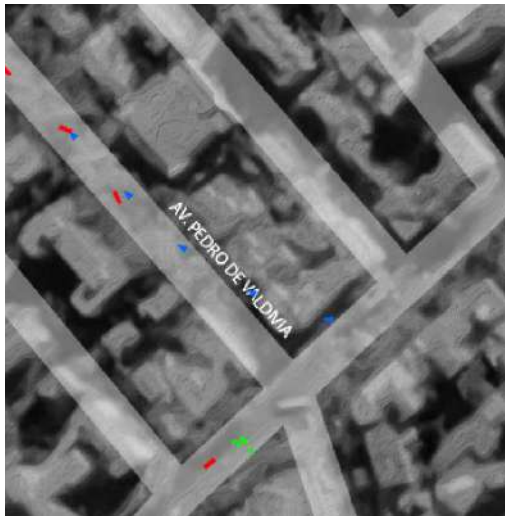
VERSIÓN 06
funcionamiento, observaciones y conclusiones



1. APARIENCIA

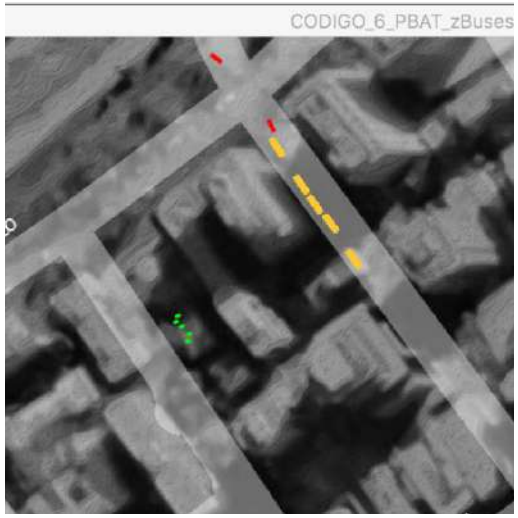
El mayor cambio sería la redistribución e inclusión de nuevos sliders, *(P1, 127-148)*, la inclusión del transporte público *(Pestaña 6)*, la inclusión del mapa interactivo *(P1, 182-190)* y la mayor fluidez del programa general; dada por una optimización de los “loops” internos escritos los cuales están encargados de comprobar si hay interacción o no entre todos los usuarios.

El comportamiento emergente y la jerarquización en base a la sustentabilidad se mantienen en esta versión incluyendo al nuevo tipo de agente: el bus del transporte público.



2.1 ENCUENTROS

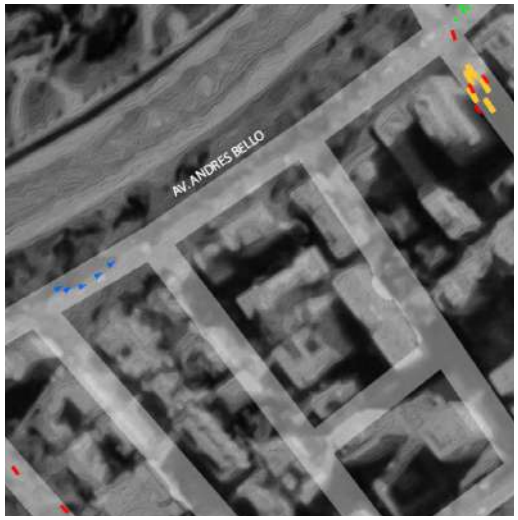
En la versión quinta del programa habían unas líneas que hacían correr muchas iteraciones para probar que cada uno de los agentes estaba o no en contacto con otro agente; cada persona por separado de cada grupo se comprobaba que no estuviera en contacto con, personas,ciclistas y autos. Era un bucle de programación de 9 niveles que corría para cada uno de los móviles en pantalla, un proceso muy costoso a nivel de procesador. Para simplificar esto se decidió controlar lo grupos por tipo de manera simultánea, es decir, hacer crecer la cantidad de las personas, es hacer crecer todos lo grupos, al final tratándolos como uno solo.



2.2 ENCUENTROS

Al tratar cada grupo como un conjunto para el programa recorrer 4 veces el conjunto de agentes es exponencialmente menos costoso que las 9 dimensiones que trataba antes.

Los camino por los que se encuentran los agentes están escritos de forma manual entre las líneas *615 y 765* de la primera pestaña. Usan como referencia los puntos vectoriales (coordenadas x,y) del mapa hecho a mano de la versión 5 del simulador. Lo ideal, como ya se mencionó, sería no verse obligado a introducir las coordenadas de forma manual, si no que importarlas desde un software automático.



3. ORÍGENES

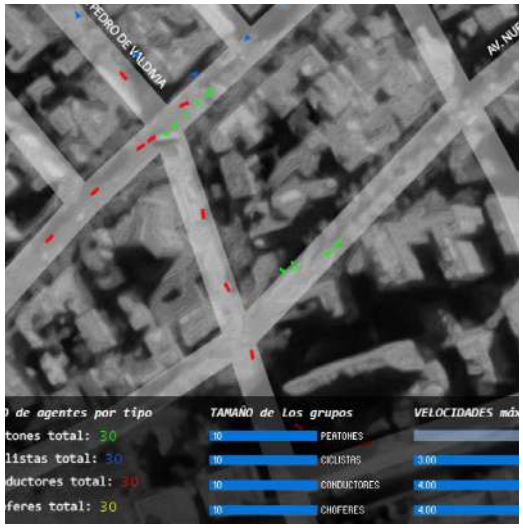
La pequeña gran diferencia comparado con el programa previo es la inclusión de los buses, o mejor llamarlo, transporte público, para no encasillar su forma futura.

En la *pestaña 6* se puede apreciar que la clase del transporte público es una extensión de la persona. Recordemos que eso significa heredar sus características y funcionalidades predeterminadas, mas no pierde las capacidades de personalización. Esta nueva clase va incluida en el set de encuentro, no olvidemos que es el transporte público el otro "rey" de las jerarquías.

4. PATHS OCULTOS

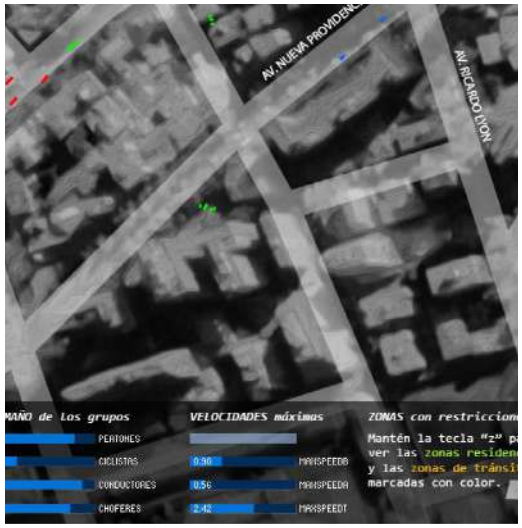
Lo mejor y última versión del programa le permitiría a las personas (optimamente) elegir por dónde y cómo ir según una experiencia previa; "si me demoré 'x' por este camino con este 'y' modo de transporte: entonces me voy de esta manera 'z'". Este sistema generacional le permitiría al programa general su propio porcentaje y equilibrio de cantidades de tipos de agentes.

Aquel sistema se complementaría bien con el actual en el que los modos de transporte son usados para evaluar niveles de impacto y las interacciones y finalmente la tasa de sustentabilidad. *(P1, 193-203)*



5.1 SLIDERS TAMAÑO

Se modificaron los controladores para poder interactuar con las cantidad de agentes por tipo, agrandando simultáneamente los 3 grupos en vez de cada uno por separado. Eso quiere decir que si en slider de peatones uno aumenta el valor a 10, la cantidad total de será 30, como se muestra en el caso de arriba.



5.2 SLIDERS VELOCIDAD

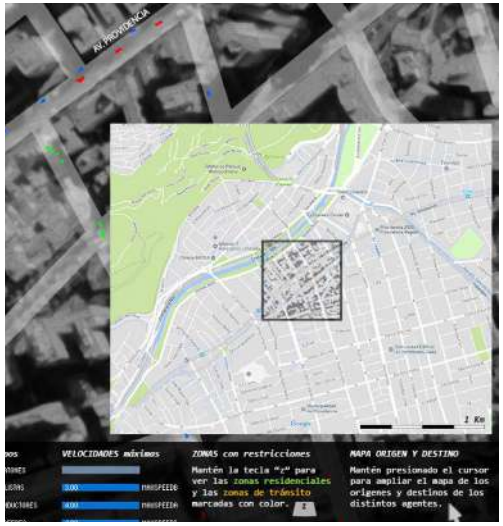
Para un mayor control de las interacciones entre agentes, y proyectando la funcionalidad tanto como para el usuario como para los valores indicadores del impacto del ecosistema de tránsito se agregaron sliders para controlar las velocidades máximas. Cada uno de los controladores modifica la velocidad mayor a la que puede llegar cada tipo de agentes, excluyendo a los peatones, por su forma libre de moverse. *(P1, 137-149)*

Con la cantidad de agentes y la de las velocidades en control se puede crear un indicador sobre la seguridad o el nivel de interacción de los peatones.

6. ZONAS

Como fue ya mencionado, se modificó la interacción con el programa para ver las zonas con colores. Cambió de hacer click, lo cual generaba problemas a la hora de interactuar con los sliders, y pasó a ser la tecla Z la que activa la función del cambio de fondo. *(P1, 181-189)*

Al apretar botones y el cursor por separado funcionaba sin problemas, el problema estaba que al apretar combinaciones aparecían los trayectos de por donde pasaban los agentes. Quizás volver a como era en la versión anterior, en donde todo se controlaba con el mouse, se evitaría la sobrecarga de inputs y errores que estos producen.



7. MAPA

Al hacer click sobre el programa y más arriba del banner se amplia el mapa que revela la ubicación del estracto a la que pertenece el mapa. *(P1, 603-610)*

Este espacio podría usarse también para definir la ubicación aproximada de donde quedan los atractores / destinos de cada uno de los agentes.

La interacción del click de para ampliar solo ocurre cuando el mouse está sobre el mapa. En una versión intermedia funcionaba en cualquier lugar del simulador, incluso cuando se hacía click para modificar los sliders. Un desagrado y gran distracción en flujo de uso.

8. ERRORES

En algunos casos particulares se produce error cuando se reduce la cantidad de agentes el programa intenta corroborar la posición de dos agentes, para ver si hay o no un encuentro, por que estos desaparecen justo. Entonces se da una función vacía. Básicamente es preguntar donde está un agente que ya no existe.

Otro error que se produce al reducir la cantidad de agentes del programa es que el radio de aparición alrededor del punto de origen pareciera crecer, y esto resulta en la aparición y desaparición rápida de agentes, un parpadeo constante.

ENTREVISTA Y VALIDACIÓN CON ALESSIO BELLINO

doctor en ciencias de la computación

Alessio Bellino tiene un doctorado en ciencias de la computación (Università di Milano-Bicocca) y tiene diferentes publicaciones internacionales. Trabaja en el ámbito de la interacción hombre-maquina, diseño de la interacción y computación ubicua. www.fundaciondid.cl Transcripción de la entrevista adjunta al final del libro.

RESUMEN

Partiendo por lo más importante; Alessio cree que *"tu modelo es más un proyecto de comunicación"*, que una simulación, dado que no representa una realidad, si no más bien un imaginario futuro, una idea. Esto valida la idea el simulador debe ser una herramienta de comunicación y propuesta, y no solo tener la capacidad de emular tal realidad.

Él concuerda que el proceso de cambio social y de manera de actuar, para hacer una realidad este ecosistema vial, sería un proceso lento y de generaciones; más aun si la situación chilena es la contraria: los choferes cruzan sin respeto por sobre los vulnerables peatones.

Respecto a tecnicismos del programa Alessio Bellino cree que, como se aplica a mucho diseño, se deben simplificar muchas cosas, remover lo innecesario, hacer el programa más autoexplicativo; convertir el programa en una experiencia visual. Introducir brevemente las jerarquías y dejar que el programa se despliegue por si solo y que se entienda con solo mirarlo.

VERSIÓN 06
proyección y reflexión

CONCLUSIÓN GENERAL

A pesar de verse más robustecido al programa le faltan algunos ajustes para poder responder con los objetivos iniciales del proyecto.

Los casos de encuentros, lo orígenes, sliders y lo destinos ya están resultos, pero la separación de las zonas de tránsito y las residenciales podría estar mejor representado y explicado. Por ahora la versión carece de una explicación de como funcionan las jerarquías y el por qué. Para complementar estos componentes del simulador se podrían desarrollar ventanas popups que contengan información complementaria que vaya relacionada con la propuesta de sistema emergente, la jerarquía y la tendencia en pos de la sustentabilidad y las tecnologías autónomas.

El gráfico con indicadores será una pieza fundamental, dado su dinamismo en tiempo real de como afecta la ciudad las distintas cantidades de agentes, las proporciones y las relaciones entre ellos. Estos valores son útiles para comparar el impacto con o sin factores sustentables.

PRÓXIMOS PASOS

1. Hacer del programa una experiencia más auto-explicativo. Ensanchar calles, explicar jerarquías y quizás eliminar la leyenda y agregar los popups que explican en profundidad algunas funciones u orígenes de los sliders o indicadores.

2. Retomando los objetivos generales y específicos de la etapa de investigación; definir cuales son los indicadores que a partir de cruces de datos concretos permiten demostrar el impacto de la propuesta ecosistémica de transporte. Para luego plasmar dichos datos en un gráfico dinámico dentro del programa. Tales datos variables le indicarán al usuario la tasa de impacto de sustentabilidad final, un valor útil a la hora de tomar decisiones de planificación.

3. Separar zonas de tránsito y las zonas de residencia y lo agentes correspondientes de una forma gráfica intuitiva y autoexplicativa. Se seguirá la idea sugerida por Alessio de ensanchar las calles de tránsito y reducir las residenciales. Con el fin de obviar la tipología de las calles en pos de la interacción fluida del usuario.

INDICADORES

a partir de cruce de datos

Con diversos artículos se determinó la naturaleza y origen de indicadores que nacen a partir del cruce de datos que están presente en el programa y en diversos estudios. Estos indicadores permiten comprender el impacto que podría llegar a tener el nuevo sistema de transporte propuesto, así como también, sin importar el grado de innovación que este puede tener. Estas fórmulas, o bien relaciones de datos, fueron aprobadas teóricamente por Oscar Figueroa (p.117) y Tomás Vivanco. Y desde el criterio matemático fueron modificadas con el futuro Ingeniero Civil Matemático Santiago Armstrong.

% SEGURIDAD VIAL

Es la relación que hay entre la distancia D a la que los agentes reaccionan entre sí y la velocidades máximas a las que puede llegar cada uno. La World Health Organization sostiene que estudios han demostrado que los peatones tienen un 90% de chance de sobrevivencia al ser chocados por un auto viajando a una velocidad de 30kph o menos, pero si el auto va a 45kph el porcentaje de sobrevivencia se reduce a solo 50%. “Studies suggest that a 1 km/h decrease in travelling speed would lead to a 2–3% reduction in road crashes”. (WHO, 2004)

% INTERACCIÓN PEATONAL

Es la razón entre las posibles interacciones de todas las personas Q, multiplicado por la distancia D y las velocidades y cantidades de las bicicletas y autos Q. “Respecto de los contactos sociales, los estratos socioeconómicos de menores ingresos siguen vinculados a sus redes a partir del espacio físico, por cercanía y por el contacto diario en la calle. De este modo es posible encontrar en estos sectores un vínculo afectivo con el entorno mucho más arraigado que en los sectores de altos ingresos, lo que además es reforzado por el hecho de que parte de la red personal afectiva y familiar también vive en las cercanías físicas. Por estas mismas razones, el espacio de actividades por donde se mueven e interactúan es más concentrado, usualmente con una base muy marcada al interior de los propios sectores.” (Garcia, Carrasco & Rojas, 2014)

% NIVEL DE SILENCIO

Corresponde a la suma lineal de los decibeles R variables de todos los buses y autos Q. Las bicicletas y las personas son omitidas dado que sus 25dB y 20dB son casi imperceptibles. para el ser humano, y no molestos para las demás

creaturas. 20dB es lo más despacio que puede escuchar un humano. Datos extraídos de AmegoEV, 2017: Bus: 100 dB, Auto: 75d, Bici: 25dB y Peatones: 20dB.

% ESPACIO LIBERADO

A la superficie total de calles se le resta la suma de todo el espacio S usado por cada uno de los agentes Q. (Allen, 2008) Bus: 0,4 mts^2, Auto: 13,8 mts^2, Bici: 1,25mts^2, Persona: 0,5mts^2

% EMISIONES DE CO2

Corresponde a la suma de las emisiones P variables de kilogramos de CO2 de todos los buses y autos Q. Bus: 1900kg CO2, Auto: 410kgs, Bici: 0kg, Peatones: 0kg (AmegoEV, 2017)

FÓRMULAS Y ESQUEMAS

SEGURIDAD

$$\frac{D}{Vc \times Vb \times Va}$$

INTERACCIÓN

$$\frac{(Qp-1) \times Qp \times D}{Vc \times Qc \times Va \times Qa}$$

SILENCIO

$$Qb \times Rb + Qa \times Ra$$

ESPACIO

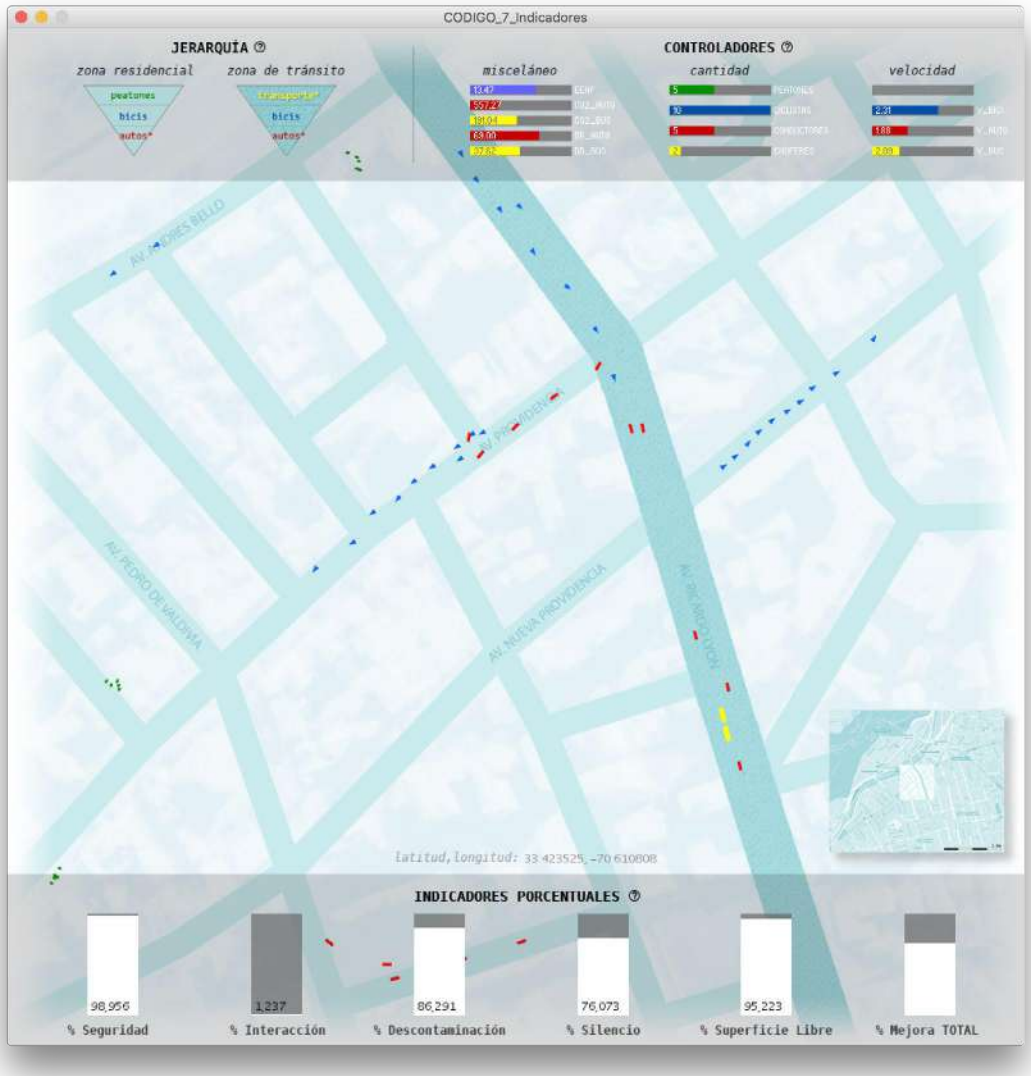
$$Qp \times Sp + Qc \times Sc + Qb \times Sb + Qa \times Sa$$

EMISIÓN

$$Qb \times Pb + Qa \times Pa$$

VERSIÓN 07

la ~~fea~~ hija perdida



COMENTARIOS GENERALES

Se intentó hacer del programa una experiencia más intuitiva. Ensanchando la calle de los buses se volvía innecesario tener que hacer una función específica para revelar las zonas de transporte y las de residencia.

Para explicar las jerarquías se generaron dos pirámides invertidas, una para cada zona.

Los porcentajes de los indicadores nacen a partir de cruces de datos concretos y permiten demostrar el impacto de la propuesta ecosistémica de transporte de manera dinámica.

Separar zonas de tránsito y las zonas de residencia y lo agentes correspondientes se logró al forzar los paths de cada tipo de agente, pero no se pudo hacer una función para resolver tal objetivo.

Cabe mencionar que la estética, diagramación y lectura dejan que desear en esta versión.

Este código se parece demasiado a nivel de programación al código 8, el final, es por esto que sólo se analizará el código 8 para no caer en la redundancia.

VERSIÓN 07
reflexión y proyección

CONCLUSIÓN GENERAL

Se lograron resolver los encuentros, el uso apropiado de los sliders, la interfaz dinámica para los indicadores y su traducción matemática a la de la programación. Es un proyecto de programación más cerrado y redondo. Pero, carece de usabilidad, buena lectura, composición, contraste, buen uso del color, entre otros detalles que lo alejan de ser un simulador como tal. Es absolutamente necesario hacer una mejora en lo estético, intuitivo y comunicativo.

Fue una versión más bien de prueba de una nueva estética, pero sin duda le queda bastante para mejorar su calidad de experiencia y uso.

PRÓXIMOS PASOS

1. Mejorar la estética general con la ayuda de referentes de plataformas digitales para entender como componen desde lo más general a los detalles que lo distinguen de otros programas.

2. Replantearse la usabilidad, el control y el uso de múltiples capas. Esto incluye la composición, orden de lectura y las proporciones del simulador.

3. Mejorar la visibilidad por color. Crear una paleta de colores suficientemente versátil como para desempeñarse en cualquier pantalla sin dejar de mantener una identidad particular y propia.

4. Repensar las variables de control y su influencia con los indicadores de porcentaje. Ajustar y afinar la capacidad de interacción con los sliders, pensando en los usuarios, y mejorar la incidencia de estos valores en el futuro gráfico dinámico de los indicadores y la tasa de sustentabilidad.

5. Mejorar la jerarquía visual general para lograr una equilibrada composición entre imagen y controles. Respetando los cánones implícitos de los juegos, programas y páginas web.

ENTREVISTA Y VALIDACIÓN CON RICARDO VEGA

diseñador – artista experto en visualización de información y programación aplicada

Es Diseñador y artista, MFA Technology (Parsons, The New School, Nueva York), trabaja en temas relativos a la visualización de información, programación aplicada en el diseño y el arte. Tiene particular interés en temas relativos a la tecnología y sus implicancias sociales, culturales y artisticas. (diseno.uc.cl) Transcripción de la entrevista adjunta al final del libro.

REFLEXIÓN Y APORTES

Al comienzo hizo breves y precisos comentarios sobre la estética, como bajarle la opacidad al fondo, generar más contraste entre la información que importa y la que no; para lograr una jerarquía visual.

Comparó el trasfondo del sistema con los programas de NetLogo, unos simuladores que permitían emular ecosistemas de predador - presa el cual ajustando algunos parámetros lograban encontrar el equilibrio, todo en base a la relación *Lotka-Volterra*. Hizo cuestionarme dónde está el equilibrio en mi programa, o en que umbral se gatilla el caos.

Me hizo cuestionar cuál es el medio de comparación entre la ciudad con y la ciudad el sistema distribuido autónomo. Con el modelo de una manera simple *"puedes medir o tasar el impacto de las diferentes condiciones que controlas"*. Este punto fue clave para revalidar la idea de disponer con indicadores y una tasa global de la sustentabilidad se podría decir.

ENTREVISTA Y VALIDACIÓN CON OSCAR FIGUEROA

economista, Doctor en urbanismo y experto en transporte

Economista e Ingeniero Comercial, Universidad de Chile, Doctor en Urbanismo, Universidad de París. Profesor del Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales de la Universidad Católica de Chile. Fue, durante 10 años, director del programa de postrado en Desarrollo Urbano de la misma Universidad. Además posee, más de 30 años de experiencia en temas de movilidad, transporte e infraestructura, como académico y como profesional. Ha sido consultor del Banco Mundial, del BID, de la Corporación Andina de Fomento y de Naciones Unidas; y ha asesorado o realizado consultoría en prácticamente todos los países de la región latinoamericana. www.dese.cl Transcripción de la entrevista adjunta al final del libro.

REFLEXIÓN Y APORTES

Me comentó que era no solo visualmente atractivo y altamente didáctico, si no también *"es de gran interés para municipalidades como un micro simulador a la hora de tener que tomar decisiones y planificar."*

Me comentaba que los simuladores actuales era planos blancos con una infinidad de flechas apuntando hacia todos lados que lo volvían inentendibles; *"Tu modelo es didáctico y es menos costoso (que no simular)".*

Luego de aprobar mis variables controladas y el marco teórico y las tendencias de transporte reconocidas me hizo preguntarme cuáles son las variables que se le pueden ir agregando en un futuro, si colisiones, encuentros, direcciones, tipos de calle o vehículos, memoria, entre otras. Recalcó después que la pirámide invertida de la ITPD está reconocida en casi todos lados incluido Chile. Y agregó que *"el transporte del futuro va a perseguir la independencia y maximizar la experiencia"* por medio de la tecnología.

9

SIMULADOR DE FLUJOS E IMPACTO DE TRANSPORTE AUTÓNOMO, EMERGENTE Y DISTRIBUIDO

EL PROTOTIPO FINAL
VERSIÓN 08

ASPECTO FINAL Y COMPOSICIÓN DEL SIMULADOR POR CAPAS

El aspecto general del simulador está inspirado en el proyecto Senseable del MIT (.edu) y la plataforma de Smart-citizen (.me). Cargadas con colores oscuros de fondo y con una saturada paleta para los elementos interactivos y dinámicos*.

Se aprovecha la plataforma digital para crear diferentes capas de información, permitiéndole al usuario ocultar o revelar diferentes capas para aprovechar de mejor manera el espacio de pantalla y para jerarquizar la información según importancia.

Esta naturaleza intuitiva del simulador encontrada en las capas de información está inspirada en juegos como el Plethora Project o PaintShop del GTAV, donde un espacio reducido de la pantalla está dedicado a detalles que afectan la interacción importante y móvil, que en este caso es el mapa con los agentes.

En el fondo está el mapa de Google Maps adaptado a la paleta de colores y es la capa de más abajo del simulador

La siguiente capa es la de los agentes, esta no fue digitalmente compuesta; fue programáticamente diseñada.

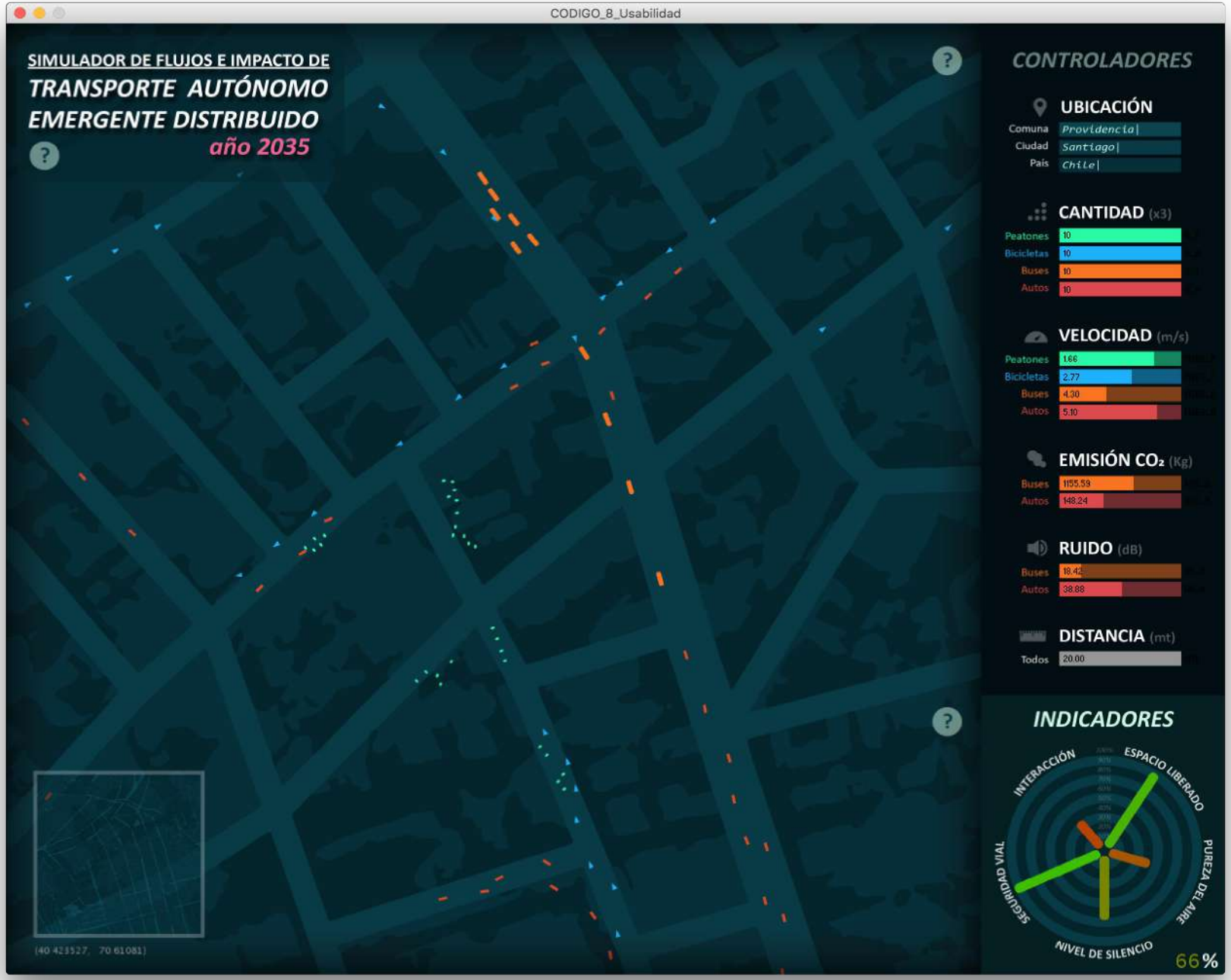
La capa que sigue la de la interfaz, esta contiene datos inmóviles que van por sobre los agentes móviles y el mapa. Esta contiene los signos de interrogación y al costado derecho se encuentra la barra interactiva con las bases para 13 sliders, que permiten la manipulación de datos variables que están relacionado con el funcionamiento del programa en sí. Tales datos afectan de manera dinámica y en tiempo real el gráfico de los “Indicadores” que se encuentra en la esquina inferior derecha. Los sliders y el gráfico dinámico son la última capa de información.

Los tres signos de interrogación son botones interactivos que revelan más información sobre los elementos básicos de la interfaz.

En las páginas siguientes se encuentran las capas de información desglosadas y explicadas.

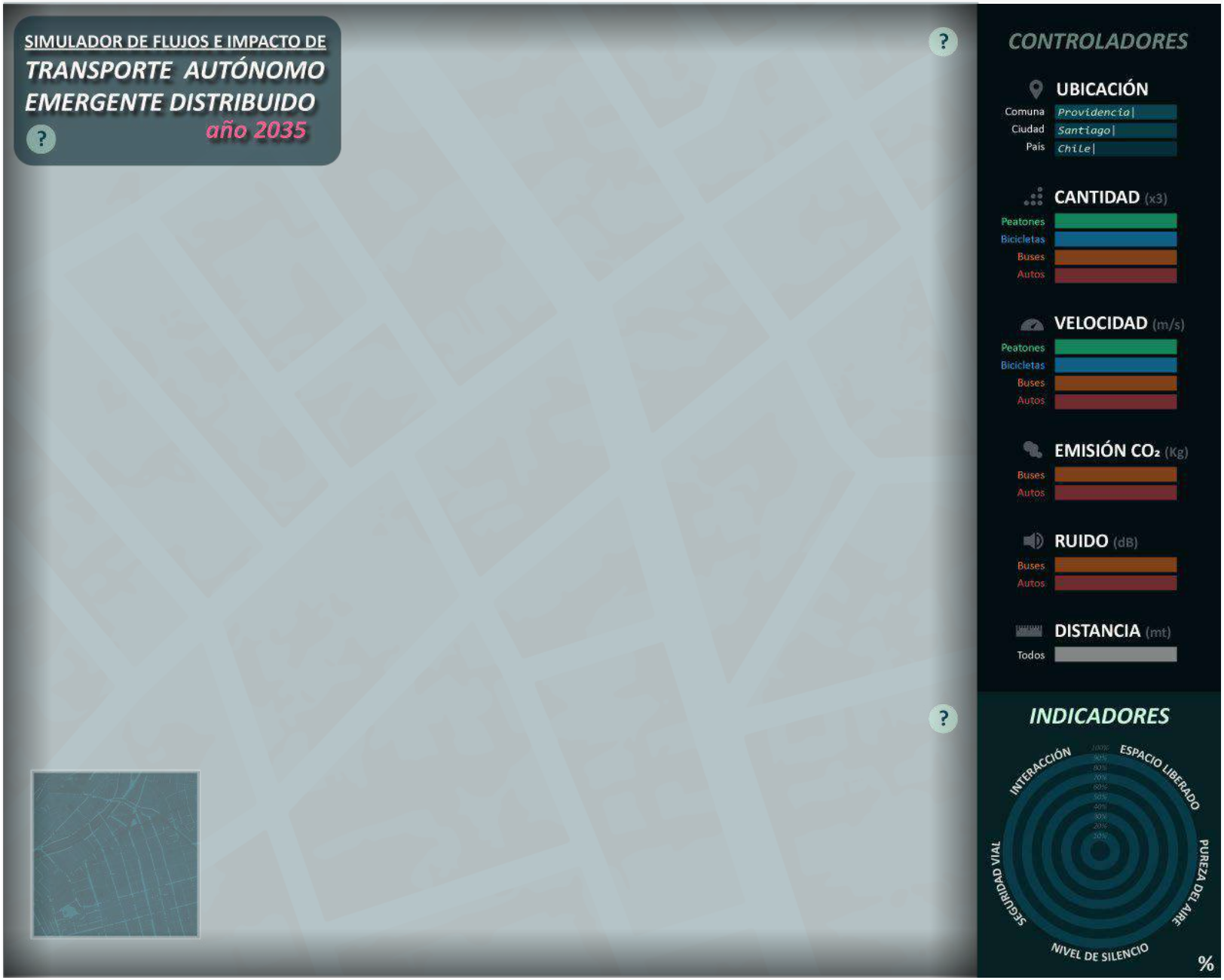
#f97221	#1eb2fc	#de4a4f	#28f9a5	#ed6391	#052d3a	#05262d

**Los colores varían entre la pantalla digital y la impresión*

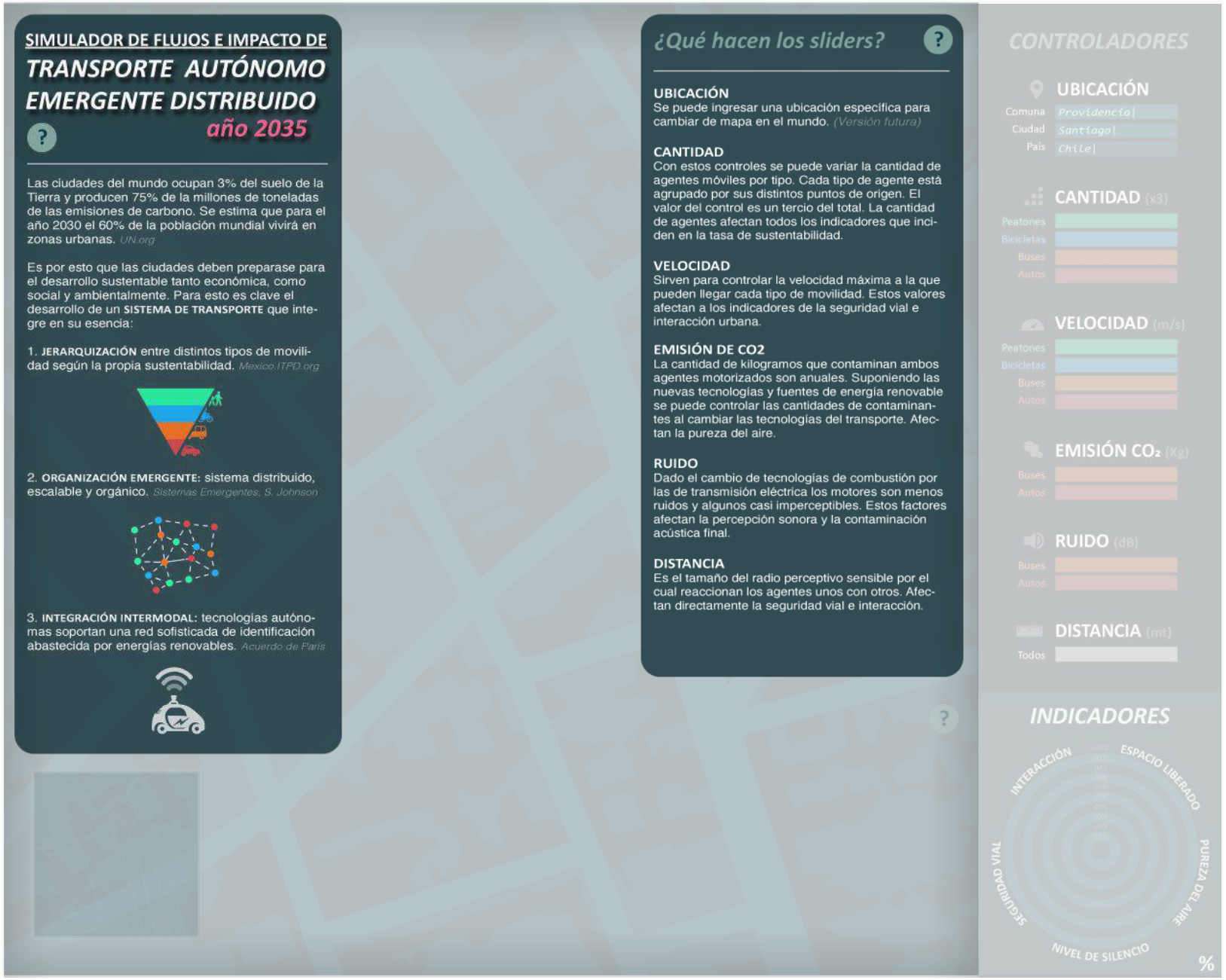


Aspecto final del proyecto. Esta captura es del simulador en funcionamiento y con los controladores ya alterados.

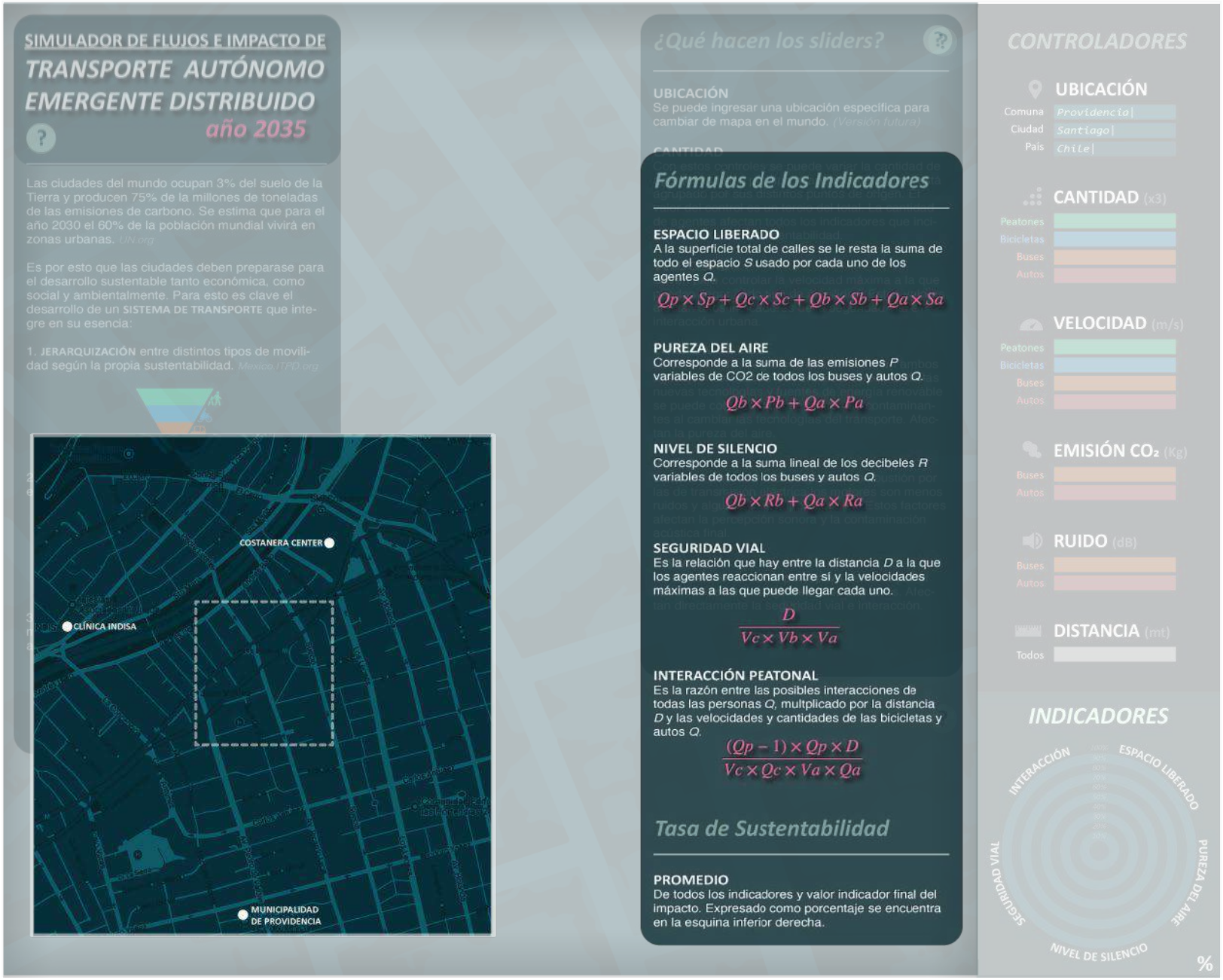
El Mapa es la base visual del programa y la base de los puntos de coordenadas de los paths.



La Interfaz, la segunda capa, es la imagen base que soporta todos los elementos dinamicos como lo son los sliders e indicadores.



Los pop ups superiores explican por separado el contexto del transporte sustentable futuro y la utilidad de los sliders interactivos.



Los pop ups de abajo meustran el mapa ampliado de la ubicación y fórmulas detrás las barras interactivas de los indicadores.

FUNCIONAMIENTO, COMPONENTES Y USO DEL SIMULADOR

DESCRIPCIÓN GENERAL

Mientras los agentes comienzan a invadir de afuera hacia adentro, con una grata ansiedad el espectador espera el cruce de agentes en las grandes intersecciones. Algunos más frenéticos que otros se desplazan con un destino claro por la ciudad.

A la hora de llegar a las intersecciones sorprendentemente las velocidades cambian. Al pasar un peatón todos se detienen sin excepción. Bicicletas y autos respetan su velocidad y su espacio personal. Y una vez que se esfuma, el auto esperará paciente (y programadamente) su turno de partir libre por la calzada.

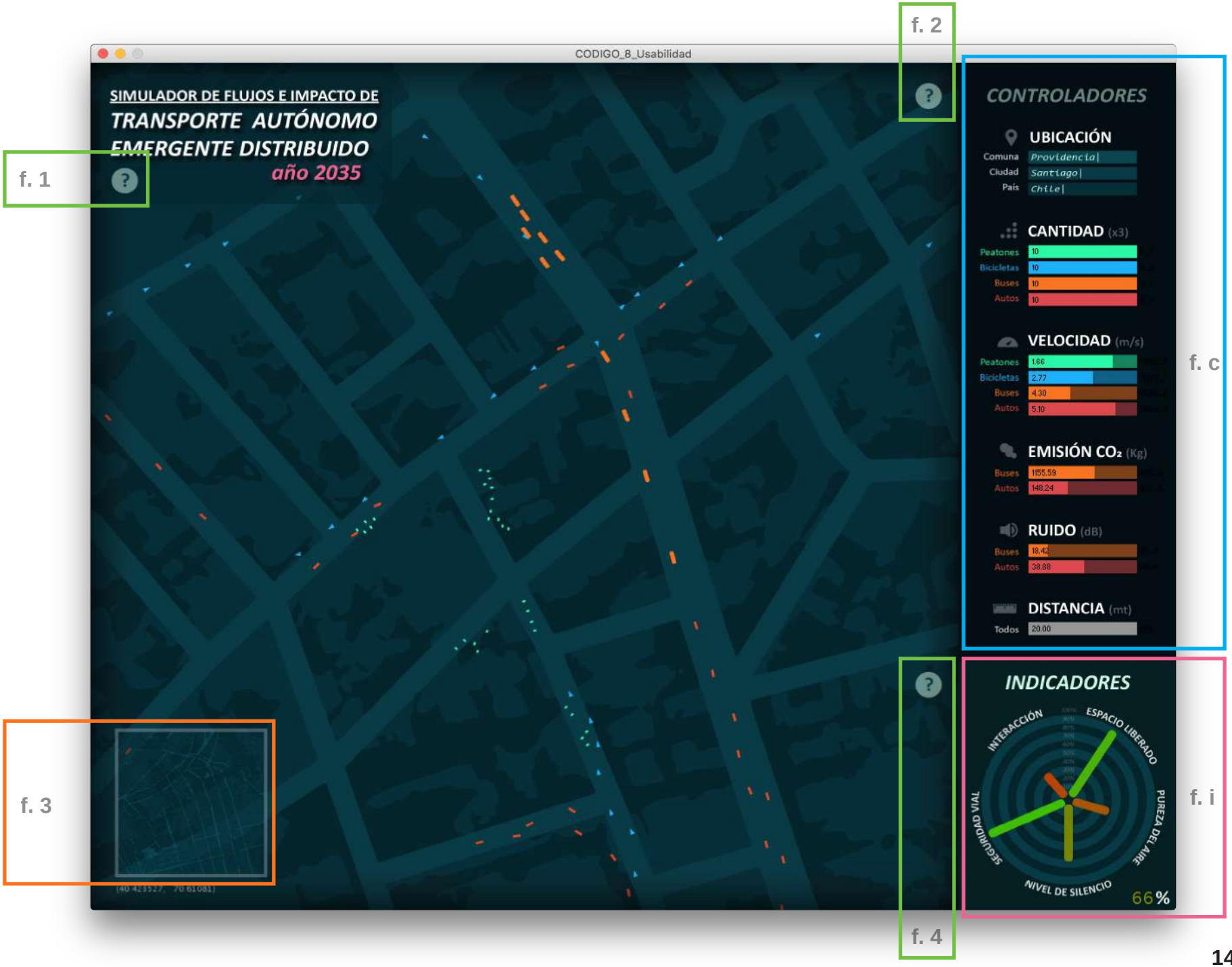
Tomando decisiones locales de vecino a vecino comienza a aparecer un orden global, un flujo y un ritmo de ciudad. Todas las funciones están en la pág. 158.

INTERACCIÓN INTUITIVA

Hay *17 botones interactivos* en el proyecto los cuales se usan con el cursor. El conjunto más llamativo el de la barra lateral con los controladores de variables (figuraC) Las bien comunes y silvestres barras interactivas, decoran como un árbol de navidad al modelo de transporte. Nace la curiosidad y las ganas de mover tales parámetros disponibles. - ¿Más autos? ¿Más emisiónes? ¿Menos distancia? - Espera. ¿Por qué se está moviendo el gráfico de la parte de abajo?

Las variables controladas revela la capacidad dinámica del gráfico de abajo; titulado Indicadores. (Figura i) Este mide la interacción entre las personas, la superficie utilizada, la contaminación del aire o acústica y la seguridad. Entre cruces de datos y relaciones de sentido común permite que las barras del gráfico se muevan con fluidez y cambien de manera intuitiva de color.

Tres botones con signos de interrogación y un mapa esperan ser apretados por el cursor: Las figuras 1 a 4 vistas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. El usuario busca descubrir su contenido.


f. 1
f. 2
f. 3
f. 4
f. c
f. i
CODIGO_8_Usabilidad
SIMULADOR DE FLUJOS E IMPACTO DE
TRANSPORTE AUTÓNOMO
EMERGENTE DISTRIBUIDO
año 2035
CONTROLADORES
UBICACIÓN
Comuna Providencia
Ciudad Santiago
País Chile
CANTIDAD (x3)
Peatones 10
Bicicletas 10
Buses 10
Autos 10
VELOCIDAD (m/s)
Peatones 1.66
Bicicletas 2.77
Buses 4.30
Autos 5.10
EMISIÓN CO₂ (Kg)
Buses 1155.59
Autos 148.24
RUIDO (dB)
Buses 18.42
Autos 38.88
DISTANCIA (mt)
Todos 20.00
INDICADORES
INTERACCIÓN
ESPACIO LIBERADO
PUREZA DEL AIRE
NIVEL DE SILENCIO
SEGURIDAD VIAL
66%

POPUP 1 – CONTEXTO

A modo de introducción en el primero popup se introducen los antecedentes reales y la esencia del transporte: jerarquía, emergencia y automatismo.

> *Las ciudades del mundo ocupan 3% del suelo de la Tierra y producen 75% de la millones de toneladas de las emisiones de carbono. Se estima que para el año 2030 el 60% de la población mundial vivirá en zonas urbanas. UN.org*
>
> *Es por esto que las ciudades deben preparase para el desarrollo sustentable tanto económica, como social y ambientalmente. Para esto es clave el desarrollo de un Sistema de Transporte que integre en su esencia:*
>
> *1. Jerarquización entre distintos tipos de movilidad según la propia sustentabilidad. Mexico.ITPD.org*
>
> *2. Organización emergente: sistema distribuido, escalable y orgánico. Sistemas Emergentes, S. Johnson*
>
> *3. Integración intermodal: tecnologías autónomas soportan una red sofisticada de identificación abastecida por energías renovables. Acuerdo de París*

POPUP 2 – SLIDERS

Estos controladores permiten manipular todas las variables más relevantes a la hora de controlar el ecosistema de transporte. La modificación de estas variables tiene una reacción inmediata y una relación directa con los valores de los indicadores (p. 132). Si se agregan personas o vehículos además de ver como van entrando más y más agentes al mapa desde afuera se alteran los valores de interacción, seguridad, espacio, silencio y pureza del aire simultáneamente.

Las 14 variables que se pueden modificar son: la cantidad de agentes, la velocidad máxima a la que pueden llegar, la distancia de sensibilidad y reacción (lo relacionado con la próxemica), la cantidad de kilogramos de CO_2 que emiten anualmente y el nivel de ruido en dB que producen lo motores. Ambas últimas variables afectan solo a los buses y autos.

El recuadro para cambiar la ubicación es una maqueta que prototipa una función que debiese tener el simulador.

POPUP 3 – MAPA

Con el mismo cursor, al posarlo sobre el mini mapa, se despliega un mapa más general para ubicar el fragmento del modelo dentro de la ciudad.

Para una versión futura lo ideal sería poder arrastrar el mapa del modelo para cambiar de ubicación, así como se puede con Google Maps, o bien ingresar la ubicación deseada en la columna de los controladores.

Para esto debiese existir una correcta integración entre los vectores de los mapas y los paths. En el caso del prototipo, recordemos, están ingresadas cada una de las coordenadas manualmente.

POPUP 4 – INDICADORES

Los indicadores porcentuales (p.132) son los valores que permiten la comparación entre cruces de datos variables. Tales cruces de datos aparecen en el programa expresados como las fórmulas usadas en el código. Están graficados en la parte inferior derecha del simulador en un diagrama de barras representado de manera radial.

Nótese que todos los valores fueron normalizados en escala de porcentaje; es menos relevante saber cuantos kilogramos de CO_2 contaminan los agentes exactamente, que cuánto reduciría la contaminación en relación al valor máximo: lo que ya se contamina hoy.

Los datos que generan los porcentajes tienen relación directa con mediciones de estudios de casos actuales, siendo estos últimos un conjunto de valores de referencia que permiten estimar el nivel de impacto total.

Los valores comandados por los sliders (inputs) son promediados y resultan en la tasa de sustentabilidad: el indicador general que permitiría ayudar en la toma de decisiones. Este valor esta representado en la esquina derecha abajo.

DECISIONES GRÁFICAS DINÁMICAS E INTERACTIVAS

Las barras del gráfico de indicadores (f.1) al igual que el porcentaje de tasa de sustentabilidad a medida que reduce su valor cambia su tonalidad hacia el rojo, y si sube hacia el verde. (f.2) Así también lo hacen los buses (f.3) De esta manera se relaciona con mayor facilidad el impacto que están teniendo los valores concebidos por los controladores.

Los sliders cambian de color al estar activos: al estar el cursor encima de ellos, y también cuando se les pincha'. (f.4)

Al costado de cada slider está anotada la unidad de medida correspondiente a lo que representan los valores. (f.5)
Y antes de cada título de los controladores hay iconos para identificar con mayor velocidad lo que controlan. (f. 6)

Bajo el mapa están los valores de la latitud y longitud (f.7), estos números cambian dependiendo de la ubicación del mouse de manera instantánea.

Las fórmulas fueron escritas en LaTeX, un lenguaje abierto para escribir con las sutilezas que las fórmulas matemáticas tienen.

f. 4

f. 5

f. 6

A la izquierda se encuentra la imagen 'pura' usada de fondo para la columna de los sliders. A la derecha se encuentra la versión del programa con sus sliders activos y funcionando.

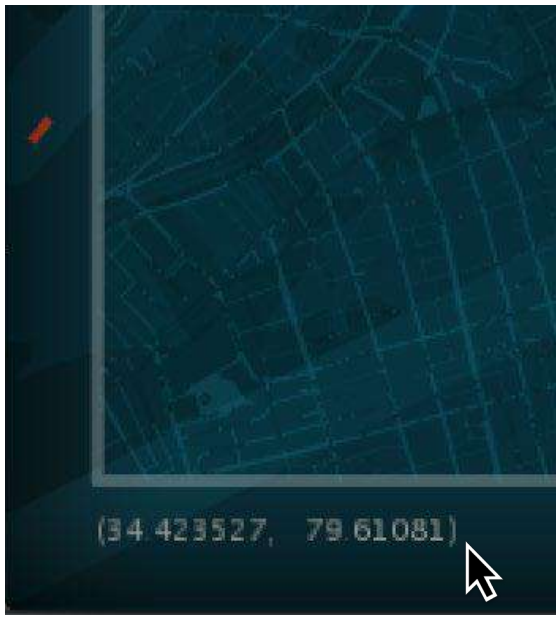
f. 1


INDICADORES
INTERACCIÓN
ESPACIO LIBERADO
PUREZA DEL AIRE
NIVEL DE SILENCIO
SEGURIDAD VIAL
%


INDICADORES
INTERACCIÓN
ESPACIO LIBERADO
PUREZA DEL AIRE
NIVEL DE SILENCIO
SEGURIDAD VIAL
51 %


INDICADORES
INTERACCIÓN
ESPACIO LIBERADO
PUREZA DEL AIRE
NIVEL DE SILENCIO
SEGURIDAD VIAL
97 %

f. 2


(34.423527, 79.61081)

f. 8

f. 3

REFLEXIÓN DEL SIMULADOR

Del proyecto alguna de las bondades más destacables fueron verbalizadas por Óscar Figueroa, el economista y doctor en urbanismo. Refiriéndose a la atingencia, utilidad y potencial que tiene un modelo así de didáctico como herramienta de ayuda para la toma de decisiones y planificar según las distintas voluntades que puede tener un funcionario del gobierno o municipalidad.

Siendo punto de referencia los actuales modelos de simulación de transporte, Óscar que tiene más de 10 años de experiencia en el tema del transporte encontraba sumamente interesante el concepto de un micro-simulador como una guía para resolver casos a escalas menores y medianas. Bastaría incluir algunas variables más en el *backend,* con la ayuda de un ingeniero en programación, para poder complejizar de buena manera y explotarle así el potencial a la plataforma actual.

Las tendencias de transporte y la de las plataformas didácticas se ven culminadas en el simulador. Incluir desde el comienzo la jerarquía de la deseabilidad, la automatización de los móviles y la tasa de la sustentabilidad (con los indicadores respectivos) fuerzan la lectura crítica respecto a lo económico, ambiental y social; o sea lo sustentable.

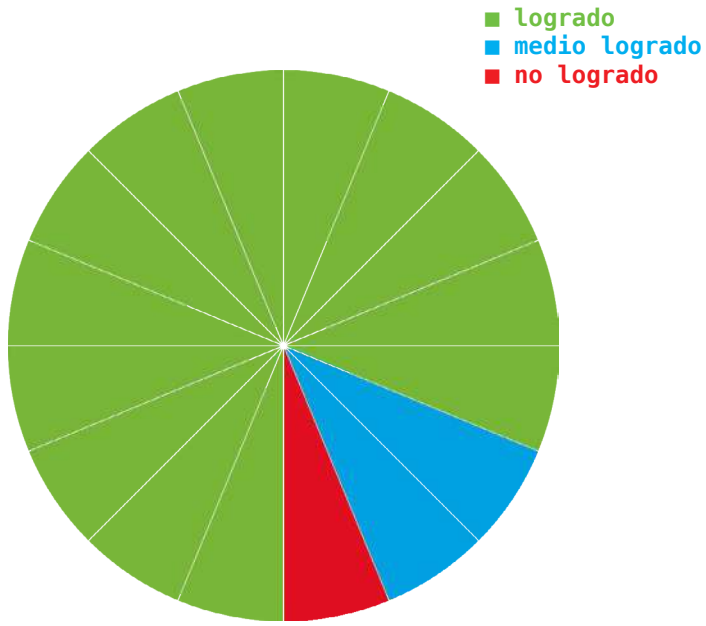
Así como los simuladores de ecosistemas entre animales de NetLogo, este modelo es un resumido sistema de ecología de transporte que reduce su cantidad de variables controlas al mínimo sin perder la esencia del mensaje que se busca por atrás, que es el equilibrio en la sustentabilidad.

Hay una particularidad de la relación de los datos, todos los indicadores se ven afectados aparentemente de manera lineal, pero al llevar algún parámetro al extremo los otros dejando de afectar tanto en el gráfico, esto sucede por las relaciones no lineales. Y con esto se quiere decir que hay umbrales en lo que puede quedar el equilibrio ecológico o bien encontrarse con un punto de no retorno.

Algunos beneficios claros que posee el modelo son: el considerar el sistema como un todo conectado, asumiendo las complicaciones que puede tener la inter modalidad; el estar enfocado en la sustentabilidad, un objetivo de desarrollo común y global; considerar los autos autónomos como una realidad próxima; y ser de bajo costo de producción y uso.

PORCENTAJE DE LOGRO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

AYUDAR EN LA TOMA DE DECISIONES
DIDÁCTICO E INTUITIVO
QUE PERMITA MEDIR IMPACTO CON VARIABLES ATINGENTES
ENFOCADO EN LA SUSTENTABILIDAD
QUE INTEGRE LAS NUEVAS TENDENCIAS
NATURALEZA INTERACTIVA
CON DATOS MANIPULABLE QUE AFECTEN EN TIEMPO REAL
SIMULAR LOS FLUJOS DE LOS AGENTES
ESTAR UBICADO EN UN ESPACIO DE CASO URBANO REAL
DE ORDEN EMERGENTE: DISTRIBUIDO Y ESCALABLE
QUE LOGRE UNIFICAR Y JERARQUIZAR LA MOVILIDAD
REDISTRIBUIR EL ESPACIO DE LA CIUDAD
USAR AUTOMATISMO COMO SOPORTE DEL SISTEMA EMERGENTE
SIMULAR EL COMPORTAMIENTO INTERMODAL
FOMENTAR EL USO DE ENERGÍAS SUSTENTABLES
MEJORAR LA ACCESIBILIDAD DE TRANSPORTE



LOGRO TOTAL: 88%

PROYECCIONES Y MEJORAS FUTURAS DEL SIMULADOR

hacia dónde debería evolucionar el simulador

En futuras versiones se podría considerar agregar una opción para visualizar el modelo en 3 dimensiones, para poder comunicar el sistema desde puntos de vista más comunes y familiares para quien no tiene la agudeza técnica.

Pensando en los investigadores que usan el programa sería bueno poder exportar los parámetros manipulados en el simulador así como también los datos que se están generando de forma continua.

También sería menester encontrar la forma de incluir más variables controlables relevantes que afectan directamente el ecosistema, como lo son: las colisiones, los puntos calientes (según el número de intersecciones), tipo de calles, tipo de personalidad pensando en la toma de decisiones de los agentes.

Lo ideal en interacción de los agentes sería agregar la capacidad de almacenar la experiencia de viajes pasados para decidir por sí solos cuál modo de transporte prefieren, evaluando ellos entre sustentabilidad, experiencia y tiempo. Todo esto además de afinar los encuentros y las reacciones de y entre los agentes móviles.

Por último y no menos importante sería esencial poder integrar, ya sea con una librería u otro proceso programático, distintos mapas reales construidos a partir de vectores o grafos permitiendo así el uso del simulador en diferentes partes del mundo. Esto da pie para pensar que quizás el español no debiese ser el idioma predetermiando del simulador, dado que no es el idioma más hablado en el mundo digital a diferencia del inglés, que si se encuentra en otros simuladores.

EL CÓDIGO DE LA VERSIÓN FINAL DEL SIMULADOR

tras bambalinas

En las dos páginas siguientes se encuentra el desglose y explicación de la última versión lograda del simulador. Escrita de manera tal que permite entender que está realmente haciendo bloque por bloque, y presentado en el mismo orden en el que se desarrolló el código.

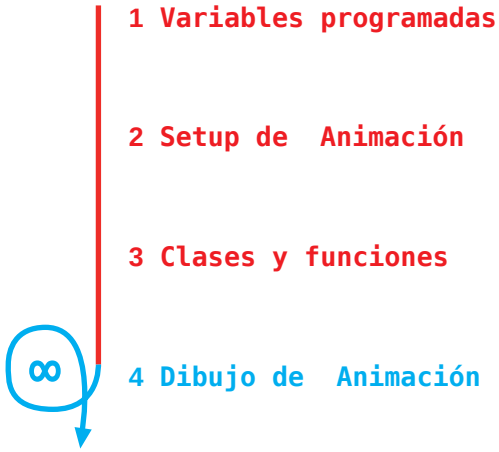
Seguido del gran esquema está un pequeño mapa de flujos que permite entender de que manera el computador procesa la información escrita en el sketch de Processing.

Más adelante está la captura de todo el código, incluido tanto el programa como las clases de los agentes. Tal desglose está completo con el fin de poder acceder a él con total transparencia y facilidad, pensando sobre todo en el caso de querer recurrir a él para explicarlo o bien copiarlo o citarlo.

LAS FUNCIONES DEL CÓDIGO FINAL *EN CASTELLANO*

la misteriosa secuencia de instrucciones que ocurre detrás

La mayor parte de los códigos de diferentes lenguajes de programación, incluido Processing P3, comparten una meta estructura compuesta por 4 grandes partes.



1 La primera es donde se incluyen las variables globales que se usarán a lo largo de todo el programa.

2 La segunda parte, el void setup, corre una sola vez y esta carga toda la información que se usará en el programa y define el espacio de trabajo y el modo en el que se visualizarán los datos.

3 La tercera parte corresponde a las clases: objetos que poseen funciones propias, que son llamados desde el void draw para ser ejecutados.

4 La cuarta y última parte en correr se llama void draw; y es la encargada de la parte animada y dinámica del programa. Esta contiene y ejecuta todas las funciones de acción, reacción, comunicación de los datos ingresados desde las otras partes del código. Esta parte del código continúa corriendo infinitamente en loop * de arriba hacia abajo continuamente hasta que alguien detenga el programa o se produzca algún error en la lógica del código.

1

```
// ESTRUCTURA CÓDIGO VERSIÓN 08
Importación de
        libreria de sliders P5

Declaración de
        imágenes
        interruptores
        paths (calles)
        listas de agentes
        cantidades de agentes
        velocidades máximas
        coordenadas intersecciones
        diametro atractores
        ubicación de tractores
        distancia de encuentro
        superficie por agente
        emisión de co2
        decibeles de ruido
Función de tamaño de ventana
```

2

```
VOID SETUP ( ) {
        smooth rendering
        frame rate fijo en 25
        cargar imágenes ya declaradas
        cargar sliders de libreria
        usar sliders y posicionarlos
        crear paths*
        creación de listas de agentes
}
```

4

```
VOID DRAW
 ( ) {
        uso de imagen de Fondo
        función de seguimiento de paths
        agregar agentes de cada tipo
        origenes de agentes por grupo
        condicional de limite de agentes
        loop de todos con todos
            si choca A con B limitar velocidad
        funciones de personas ( x3 )
                seguir Atractor
                si sale de ventana desaparece
                separarse de otras personas
        funciones Transporte Público
                seguir Atractor
                si sale de ventana desaparece
                separarse de Personas
                separarse de otros Buses
        funciones Bicicletas
                seguir Atractor
                si sale de ventana desaparece
                separarse de Personas
                separarse de otras Bicis
                separarse de Buses
        funciones Autos
                seguir Atractor
                si sale de ventana desaparece
                separarse de Personas
                separarse de Bicis
                separarse de Buses
                separarse de otros Autos
        uso de imagen de Interfaz
        declaración y formula de seguridad
        declaración y formula de interacción
        declaración y formula de polución
        declaración y formula de ruido
        declaración y formula de superficie
        declaración y formula del % total
        construcción del gráfico dinámico
        declaración de
            latitud y longitud dinámica
        condicionales del cursor de los Pop Up
                MAPA grande
                POP 1 contexto
                POP 2 controladores
                POP 3 formulas
}
```

3

```
SECUENCIA DE COORDS DE PATHS ( ) {
        Paths para cada grupo de agentes
}
```

Los buses, autos y bicicletas son una extensión de la clase Persona; heredan todas sus funciones y variables básicas enlistadas a continuación. Y se les agrega a cada uno de los 3 la función de encuentro Jerarquizado.

```
CLASE PERSONA {
        Declaración
                ubicación
                velocidad
                aceleración
                diámetro
                fuerza de virado
        Constructor
                seteo de variables
        Función de velocidad y aceleración
        Función de seguimiento de Atractor
        Función de seguimiento de Paths
        Función de funciones
        Función de apariencia
        Función de limites de ventana
        Función de separación según diámetro
        Función de virado hacia y por Paths
}

CLASE PATH ( ) {
        Declaración de conjunto de puntos
        Declaración de Inicio
        Identificación de puntos intermedios
        Declaración de final
        Función de apariencia según puntos
}
```

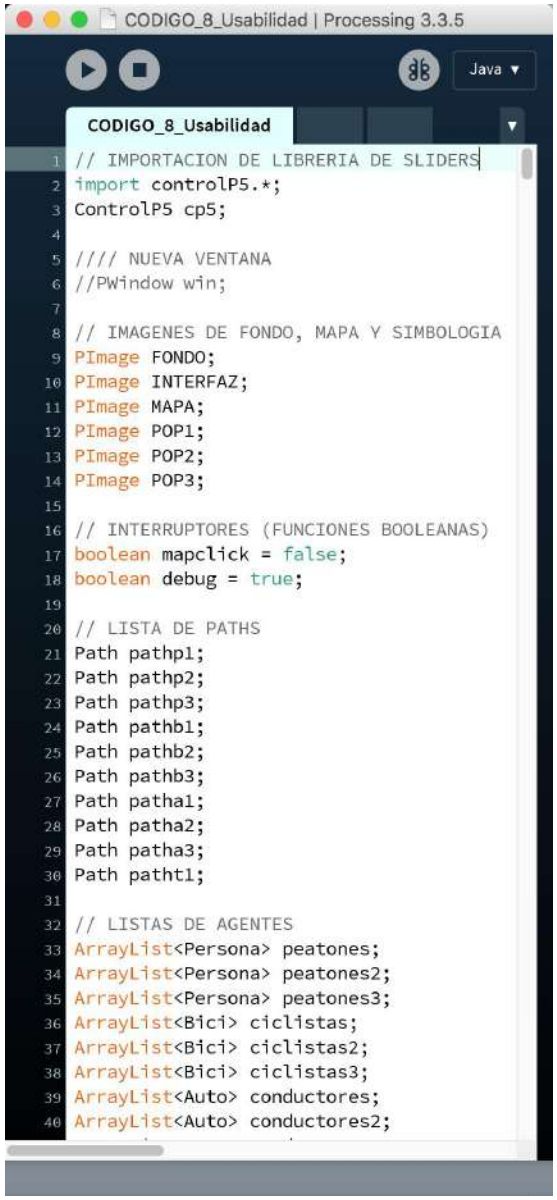
VERSIÓN 08

todas las líneas de código de la versión

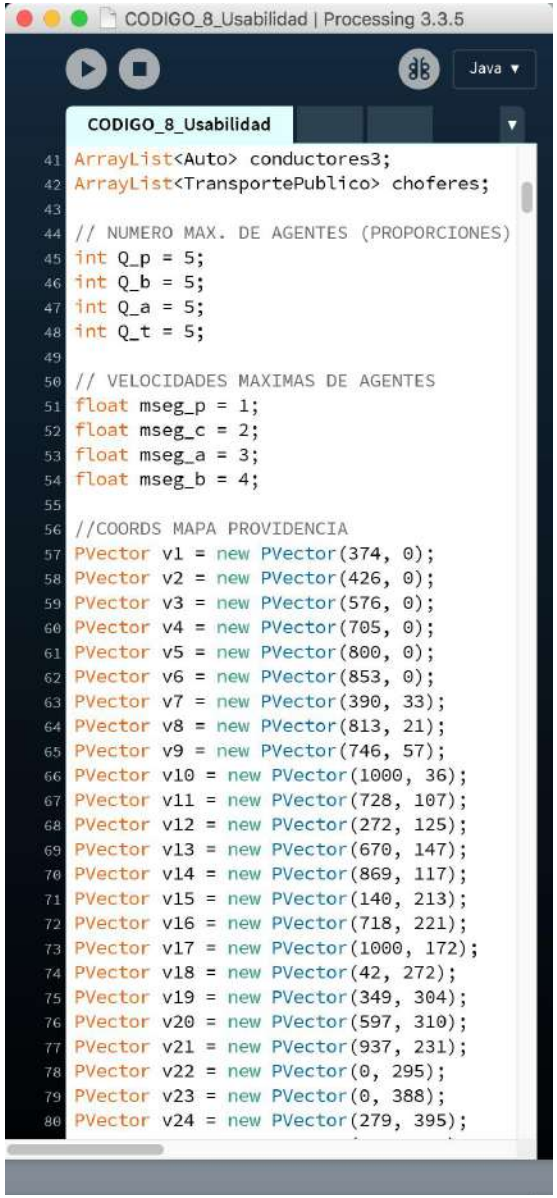
Estas son las líneas de código de la última versión del simualdor. Al igual que las otras versiones están presentadas en el orden en el que están escritas las pestañas del sketch de processing.

Esta versión tiene en total más de

1800 líneas de código.

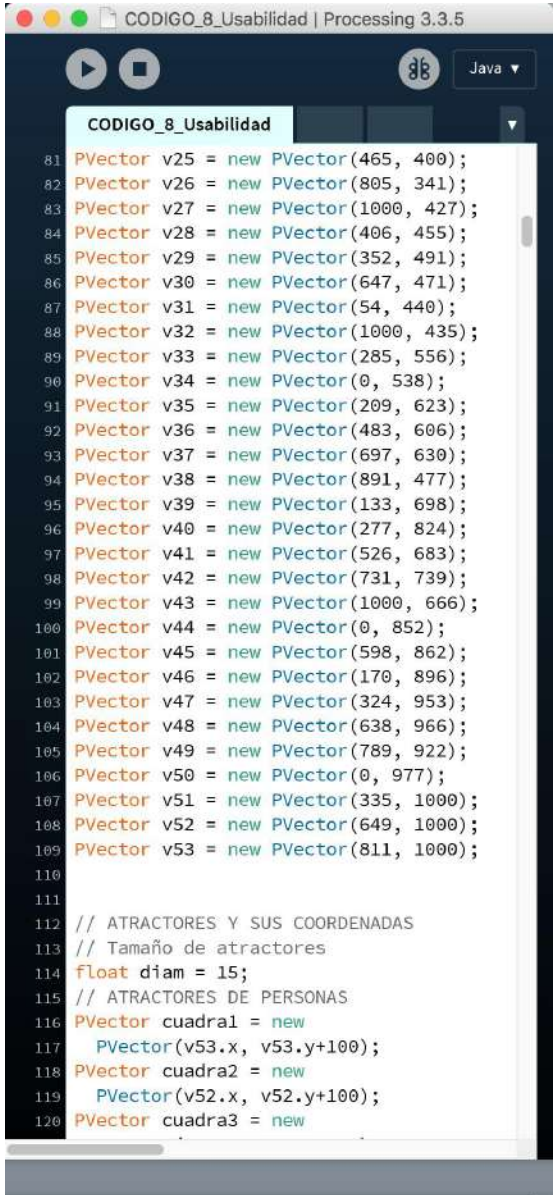


Pestaña 1: Programa 1/29



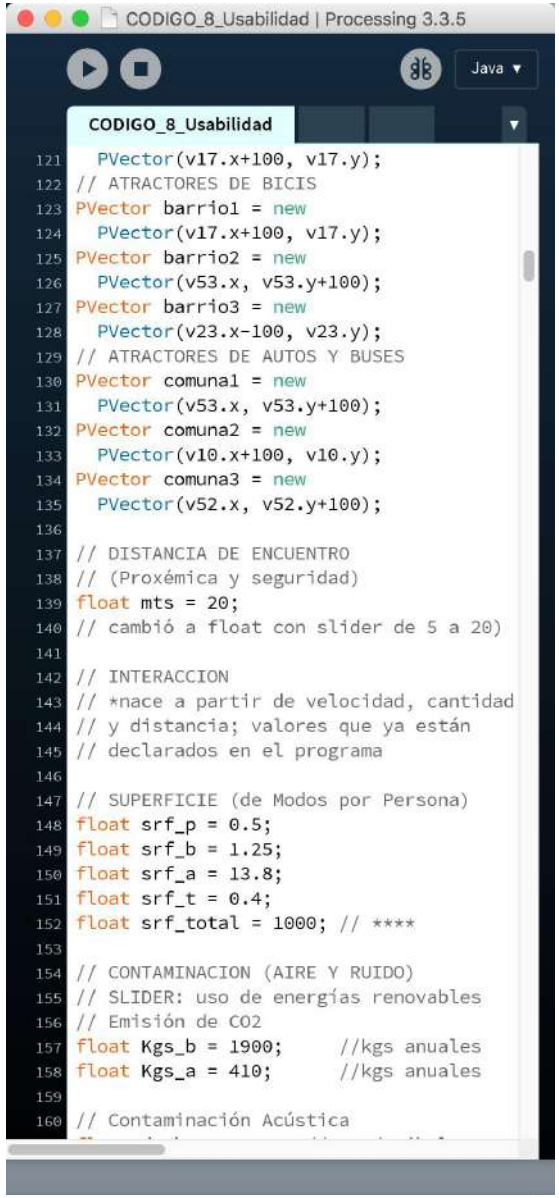

```
ArrayList<Auto> conductores3;
ArrayList<TransportePublico> choferes;

// NUMERO MAX. DE AGENTES (PROPORCIONES)
int Q_p = 5;
int Q_b = 5;
int Q_a = 5;
int Q_t = 5;

// VELOCIDADES MAXIMAS DE AGENTES
float mseg_p = 1;
float mseg_c = 2;
float mseg_a = 3;
float mseg_b = 4;

//COORDS MAPA PROVIDENCIA
PVector v1 = new PVector(374, 0);
PVector v2 = new PVector(426, 0);
PVector v3 = new PVector(576, 0);
PVector v4 = new PVector(705, 0);
PVector v5 = new PVector(800, 0);
PVector v6 = new PVector(853, 0);
PVector v7 = new PVector(390, 33);
PVector v8 = new PVector(813, 21);
PVector v9 = new PVector(746, 57);
PVector v10 = new PVector(1000, 36);
PVector v11 = new PVector(728, 107);
PVector v12 = new PVector(272, 125);
PVector v13 = new PVector(670, 147);
PVector v14 = new PVector(869, 117);
PVector v15 = new PVector(140, 213);
PVector v16 = new PVector(718, 221);
PVector v17 = new PVector(1000, 172);
PVector v18 = new PVector(42, 272);
PVector v19 = new PVector(349, 304);
PVector v20 = new PVector(597, 310);
PVector v21 = new PVector(937, 231);
PVector v22 = new PVector(0, 295);
PVector v23 = new PVector(0, 388);
PVector v24 = new PVector(279, 395);
```

Pestaña 1: Programa 2/29




```
PVector v25 = new PVector(465, 400);
PVector v26 = new PVector(805, 341);
PVector v27 = new PVector(1000, 427);
PVector v28 = new PVector(406, 455);
PVector v29 = new PVector(352, 491);
PVector v30 = new PVector(647, 471);
PVector v31 = new PVector(54, 440);
PVector v32 = new PVector(1000, 435);
PVector v33 = new PVector(285, 556);
PVector v34 = new PVector(0, 538);
PVector v35 = new PVector(209, 623);
PVector v36 = new PVector(483, 606);
PVector v37 = new PVector(697, 630);
PVector v38 = new PVector(891, 477);
PVector v39 = new PVector(133, 698);
PVector v40 = new PVector(277, 824);
PVector v41 = new PVector(526, 683);
PVector v42 = new PVector(731, 739);
PVector v43 = new PVector(1000, 666);
PVector v44 = new PVector(0, 852);
PVector v45 = new PVector(598, 862);
PVector v46 = new PVector(170, 896);
PVector v47 = new PVector(324, 953);
PVector v48 = new PVector(638, 966);
PVector v49 = new PVector(789, 922);
PVector v50 = new PVector(0, 977);
PVector v51 = new PVector(335, 1000);
PVector v52 = new PVector(649, 1000);
PVector v53 = new PVector(811, 1000);


// ATRACTORES Y SUS COORDENADAS
// Tamaño de atractores
float diam = 15;
// ATRACTORES DE PERSONAS
PVector cuadra1 = new
  PVector(v53.x, v53.y+100);
PVector cuadra2 = new
  PVector(v52.x, v52.y+100);
PVector cuadra3 = new
```

Pestaña 1: Programa 3/29




```
  PVector(v17.x+100, v17.y);
// ATRACTORES DE BICIS
PVector barrio1 = new
  PVector(v17.x+100, v17.y);
PVector barrio2 = new
  PVector(v53.x, v53.y+100);
PVector barrio3 = new
  PVector(v23.x-100, v23.y);
// ATRACTORES DE AUTOS Y BUSES
PVector comuna1 = new
  PVector(v53.x, v53.y+100);
PVector comuna2 = new
  PVector(v10.x+100, v10.y);
PVector comuna3 = new
  PVector(v52.x, v52.y+100);

// DISTANCIA DE ENCUENTRO
// (Proxémica y seguridad)
float mts = 20;
// cambió a float con slider de 5 a 20)

// INTERACCION
// *nace a partir de velocidad, cantidad
// y distancia; valores que ya están
// declarados en el programa

// SUPERFICIE (de Modos por Persona)
float srf_p = 0.5;
float srf_b = 1.25;
float srf_a = 13.8;
float srf_t = 0.4;
float srf_total = 1000; // ****

// CONTAMINACION (AIRE Y RUIDO)
// SLIDER: uso de energías renovables
// Emisión de CO2
float Kgs_b = 1900;     //kgs anuales
float Kgs_a = 410;      //kgs anuales

// Contaminación Acústica
```

Pestaña 1: Programa 4/29

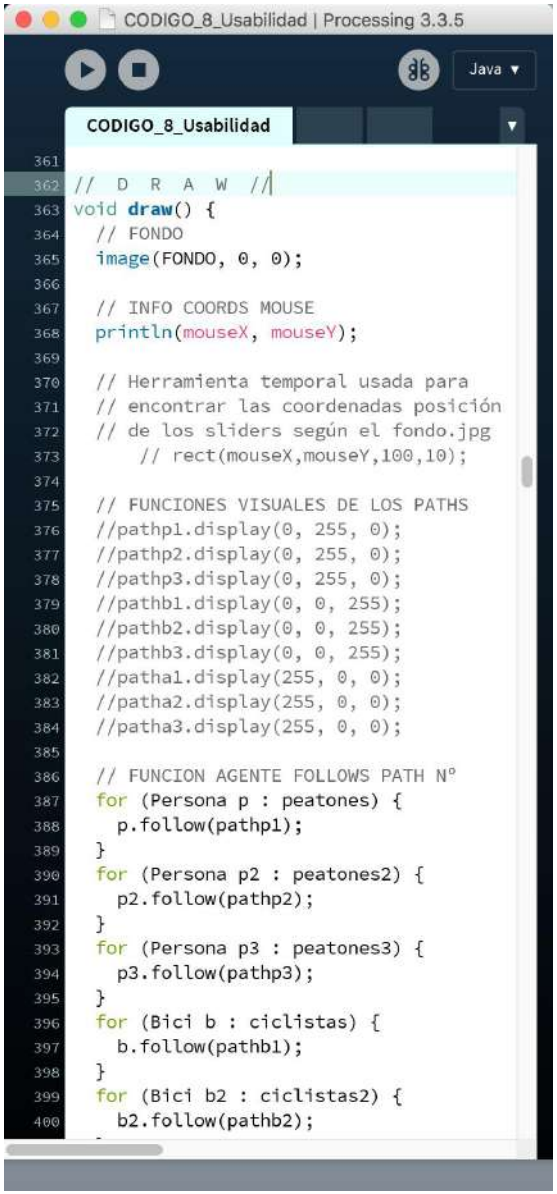
Pestaña 1: Programa 5/29

Pestaña 1: Programa 6/29

Pestaña 1: Programa 7/29

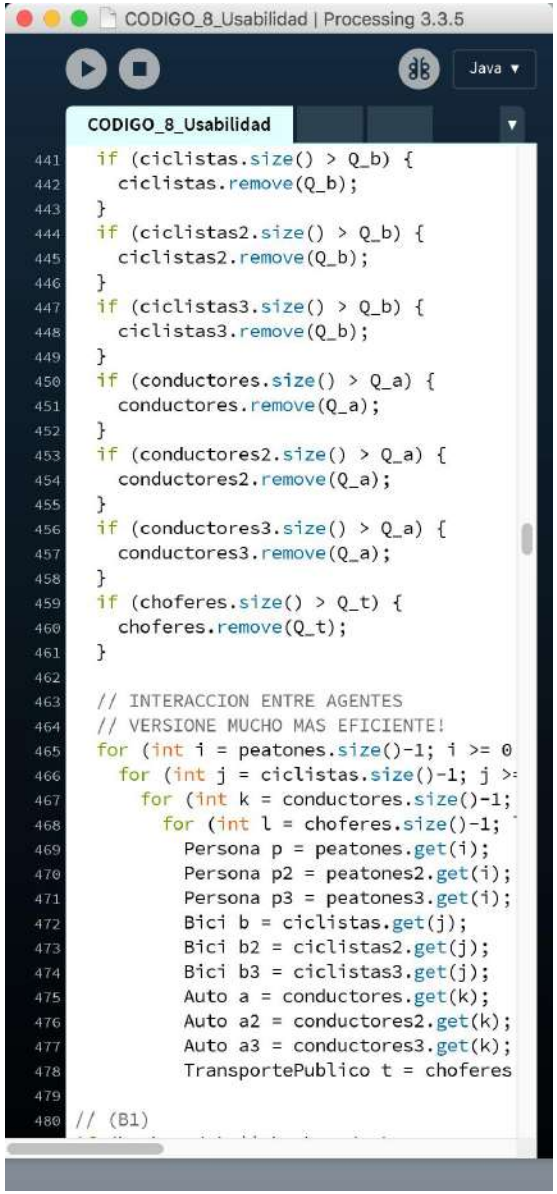
Pestaña 1: Programa 8/29

Pestaña 1: Programa 9/29

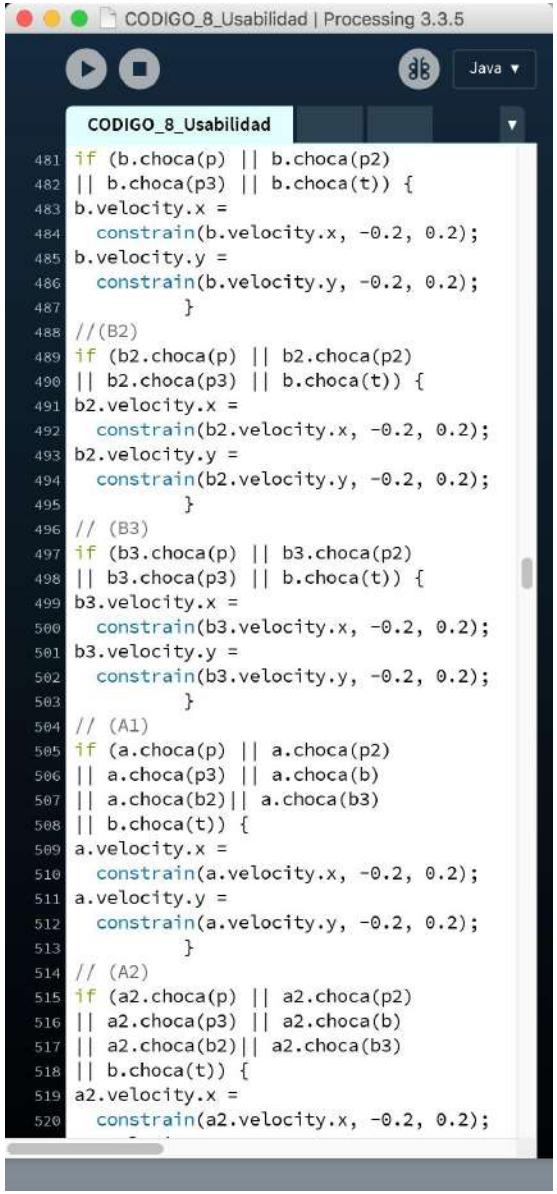


Pestaña 1: Programa 10/29

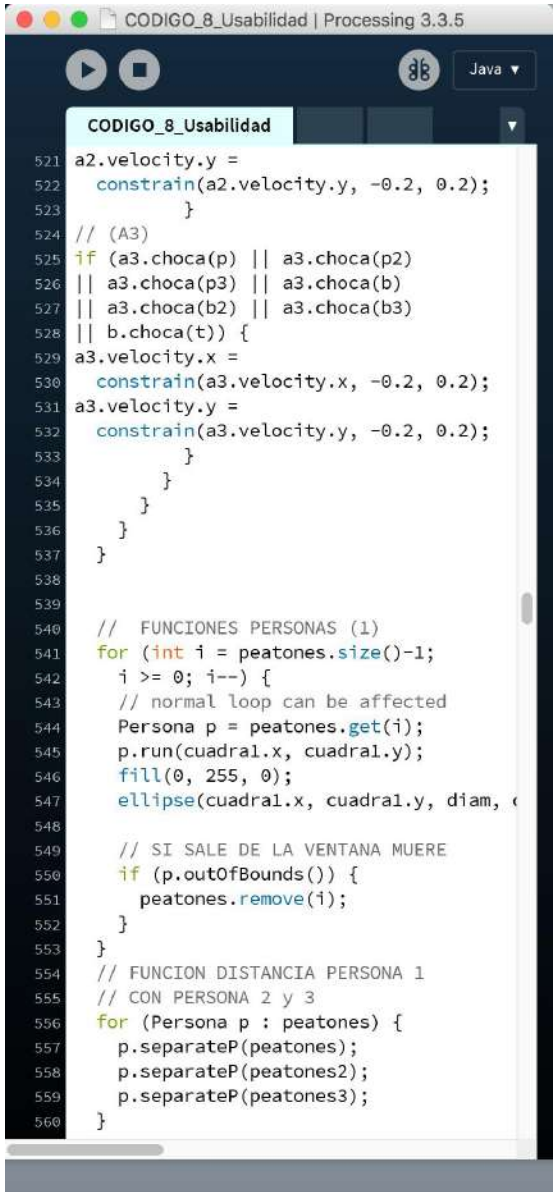
Pestaña 1: Programa 11/29



Pestaña 1: Programa 12/29

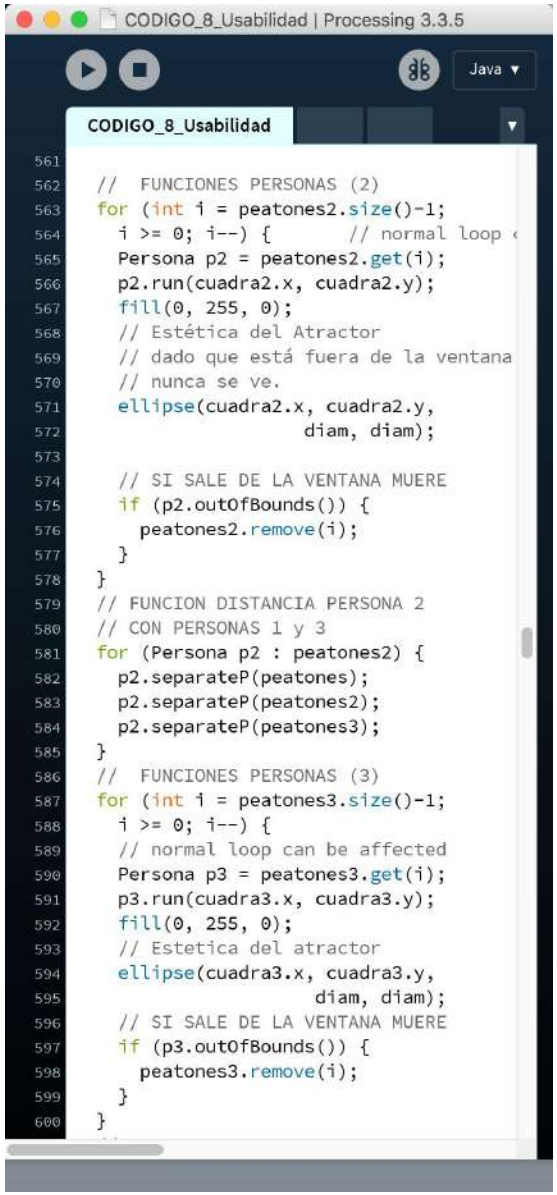


Pestaña 1: Programa 13/29



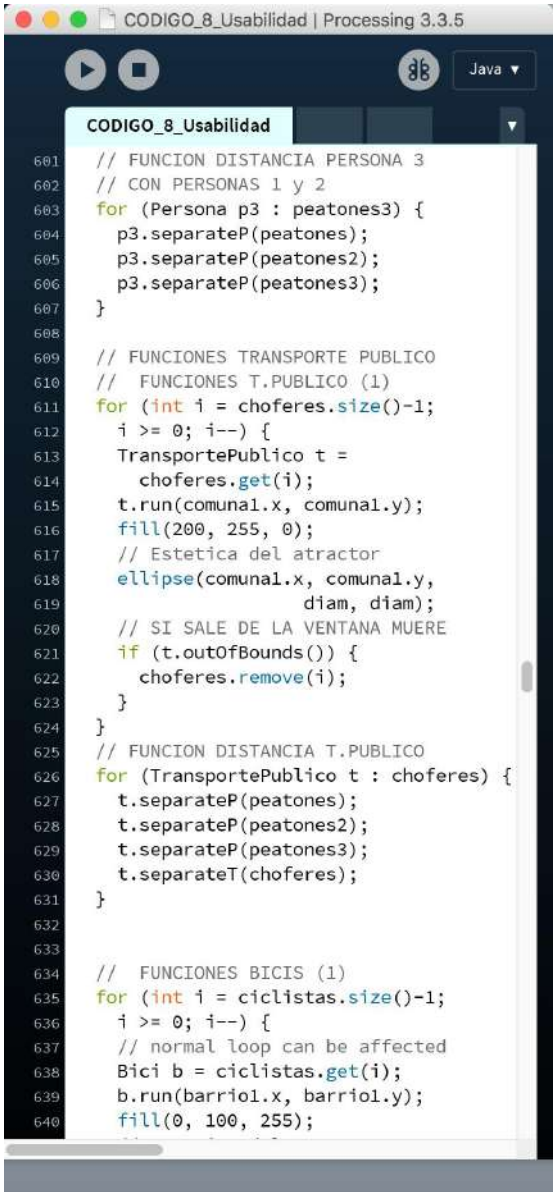

```
a2.velocity.y =
  constrain(a2.velocity.y, -0.2, 0.2);
          }
// (A3)
if (a3.choca(p) || a3.choca(p2)
|| a3.choca(p3) || a3.choca(b)
|| a3.choca(b2) || a3.choca(b3)
|| b.choca(t)) {
a3.velocity.x =
  constrain(a3.velocity.x, -0.2, 0.2);
a3.velocity.y =
  constrain(a3.velocity.y, -0.2, 0.2);
          }
        }
      }
    }
  }


  //  FUNCIONES PERSONAS (1)
  for (int i = peatones.size()-1;
    i >= 0; i--) {
    // normal loop can be affected
    Persona p = peatones.get(i);
    p.run(cuadra1.x, cuadra1.y);
    fill(0, 255, 0);
    ellipse(cuadra1.x, cuadra1.y, diam, d

    // SI SALE DE LA VENTANA MUERE
    if (p.outOfBounds()) {
      peatones.remove(i);
    }
  }
  // FUNCION DISTANCIA PERSONA 1
  // CON PERSONA 2 y 3
  for (Persona p : peatones) {
    p.separateP(peatones);
    p.separateP(peatones2);
    p.separateP(peatones3);
  }
```

Pestaña 1: Programa 14/29



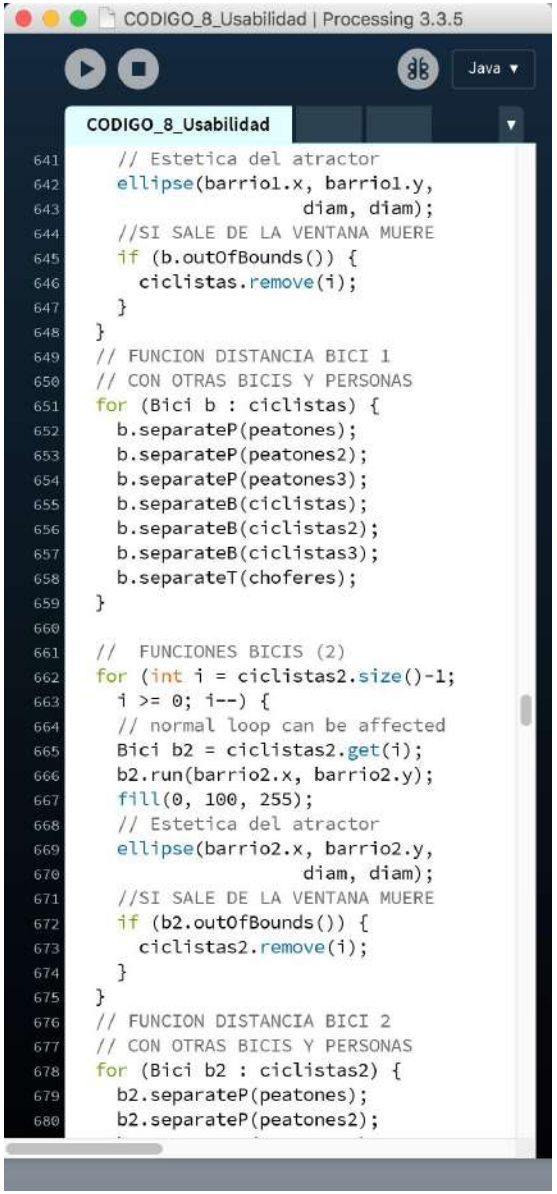

```

//  FUNCIONES PERSONAS (2)
for (int i = peatones2.size()-1;
  i >= 0; i--) {       // normal loop c
  Persona p2 = peatones2.get(i);
  p2.run(cuadra2.x, cuadra2.y);
  fill(0, 255, 0);
  // Estética del Atractor
  // dado que está fuera de la ventana
  // nunca se ve.
  ellipse(cuadra2.x, cuadra2.y,
                  diam, diam);

  // SI SALE DE LA VENTANA MUERE
  if (p2.outOfBounds()) {
    peatones2.remove(i);
  }
}
// FUNCION DISTANCIA PERSONA 2
// CON PERSONAS 1 y 3
for (Persona p2 : peatones2) {
  p2.separateP(peatones);
  p2.separateP(peatones2);
  p2.separateP(peatones3);
}
//  FUNCIONES PERSONAS (3)
for (int i = peatones3.size()-1;
  i >= 0; i--) {
  // normal loop can be affected
  Persona p3 = peatones3.get(i);
  p3.run(cuadra3.x, cuadra3.y);
  fill(0, 255, 0);
  // Estetica del atractor
  ellipse(cuadra3.x, cuadra3.y,
                  diam, diam);
  // SI SALE DE LA VENTANA MUERE
  if (p3.outOfBounds()) {
    peatones3.remove(i);
  }
}
```

Pestaña 1: Programa 15/29

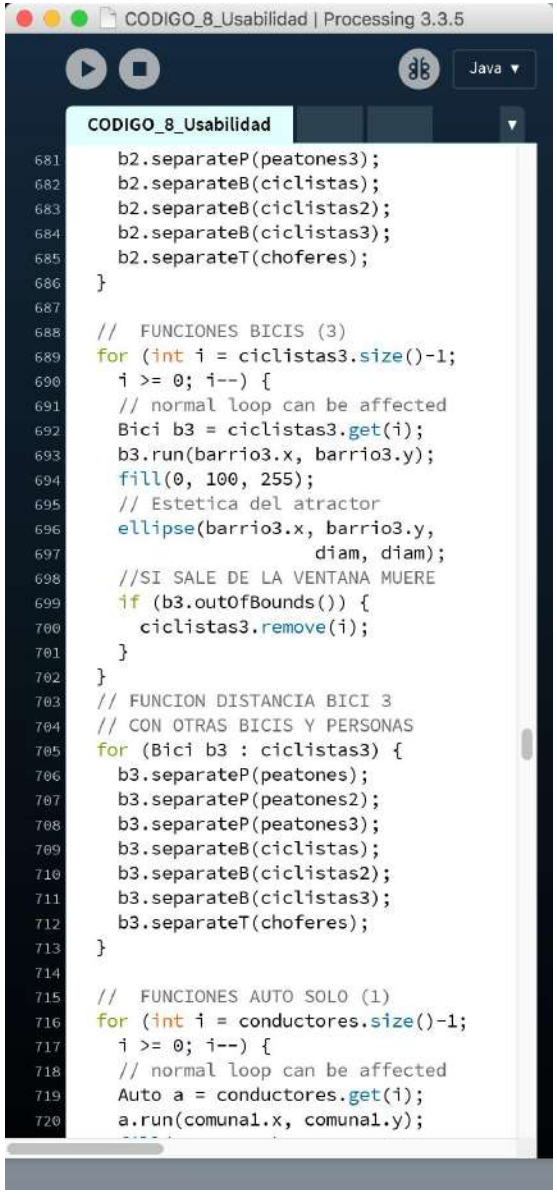



```
// FUNCION DISTANCIA PERSONA 3
// CON PERSONAS 1 y 2
for (Persona p3 : peatones3) {
  p3.separateP(peatones);
  p3.separateP(peatones2);
  p3.separateP(peatones3);
}

// FUNCIONES TRANSPORTE PUBLICO
//  FUNCIONES T.PUBLICO (1)
for (int i = choferes.size()-1;
  i >= 0; i--) {
  TransportePublico t =
    choferes.get(i);
  t.run(comuna1.x, comuna1.y);
  fill(200, 255, 0);
  // Estetica del atractor
  ellipse(comuna1.x, comuna1.y,
                  diam, diam);
  // SI SALE DE LA VENTANA MUERE
  if (t.outOfBounds()) {
    choferes.remove(i);
  }
}
// FUNCION DISTANCIA T.PUBLICO
for (TransportePublico t : choferes) {
  t.separateP(peatones);
  t.separateP(peatones2);
  t.separateP(peatones3);
  t.separateT(choferes);
}


//  FUNCIONES BICIS (1)
for (int i = ciclistas.size()-1;
  i >= 0; i--) {
  // normal loop can be affected
  Bici b = ciclistas.get(i);
  b.run(barrio1.x, barrio1.y);
  fill(0, 100, 255);
```

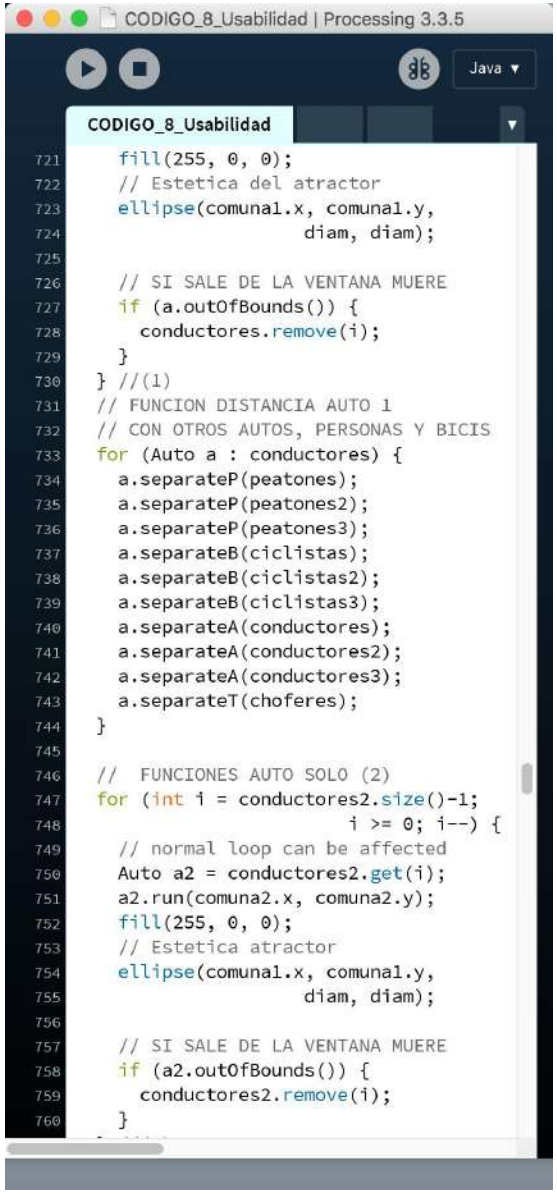
Pestaña 1: Programa 16/29



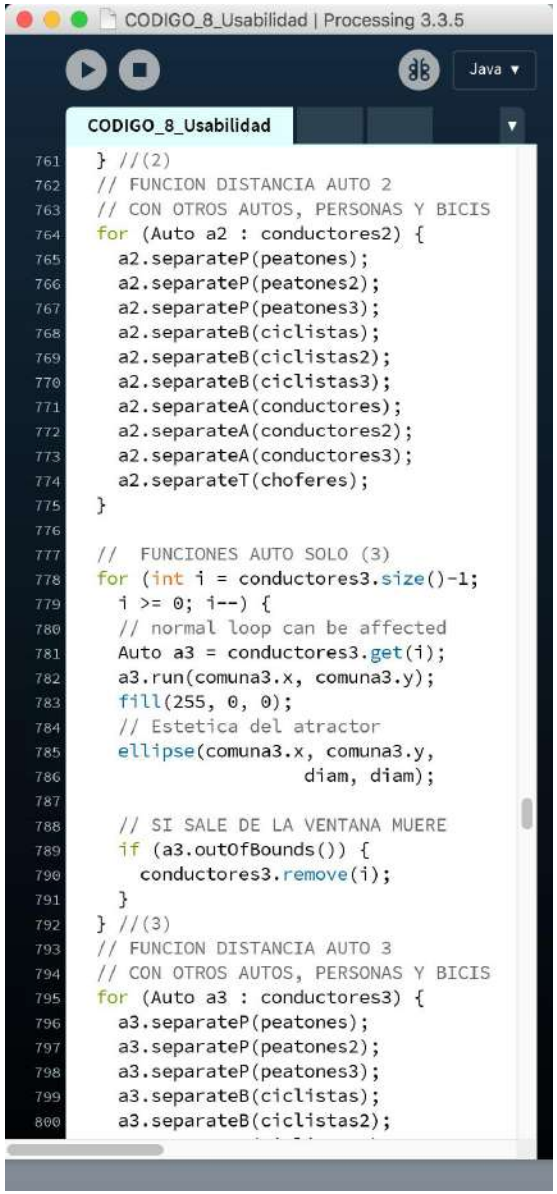
Pestaña 1: Programa 17/29



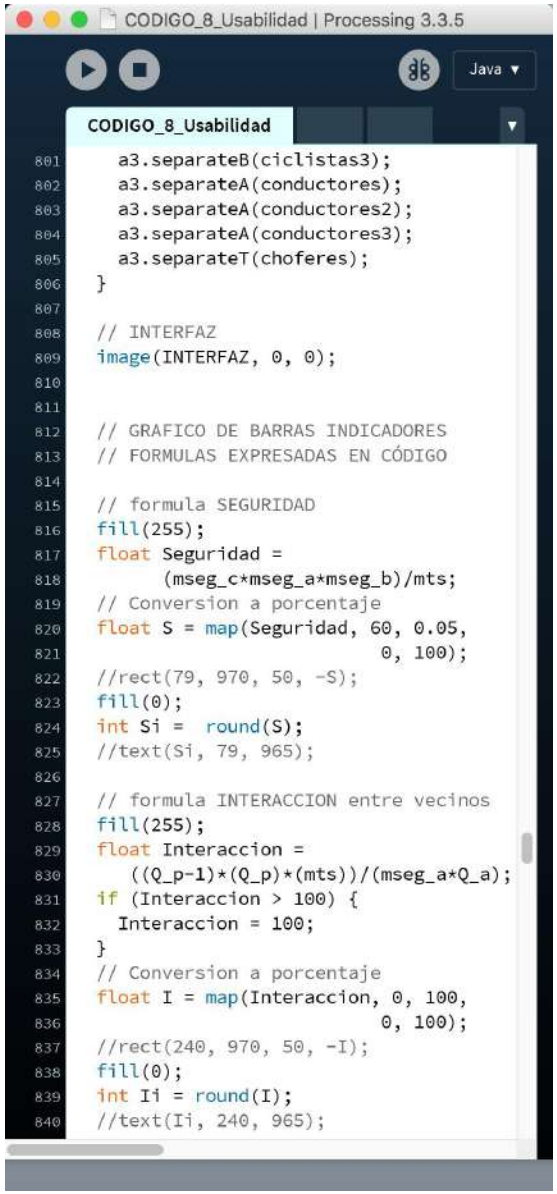
Pestaña 1: Programa 18/29



Pestaña 1: Programa 19/29



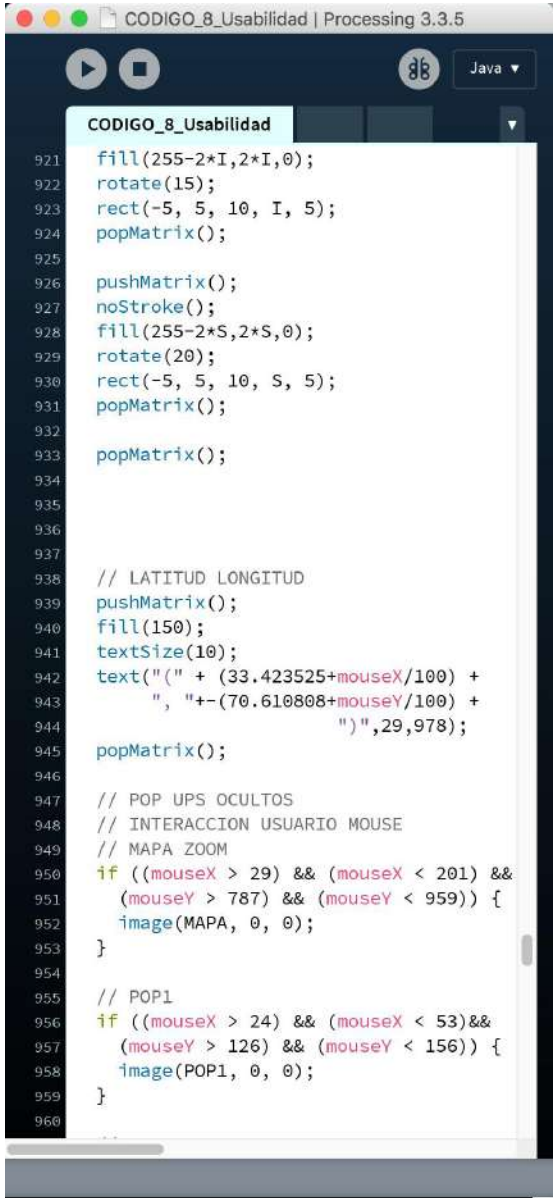
Pestaña 1: Programa 20/29



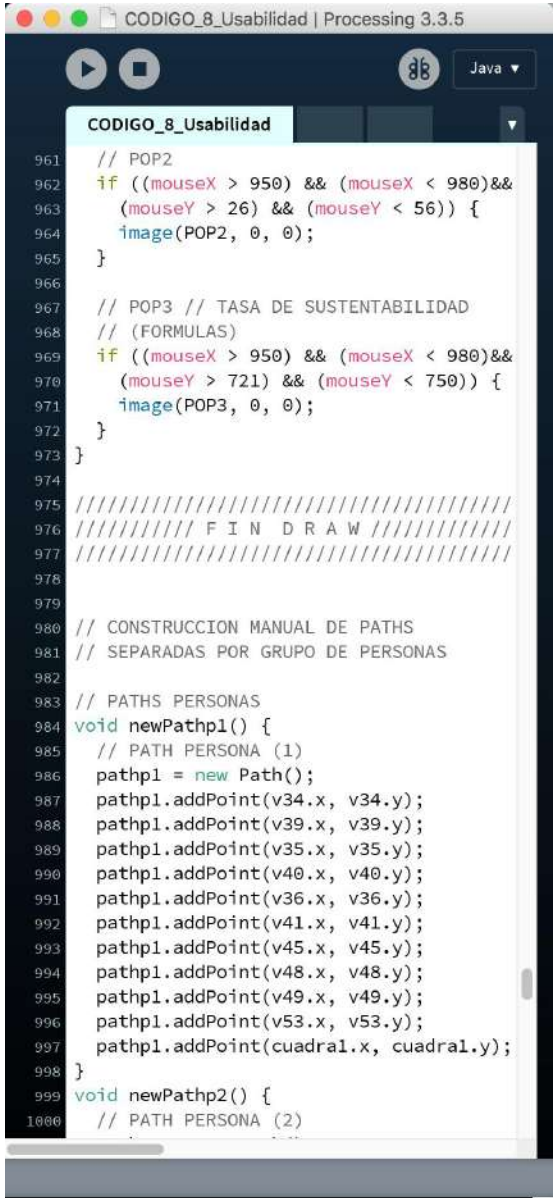
Pestaña 1: Programa 21/29

Pestaña 1: Programa 22/29

Pestaña 1: Programa 23/29



Pestaña 1: Programa 24/29



Pestaña 1: Programa 25/29

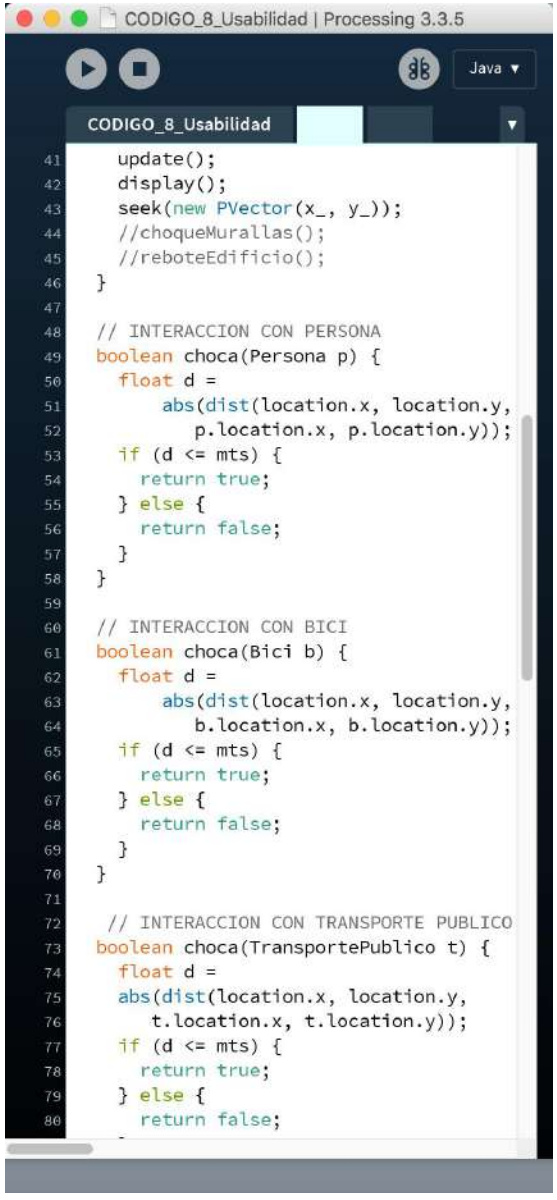
Pestaña 1: Programa 26/29

Pestaña 1: Programa 27/29

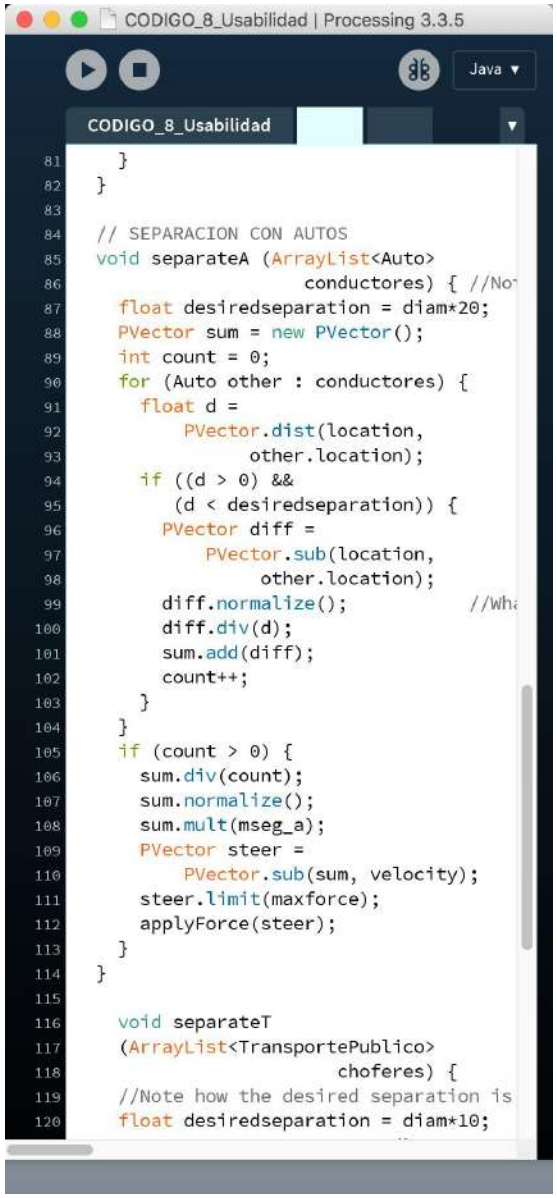
Pestaña 1: Programa 28/29

Pestaña 1: Programa 29/29

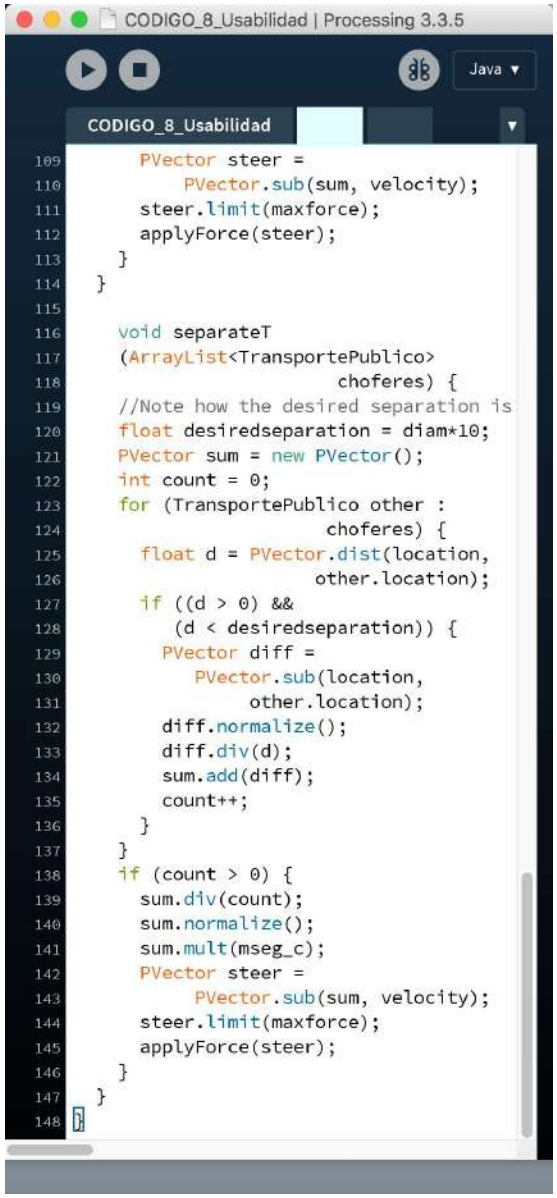
Pestaña 2: Auto 1/4



Pestaña 2: Auto 2/4

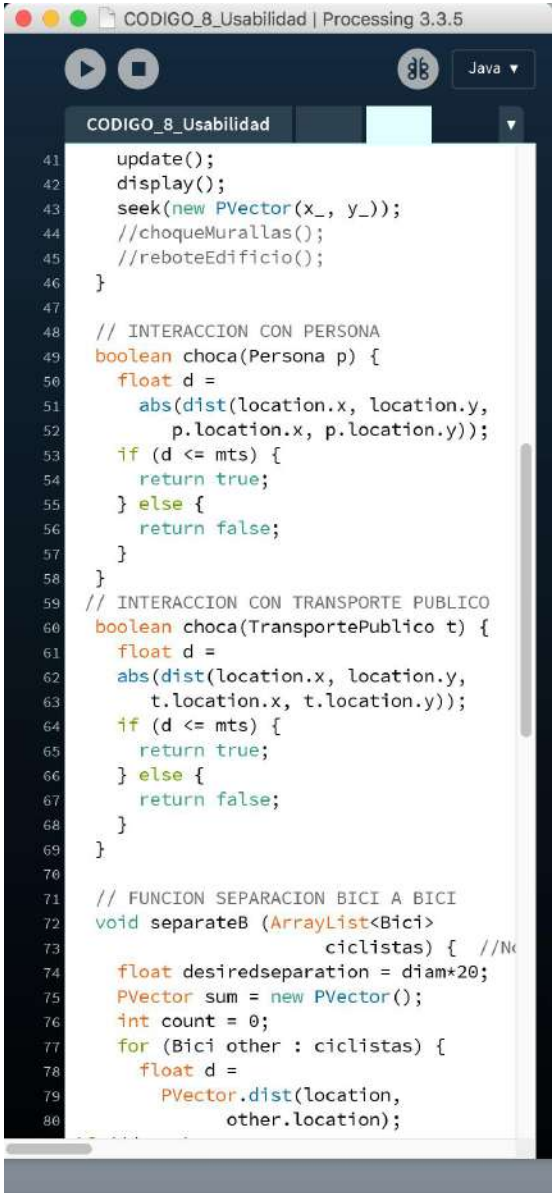


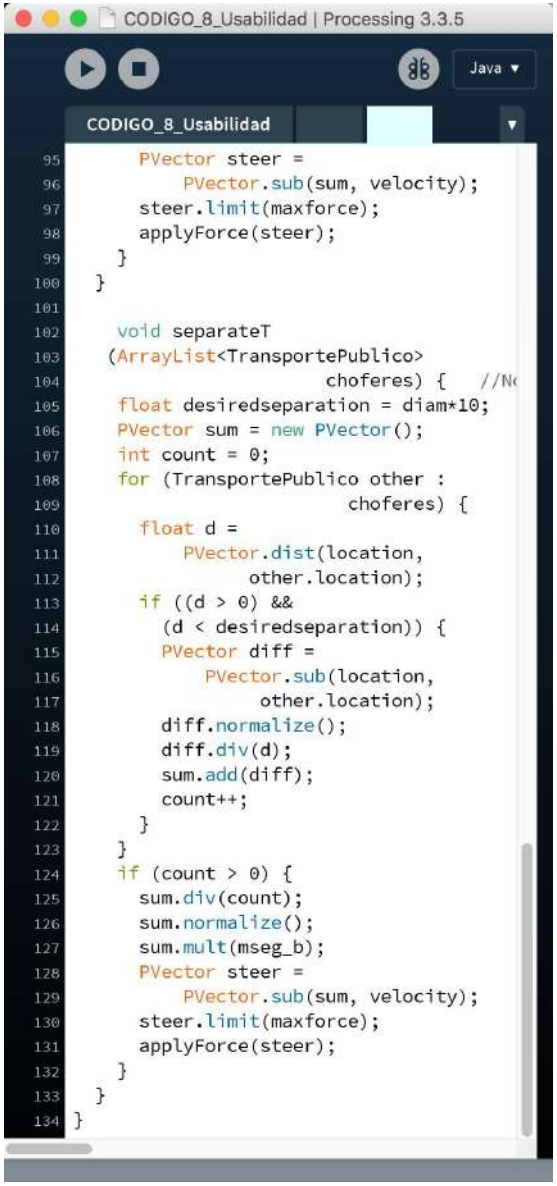
Pestaña 2: Auto 3/4



Pestaña 2: Auto 4/4

Pestaña 3: Bici 1/4

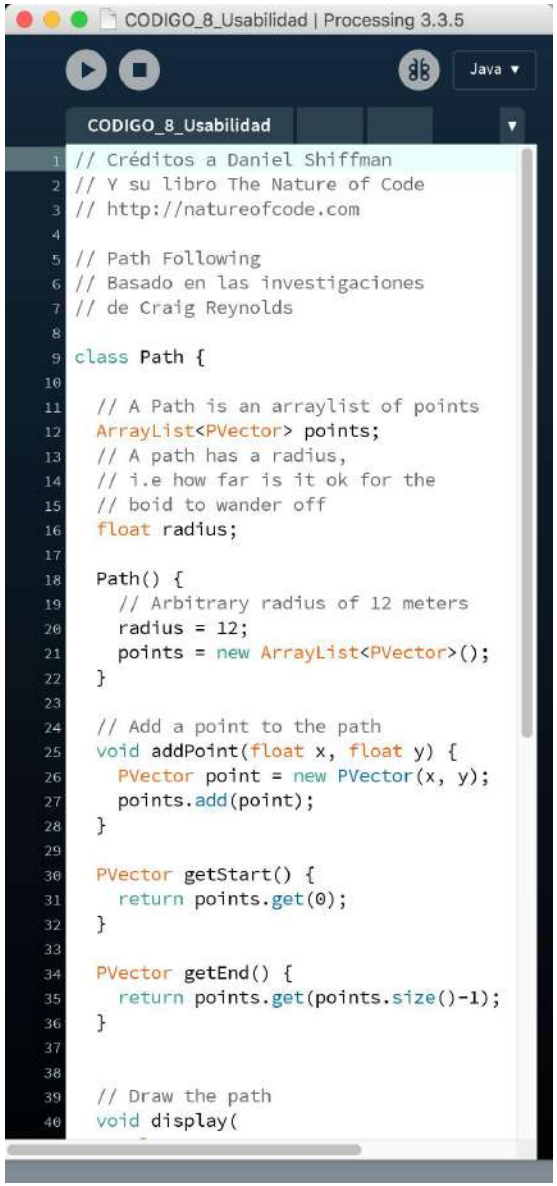




Pestaña 3: Bici 2/4

Pestaña 3: Bici 3/4

Pestaña 3: Bici 4/4

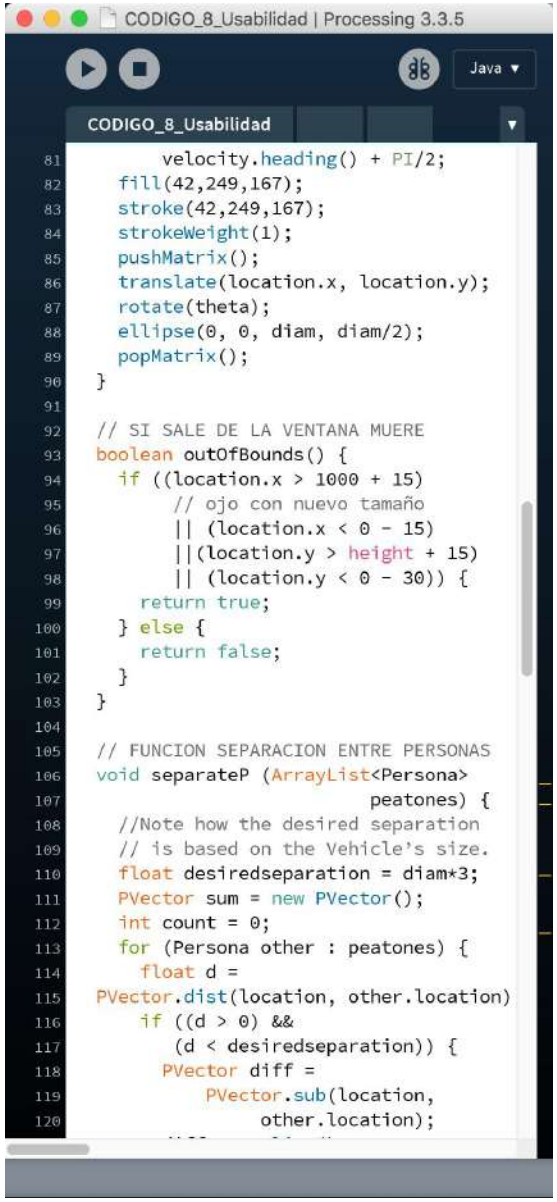


Pestaña 4: Path 1/2

Pestaña 4: Path 1/2

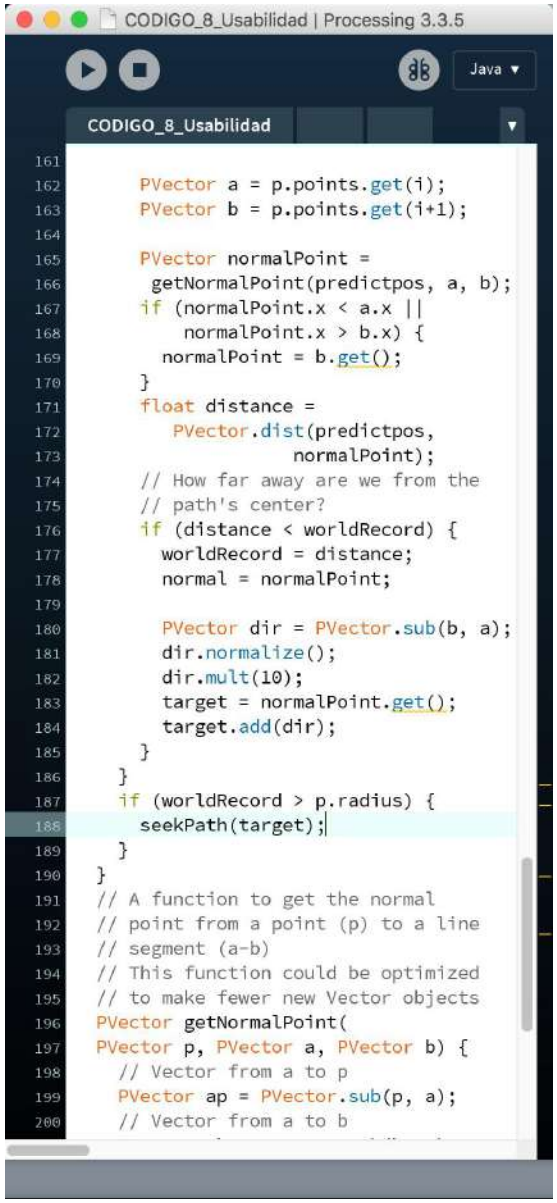
Pestaña 5: Persona 1/6

Pestaña 5: Persona 2/6

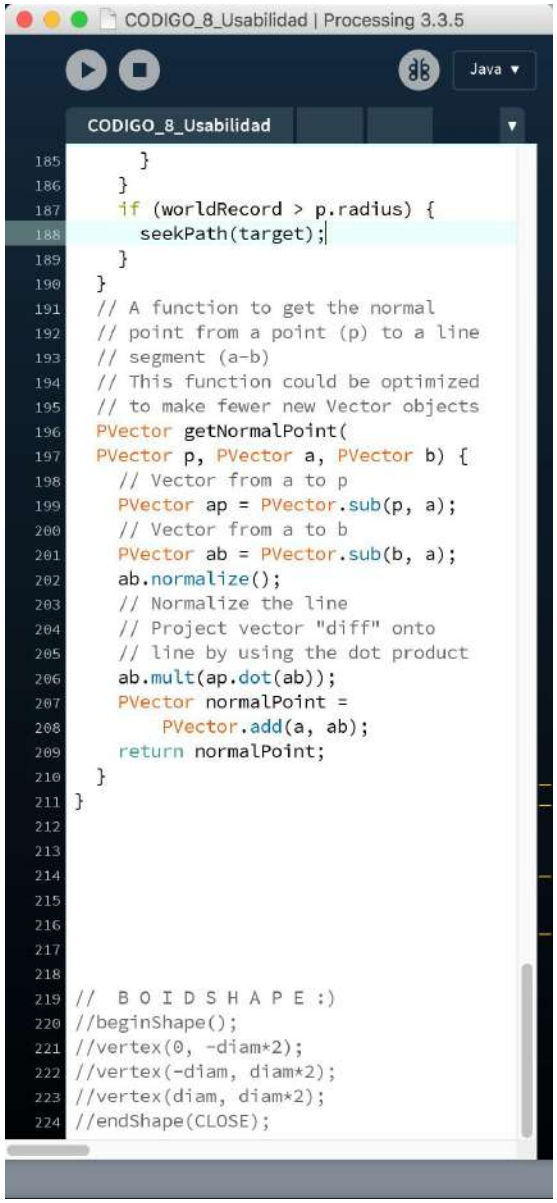


Pestaña 5: Persona 3/6

Pestaña 5: Persona 4/6



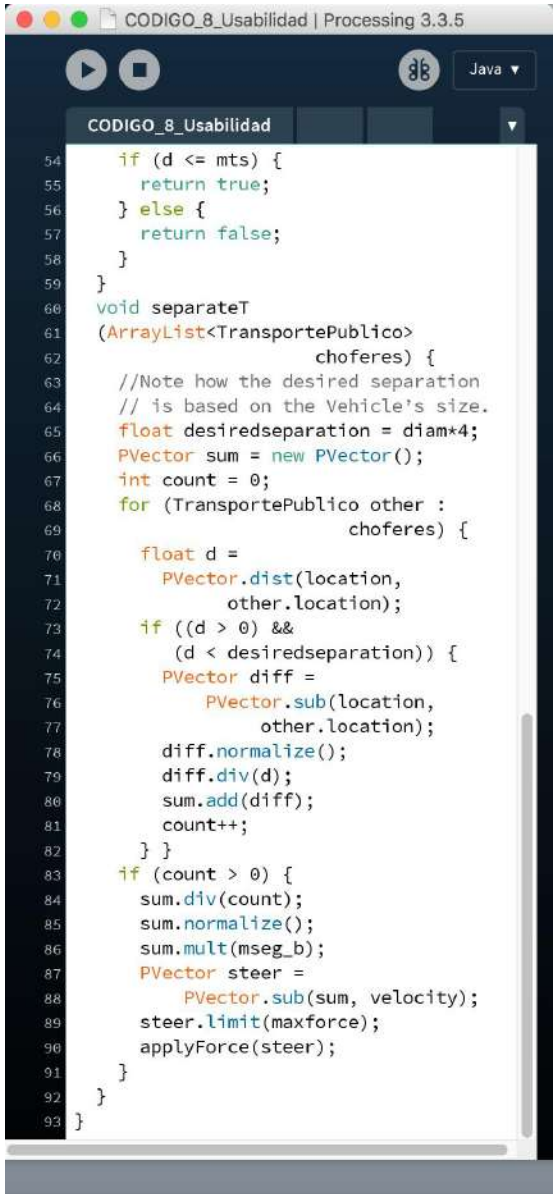
Pestaña 5: Persona 5/6



Pestaña 5: Persona 6/6

Pestaña 6: T. Publico 1/3

Pestaña 6: T. Publico 2/3



Pestaña 6: T. Publico 3/3

10 ANEXOS

Por una sensación de culpa y remordimiento por lo largo de las tesis se ha decidido no agregar las transcripciones de las entrevistas para salvar hojas.

Las tres entrevistas hechas con los expertos se pueden encontrar digitalemente en el siguiente enlace de SoundCloud:

https://soundcloud.com/andres-armstorng-cruz/sets/entrevistas-proyecto-de-titulacion-simulador-de-transporte-andres-armstrong-cruz

11 REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

A

ABC Motor (2016). *La bicicleta es el vehículo más e ciente en los trayectos inferiores a 5 kilómetros. [on- line] ABC.es. Disponible en: http://www.abc.es/motor/ reportajes/abci-bicicleta-vehiculo-mas-e ciente-trayec- tos-inferiores-5-kilometros-201609151756_noticia.html [Revisada el 26 Jun. 2017].*

Aimsun. (2012). *Cite a Website - Cite This For Me. Aimsun.com. Retrieved 1 December 2017, from https://www.aimsun.com/wp/wp-content/uploads/2012/04/Modelled-intersection-with-real-TLC-connected.png*

Allen, J. (2008). *Muenster road space poster — check the numbers!. [online] John-s-allen.com. Disponible en: http://john-s-allen.com/blog/?p=7 [Revisada el 26 Jun. 2017].*

AmegoEV. (2017). *Electric Bikes, Electric Scooters & Electric Bicycles. Amegoev.com. Retrieved 8 November 2017, from https://www.amegoev.com/electric_bike_and_scooter_benefits*

Amelie, P. (2013). *Cities with the most % of public green space (parks and gardens). Skyscrapercity.com. Recu- perado el 26 de Junio 2017, de http://www.skyscraper- city.com/showthread.php?t=1660203*

Berkum, A. (2017). *How future transport will impact society. Arjen van Berkum | Blog. Retrieved 4 December 2017, from http://www.arjenvanberkum.nl/innovation/transport-of-the-future/*

ASIRT (2017). *Road Crash Statistics. [online] Asirt. org. Disponible en: http://asirt.org/initiatives/inform- ing-road-users/road-safety-facts/road-crash-statistics [Revisada el 26 Jun. 2017].*

Auto Insurance Center (2017). *Top 20 Pros and Cons Associated With Self-Driving Cars. [online] Autoinsur- ancecenter.com. Disponible en: http://www.autoinsur- ancecenter.com/top-20-pros-and-cons-associated-with- self-driving-cars.htm [junio 2017].*

Australian Goverment (2016). *The Home of Future Transport. Future Transport. Retrieved 4 December 2017, from https://future.transport.nsw.gov.au/*

Auto-ABC (2003)*. Hyundai Accent Sedan 2003 - 2005 reviews, technical data, prices. [online] Auto-abc.eu. Disponible en: http://www.auto-abc.eu/Hyundai-Accent/g1408-2003 [Revisada el 26 Jun. 2017].*

B

Badger, E. (2013). *How Tra c Congestion A ects Economic Growth. CityLab. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://www.citylab.com/transporta- tion/2013/10/how-tra c-congestion-impacts-econom- ic-growth/7310/*

Barcelo, J., Ferrer, J. and Martin, R. (1999) *"Simulation Assisted Design and Assessment of Vehicle Guidance Systems" International Transactions on Operations Research, Vol. 6, No. 1, pp. 123-143.*

Batra, A. (2014). *Community Bene ts of*

Green Areas & Parks. Linkedin. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://www.linkedin. com/ pulse/20140922075014-150737338-architecture-and-ur- ban-planning

Bartz, D. (2009). *Autonomous Cars Will Make Us Safer | WIRED. [online] Wired. com. Disponible en: https:// www.wired. com/2009/11/autonomous-cars/ [Revisado el 27 Jun. 2017].*

Bosch. (2016). *Bosch Mobility Solutions. Products. bosch-mobility-solutions.com. Recuperado el 26 de Ju- nio 2017, de http:// products.bosch-mobility-solutions. com Busandcoach. (s.f.). Buses and coaches for safer mo- bility!. [online] Available at: http:// www.busandcoach. travel/en/bptest/buses_and_coaches_for_safer_mobility. htm [Accessed 29 Jun. 2017].*

Business Wire (2016). *Iteris Launches PedTrax Comput- er Vision for Smarter Crosswalks. [online] Finance.yahoo.com. Available at: https:// nance.yahoo.com/ news/ iteris-launches-pedtrax-computer-vision-150000826. html [Accessed 27 Jun. 2017].*

C

CBS DC. (2013). *Study: Self-Driving Cars Would Elim- inate Majority Of Tra c Deaths, Congestion. Wash- ington.cbslocal.com. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http:// washington.cbslocal.com/2013/10/23/study-self-driving-cars-would-eliminate-majority-of-tra c- deaths-congestion/*

Centers for Disease Control and Prevention (2017). *Teen Drivers: Get the Facts | Motor Vehicle Safe- ty | CDC Injury Center. [online] Cdc.gov. Disponible en: https://www.cdc.gov/motorvehiclesafety/ teen_driv- ers/teendrivers_factsheet.html [Revisada el 26 Jun. 2017].*

Ciancio, A. (2008). *Milan drivers face trend-setting pollution charge. [online] Reuters UK. Available at: http:// uk.reuters.com/article/autos-milan-idUKNOA22930620080102?pageNumber=1&-virtualBrand- Channel=0 [Accessed 27 Jun. 2017].*

Co2nnect (2017). *Calculation of emissions. [online] Co2nnect.org. Disponible en: http://www.co2nnect.org/ help_sheets/?op_id=602&opt_id=98 [Revisada el 26 Jun. 2017].*

CodeXVerde. (2016). *Gobierno anuncia fecha de la Fórmula-E en Chile - CodeXVerde. CodeXVerde. Retrieved 1 December 2017, from http://codexverde.cl/gobierno-anuncia-fecha-de-la-formula-e-en-chile/*

Conly. (2013). *Is 30% of tra c actually searching for parking?. Reinventingparking. org. Retrieved 27 June 2017, from http://www. reinventingparking.org/2013/10/ is-30-of-tra c-actually-searching-for.html*

Collaborative innovation network. (2017). *En.Wiki- pedia.org. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https:// en.wikipedia.org/ wiki/Collaborative_innovation_net- work#-cite_note-:1-3*

Cox, W. (2009). *Tra c Congestion, Time, Money & Productivity. Newgeography. com. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.newgeography.com/con- ten- t/001044-tra c-congestion-time-money-productiv- ity*

CTL del MIT. (2017). *Self-Driving Cars Could Be Boon for Aged, A er Initial Hurdles | Center for Transpor- tation and Logistics. ctl.MIT.edu. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://ctl.mit.edu/news/self-driving-cars-could-be-boon-aged-a er-initial-hurdles*

D

Della Cava, M. (2016). *LA to SF in 30 min: the hy- perloop wars are on. USA TODAY. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://www.usatoday.com/ story/tech/ news/2016/05/09/la-sf-30-min-hyperloop-wars/84137224/*

DesarrolloSustentable.co. (2013). *¿Qué es el desarrollo sustentable?. Desarrollosustentable.co. Retrieved 1 December 2017, from http://www.desarrollosustentable. co/2013/04/que-es-el-desarrollo-sustentable. html*

Downs, A. (2004). *Tra c: Why It's Getting Worse, What Government Can Do | Brookings Institution. Brook- ings. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://www. brookings. edu/research/tra c-why-its-getting-worse-what-government-can-do/*

Drummond, K., Hoel, L., and Miller, J. (2002) *"Using Simulation to Predict Safety and Operational Impacts of Increasing Traffic Signal Density," Transportation Research Record, No. 1784, Transportation Research Board, Washington, DC.*

Dutton, J. (2014). *Google's Self-Driving Cars Won't Work In Heavy Rain Or On Most Roads. Business Insider. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www. businessinsider.com/googles-self-driving-cars-dont-work-in-rain-or-on-roads-2014-9*

E

Ecoosfera. (2014). *Las bicicletas como el medio de transporte más e ciente de todos - Ecoosfera. Ecoosfera. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://ecoosfera. com/2014/11/las-bicicletas-como-el-medio-de-trans- porte-mas-e ciente-de-todos/*

Edmonton Trolley Coalition (2016). *Edmonton Trolley Coalition. [online] Trolleycoalition.org. Disponible en: http://www.trolleycoalition.org/noise.html [Revisada el 26 Jun. 2017].*

Elswick, F. (2016). *How Much Does It Cost To Build A Mile Of Road?. Blog.midwestind.com. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://blog.midwestind.com/cost-of- building-road/*

Eltis.org. (2015)*. Area C in Milan: from pollution charge to congestion charge (Italy) | Eltis. [online] Available at: http://www.eltis.org/discover/case-studies/area-c-mi- lan-pollution-charge-congestion-charge-italy [Accessed 27 Jun. 2017].*

F

FIAFormulaE. (2017). *Formula E set for Santiago's streets – Formula E. Fiaformulae.com. Retrieved 1 December 2017, from http://www.fiaformulae.com/en/news/2017/october/formula-e-set-for-santiagos-streets/*

Financial Times (s.f.) *Secrets of the sidewalk — what pavements say about a city. Ft.com. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://www. .com/content/83bf6932- 6f9c-11e6-a0c9-1365ce54b926*

Friedman, Y. (1977). *Utopías realizables (1st ed.). Barcelona: Gili.*

Fuller, J. (2017). *How the Reactable Works. [online] HowStu Works. Available at: http://electronics.how- stu works.com/gadgets/audio-music/reactable.htm [Accessed 27 Jun. 2017].*

Fundación Mi Parque. (2014). *¿Cuál es el costo de man- tención de áreas verdes?. Fundación Mi Parque. Recu- perado el 26 de Junio 2017, de http://www.miparque.cl/ cuales-el-costo-de-mantencion-de-areas-verdes/*

G

Gallagher, D. (2017). *Transportation Systems - MIT Portugal. MITportugal.org. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.mitportugal.org/about/overview/transportation-systems*

Garcia, C., Carrasco, J., & Rojas, C. (2014). El contexto urbano y las interacciones sociales: dualidad del espacio de actividades de sectores de ingresos altos y bajos en Concepción, Chile (40th ed.). Santiago: EURE. Retrieved from http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612014000300004

Gardner, C. (2011). *We Are the 25%: Looking at Street Area Percentages and Surface Parking. Oldurbanist. blogspot.cl. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http:// oldurbanist. blogspot.cl/2011/12/we-are-25-looking-at-street-area.html*

Geddes and Bel (1893). *Magic motorways : Geddes, Norman Bel, 1893-1958 : Free Download & Streaming : Internet Archive. [online] Internet Archive. Disponible en: https://archive.org/details/magicmotorways00geddrich [Revisado el 27 Jun. 2017].*

Ghadge, D. (2015). *Trafic congestion and its impact on employees work life. Linkedin. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https:// www.linkedin.com/pulse/tra c- congestion-its-impact-employees-work-life-deepak-ghadge*

Gloor, P. (2006). *Swarm creativity (1st ed.). Oxford [etc.]: Oxford University Press.*

Google. (2017). *A new way forward for mobility – Waymo. Waymo. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https:// www.google.com/selfdrivingcar/faq/*

Google Support. (2017). *¿Cómo funciona Waze? - Ayuda de Waze. Support. google.com. Retrieved 1 December 2017, from https://support.google.com/waze/answer/6078702?hl=es*

H

Hall, E. (2017). *Self-Driving Cars: Can We Really Trust em?. Esurance On. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://blog.esurance.com/self-driving-cars-can-we- really-trust-them/#.VGNVTPnF_1I*

Hendry, R., Salehi, M., Kingsbury, D., & Ortiz, B. (2003). *Is there a rough dollar gure for parking space costs? - Knowledge base for National TDM and Tele- work Clearinghouse and Best Workplaces for Commut- ers. Usf-cutr.custhelp.com. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://usf-cutr.custhelp.com/app/answers/ detail/a_id/2161/~/is-there-a-rough-dollar- gure-for-parking-space-costs%3F*

Hern, A. (2014). *Self-driving cars irresistible to hackers, warns security executive. the Guardian. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://www.theguardian.com/ technology/2014/jan/28/self-driving-cars-irresistible-hackers-security-executive*

HeyPoorPlayer.com. (2017). *Cite a Website - Cite This For Me. Heypoorplayer.com. Retrieved 1 December 2017, from https://www.heypoorplayer.com/wp-content/uploads/2017/05/20170511202044_1-e149473846661l.jpg*

Hobson, B. (2017). *Carlo Ratti aims to save energy with personalised heating and cooling. [online] Dezeen. Available at: https://www.dezeen.com/2017/05/11/video-carlo-ratti-reduce-energy-use-personalised-heat- ing-cooling-buildings-movie/?li_source=LI&li_medi- um=recommended_movies_block [Accessed 27 Jun. 2017].*

I

IAC Library (2017). *Comparitive Examples of Noise Levels | Industrial Noise Control. [online] Industrial- noisecontrol.com. Disponible en: http://www.industri- alnoisecontrol.com/comparative-noise-examples.htm [Revisada el 26 Jun. 2017].*

J

Kahane C.J.,National Highway Tra c Safety Adminis- tration (2013). *Injury Vulnerability and E ectiveness of Occupant Protection Technologies for Older Occupants and Women. Estados Unidos.p. 216. 2013. [cited 2015 Oct 9] Recuperado de https://crashstats.nhtsa.dot.gov/ Api/Public/ViewPublication/811766*

Kendall, G. (2017). *UPS drivers don't turn le —and it saves them 10 million gallons of gas a year. Quartz. Re- cuperado el 26 de Junio 2017, de https://qz.com/895691/ ups-drivers-dont-turn-le -and-it-saves-them-10-mil- lion-gallons-of-gas-a-year/*

Kloub, M. (2016). *Not an easy job, but Amman's tra c headache curable — experts. Jordan Times. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://jordantimes.com/news/ local/not-easy-job-amman%E2%80%99s-tra c-headache-curable-%E2%80%94-experts*

Kopyto , V. (2014). *Hot commodity: Self-driving car permits in California. Fortune.com. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://fortune.com/2014/11/11/cali- fornia-permits-autonomous-vehicles/*

L

Law O ces of Michael Pines (2017). *Top 25 Causes of Car Accidents. [online] Law O ces of Michael Pines, APC. Disponible en: https://seriousaccidents.com/le- gal-advice/top-causes-of-car-accidents/ [Revisada el 26 Jun. 2017].*

Lohmann, R. (2009). *Park shuttle automated driverless vehicle pilot project - Netherlands. [online] Faculty. washington. edu. Available at: http://faculty.washington.edu/jbs/itrans/parkshut.htm [Accessed 27 Jun. 2017].*

M

MctTrans.ce.ufl.edu. (s.f) *Corsim Traffic Software - Image Mag. Imagemag. ru. Retrieved 4 December 2017, from https://imagemag.ru/img-ba_corsim-traffic-software.html*

Madrid, E. (2016). *La bici, el medio más e ciente para trayectos de hasta cinco kilómetros. [online] Heraldo. es. Disponible en: http://www.heraldo.es/noticias/so- ciedad/2016/09/15/la-bici-medio-mas-e ciente-para- trayectos-hasta-kilometros-1061336-310.html [Revisada el 26 Jun. 2017].*

Martabit, P. (2016). *Parque automotor se septuplica en 15 años: llega hasta los 7,3 millones de vehículos. Emol. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.emol. com/noticias/Economia/2016/03/15/793101/Parque-au- tomotor-se-septuplica-15-anos-llego-hasta-los-73-mil- lones-vehiculos-en-2015.html*

Mercedes-Benz USA. (2017). *DISTRONIC PLUS®. Mercedes-Benz USA. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://www.mbusa.com/mercedes/owners/ videos/detail/videoId-6f31735fd7cee310VgnVCM-1000007c184335RCRD*

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (2015). *Presentamos resultados de la Encuesta Origen Destino de Santiago. Santiago, Chile, p.1. Recuperado de http://www.mtt.gob.cl/archivos/10194*

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). *La bicicleta fue el medio más rápido de movilización en la Medición de E ciencia de Modos de Transporte 2016 (p. 1). Santiago, Chile: MMA. Recuperado de http://portal.mma.gob. cl/la-bicicleta-fue-el-medio-mas-rapido-de-movilizacion-en-la-medicion-de-e ciencia-de-modos-de-trans- porte-2016/*

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). *Prevén auge de vehículos eléctricos, bicicletas y un retorno al transporte público (p.1). Santiago, Chile: El Mercurio. Recuper- ado de http://portal.mma.gob.cl/preven-auge-de-ve- hiculos-electricos-bicicletas-y-un-retorno-al-trans- porte-publico/*

MobilityAuthority. (2011). *AECOM Final Presenta- tion for the Green Mobility Challenge. Slideshare. net. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://www. slideshare. net/MobilityAuthority/aecom- nal-presentation-for-the-green-mobility-challenge*

Mount Royal. (2013). *Speed & Pedestrian Death or Injury - Mount Royal Community Association. Mount Royal Community Association. Retrieved 1 December 2017, from http://mountroyalstation.ca/events/traffic/speed-pedestrian-death-or-injury/*

N

NewScientist. (2014). *Swarm of 1024 robots forms shapes on its own. YouTube. Retrieved 27 June 2017, from https://www.youtube.com/watch?v=ZD1H- 70aQc7U*

NoCreasNada. (2016). *¿Cómo funciona Blockchain? La guía definitiva - NoCreasNada. NoCreasNada. Retrieved 1 December 2017, from https://www.nocreasnada.com/como-funciona-blockchain/*

Note, T. (2016). *Ámsterdam prueba el primer bus urbano que reduce emisiones y recorre las calles sin conductor. eNote.cl. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.thenote.cl/category/amsterdam-prueba- el-primer-bus-urbano-que-reduce-emisiones-y-recorre- las-calles-sin-conductor/*

Note, T. (2016). *Aprueban plan para bajar emisiones en Valdivia | e Note. eNote.cl. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.thenote.cl/category/aprue- ban-plan-para-bajar-emisiones-en-valdivia/*

Note, T. (2016). *El avanzado sistema de buses eléctricos de Barcelona: se cargan en cinco minutos y funcionan 14 horas. eNote.cl. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.thenote.cl/category/el-avanzado-sistema-de-buses-electricos-de-barcelona-se-cargan-en-cin- co-minutos-y-funcionan-14-horas/*

Note, T. (2016). *Grandes capitales del mundo buscan erradicar el uso de vehículos diesel desde 2025. e- Note.cl. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www. thenote.cl/category/grandes-capitales-del-mundo-buscan-erradicar-el-uso-de-vehiculos-diesel-desde-2025/*

Note, T. (2016). *Holanda prohibirá en 2025 los au- tomóviles que ocupen gasolina y diésel. eNote.cl. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.thenote. cl/category/holanda-prohibira-en-2025-los-automoviles-que-ocupen-gasolina-y-diesel/*

Note, T. (2016). *La apuesta de Enersis Chile por la movilidad sustentable. eNote.cl. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.*

thenote.cl/category/la-apues- ta-de-ener-sis-chile-por-la-movilidad-sustentable/

***Note, T. (2016)**. Santiago gana el premio internacional de Transporte Sustentable 2017. eNote.cl. Recupera- do el 26 de Junio 2017, de http://www.thenote.cl/cate- gory/santia-go-gana-el-premio-internacional-de-trans-porte-sustentable-2017/*

***Note, T. (2016).** Sepa cuáles son las ciudades más contaminadas del mundo. eNote.cl. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.thenote.cl/category/ sepa-cua-les-son-las-ciudades-mas-contamina-das-del- mundo-2/*

***Note, T. (2017).** 'Harry', el pequeño auto-bús público y autónomo que comenzará a operar en Londres. e- Note.cl. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www. thenote. cl/category/harry-el-pequeno-autobus-pu-bli- co-y-autonomo-que-comenzara-a-ope-rar-en-londres/*

***Note, T. (2017).** Conoce el primer autobus con paneles solares en el techo y los latera-les. eNote.cl. Recupera- do el 26 de Junio 2017, de http://www.thenote.cl/catego- ry/ conoce-el-primer-autobus-con-paneles-sola-res-en- el-techo-y-los-laterales/*

***Note, T. (2017).** Inauguran primer bus eléctrico del país que operará de forma gratuita en el centro de Santiago. [online] eNote.cl. Disponible en: http://www.thenote. cl/category/inauguran-primer-bus-electri-co-del-pais- que-operara-de-forma-gratuita-en-el-centro-de-santia- go/ [26 Jun. 2017].*

***Note, T. (2017).** México estrena taxis híbri-dos para reducir la contaminación. eNote. cl. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http:// www.thenote.cl/category/ mexico-estrena-ta-xis-hibridos-para-reducir-la-contam- ina-cion/*

***Novak, M. (2017).** GM Car of the Future (1962). [online] Paleofuture.gizmodo.com. Available at: http://paleofuture.gizmodo. com/gm-car-of-the-fu- ture-1962-512629798 [Accessed 27 Jun. 2017].*

O

***O cialDeathCubeK (2008).** Reactable - How it works (High Quality) - Bjork. [online] YouTube. Available at: https://www.youtube. com/watch?v=hNeCHI4NAzw [Accessed 27 Jun. 2017].*

***Ozimek, A. (2014).** Forbes Welcome. [online] Forbes. com. Disponible en: https:// www.forbes.com/sites/mod- eledbeha-vior/2014/11/08/the-massive-economic-be-ne- ts-of-self-driving-cars/#158d57e83273 [Revisada el 26 Jun. 2017].*

P

***Perrin, J., Martin, P., and Jhaveri, C. (2002)** "Interfacing SCOOT and COR-SIM: Three Salt Lake City Networks Mode-led," Compendium of Technical Papers from the ITE 2002 Annual Meeting and Exhibit, Philadelphia, PA, Institute of Transportation Engineers.*

***Pino, P. (2014)**. En 10 años habrá el doble de autos en Santiago: Gobierno crea «comité pro movilidad» para salir de los tacos. LaSe-gunda.com. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.lasegunda.com/Noticias/ Impreso/2014/06/939367/en-10-anos-ha-bra-el-doble- de-autos-en-santiago-gobier-no-crea-comite-pro-movili- dad-para-salir-de-los-tacos*

***Plataforma Urbana (2017).** Las "Zo-nas 30" comienzan a volverse realidad en Chile por Gaete C.. Plataforma Urbana. Retrieved 1 December 2017, from http://www. plataformaurbana.cl/archive/2014/01/27/ las-zonas-30-comienzan-a-volverse-reali-dad-en-chile/*

***Plethora (2017).** Block'hood. [online] Plethora Project. Available at: https://www. plethora-project.com/block- hood/ [Accessed 27 Jun. 2017].*

***Pony Parts, C. (2014).** Are We On e Road To Self-Driving Cars? [Infographic] | Mustang News Blog |. [online] Blog.cjpon-yparts.com. Disponible en: http:// blog. cjponyparts.com/2014/08/are-we-road-self-driv- ing-cars-infographic/ [Revisada el 26 Jun. 2017].*

***Project Evergreen. (2017).** Environ-mental Bene ts of Green Space. Project Evergreen. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://projectevergreen.org/resources/ envi-ronmental-bene ts-of-green-space/*

***PTV VIC (2013).** Bene ts of public transport - Public Transport Victoria. [online] Ptv.vic. gov.au. Disponible en: https://www.ptv.vic.*

gov.au/about-ptv/media-centre/ student-media-enquiries/bene ts-of-public-transport/ [Revisada el 26 Jun. 2017].

R

Reynolds, C. (s.f.). *Simulation and Nature in Design | Nervous System. [online] N-e-r-v-o-u-s.com. Disponi- ble en: http://n-e-r-v-o-u-s.com/education/simulation/ week4.php [Revisado el 27 Jun. 2017].*

Roizman, T. (2015). *Advantages & Disadvantages of Cy- cling. LIVESTRONG.COM. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.livestrong.com/article/438688-ad- vantages-disadvantages-of-cycling/*

Richardson, D. (2017). *Why Our Connection With Nature Matters | Psychreg. Psychreg. Retrieved 6 December 2017, from http://www.psychreg.org/connection-nature-matters/*

Roundabout. (2017). *En.Wikipedia.org. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://en.wikipedia.org/wiki/ Roundabout*

S

SAE. (2017). *Automated Driving Levels Of Driving Automation Are De ned In New SAE Iinternational Standar J3016. (1st ed.). Recuperado de https://www. sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf*

Schiller, B. (2013). *Volvo Tests A Road at Can Charge Cars And Trucks. Fast Company. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://www.fastcompany.com/3016069/futurist-forum/volvo-tests-a-road-that-can-charge-cars- and-trucks?show_rev_content*

Señalética. (2017). *Es.Wikipedia.org. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://es.wikipedia.org/wiki/ Se%C3%B1al%C3%A9tica*

Sipes, J., & Sipes, M. (2013). *Creating Green Road- ways (pp. 3, 46). Washington, DC: Island Press/Center for Resource Economics. SMART. Future Urban Mobility | Research. fm.smart. MIT.edu. Recuperado el 12 April 2017, de http://smart. mit.edu/research/future-urban-mobility/future-urban-mobility.html*

Stenquist, P. (2014). *In Self-Driving Cars, a Potential Lifeline for the Disabled. NYTimes.com. Recuper- ado el 26 de Junio 2017, de https://www.nytimes.com/2014/11/09/automobiles/in-self-driving-cars-a-po- tential-lifeline-for-the-disabled.html?_r=1*

T

Team Treehugger (2014). *10 reasons why you should use public transport. [online] TreeHugger. Disponible en: https://www.treehugger.com/htgg/how-to-go-green- public-transportation.html [26 Jun. 2017].*

TIME (2017). *Science: Radio Auto. [online] TIME.com. Available at: http://content.time.com/time/magazine/ article/0,9171,720720,00.html [27 Jun. 2017].*

Transportenvironment.org. (2008). *'Eco-Pass' begins as Milan ghts city pollution | Transport & Environment. [online] Available at: https://www.transportenviron- ment.org/news/%E2%80%98e-co-pass%E2%80%99- begins-milan- ghts-city-pollution [Accessed 27 Jun. 2017].*

TruthCoin. (2017). *Centralizado, Descentralizado y Distribuido. Truthcoin.info. Retrieved 1 December 2017, from http://www.truthcoin.info/images/cent-dec-dist.jpg*

Tucker, E. (2017). *Carlo Ratti designs gra ti-painting drones to safely make multistorey artworks. [online] Dezeen. Available at: https://www.de- zeen.com/2017/05/15/carlo-ratti-gra ti-paint- ing-drones-multistorey-artworks-design-products-tech- nology-robots/ [Accessed 27 Jun. 2017].*

U

UNICEF. (2016). *Clear the air for children. Nueva York. Recuperado de https://www.unicef.org/publications/ les/UNICEF_Clear_the_Air_for_Children_30_ Oct_2016.pdf*

Union of Concerned Scientists (2014). *Cars, Trucks, and Air Pollution. [online] Union of Concerned Scientists. Disponible en: http://www.ucsusa.org/clean-vehicles/ve- hicles-air-pollution-and-human-health/cars-trucks-air- pollution#.WQJLiVM19E4 [Revisada el 26 Jun. 2017].*

Universidad Abierta Interamericana, & M. Calvente, Ing., A. (2007).

El concepto moderno de sustentabil- idad (1st ed.). Recuperado de http://www.sustentab- ilidad.uai.edu.ar/pdf/sde/uais-sds-100-002%20-%20 sustentabilidad.pdf

University Of Virginia. (2016). *What Does a Driverless Future Look Like?. UVA Today. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://news.virginia.edu/content/what-does-driverless-future-look*

V

Vera, J. and Vera, J. (2010). *Sostenibilidad económica y social como prioridad para la…. [online] GestioPolis - Conocimiento en Negocios. Disponible en: https:// www.gestiopolis.com/sostenibilidad-economica-social-prioridad-sustentabilidad-ambiental/ [Revisada el 26 Jun. 2017].*

Vox. (2016). *Superblocks: How Barcelona is taking city streets back from cars. YouTube. Retrieved 27 June 2017, from https://www.youtube.com/watch?v=- ZORzsubQA_M*

W

Walker, J. (2016). *Can public transport investment really x tra c congestion?. CityMetric. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://www.citymetric.com/transport/can-public-transport-investment-really-x-tra c-con- gestion-1870*

Weinberger, M. (2017). *A Microso robot got the high- est all-time score in 'Ms. Pac-Man'. [online] Business In- sider. Available at: http://www.businessinsider.com/mi- croso -ai-ms-pac-man-highest-all-time-score-2017-6 [Accessed 27 Jun. 2017].*

WHO. (2004). *Road safety - Speed (1st ed., pp. 1-2). World Health Organization. Retrieved from http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/speed_en.pdf*

Wikipedia. (2017). *Bicicleta. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://es.wikipedia.org/wiki/Bicicleta#Ori- gen_de_la_bicicleta*

Wikipedia. (2017). *Emergence. [online] En.wikipedia. org. Disponible en: https:// en.wikipedia.org/wiki/Emer- gence#Emergent_structures_in_nature [Accessed 27 Jun. 2017].*

Wikipedia (2017). *History of autonomous cars. [online] En.wikipedia.org. Available at: https://en.wikipedia.org/ wiki/History_of_ autonomous_cars# [Accessed 27 Jun. 2017].*

Wikipedia.org. (2017). *Platoon (automobile). [online] Disponible en: https:// en.wikipedia.org/wiki/Platoon_ (automobile) [Revisada el 26 Jun. 2017].*

Wikipedia (2017). *Sistema emergente. [online] Es.wiki- pedia.org. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/ Sistema_emergente [Revisado el 27 Jun. 2017].*

Woon, C. (1999). *Size, Sprawl, Speed and the E ciency of CitiesUrban Studies - Remy Prud'homme, Chang- Woon Lee, 1999. Journals.sagepub.com. Recuperado el 26 de Junio 2017, de http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1080/0042098992638*

World Health Organization. (2015). *Road Tra c Death And Proportion of Road Users By Country/Area. 1st ed. [ebook] p.264. Disponible en: http://www.who.int/ violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/TableA2.pdf?ua=1 [Revisada el 26 Jun. 2017].*

Y

Yuniar, R. (2016). *Grab Joins nuTonomy to O er Self-Driving Taxis in Singapore. WSJ. Recuperado el 26 de Junio 2017, de https://www.wsj.com/articles/gr- ab-joins-nutonomy-to-o er-self-driving-taxis-in-singapore-1474598345*

#

2Get ere (2016). *Driverless Parkshuttle - 2getthere. [online] 2getthere. Available at: http://www.2getthere. eu/driverless-parkshuttle/ [Accessed 27 Jun. 2017].*

99% Invisible (2017). *'Shared Space' Design: Road Signs Suck. What if We Got Rid of Them All? - 99% Invisible. 99% Invisible. Retrieved 1 December 2017, de 99percentinvisible.org/article/shared-space-design-road-signs-suck-got-rid/*

99% Invisible (2017). *Civic Superblocks: Barcelona's Urban Redesign Returns Streets to Residents - 99% Invisible by Kurt Kohlstedt. Visto el 1 Diciembrer 17, de 99percentinvisible.org/article/civic-superblocks-barcelonas-urban-redesign-returns-streets-residents/*