

Hacia dónde se dirigen el transporte público y privado de Lima, Perú

Luciano Stucchi Portocarrero

El presente trabajo es un análisis de cómo vienen funcionando el transporte público y privado en la ciudad de Lima, a partir de un marco teórico interdisciplinario: el de los sistemas complejos. Por la naturaleza del documento, este no busca tener la última palabra en el tema, pues pretende servir más como diagnóstico de dónde se encuentran las redes de transporte, tanto en el plano conceptual como en el plano tangible. Este diagnóstico, sin embargo no se queda en una descripción superficial, pues plantearemos cómo deben reentenderse las diferentes redes de la ciudad, a partir de sus elementos —peatones, vehículos, buses, bicicletas y trenes—, de sus interacciones entre sí y con el entramado de la ciudad. Hacemos a partir de ello un contraste con la manera en que la ciudad ha venido entretejiendo sus vías y la mentalidad que la subyace, en gobernantes y habitantes. Y a partir de esa primera formalización y el posterior contraste, proponemos las direcciones hacia las cuales deberían orientarse los esfuerzos urbanistas para hacer de nuestro sistema de transporte uno de calidad, sostenible en el tiempo y puesto al servicio de la metrópoli.

El texto se divide de la siguiente forma. La **sección I.** es una breve descripción de cómo viene funcionando Lima como ciudad, a partir de cómo arrastra características reales —y otras no tan reales— de su pasado, que a veces nos hemos resistido a aceptar. Luego, en la **sección II.** haremos una propuesta de cómo una ciudad puede entenderse como una red multinivel, es decir, como una secuencia integrada e interconectada de redes funcionando en distintos planos conceptuales, y físicos en algunos casos. Esta revisión servirá para explicar en detalle cómo deberían funcionar las diferentes redes de transporte, a partir de cómo se originan y a qué necesidades responden. De ahí que sea natural establecer aquí la comparación de cómo se han tendido en la realidad en Lima. Esta sección se cerrará en lo que consideramos uno de los problemas fundamentales de nuestra ciudad: la persistencia ideológica en la construcción de un entramado vehicular que abusa del cemento y las vías rápidas, en detrimento de cómo deberían interconectarse las redes para su óptimo funcionamiento. La **sección III** explorará las diferencias conceptuales que surgen en la segunda parte, especialmente aquellas que refieren a los roles que cumplen autoridades y ciudadanos en la determinación del funcionamiento del transporte en la ciudad. Apelaremos aquí a los conceptos que desarrolla la teoría de los sistemas complejos para establecer esa diferenciación. Esto servirá para hacer una separación muy clara de cómo debe entenderse y manejarse el transporte privado y cómo debe hacerse lo correspondiente con el transporte público. Finalmente, la **sección IV** revisará las acciones concretas que deben acompañar lo descrito en la sección anterior, específicamente lo que involucra al Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano y el cambio necesario en la mentalidad de los habitantes de Lima, tanto en lo que deberían exigir a sus autoridades, como aquello que involucra su funcionamiento más puntual en el día a día.

I. La evolución de Lima Metropolitana.

La cuestión de hacia dónde se dirige el transporte, público o privado, no es una pregunta que pueda hacerse sin tomarse en cuenta el contexto de la ciudad sobre la cuál este discurre (Batty 2013). Y Lima, de entre todas las ciudades del Perú —y quizás hasta del mundo— es una ciudad tan especial como asombrosamente única. Lima es una ciudad que vive en el imaginario de sus habitantes como un gran sustrato espinoso, un trasfondo que en lugar de cobijarte, te agrade. Y esta sensación no es producto del trato de su gente, que por

el contrario se suele caracterizar por su extrema amabilidad, curiosidad y simpatía. Hasta cierto punto, Lima es una ciudad agreste por su sistema de transporte y todos los efectos que este arrastra. Lima es una típica capital, en el sentido de que centraliza la mayor cantidad de las actividades comerciales, económicas y sociales; porque Lima recoge ese lujo geográfico de no ser ni el más antiguo asentamiento urbano, ni el mejor ubicado, ni aquel con los mejores paisajes; aunque sí tiene el mejor acceso marítimo natural hacia todo el Pacífico sur. Lo que sí caracteriza a Lima es haber sido, históricamente, el núcleo más importante del país desde su fundación. Esta ciudad es una típica capital, además, debido a que encontrar a un limeño con ambos padres limeños es difícil, pero es casi imposible encontrar a uno con sus cuatro abuelos limeños; Lima es una ciudad de inmigrantes. Pero Lima es atípica, dentro de otras capitales, por el desenfado con el cual sus ciudadanos la han gobernado. Porque planificada ha estado y sigue estando, en cada generación. El problema nunca ha sido que no hubiera planificación, sino no haber ejecutado ni mantenido esas innumerables planificaciones (de Rivero 2015).

La Lima actual, la que podemos vivir en la segunda década del siglo XXI, no es la Lima fundada en la Colonia, asentada en el Virreynato y adoptada por sus habitantes en la República. De esa ciudad nos ha quedado solo un monumental centro histórico, que el desuso y el descuido nos han forzado a subutilizar. Tampoco es esa Lima que se planificó como ciudad jardín y metrópoli residencial a mediados del siglo pasado; la Lima que fue permanentemente estudiada, evaluada y pronosticada (de Rivero 2014). La Lima actual es esta ciudad que el resto del Perú se engulló entera y donde la viene habitando desde hace ya medio siglo. Un medio siglo de crecimiento horizontal, desgovernada y expuesta a sí misma a una serie de carencias e inviabilidades cuyos residentes no dejamos de postergar cada día, cada año y cada elección municipal.

Esta ciudad en la cual vivimos ahora es sobretodo una enorme teselación funcionalmente desagregada y operativamente desarticulada. Las grandes actividades, comerciales, educativas y de esparcimiento se realizan de forma dispersa entre distritos que no se encuentran cercanos, y muchas veces a través de pequeños bloques desconectados de su entorno. El centro histórico, abandonado por décadas al comercio menudo e informal, recién ha venido recuperándose en las últimas dos décadas, más como un atractivo turístico —diurno— que como una zona residencial habitable. Los parques y espacios abiertos han devenido exclusivamente en espacios decorativos donde se reprimen las actividades deportivas, los juegos abiertos y el uso de lo que no sea cemento (González 2011). O se vuelven de uso particular, siendo apropiados ilegalmente por los vecinos en la mayoría de los casos, donde se evita a la fuerza el acceso a los terceros (Calderón 2014). Salvo excepciones, como ocurre con los malecones y algunos parques grandes —el Campo de Marte, el Bosque El Olivar— cualquier otro lugar de esparcimiento se encuentra cercado, vigilado y supervisado por alguna gestión, que regula el acceso y controla lo que ocurre dentro. Obviando la vida en los barrios, los limeños no realizamos ninguna actividad en la calle más allá del eventual comercio ambulatorio y las actividades deportivas; de esas que cierran parte del entramado vial para dedicarlo exclusivamente a ellas. Todo esto ha hecho que por décadas los limeños busquen el esparcimiento fuera de Lima. Al punto de que se han establecido pequeños —y no tan pequeños— asentamientos casi feudalizados en los extremos norte —en Ancón—, sur —en todos los balnearios playeros hasta Cañete—, y centro —en los alrededores de la Carretera Central, desde Chaclacayo hasta pasado Chosica—. Asentamientos donde cualquier criterio de urbanidad e integración han quedado por completo a la voluntad de sus propietarios, donde cualquier lujo y comodidad internos

son ferozmente resguardados del exterior, por medio de cercos, rejas, púas y vigilantes (Gallegos 2014, Veramendi 2013).

El temor del limeño hacia la calle y los espacios públicos no se arraiga únicamente en la inseguridad generalizada que se vivió en la época del terrorismo, la delincuencia común, el pandillaje y el crimen organizado, este último cada vez más presente en la actualidad. La búsqueda de resguardo del habitante de Lima tiene una gran cantidad y variedad de motivos sociológicos, sobre los cuales no entraremos en detalle aquí. Sí será relevante mencionar, de todas formas, que parte de esta cultura de desconfianza ha empujado a los limeños a vivir detrás de sus puertas, bajo la protección de sus techos y paredes, de sus rejas y vigilantes. Y eso, inevitablemente, acarrea una gran cantidad de efectos en la manera como los ciudadanos sienten, piensan y viven su sistema de transporte. No postularemos aquí que uno es causa del otro, sino más bien que ambos fenómenos se afectan mutuamente. Sin embargo, aunque las redes de transporte puedan influir en la cultura de la ciudad, el efecto inverso solo se puede dar a través de la acción concreta, liderada por las autoridades correspondientes y secundada por los ciudadanos. La mentalidad del limeño no puede cambiar por sí misma la forma cómo está constituida la ciudad, pero la manera cómo esta se reordena y como reforma su sistema de transporte sí puede tener un efecto directo sobre la forma como los ciudadanos viven su ciudad (Johnson, 2003).

Estos factores que mencionamos han hecho que la movilización de los limeños se haya convertido en una actividad netamente funcional y utilitaria: queremos llegar lo más pronto posible de un punto a otro y consumiendo la menor cantidad de recursos. Evadiendo, si fuese necesario, algunas normas básicas de seguridad y comodidad. Pero ninguno de los dos objetivos se cumplen actualmente, porque se han buscado a partir de una concepción de ciudad que prioriza la individualidad. Porque en lugar de asumir centralizadamente la planificación en el consenso de sus autoridades, con el soporte de los colegios profesionales competentes, la ciudad ha delegado el control y la planificación a los pequeños feudos de vecinos, propietarios y aquellos gobiernos municipales dinásticos que se han asentado a veces por una década al mando de un ayuntamiento.

II. La ciudad como una red multinivel a partir de los flujos de sus ciudadanos.

Para entender el transporte, tanto público como privado, es necesario primero abstraer estas construcciones y elaborarlas en su forma más esencial y simplificada. A partir de ello, veremos cómo debe funcionar el transporte, en su concepción más teórica para luego ver cuánto de esto se corresponde con el modelo de ciudad que tenemos en Lima.

Vamos a empezar entendiendo a las ciudades como redes, *grafos* desde el punto de vista matemático. La razón para esto es que los grafos son construcciones discretas que permiten estudiar la conectividad y el flujo de información a través de un conjunto de nodos (Batty 2013). Y vamos a ver que parte del problema con Lima es que nunca ha sabido entenderse cómo es que funcionan esos nodos, de modo que se les ha dejado crecer en cualquier lugar y de cualquier forma. Y los enlaces entre estos nodos se han trazado priorizando no el beneficio colectivo —el mejor flujo a través de toda la red— sino los beneficios de pequeños grupos de nodos, si acaso de ninguno, en el peor de los casos. Por otro lado, se ha extrapolado directamente el modelo de conexión interregional hacia el interior de la ciudad, exagerando el uso de avenidas y carreteras a través de zonas urbanas, desnaturalizándolas (Johnson 2003). En ese sentido, un entendimiento teórico de cómo funciona una red y qué patrones pueden observarse y controlarse en sus flujos será el primer

paso para entender qué debe hacerse con el transporte en una ciudad como la nuestra.

Usualmente se usa el término *red* para hablar del sistema físico, mientras que el *grafo* es más bien la construcción abstracta que lo describe, matemáticamente. Salvo que se indique explícitamente la diferencia, no haremos mayor distinción aquí entre ambos conceptos.

En ese sentido, la red de transporte será un conjunto —enorme— de nodos, locaciones fijas que recibirán o emitirán dos tipos de información: personas y, en menor medida, carga. Estos nodos no representarán cualquier espacio físico, pues todo el terreno plano de la ciudad tendrá la potencialidad de requerir que alguien lo recorra. Tampoco representará aquellos solares individuales donde se sitúan las casas, pues estas se integrarán dentro de lo que podríamos llamar barrios o conjuntos densamente poblados. La movilización que nos interesa prioritariamente no es la circunstancial o individual, sino la masiva, la que involucra regularmente a grandes cantidades de personas o bienes que deben fluir de un lado a otro. Esta movilización se puede realizar en varios niveles, referidos cada uno de ellos a los diferentes medios de transporte con los que puede contar el entramado vial de la ciudad. Cada uno de estos niveles corresponderá a una red distinta, aunque existirán interconexiones entre ellas que le permitirán a los usuarios saltar de una a otra. A partir de estas asociaciones, definiremos los siguientes términos:

- **Los nodos** representan ese conjunto de locaciones de interés en la ciudad. Este número puede ser relativamente grande, considerando la ciudad completa, o verse reducido a una escala menor si se considera solo una sección de esta. Como locación de interés no tomaremos únicamente aquellos lugares más resaltantes de la ciudad. También incluiremos aquí a cualquier punto desde y hacia dónde pueda existir un flujo de gente considerable. En la Figura 2.1 colocamos un ejemplo sencillo de esto.
- **Los niveles de la red**, que podemos pensarlos como los *planos* en que se divide la red de transporte público y privado de la ciudad. No debería ser un número grande, pues los niveles son únicamente: la red peatonal, la red vehicular, la red de transporte público, las ciclovías, y la red de transporte masivo, que incluye las líneas de metro y las líneas de trenes de cercanías. Asumiremos que todos los enlaces son bidireccionales; esto simplificará el tratamiento conceptual y se ajusta bastante bien a lo que solemos tener en las redes de transporte, donde cada vía suele sostener la movilidad en ambas direcciones sobre ella.
- **Los enlaces en cada nivel de la red**, que son aquellas vías que conectan los nodos de la ciudad, en cada plano de esta. Así, por cada plano habrá un conjunto distinto de enlaces, cuya cantidad podrá ser enorme, para el caso de la red peatonal, o algo más pequeña, en el caso de la red de transporte masivo. Los enlaces los veremos desde dos perspectivas: por un lado, como aquellos viajes que realizan los ciudadanos, ya sea a nivel peatonal o por medio de sus vehículos; por otro lado, como aquellas vías que conectan los nodos físicamente, ya sean avenidas, calles o líneas de metro. Este ejercicio parecerá contradictorio, pero nos permitirá contrastar cuánto de los viajes que se realizan en los diferentes niveles de la red tienen una correspondencia con la red física que realmente existe. Volveremos a este punto a lo largo del desarrollo de esta sección.

- Por último, tenemos **los grados** que tiene cada nodo, entendiendo como grado la cantidad de conexiones que tiene con los demás nodos. Esta cantidad, que resulta de vital importancia cuando se quiere realizar cálculos en una red, la referiremos aquí de forma cualitativa, para indicar cuándo un nodo puede ser más importante que otro, por la cantidad de enlaces que sostiene y la cantidad de nodos que conecta. Los grados de los nodos servirán también para caracterizar redes de diferentes tipos.

Con estos conceptos en mente, podemos pensar la ciudad, desde un punto de vista abstracto, como una red multinivel (ver figura 2.2) que se va construyendo en sus diferentes niveles a partir del flujo permanente de sus diferentes elementos: personas, vehículos particulares y vehículos de transporte público. La razón por la cual hacemos esto es que a partir de estas definiciones podemos caracterizar primero, de forma cualitativa, los tipos de grafos que forman nuestras redes diferenciadas. Esta caracterización nos permitirá plantearnos si es que las propiedades que tienen actualmente los trazados de avenidas, calles y líneas de metro se corresponden con las que debería tenerse para las redes que les corresponden. Este será un análisis bidireccional, puesto que por un lado se podrá contrastar lo que se produce a gran escala a partir de la forma cómo se ha generado, mientras que por otro, se especulará qué tipo de cambios deberán darse para que la forma del grafo sea la que esperamos. Lo segundo es que podemos comparar justamente estas estructuras con las redes de otros lugares, de forma que podamos tener una idea de qué estructura debería tener una red de un tipo u otro. Este ejercicio, aunque no lo realizaremos aquí, podrá hacerse más adelante sobre la base de cualquier ejemplo y el diagnóstico que desarrollamos.

Los flujos a pie y la red peatonal.

Una red peatonal se forma mediante el flujo a pie de los ciudadanos y debería reproducir directamente la red que se observa en el plano de la ciudad. Los enlaces, en la red peatonal, se forman a través del flujo espontáneo de las personas y se discurre entre pasajes, calles, avenidas, plazas, parques y paseos. Como sirve para la comunicación a pie de las personas, es una red que debería funcionar de forma fractal, como la ciudad (Batty 2007), es decir, debería replicarse a sí misma a diferentes escalas puesto que aunque los peatones solo deberían moverse a pie a lo largo de distancia pequeñas, esto no debería impedir que puedan hacerlo a distancias mayores. Pero más que eso, la conectividad que en un principio se tiene a escalas pequeñas es la misma que debería existir a grandes escalas: enlaces cortos que comuniquen nodos cercanos y cuya capacidad crezca proporcionalmente por niveles. En otras palabras, cuánto más pequeña la escala, más pequeña la capacidad y cuánto más grande la escala, más grande la capacidad. Y esto tiene correspondencia con el concepto que tenemos de los grados, puesto que los viajes cortos tenderán a ser los más comunes y son los que tienden a enlazar la mayor cantidad de nodos, mientras que los viajes largos y poco comunes, tenderán a enlazar pocos nodos cercanos. A este tipo de redes se le conoce como redes libres de escala (Caldarelli 2007), puesto que replicarán una misma estructura, sea cual sea el tamaño de la red que se estudie. Este tipo de red puede tenderse sin problemas sobre el entramado de la ciudad, puesto que esta sostiene una característica similar a la planteada para los flujos de personas: las distancias cortas están cubiertas por gran cantidad de calles, pasajes y sectores peatonales, mientras que las distancias más grandes suelen tenderse a lo largo de las veredas que acompañan las avenidas y los paseos más extensos.

El flujo vehicular y la red de transporte privado.

El transporte privado hace referencia a los vehículos particulares. Conceptualmente,

esta red obedece a las mismas características de la red peatonal: moviliza a sus usuarios a partir de su propia voluntad y decisión, sin imponerles mayor restricción. Funciona de manera “abierta” y descentralizada, pues cada quién circula por donde le viene en gana. Esto hace que comparta ciertas características con la red peatonal, pero aquí surge una diferencia fundamental: los enlaces que se forman a través de los viajes en vehículos motorizados comúnmente implican viajes largos, entre nodos muy lejanos. Esto le dará a la red vehicular una constitución distinta, que se denomina *small-world*, porque hace referencia a que, aunque los movimientos se suelen realizar a distancias promedio, relativamente cortas, habrán algunos enlaces que se tenderán entre nodos muy lejanos, que permitirá llegar rápidamente de un extremo a otro de la red haciendo viajes relativamente cortos (Solé 2009). Para visualizar esto más claramente, ver la figura 2.3.

En general, el entramado de las red de calles, avenidas y carreteras se constituye sobre la misma red que la peatonal, salvo porque la primera empieza en una escala mayor que la segunda y cobra más importancia a escalas mayores. Y esto porque en nuestra ciudad, las vías asfaltadas por donde circulan vehículos motorizados incluyen casi todas las vías existentes, excepto por los pasajes, las vías exclusivamente peatonales y los parques. Y luego, debería extenderse hacia vías que usualmente no suelen usar los peatones: los viaductos, autopistas y carreteras subterráneas. Esta red debe permitir las características de un *small world*, en el sentido de que, aunque en líneas generales pueda parecer una red libre de escala, deberían permitirse el flujo a través de nodos muy separados entre sí, atravesando las escalas pequeñas y no solo interconectándolas. Estos enlaces deberían ser, sin embargo, escasos y muy limitados y de preferencia, establecerse a una altura distinta —idealmente menor— a la de la red peatonal, para evitar la fragmentación de los barrios.

Esta misma red es la que debe sostener el transporte de carga, pero en buena medida, este se debe dar con todas las mismas características del transporte particular, en el sentido de que la mayor unidad de transporte debería ser de la escala de los camiones y camionetas, pero no de los tráilers, pues estos últimos deberían limitarse exclusivamente a las carreteras, al no existir necesidad de que los usuarios particulares los requieran.

La red de transporte público o red de buses.

El transporte público es, con toda seguridad, la red más polémica de todas, en nuestro caso de estudio. La red de transporte público debe su particularidad como consecuencia de ser la bisagra entre la red de transporte masivo, es decir, las líneas de metro y los trenes de cercanías, con la red vehicular de transporte privado (Brown 2009). Aunque funciona a partir de las características y necesidades del segundo tipo: circula a través del entramado más fino de la ciudad, se debe a las características del primer tipo: cumple la función conectar aquellos nodos que requieren cantidades medianas de personas, pero a través de rutas que no necesariamente son las más frecuentes o solicitadas. Y este es un punto importante, porque de hecho, el error convencional al momento de entender el transporte público ha sido justamente pensar que este debería conectar directamente los puntos más álgidos de la ciudad, cuando su naturaleza —velocidad, capacidad y circulación— no les permite hacerlo, pues esa es la función de las líneas de metro, es decir, del transporte realmente masivo. Un buen ejemplo de cómo este malentendimiento conlleva a problemas estructurales infranqueables se tiene con lo que ha venido ocurriendo con los corredores segregados, como el Metropolitano, cuya capacidad ha sido sobrepasada desde el primer día de operación (“Metropolitano: caos, desorden y falta de buses en estaciones del norte” 2015). Sobra decir que a pesar de la enorme inversión que significó, no solo no capturó un

porcentaje significativo de la capacidad que debía transportar (“Metropolitano: falta de usuarios causa problemas económicos” 2014), sino que al momento de trazar el corredor segregado, destruyó por completo la urbanidad del distrito Barranco (del Solar 2009), comprometiendo su normal funcionamiento en algunos otros distritos (Pichihua 2011).

La red de transporte público, en ese sentido, debería funcionar como una red regular, uniforme y homogénea. Considérese que la red no refiere a un único recorrido de una línea, sino a todo el entramado de líneas de buses, por lo cual, la regularidad es más un reflejo de cuán accesibles deberían resultar los paraderos y accesos, que de cómo se constituyen los recorridos de las líneas. Por lo mismo, su capacidad debería ser casi uniforme, salvo por pequeñas fluctuaciones, aunque se espera que, en general, toda la red de buses pueda funcionar por medio del mismo tipo de unidades.

La red de transporte masivo: las líneas de metro.

El grafo que describe una red de transporte masivo sale por completo de lo que correspondía al entramado físico de las redes anteriores. Aunque estas se encontraban en un nivel distinto entre sí, recién es la red de transporte masivo la que se tiende sobre un grafo totalmente distinto, no a partir de las conexiones que mantiene o pierde, sino porque esta se extiende a través de dos planos físicos distintos: por encima, o por debajo de la superficie. Aunque existan contadas excepciones en las cuales las líneas de metro se extiendan sobre el ras del suelo, estas siempre suelen encontrarse aisladas de sus alrededores y funcionando como líneas divisoras entre estos. De hecho, en aquellos lugares donde se encuentran —como ocurre con el tramo inicial de la Línea 1 del Metro de Lima (PLAM2035 2014)—, generan un efecto más desintegrador y aislante que en el caso de los corredores segregados. Por todo ello, deberían evitarse.

La ventaja de una red de transporte masivo es que, cuando se tiende, siempre puede hacerse sin necesidad de verse restringida por el entramado actual que pueda tener la ciudad de antemano. Esto permite que los enlaces se puedan tender entre aquellos nodos que realmente lo requieren y de acuerdo a las necesidades que estos tengan. Sin embargo, esto también funciona como una desventaja, pues implica que la red debe tenderse y, ya sea que esto se haga de forma aérea o subterránea —siendo lo último lo ideal, por lo destructivo que resulta para la valorización de los inmuebles que se encuentran en sus inmediaciones el tendido de líneas aéreas—. La otra desventaja es que el trazado debe hacerse considerando las necesidades de la ciudad a largo plazo, pues de otro modo se tendrían enlaces tendidos entre puntos que, con el paso del tiempo, podrían resultar no ser rentables. Esta ha sido justamente la crítica constante que se le ha hecho a la construcción de la línea 1 del Metro de Lima, pues su recorrido se construyó a partir de un estudio realizado tres décadas antes (PLAM2035 2014). Y como hemos visto, una ciudad que no se ha caracterizado por un crecimiento planificado, ha sido susceptible a no crecer como se esperaba, teniendo ahora una línea de metro, la primera además, subutilizada y operando con un exceso de costo a consecuencia de la necesidad de tener una frecuencia alta, pero que no llega a cubrir toda la capacidad de los trenes (PLAM2035 2014).

La estructura de la red de transporte masivo debe constituirse de una forma similar a la red de transporte público, aunque en este caso sí debería existir cierta centralización de los enlaces a lo largo de los nodos más densos y atractivos. Esto porque finalmente la red del metro debería reflejar las movilizaciones más intensas que ocurren en la ciudad, en frecuencia y capacidad. Ambos factores, aunque se definen a partir del establecimiento de

las líneas individuales, sí se manifiestan en el trazado del grafo a través de los lugares donde se da la mayor coincidencia de líneas de metro y el mayor número de trasbordos. No es casualidad, por lo mismo, que en cualquier ciudad con un sistema de metro de varias líneas, la estación más importante se dé en el centro, el cual funcionará como nodo *hub*. Esta centralización debería estar bastante marcada, junto con la que podrían tener otros dos nodos igual de importantes: el centro empresarial y la —o las— estación de trenes, situada en el interior de la ciudad. A diferencia del aeropuerto, que se encuentra en las afueras de la ciudad, la estación de trenes debería permitir el acceso peatonal a cualquier centro de la ciudad, ya sea el monumental-histórico, el empresarial o alguno de los comerciales.

La red de trenes de cercanías.

Los trenes de cercanías cumplen una función complementaria a la red de metro, pues comunican directamente aquellos nodos más importantes de la ciudad sin la necesidad de realizar tantas paradas como puede ocurrir con las líneas de transporte masivo. Los trenes de cercanías suelen ser, también, los que comunican los nodos de la periferia de la ciudad y los aeropuertos, pues generalmente el acceso a estas locaciones se hace de forma masiva y centralizada. En el caso de Lima, los puntos naturales para tener estaciones de trenes de cercanías deberían extenderse en los cuatro extremos de la ciudad, a través de los puntos centrales más concurridos y fuera de la periferia, hacia el Callao, Ancón, Carabayllo, SJL, Chaclacayo, La Molina, Cieneguilla, VMT, VES y Lurín.

La estructura de este tipo de red es bastante sencilla, pues los trazados deberán cumplir más una función de interconexión entre secciones relativamente aisladas de la red o entre nodos suficientemente centrales y densos. En cierto sentido, este grafo debería tenderse como el extremo conectivo opuesto de los enlaces más ligeros de la red peatonal.

La red de ciclovías.

Esta red es particularmente interesante en la medida en que se trata de una red de transporte relativamente nueva. En nuestro país, de hecho, es inexistente como una red, pues lo único que existe son algunos trazos aislados. La red de ciclovías surge como una necesidad de sustituir ciertos trazos de la red de transporte privado, aunque ahora se trata más de una convivencia que de una sustitución. Las ciclovías deberían funcionar como un símil de la red de transporte masivo, pero tendida sobre la superficie. Pero debería, además, entretorse con aquellos enlaces que son exclusivos de los peatones: los paseos, parques y pasajes. Las bicicletas tienen la particularidad de que pueden circular por las mismas vías que los peatones, pero les permite a estos circular a distancias mayores que las que les permiten sus propios pies. Eso hace que sean una opción, cada vez más popular en las ciudades civilizadas (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago 2012), para aquellos peatones que tiene que circular entre nodos relativamente lejanos, sin mucha prisa y sin la preocupación de asegurarse un estacionamiento.

La red de ciclovías, además, sirve como un elemento integrador a escalas medianas y permite que no solo sean los locales quienes la usen, sino también los turistas. Esto tiene particular interés en ciudades donde abundan las atracciones y los espacios abiertos, o aquellos que tienen zonas naturales accesibles directamente sin salir de la ciudad. Esto es exactamente lo que ocurre con el malecón y el circuito de playas, lugares ideales para integrarse a través de un sistema de ciclovías con las zonas turísticas, el centro de la ciudad y el centro empresarial.

Estructuralmente, la red de ciclovías debe pensarse solo en aquella sección de vías donde exclusivamente pueden circular bicicletas, de modo que su trazado debería reflejar estructuralmente el mismo que el de avenidas intermedias, exceptuando tal vez por aquellos enlaces donde los vehículos motorizados no puedan ingresar.

De todo esto, hemos podido ver que son básicamente tres tipos de flujos los que tenemos en una ciudad y estos tres flujos necesitarán de tres tipos de entramados distintos, es decir, se corresponderán con tipos de redes distintas: 1) Aquellas que tienen una estructura homogénea, uniforme y regular. Estas redes se corresponden con los viajes regulares, masivos y que obedecen a la distribución de nodos más importantes de la ciudad. Corresponden por ello a aquellos flujos centralizados, que son manejados o dirigidos desde el estado, ya sea a través de una oficina pública, una empresa particular, o una asociación público-privada. 2) Aquellas que tienen una estructura libre de escala o de *small world*, donde el flujo será completamente auto-organizado, individual y espontáneo. La responsabilidad municipal aquí vendría únicamente en el trazado de las vías y la supervisión de los flujos, por medio del control policial y el establecimiento y mantenimiento de los semáforos.

Sería importante revisar por qué consideramos esta distinción entre las redes homogéneas o uniformes y las redes libres de escala y las de tipo *small world*. Para empezar, describiremos cómo es que se constituyen dichos tipo de redes a partir de la construcción de sus enlaces.

Una red homogénea y uniforme se extiende a partir de un plan predeterminado, que puede reflejar una convergencia de lo que haría una red aleatoria que tiende sus enlaces entre aquellos nodos que tienen mayor probabilidad de enlazarse, si consideramos que la probabilidad es una función que depende directamente de la densidad de los nodos o su tamaño específico. Y que, en última instancia, solo se tenderán realmente aquellos enlaces que alcancen cierta capacidad umbral, pues aquellos que tengan poca capacidad no serán relevantes. Es argumentable que estas propiedades de los nodos sean consecuencia de un proceso auto-organizado, pues la gente se mueve libremente de un lugar a otro, pero la falacia aquí es bipartita. Por un lado, el movimiento masivo de gente no es aleatorio ni arbitrario, obedece a los núcleos de concentración de la ciudad, que no son casuales. Aunque la gente pudiera llegar desde cualquier lugar de la ciudad —lo cual veremos que tampoco es cierto—, los puntos de convergencia no se acomodan por libre voluntad en cualquier instante de tiempo. Obedecen a un planeamiento que debería existir, o que de alguna forma ya se ha dado previamente. El centro empresarial de la ciudad, el centro histórico-monumental, las zonas comerciales, los centro educativos y demás focos de la ciudad están situados en lugares específicos y no cambian de lugar, al menos en periodos cortos de tiempo. Por otro lado, en una ciudad en la cual exista un planeamiento urbano a largo plazo, no solo los focos de interés de la ciudad estarán ubicados en lugares específicos, sino también las zonas residenciales, de acuerdo a su densidad y otras características socio-económicas. En ese sentido, así como los centros de la ciudad estarán fijos y por ende, los puntos de convergencia de los ciudadanos, así lo estarán también los puntos de origen, sus hogares. No debería ser esperable que toda la ciudad converja de manera uniforme hacia todos sus nodos, pues ciertas zonas residenciales deberían concentrar la mayor cantidad de gente, que debería también converger hacia ciertos puntos específicos de interés. De ahí que la planificación sea tan importante y que se descentralicen algunos puntos de atención no únicos, como pueden ser los parques, las zonas comerciales y los centros de esparcimiento en general. La Figura 2.4a representa una red de este tipo.

Por otro lado, **las redes del tipo libre de escala o del tipo *small world***, obedecen a una conformación totalmente diferente. Una red libre de escala puede formarse de muchas formas, entre las cuales por ejemplo está el caso paradigmático propuesto por Barabási-Albert (Barabási 1999). Este método consiste en que, a partir de un núcleo inicial de pocos nodos totalmente interconectados, cada nuevo enlace se tiende con mayor probabilidad, no sobre aquellos nodos más densos como en el caso anterior, sino sobre aquellos nodos que más enlaces tienen de antemano, es decir, aquellos enlaces con mayor grado. Si pensamos en nuestro flujo de personas, lo que quiere decir esto es que los viajes peatonales se darán a lo largo de aquellos nodos que más gente atraigan. En estricto, esta no es la única manera de generar un redes libres de escala, pero este mecanismo da una idea de por dónde es que surge la estructura que tienen generalmente estas redes. Esto puede verse en la Figura 2.4b, donde se representa una red de este tipo. Lo que caracteriza a las redes libres de escala es la distribución de sus grados siguiendo una ley de potencias: existe una pequeña cantidad de nodos con muchas conexiones y muchos nodos con pocas. En nuestro caso, si pensamos en los enlaces como los viajes de hacen las personas a pie, tendríamos pocos viajes largos entre nodos lejanos y muchos viajes cortos entre nodos cercanos. Eso hace que el principio básico de una red libre de escala es que esta tenga una estructura fractal, es decir, que replique a gran escala lo que ocurre a pequeña escala. Por eso decimos que esta es la estructura que tiene la red más básica, la de vías peatonales, pues esta hace referencia a todos lo enlaces de interconexión que pueden existir entre los nodos de la ciudad, que van aumentando en capacidad a medida que las distancias van aumentando.

Los flujos a través de las redes *small-world* tienen una particularidad distinta. Estas redes se caracterizan por asemejarse a las redes de tipo libre de escala, pero rompen un poco su regularidad al enlazar, de forma estructuralmente aleatoria, nodos que se encuentran situados a una gran distancia. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, con las grandes avenidas y las carreteras interurbanas, que generalmente se trazan a un nivel distinto al del entramado de vías de la ciudad —idealmente por debajo del suelo— de manera que conectan de forma directa dos puntos lejanos y que no se encuentran aledaños. Y esta interconectividad es lo que permite, en principio, que viajar con un vehículo propio o un taxi, que utiliza el mismo sistema, sea tan eficiente, si la red vial está correctamente trazada. En principio debería ser la forma más rápida para viajar, por ello es la red que comparten también los servicios de emergencia, que no necesitan obedecer a un patrón pre-establecido y pueden darse de forma totalmente aleatoria: bomberos, ambulancias, policías, grúas. La distribución de grados de una red *small-world* tiende a ser más homogénea, puesto que aquí los enlaces que puentean nodos distantes tienden a aumentar el número de *hubs* en la ciudad, y con ello, aumenta también el número de nodos con grados relativamente grandes (Solé 2009). Un ejemplo de esto se muestra en la figura 2.4c. Este principio de organización, que en el caso del tendido y la construcción de vías debería tener también cierta planificación detrás, obedece justamente a que el flujo se da como un proceso auto-organizado y descentralizado. Como estamos diciendo, la idea aquí es que el flujo se pueda dar de la manera en que le dé la gana a los usuarios individuales, sin una presión o limitación de fuera, salvo por el hecho quizás de no poder exceder cierto umbral de densidad, de otro modo las vías colapsarían.

Esto es justamente lo que viene sucediendo en las ciudades en las cuales el único trazado vial es el del transporte privado, donde Lima es un ejemplo icónico y representativo. Por esta espontaneidad en la organización de las vías asume necesariamente que esta sean

capaces de sostener cualquier convergencia espontánea de densidad, pero si las vías no pueden soportarla, se producirán los embotellamientos y el eventual colapso de las vías (Stucchi 2014a, 2014b). El problema se extiende, además, si consideramos cuál es el paradigma con el cuál se realiza el trazado de las vías en la ciudad. La ocurrencia de carreteras y vías rápidas se da para permitir la conectividad de la red a modo de *small-world*, pero no debe excederse cierta cantidad umbral, porque necesariamente las avenidas grandes tienden a afectar la red peatonal: reducen su capacidad y aíslan nodos cercanos. De ahí que la mayoría de vías rápidas que cruzan las ciudades siempre se procuren construir de forma subterránea.

Todo esto nos lleva justamente a la discusión de por qué debe existir una distinción entre el trazado de la red de transporte masivo y el de la red de transporte público. Ya hemos establecido, por un lado, que ambas redes obedecen a objetivos distintos. Complementarios, pero no suplementarios. Y hemos visto, además, que la naturaleza de ambas redes es estructuralmente diferente, en el caso del transporte público, a la red física sobre la cual se sostiene. Este último es importante, porque con la liberalización del transporte público que se produjo en la década de 1990 y la ausencia de reformas que ha habido en las gestiones municipales desde entonces, el transporte público fue creciendo a lo largo y ancho de la red de transporte privado, forzando a esta a engrosarse, atragantarse y buscar adquirir características híbridas que era inconcebible que tuviese, como la exclusividad de las avenidas o el desplazamiento de los peatones y la comunicación directa a través de estas. Esto es lo que ha ocurrido con el trazo del Metropolitano dentro de la ciudad, excepto por el tramo subterráneo que viaja a lo largo de la vía expresa Paseo de la República. Pero lo más grave es que la ausencia de una red de transporte masivo forzó a un sector de la población a prescindir del transporte público, obligándolo a recurrir al transporte privado, a los automóviles. Y esto terminó desbordando de una segunda forma la red de transporte vehicular de la ciudad.

El problema de los intercambios viales y las vías rápidas intraurbanas.

El colapso del sistema de transporte público, como hemos dicho, terminó desbordando la red de transporte vehicular privado de la ciudad. Esto se ha sumado, además, a la cultura *hacia dentro* que ha percolado profundamente en la mentalidad de los limeños: Que han visto limitados los accesos a zonas de esparcimiento públicas, que han sentido además la inseguridad latente en las calles y que los ha acostumbrado a desconfiar de sus semejantes, fomentando que se escuden detrás de rejas, muros y vigilantes. Esta conjunción de sucesos ha empujado a los gobernantes de la ciudad a impulsar obras que no necesariamente resuelven el problema principal, porque se enfocan en solo un síntoma, mal entendido además, de que las vías metropolitanas necesitan ser más anchas y rápidas (Stucchi 2015). Al trasponer entonces el modelo de carreteras y autopistas —válido a nivel regional, donde los nodos se encuentran separados por grandes distancias— hacia el interior de la ciudad, lo que ha terminado ocurriendo es que se ha roto con la estructura de la red peatonal, impidiendo que zonas cercanas puedan comunicarse cómodamente. Se ha producido un proceso de retroalimentación positiva —entendido como círculo *vicioso*—, donde el mayor aislamiento ha propiciado que los ciudadanos se vuelvan aún más desconfiados y se emponderen en el apropiamiento de los espacios públicos, haciéndoles creer cada vez con mayor convicción de que la calle es solo ese lugar por el cual deben ir en sus automóviles privados, lo más rápido posible, de un lugar a otro de la ciudad.

Este problema es un asunto delicado y polémico. No puede decirse que cualquier obra

de infraestructura vial es perjudicial para la vida en la ciudad; eso sería ridículo, pues es evidente que muchos intercambios viales, puentes y carreteras intraurbanas son necesarias. El problema es cuando estas se hacen fuera de un plan urbano —o en contraposición a uno, como el intercambio vial que está impulsando en Lima su actual gestión municipal (Cabral 2015)—, en reemplazo de avenidas urbanas y/o generando la desconexión peatonal entre zonas adyacentes y que antes estaban funcionalmente integradas.

El ejemplo más claro de esto último, como ya se mencionó, es lo que ha ocurrido con el Metropolitano, en el distrito de Barranco. Y esto no ocurre porque se trate de una vía con carriles exclusivos para el transporte público, pues en otras ciudades eso se da sin mayor inconveniente. El problema ha sido que el Metropolitano está pensado como un sistema de transporte masivo, lo cual no solo lo obliga a tener una velocidad alta, sino a desintegrarse casi por completo de las zonas urbanas que atraviesa. En las ciudades donde los buses ocupan carriles exclusivos, estos viajan a velocidades moderadas, en circuitos generalmente zigzagueantes y parando muy seguido, pues su función es la de integrar dichas zonas, recogiendo aquellos pasajeros con viajes específicos para los cuales el metro no es un método eficiente de transporte. Sin embargo, el Metropolitano atraviesa Barranco no con la intención de integrarlo ni de comunicarlo, sino de puentearlo. Sus usuarios no son prioritariamente los vecinos, intentando moverse de un lugar a otro de su distrito, sino más bien aquellos ciudadanos que se encuentran al otro lado, en Chorrillos, queriendo ir al, o regresar del, centro de Lima.

En esta sección hemos introducido el concepto de las redes y grafos, con algunos otros términos relacionados con ellos, para explicar el funcionamiento de las redes de transporte en una ciudad. Se ha visto que los diferentes flujos dentro de la ciudad se explican y caracterizan, a partir de sus interacciones y objetivos, de formas distintas y por ello les corresponden entramados —redes físicas— con propiedades que difieren fundamentalmente entre sí. Estas propiedades las podemos agrupar en tres tipos distintos, que incluso obedecen a lógicas de planificación que involucran de forma diametralmente diferente a las autoridades. En este punto se ha visto claramente cuál ha sido el error de dichas autoridades al momento de lidiar con Lima, atacando el problema a través de uno de sus síntomas, empujando sin querer a que el problema se agudice aún más. En la siguiente sección exploraremos con más detalle en qué consideramos que radica este problema de entendimiento y apuntaremos qué cambios deberían darse para resolverlo.

III. Auto-organización versus organización centralizada en una ciudad

Hasta ahora hemos introducido como una idea sin justificar que los patrones auto-organizados se originan y funcionan de una forma distinta que aquellos patrones centralizados. Lo que desarrollaremos a continuación es una descripción de estos dos tipos de procesos, para establecer su diferenciación y contrastar lo que encontramos en los diferentes tipos de redes de transporte de nuestra ciudad.

Los procesos auto-organizados y la emergencia de patrones.

Un sistema dinámico constituido por muchos elementos es capaz de organizarse de una forma que se contrapone contra la visión reduccionista convencional con la que entendemos los patrones organizados (Bar-Yam 1997, Mitchell 2009). Para ello, es necesario —aunque no suficiente— que se cumplan ciertos criterios (Camazine 2001):

- Que **el sistema dinámico esté compuesto por muchos elementos**. Es natural que en

las redes de transporte, los elementos sean distintos según la red de la que estemos hablando. Esto es aplicable, por ejemplo, para las redes peatonales, de transporte privado, público y la red de ciclovías. En todos esos casos, se puede tener una gran cantidad de elementos. No ocurre lo mismo, por ejemplo, para el caso de las redes de transporte masivo, donde los elementos no son los usuarios, sino los trenes.

- Que **los elementos puedan interactuar entre sí**, de forma local y a partir de la información que pueden obtener localmente. Esto aplica para todas nuestras redes, siendo obvio para aquellas que se despliegan sobre la superficie, por la naturaleza de las mismas. En el caso de las redes de transporte masivo —trenes y metro— también existe interacción, pero esta es exclusivamente evasiva: cualquier tren o metro que sienta la cercanía de otro, la evitará por todos los medios posibles.
- Que las **interacciones sean capaces de producir retroalimentaciones positivas y negativas**. En este contexto, lo positivo refleja que cualquier cambio percibido por un elemento sea potenciado por este. En otras palabras, un elemento que siente un cambio, aporta en dirección de ese cambio, haciéndolo más grande. Por otro lado, una retroalimentación negativa es el efecto contrario: un elemento siente un cambio y reacciona en sentido contrario al cambio, suprimiéndolo. La retroalimentación positiva se puede ver como un proceso de *círculo vicioso*; la retroalimentación negativa es más bien un mecanismo regulador, uno que no permite las desviaciones del punto promedio.

En el caso de los peatones, las retroalimentaciones son evidentes si pensamos en términos de cercanía, lejanía y dirección. Las dinámicas con las cuales se describen los flujos de personas suelen basarse generalmente en los modelos de bandadas de aves y cardúmenes de peces (Camazine 2001). En ese sentido podemos caracterizar los movimientos peatonales a través de las siguientes reglas: i) si una persona se siente demasiado cercana a otra, se aleja para evitar chocarse; ii) si una persona ve que hay gran espacio entre ella y el resto, se mueve libremente a través de ese espacio, buscando reducirlo; iii) si una persona se encuentra en una muchedumbre, tiende a caminar en las cercanías de las personas que van en su misma dirección (ver figura 3.1). Este conjunto de reglas, que hace emerger naturalmente los flujos de gente en las vías sobrecargadas, puede aplicarse también al proceso de formación de patrones en el tráfico vehicular. Si lo revisamos nuevamente, las reglas i) y ii) son totalmente equivalentes si uno piensa en vehículos, pues cuando uno maneja evita chocarse con los otros vehículos y, a la vez, evita quedarse rezagado si ve que hay mucho espacio por delante. Por lo demás, la tercera regla no tiene cabida en el caso del tránsito vehicular, porque las direcciones ya vienen establecidas por el sentido de las vías. En este caso, sin embargo, si aplica otra regla: en el momento en que un vehículo se acerque demasiado a otro y tenga alguno de sus lados descubiertos, procederá a cambiar de carril. Se ha observado que la menor o mayor presencia de esta regla puede hacer, por sí misma, colapsar el flujo a través de una avenida, si su uso resulta excesivo. Eso podría considerarse como la paradoja de que la otra fila siempre avanza más rápido y es particularmente apreciable en la forma cómo se manejan las unidades de transporte público más pequeñas en Lima, que por su misma facilidad para cambiar de carril, hacen un uso excesivo de esta regla y terminan enredando innecesariamente el tráfico a través de la red vehicular (Beatty 2008).

Ahora bien, ¿por qué un sistema dinámico con estas características podría emerger un patrón auto-organizado? Este fenómeno, que pertenece a la disciplina de los sistemas complejos, se produce justamente por la no-linealidad de las retroalimentaciones positivas y negativas (Bar-Yam 1997, Camazine 2001). En el sentido en que existen muchos elementos

que superponen entre sí interacciones que se alimentan en diferentes sentidos, es empíricamente demostrable que aparecen patrones globales en el sistema que no son directamente extrapolables a partir de los comportamientos individuales. En otras palabras, los comportamientos a gran escala que emergen en un sistema complejo escapan a la aprehensión y entendimiento de los elementos individuales. Un peatón no puede ni predecir ni evitar la emergencia de un patrón global, de la misma forma que tampoco puede hacerlo un automóvil. Esta desconexión reduccionista entre la escala más pequeña y la más grande es lo que previene justamente que exista una forma de controlar fácilmente cualquier patrón, salvo por procesos de intervención masivos: semáforos, señales, policías, entre otros.

Los procesos auto-organizados tienen una enorme virtud y vienen siendo estudiados desde hace unas décadas por su conexión con muchas disciplinas, además de su profundidad conceptual y práctica. Aparecen en casi cualquier disciplina del conocimiento y técnica humanos, desde las ciencias exactas —física, química, biología—, las ciencias de la Tierra —geología, ecología—, ciencias humanas —economía, sociología, lingüística—, las artes y la ingeniería (es posible encontrar ejemplos de todos estos casos en Resnick 1994 y Wilensky 1999). Sin embargo, esas cualidades que los caracterizan y les dan una riqueza inigualable al momento de producir construcciones, son también el factor más importante por el cual no es posible ejercer un control directo que no requiera una gran cantidad de recursos. Los patrones que se generan terminan siendo impredecibles dentro de cierto margen y, aunque se pueda deducir su tendencia, no dejan de quedar muchos aspectos específicos de su comportamiento en la completa oscuridad.

Tenemos a partir de ello el siguiente problema. Un sistema que se auto-organiza, es decir, que recoge las características de un sistema complejo, genera patrones globales a partir de su dinámica interna, pero aunque estos patrones sean predecible al nivel de tendencias, el resultado específico que se obtendrá no podrá ser deducible. Por otro lado, los patrones serán el resultado de la optimización de ciertas funciones de sus variables, pero si estas no son establecidas de antemano al momento de configurar el sistema, dicha optimización no tiene por qué obedecer un objetivo útil, ni positivo. El caso más emblemático y notorio de esto es lo que ocurre con el transporte público tal cual existe actualmente en Lima (Stucchi 2014c). Eso nos lleva a revisarlo en detalle en la siguiente sección.

El problema del transporte público en Lima.

El transporte público de Lima se liberalizó en los años 90, en el sentido de que se abrió por completo a las empresas privadas, las cuales podían establecer sus rutas, horarios y sistema de funcionamiento casi como les viniera en gana. Si bien en el papel esto podría no haber sido pensado así, fue lo que finalmente ocurrió. No hubo control alguno en la generación de rutas, ni en la forma en la cual estas realizaban sus recorridos, las condiciones en las cuales lo hacían y menos en la seguridad con la cual ofrecían su servicio a los pasajeros. El resultado fue este sistema desordenado, peligroso e insano que padecemos hace más de dos décadas. El problema, como ya hemos mencionado, es que esta lacra social se extendió a los otros niveles, a las otras redes de transporte de la ciudad y sus flujos internos, pervirtiendo la red peatonal, pero sobretudo la red de transporte privado, que se han convertido en la antítesis de lo que debería darse en una ciudad mínimamente civilizada, en el siglo XXI.

Desde el punto de vista de los procesos auto-organizados, podríamos decir que el sistema de transporte público fue dejado a su libre albedrío para que se auto-organice como

podiera. Si nos damos cuenta, se cumplían los objetivos necesarios para ello: había una sobrepoblación de unidades; estas interactuaban entre todas, fuera de que pertenecieran a la misma empresa o a diferentes líneas; las interacciones eran capaces de generar retroalimentaciones positivas como negativas. Como aquí tenemos seis bloques de interacciones distintas, evaluaremos lo que ha ocurrido en cada nivel por separado, para entender cuáles han sido los problemas que se han dado durante todo este tiempo:

- **Reglas propias:** se asume que cualquiera de estos elementos va a funcionar a partir de las dos reglas básicas de las que hablamos antes, pues individualmente estas minimizan el peligro de chocar —que a pesar de ser un evento frecuente, no es un fin último de ninguno de los elementos—, a la vez que maximizan el aprovechamiento individual de la vía. Nuestra premisa será que estas reglas seguirán valiendo, pero la tercera, aquella que describe directamente las interacciones entre elementos, podrá ser modificada.
- **Interacción bus-bus.** Empezamos por este caso, no porque sea el más sencillo, sino acaso por lo contrario. Se trata del proceso más influyente de todos y el que ha arrastrado al resto de comportamientos, aunque los otros también tengan responsabilidades propias aparte. La interacción bus-bus viene delimitada por una función objetivo: maximizar las ganancias propias, lo cual implica maximizar la cantidad de pasajeros recogidos, lo que a su vez obliga a maximizar el recaudo que se hace de ellos y minimizar los recorridos. Esto forzará a que se den ciertas reglas de conducta entre buses y pasajeros, que veremos en un momento.

La principal consecuencia que tiene el hecho de que las unidades busquen maximizar sus ganancias, respecto a cómo interactúan con otras, es que deben evitar que estas otras unidades, así no compitan directamente, recojan pasajeros por su cuenta. Esto generalmente implica: a) bloquear a otra unidad, cuando sea posible; b) ocupar el mayor tiempo posible los paraderos y puntos de recojo; c) adelantar a las unidades de la competencia, salvo que estas se encuentren suficientemente lejos; d) desobedecer las señales de tránsito, lo cual en realidad es un comportamiento que afecta a cualquier otro elemento, no solo a los demás buses. Y estos comportamientos se sobreponen a tal punto, que cuando entran en contraposición con las otras dos reglas —nunca acercarse mucho, ni alejarse demasiado— las terminan ignorando, lo que genera, por un lado, un número excesivo de accidentes y, por otro, el recorrido a velocidades muy inferiores a la media, con el fin de evitar la competencia.

- **Interacción bus-peatón.** Esta es el segundo tipo de interacción a evaluar, porque es el que más ha desnaturalizado la razón de ser del transporte público: la gente. En ese sentido, los buses desconocerán a cualquier peatón en su calidad de humano, salvo que este pueda servir hacia un futuro inmediato como posible pasajero. Fuera de ello, el peatón e incluso el pasajero que ya se bajó del bus, será visto como un estorbo, al cual se le debe ahuyentar aprovechando la diferencia de tamaño y momentum que tiene el bus respecto de la persona. Esta misma relación es la que se produce con el ciclista, el cual bajo ninguna circunstancia podría ser visto como potencial pasajero y por ello siempre es tratado como estorbo por el bus. Los buses, en ese sentido aplican la siguiente regla con los peatones-no-pasajeros y ciclistas: esperar que sean ellos los que se quiten del camino. Esto no implica que no sean capaces de frenar dada la suficiente cercanía, solo que, en la mayoría de los casos, este punto no se alcanzará porque los peatones habrán evadido antes al bus. En ese sentido, la relación bus-peatón-no-pasajero/ciclista es asimétrica: el

bus no los evita, sino que espera que sean ellos quienes eviten al bus.

- **Interacción bus-vehículo particular.** Aquí la relación es una mezcla entre lo que ocurre con los peatones y lo que ocurre con otros buses. Los buses tienden a: a) cerrar, bloquear e interrumpir el flujo de los vehículos, para ganar el espacio necesario para recoger a un pasajero; y b) esperar, aunque con algo más de prudencia —porque ahora masa y momentum son más parecidos—, que sea el vehículo el que evite al bus. Las ventajas comparativas que tienen los buses en ese sentido son dos. Por un lado, el conductor de un vehículo particular es mucho más quisquilloso que el conductor del bus respecto al aspecto estético de su vehículo. Eso hará que el vehículo particular sea quien prorroge más el evitar un choque, quitándole buena parte del peso de la decisión al bus. Por otro lado, en líneas generales, los buses suelen ser más grandes e ir más rápido que los vehículos particulares, lo cual les confiere cierta ventaja al momento de chocar.
- **Interacción vehículo-vehículo.** Las consecuencias sobre la relación vehículo-vehículo se desprenden de la relación que se da entre bus-vehículo, que es esta de buscar ganar, tal vez no a toda costa, pero sí de manera innecesaria, el pase de cualquier otro visto como “competencia”. Así se establece esta cultura tan absurda del “picón”, el que no aguanta que le cierren el paso y busca, a toda costa, cerrar al siguiente o no dejar que alguien se le meta delante. Sin embargo, esto no es toda consecuencia de la relación que surge a partir de los buses. La saturación del transporte público y la baja calidad de su servicio empuja a los usuarios que tengan la posibilidad de un vehículo propio de prescindir del servicio público. Esto sobrecarga las vías a lo largo de toda la red de la ciudad, de manera que el tráfico se satura y se generan una hora punta que, por épocas —diciembre, en particular— pueden llegar a durar todo el día.
- **Interacción vehículo-peatón.** Las consecuencias aquí son similares a las vistas en la interacción bus-peatón, pues los vehículos, al momento de sopesar las relaciones masa-momentum con las de los peatones, impondrán sobre estos también la responsabilidad de evitar los choques, reduciendo los niveles de seguridad con los cuales deberían manejar. Aquí se observará que el comportamiento es idéntico en líneas generales, porque si bien los vehículos particulares no ven en el peatón jamás una fuente posible de ganancia, ya que no esperan recogerlos, existirán vehículos con todas las características de los particulares, los taxis, que buscarán hacerlo de manera exacerbada. Ese problema se origina, en parte también, por la desregularización de los taxis, pero eso no lo abordaremos aquí.
- **Interacción peatón-peatón.** Las interacciones peatón-peatón no tendrán mayor consecuencia a partir de lo mencionado anteriormente, puesto que los peatones no representan entre sí competencia ni peligro alguno, al no interferir en los objetivos mutuos.

Las consecuencias generales de este sistema se esparcen a lo largo de todos los procesos que involucran el transporte público y privado de la ciudad: a) la sobrecarga de la red vial; b) la falta de respeto hacia las normas y reglamentos; c) la falta de respeto a la seguridad de los otros vehículos, peatones y ciclistas; d) el apiñamiento máximo de los pasajeros dentro de las unidades —el famoso “*avance, avance, que al fondo hay sitio*” —; e) que se instituyan pasajes desregulados, como “*la china*” —50 céntimos de Nuevo Sol— para unidades cortas, o se desconozcan los regulados, como el “medio pasaje” universitario; f) que la calidad de

vida de los usuarios se deteriore, generando una cultura extendida de estrés, desconfianza e inevitable mal humor.

Finalmente podríamos decir que el balance final de todas estas interacciones es que lejos de alcanzarse un óptimo colectivo, un punto máximo de bienestar económico y social en la población, lo que se logra es una maximización de los ingresos de las empresas que controlan los buses —que terminan formando una mafia poderosa, como se observó a raíz de los problemas de la última gestión municipal al momento de implementar de forma parcial una reforma en el transporte (Wiener 2014)—, a costa de tiempo, recursos, seguridad y salud de todos los involucrados en el sistema, incluyendo los mismos operadores de los buses, sus choferes y cobradores.

Los procesos centralizados.

Como contraparte a los procesos auto-organizados, haremos una breve revisión de lo que debería ser el paradigma que rija el transporte público: la centralización. Puede parecer un innecesario que revisemos un paradigma suficientemente conocido, pero dada la importancia de establecer una diferenciación entre este funcionamiento y el que ha venido teniendo el transporte en Lima, indicaremos ciertos elementos que deben tenerse en cuenta.

Hemos visto que la forma cómo se estructura una red de transporte masivo parte de la idea de distribución fija —o que cambia muy lentamente— de nodos que funcionan como focos de interés en la ciudad. Los enlaces se forman aquí, no a partir de la cantidad de enlaces previos que tienen los nodos, sino de la densidad de estos, lo cual hace que la generación sea predecible y estable. En otras palabras, la red de transporte masivo tiene una estructura que no se auto-organiza, sino que está predeterminada de antemano a partir de la estructura misma que tiene la ciudad. Una ciudad planificada y urbanizada de forma estratégica, podrá tener una red de transporte masivo eficiente y sencilla. Por el contrario, una ciudad desordenada y sin planificación urbana requerirá de una red enrevesada y poco eficiente, que incluso podrá volverse obsoleta con el paso de solo unas décadas. Ese es el caso de lo que ocurrió con la línea 1 del Metro de Lima (PLAM2035 2014).

Es importante resaltar que la red de transporte masivo, en la medida en que no se auto-organiza, ya que los flujos a los que responde son regulares y están casi fijos, debe por tanto ser diseñada de forma centralizada. Esto puede darse través de un organismo o institución que busque maximizar no sus ganancias —lo cual podría hacerle incurrir en trampas involuntarias— sino la comodidad de los pasajeros, así como minimizar su tiempo de viaje y las distancias que deben recorrer para llegar hasta las estaciones. De ahí que se busque idealmente al estado como el agente responsable de dicha tarea, ya sea como gestor o como supervisor del proceso.

El otro punto a tener en cuenta es que por ello la red de transporte masivo no se tiende sobre la superficie de la ciudad, en el mismo plano en el cual se encuentran la red peatonal, la red vehicular y la red de ciclovías. Así se dé el caso excepcional de que los enlaces de la red de transporte masivo deban correr sobre tierra, estas vías siempre se encuentran aisladas, separando los terrenos adyacentes y usándose exclusivamente para los trenes. El hecho de que esta red se tienda a un nivel distinto a las otras —idealmente subterráneo— tiene la ventaja de que no se topa con ningún otro elemento de la ciudad. Salvo vías vehiculares subterráneas torpemente diseñadas, como parece ser el caso del bypass que viene promoviendo la actual gestión de la MML en el centro de Lima y que se cruza

con el trazo de la línea 3 del Metro de Lima (“Bypass de 28 de Julio se superpone a trazo de Línea 3 del Metro, según MTC” 2015). Pero obviando esas ocurrencias, la red puede extenderse libremente a través de los nodos que sea necesario conectar. Como esta construcción representa una inversión enorme de recursos y tiempo, no se puede hacer a la ligera y tampoco puede hacerse de forma independiente.

En este sentido, hemos visto que la red de transporte público se concibe como un complemento a la red de transporte masivo. Si bien, hace décadas —más de un siglo en algunas ciudades— el transporte público podía abastecer tranquilamente las ciudades, esto ocurría cuando estas tenían no más de unas cuantas decenas de miles de habitantes. El escalamiento a las centenas de miles y los millones desborda por completo una red basada en avenidas y unidades motorizadas. Así, la red de transporte público debía ir cediendo el espacio, a medida que se tendían las redes de transporte masivo, funcionando más como un servicio accesorio. La centralización del transporte masivo debía dar cuenta, además, de la forma cómo necesitaba tenderse el transporte público. Al ser la red principal un sistema coordinado desde el gobierno, su red accesorio tendría que acomodarse a ese mismo espíritu. Y es que el transporte público, al fin y al cabo, no obedece a las individualidades de las personas, sino a las necesidades del colectivo. Estas necesidades se habrían de enlazar así con lo que se entiende como un servicio que la ciudad provee: el acceso a los nodos más importantes de esta, a los lugares de interés. El dejarle esa responsabilidad a las empresas, cuya función maximizadora son sus ingresos, el punto objetivo se desvía en una dirección distinta y dejan de ser el bien del colectivo la prioridad, para convertirse en el bien de una minúscula parte de este. Y las consecuencias son las que hemos revisado anteriormente.

Esto es, en pocas palabras, lo que hace tan equivocado el sistema de transporte público que tiene Lima. Conceptualmente se ha utilizado para una función que no le correspondía, la del transporte masivo, y se le ha dado las características de una red que no le era compatible, la del transporte privado, propiciando un servicio auto-organizado para un flujo que debería ser centralizado. Esto ha terminado generando un híbrido ineficiente, que no solo creció de manera desmedida y desordenada, sino que además pervirtió las demás redes con las cuales se relacionaba: la red peatonal, la red vehicular y la red de ciclovías. Es natural que la reforma del transporte debe partir por darle su lugar correcto a cada una de las redes de la ciudad, a partir de las características de sus elementos e interacciones. Y este lugar debe partir de reconocer que se trata de estructuras diferentes que deben apoyarse, además, en sustratos físicos distintos. Paralelamente a esto, es necesario que se tomen en cuenta dos factores importantes más, que revisaremos en la siguiente sección. Por un lado, la adopción de un Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano que trascienda varias gestiones municipales y, por el otro, un cambio en el marco conceptual en las autoridades y ciudadanos, respecto a cómo deberíamos funcionar individual y colectivamente dentro de la ciudad, al menos en cuanto a lo que al transporte se refiere.

IV. Cómo enfrentar el diagnóstico de Lima: el plan urbano y el marco conceptual.

Como hemos visto hasta ahora, el principal problema que existe en el transporte público y privado de Lima es el manejo conceptual y aplicado de lo que significa una red de transporte, especialmente al nivel de transporte masivo y público. Esto ha degenerado en una situación insostenible para la capital, puesto que la ha empujado hacia un colapso generalizado de los flujos en esas y sus demás redes; pero además, la ciudad ha tenido una reacción, en cuanto al manejo de la construcción de vías, que solo ha agudizado el problema. A continuación exploraremos dos factores que consideramos fundamentales y que

deben ser visto no como complementos sino como parte necesaria e inevitable de un tratamiento urgente hacia nuestro sistema de transporte.

Importancia de implementar un plan de desarrollo urbano

Lima cuenta en la actualidad con un Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano, el PLAM2035 (PLAM2035 2014), elaborado durante la gestión municipal anterior y lamentablemente desconocido por la actual gestión (Pereira 2015). El PLAM no es solo un diagnóstico, sino un documento que funciona a la vez como hoja de ruta, como plan de trabajo y como referencia obligatoria para el gobierno de la ciudad de Lima y del Callao, de aquí al 2035, es decir, por las siguientes cuatro gestiones municipales. Como el propósito de este análisis no es defender el PLAM —aunque personalmente señalo haber leído varios de los volúmenes, en especial el relacionado con el transporte y lo suscribo plenamente—, nos enfocaremos en resaltar por qué es importante contar con uno y por qué resulta inviable seguir gestionando la ciudad sin recurrir a este tipo de planeamientos.

1. Lo primero es que la ciudad necesita tener un mapa cualitativo y cuantitativo de cómo funcionan sus flujos humanos y comerciales (Batty 2013). Para ello, no basta saber únicamente dónde se encuentran los principales focos de interés dentro de la ciudad, sino cómo se extienden también los focos menores, los polos de atracción en las periferias, las zonas residenciales y cómo se da la dinámica interna de los barrios (Johnson 2003).

2. Lo segundo es que la ciudad debe saber también cómo será su cara de aquí a veinte años. No basta, en ese sentido, extrapolar bajo la misma forma que tiene en la actualidad. Las zonas comerciales y residenciales deben estar correctamente identificadas, las densidades de estas correctamente establecidas, de acuerdo a la necesidad de crecimiento pueda tener la ciudad durante estos veinte años. Las zonas industriales deben haberse situado, cercado y comunicado adecuadamente. Aquellos centros arqueológicos que se pretenda mantener en el tiempo deben integrarse al centro histórico-monumental como parte de un circuito coherente, visitable por turistas, pero aprovechable especialmente por los habitantes de la ciudad. Lo mismo con las zonas de esparcimiento, que deben encontrarse adecuadamente distribuidas y siguiendo una lógica libre de escala: cada pequeño barrio debe poder contar con una, habiendo otras más grandes para ciertos conjuntos y finalmente quedando las grandes locaciones —malecones, playas, parques zonales— que corresponderán a las agrupaciones residenciales más grandes identificables en la ciudad. Esta lógica fractal (Batty 2007) debe extenderse además al nivel comercial —que es quizás el único hasta ahora—, y a nivel de acceso a servicios básicos: educación, salud y seguridad.

3. Lo tercero es que, a partir de ambos mapeos —que cualitativamente pueden mantenerse constantes en el tiempo, pero cuantitativamente deben ser permanentemente monitoreado— deba proyectarse la distribución que tendrán todas las redes de transporte de la ciudad. Esto implica cualquier reforma que se pueda hacer al entramado peatonal, a la red de transporte vehicular, a la red de transporte masivo, a la red de transporte público, a las líneas de trenes de cercanías y a la red de ciclovías. Todos estos cambios deben pensarse a partir de cómo debería encontrarse funcionando la ciudad a futuro, lo cual obliga a pensarla no solo a partir de cómo se encuentra hoy, sino cómo deberá ser de aquí a veinte años. Los proyectos de tendido de la red de transporte masivo y trenes de cercanías implican inversiones de varios miles de millones de dólares, lo cual obliga a pensarlas con una vigencia de décadas hacia adelante. De otro modo, se repetirá el error que ha habido con la línea 1 del Metro.

4. La aplicación de un plan metropolitano de desarrollo prevendrá a la ciudad, además, de la construcción de obras inútiles, de una incorrecta priorización de obras, por cuestiones de tiempo y publicidad. En otras palabras, despersonalizará a las gestiones ediles, pues éstas deberán trabajar, por 20 años en una misma dirección, sin poder manipular las obras, su inauguración y prioridad, con fines electorales. Dada la debilidad institucional de nuestro sistema democrático, por factores que no es relevante discutir aquí, un respaldo de este tipo al funcionamiento de un aparato tan importante de gobierno como la Municipalidad de Lima, será de mucha ayuda a fortalecerla institucionalmente y evitar que esta ande dando tumbos.

5. Finalmente, consideramos que es importante la ocurrencia de este plan para efectos de la integración de Lima Metropolitana con la Provincia Constitucional del Callao. Desde hace ya varias décadas —desde la formación de la tercera Lima de la que hablábamos al inicio— ambas ciudades se encuentran totalmente integradas en una gran metrópolis. El Callao usa los servicios de Lima y Lima usa los servicios del Callao. Esta simbiosis está tan compenetrada, que no tiene sentido que ambas partes vengán gobernándose por medio de autoridades separadas. Esta separación arrastra inevitablemente hacia objetivos dispares, hasta contradictorios (“MML: El Callao no puede autorizar rutas que se superpongan a corredores” 2014). Y ya hemos visto las consecuencias que tiene eso sobre el normal funcionamiento de la ciudad.

La importancia del PLAM se centra justamente alrededor de evitar que la ciudad de Lima siga creciendo de la misma forma que lo ha estado haciendo durante el último medio siglo. Recordemos que ha sido esa falta de implementación de los planes desarrollados antes y durante este tiempo lo que ha hecho que terminemos teniendo esta serie de problemas casi imposibles de desarraigar hoy en día. El primer paso entonces es cortar esa falla de raíz.

En dicho sentido y un poco recogiendo todo lo que hemos discutido anteriormente sobre los procesos centralizados y auto-organizados, la planificación urbana y el establecimiento de las redes de transporte, cabría recoger algunas ideas alrededor de estos puntos, que deben servir como guía para la correcta implementación de un plan de desarrollo metropolitano.

- A. La definición de los tres niveles de funcionamiento de la ciudad, a partir de las tres redes básicas de transporte: los barrios residenciales, núcleos de funcionamiento de la ciudad e integrados internamente a través de las redes peatonales; los focos de interés de la ciudad, como grandes atractores, que se distinguen por su unicidad, como es en el caso de los monumentos y edificios históricos, o el caso de los grandes centros comerciales y empresariales, que forman, además, su circuito turístico y de visita foránea; y finalmente los polos de atracción de las afueras de la ciudad, que son elementos que, por constituirse como poblaciones independientes o ser locaciones inamovibles y campestres, se encuentran a las afueras de la ciudad y funcionan como sus satélites urbanos.
- B. La independencia funcional de cada uno de los elementos de los tres niveles, dentro de su esquema propio de comunicación y transporte. Esto significa que los barrios deberían ser unidades autofuncionales y escalables en el espacio en cuanto a los servicios: acceso a comercios básicos, a seguridad, a educación, a salud, a estaciones de transporte público y transporte masivo, a vías de interconexión con otros barrios. En ese sentido, aunque la dinámica interna se auto-organice, el acceso a las condiciones mínimas de funcionamiento

debería estar centralizada. Eso reduciría la sobrecarga en el uso de las redes de transporte de barrio a barrio, pues la gente podría acceder a los sistemas básicos de salud, seguridad, educación y esparcimiento directamente, sin necesidad de recurrir más que a la red peatonal, si acaso además a la de ciclovías.

C. La dependencia funcional a nivel de agrupaciones de barrios, centros nucleares de la ciudad y servicios más generales: instituciones únicas, oficinas, centros empresariales, comerciales, de acceso hacia fuera de la ciudad, entre otros. Esta dependencia debería garantizarse por medio de la red de transporte masivo, en conexión con la red de transporte público. En principio, estas dos redes deberían cubrir la necesidad de transporte de casi toda la ciudad, de forma que las redes auxiliares vehicular y de ciclovías, las cuales se auto-organizan en su flujo, puedan discurrir sin problemas ni limitaciones. Esto nuevamente implica centralización, al nivel de la planificación de dónde se situarán los focos de desarrollo dentro de la ciudad y cuáles elemento que no forman parte de la constitución actual de la ciudad, como las zonas histórico-monumentales, deberán desarrollarse y comunicarse.

D. Finalmente, aunque se trata de unidades independientes en todo sentido, los polos de atracción periféricos, como ciudades menores situadas en las afueras, suburbios, playas y áreas de campo, deberían poder funcionar de manera eficiente a través del entramado de la red de trenes de cercanías. Estos deberían poder garantizar el acceso a cualquier de los pobladores de las zonas periféricas, sin mucho retraso, a los servicios centralizados de la ciudad. El valor que le agregan las personas que viven en esos lugares alejados a la ciudad, al disminuir su densidad, deberían poder compensarlo con el acceso fácil al centro, por medio de estos trenes.

Existe un último punto que podría ser interesante tratar aquí, que es el relacionado a la desagregación tan pequeña que existe en la ciudad de Lima respecto a los gobiernos municipales. Existen actualmente 43 distritos en Lima Metropolitana, además de los 6 distritos del Callao, lo que en total da casi 50 gobiernos autónomos, con presupuesto, competencia y voluntad propios, superpuestos a dos gobiernos centrales, el de Lima Metropolitana y el del Callao. Eso sin contar la otra superposición de funciones que puede existir con los gobiernos provinciales. Esta maraña de pequeños feudos vuelve ingobernable la ciudad cuando se necesita llegar a acuerdos que involucren varios distritos. Esto es exactamente lo que ha venido ocurriendo con varios litigios sobre límites distritales (Sifuentes 2015) y con el caso de la Costa Verde (D'Angelo y Román 2015), donde fuera de la injerencia de la MML y la municipalidades distritales se tiene creada la APCV (Autoridad del Proyecto Costa Verde), la cual recoge un representante de cada municipalidad y uno de INVERMET (el Fondo Metropolitano de Inversiones, un organismo de la MML). Es claro, y no pretendemos defender la idea contraria, que los barrios necesitan tener representación que pueda lidiar con sus problemas inmediatos de forma rápida y eficiente. Pero las municipalidades se encargan también del funcionamiento a gran escala de la ciudad y la coordinación a ese nivel necesita estar centralizada. En otras palabras, lo que sostenemos aquí es reforzar este principio de que aquellos procesos y proyectos que funcionan a gran escala e involucran a grandes zonas de la ciudad deben manejarse de manera centralizada, mientras que aquellos que son pequeños y tienen particularidades sin fin a un menor nivel, pueden dejarse a su auto-organización. Es solo saber respetar el principio de funcionamiento de estos procesos, a diferente escala y con diferentes características.

Un cambio en el marco conceptual con el cual se piensa la ciudad

Llegamos finalmente al punto donde es necesario cerrar lo que se ha venido discutiendo hasta ahora. El objetivo de este documento ha sido plantear cuáles son los problemas que se encuentran actualmente en el diseño de la red de transporte de la ciudad de Lima, en todos sus niveles y cuáles los desafíos a los que se enfrenta por ello. En ese sentido, consideramos que la respuesta a nuestro título, elaborado como pregunta, solo tiene una inevitable respuesta: el transporte público y privado de Lima se dirigen indefectiblemente hacia un mayor colapso, que seguirá arrastrando a la ciudad al desorden y el desgobierno.

Para evitar este desafortunado desenlace, consideramos que existen tres acciones tan puntuales como necesarias, que requieren llevarse a cabo de la forma más inmediata posible:

1. La aceptación e implementación del PLAM2035.
2. La construcción de la red de transporte masivo.
3. La adecuación de la red de transporte público como complemento a la red de transporte masivo.

Fuera de ello, existen acciones menores que deberían formar parte de estos tres pasos, pero que no desarrollaremos aquí, puesto que se encuentran dentro del PLAM2035, en la mayoría de los casos, o derivan como consecuencia ineludible de los pasos señalados.

Sin embargo, queremos desarrollar un último elemento que consideramos es sumamente importante para que la ciudad funcione de manera ordenada, eficiente y —con el permiso del término— **civilizada**. Y esto es el marco conceptual bajo el cual debería entenderse la ciudad en este siglo XXI, no solo desde el lugar de sus gobernantes y de la gestión municipal, sino desde el lugar del ciudadano, de sus habitantes.

Para empezar, el rol del gobierno es el de centralizar los recursos básicos y disponer el ordenamiento de la ciudad. Este ordenamiento no puede dejarse al libre albedrío de los ciudadanos, de forma aislada, puesto que esto provocará que puedan aparecer patrones auto-organizados, espontáneos y fuera del alcance de la voluntad de sus elementos. Lamentablemente, estos patrones podrán surgir a partir de que sus elementos busquen maximizar funciones que no sean el bienestar colectivo, lo que degenerará en situaciones como las que tenemos actualmente con nuestro transporte público. En ese sentido, una autoridad central será la única con la capacidad de poder trazar una meta y la manera como esta, junto con cualquier objetivo intermedio, deberá alcanzarse. Esto implica una inversión mayor de recursos, es cierto, pero a diferencia de los patrones organizados, que convergen hacia una meta a partir de los recursos individuales de los elementos del sistema, la convergencia que se da a partir de un sistema centralizado se controla y conoce de antemano. Encausar el sistema hacia esa meta consume más recursos, pero garantiza el objetivo final.

Por otro lado, debemos pensar en el rol del ciudadano. Este, en la medida en que no recoja la responsabilidad abandonada del gobierno central, no debería preocuparse más que por cumplir su rol en la sociedad: funcionar. Sin embargo, esta conclusión no es tan simplista como podría sonar. El ciudadano de a pie, así como el que viaja haciendo uso de la red de transporte privado tiene un rol importante en *evitar* que el comportamiento general se desborde en el caos. Ejemplos de ello abundan y no será necesario más que mencionarlos,

para dejar en claro a qué nos referimos: respetar las señales de tránsito, priorizar al peatón, respetar los límites de velocidad, no bloquear los cruces de las avenidas, evitar los cambios de carril innecesarios, ceder el paso, priorizar el uso de las avenidas para los viajes largo y no cortar camino a través de las calles residenciales. Todos estos ejemplos se articulan alrededor de lo que debería ser el objetivo último de la sociedad: **el bien común**. La maximización del bienestar colectivo no siempre se corresponde con la maximización de los bienestar individuales. Hemos visto que los grandes grupos humanos funcionan a partir del paradigma de los sistemas complejos; no somos un sistema reduccionista. En ese sentido, como nuestra sociedad es más que simplemente la suma de sus partes, de sus ciudadanos, la maximización del bienestar social no siempre se podrá reducir a que cada quien vele por lo suyo. Es necesario que colaboremos entre nosotros, pues nuestro bienestar no solo depende de lo que uno puede hacer por sí mismo, sino de lo que los demás pueden hacer por nosotros. Y ese tipo de retroalimentación es justamente la que nos da la característica de un sistema complejo.

Bibliografía.

- Barabási, Albert-László y Albert, Réka** (1999), "Emergence of Scaling in Random Networks", *Science* 286 (5439), pp. 509-512.
- Bar-Yam, Yaneer** (1997) *Dynamics of Complex Systems*. Cambridge, MA: Perseus Books.
- Batty, Michael** (2007), "Cities and Complexity". Cambridge, MA: MIT Press.
- Batty, Michael** (2013), "The New Science of Cities". Cambridge, MA: MIT Press.
- Beatty, William** (2008), "The Physics of Traffic Jams" en SmartMotorist.com, <http://www.smartmotorist.com/traffic-and-safety-guideline/traffic-jams.html>, 14/07/2015.
- Brown, Jeffrey y Thompson, Gregory** (2009), "Express Bus Versus Rail Transit: How a Marriage of Mode and Mission Affects Transit Performance", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2110), 45-54.
- "Bypass de 28 de Julio se superpone a trazo de Línea 3 del Metro, según MTC"** (2015), en *La República* el 17 de junio del 2015, <http://larepublica.pe/impresasociedad/8458-bypass-de-28-de-julio-se-superpone-trazo-de-linea-3-del-metro-segun-mtc>, 14/07/2015.
- Cabral, Ernesto** (2015) "5 conclusiones del informe de la Contraloría que ponen en jaque al bypass de 28 de Julio", en *LaMula.pe* el 12 de junio del 2015, <https://redaccion.lamula.pe/2015/06/12/5-conclusiones-del-informe-de-la-contraloria-que-ponen-en-jaque-al-bypass-de-28-de-julio/ecabral/>, 14/07/2015.
- Caldarelli, Guido** (2007), "Scale-Free Networks: Complex Webs in Nature and Technology". New York, NY: Oxford University Press.
- Calderón, Martín** (2014), "La mitad de los limeños está de acuerdo en enrejar calles y parques", en *La República* el 27 de marzo de 2014, <http://archivo.larepublica.pe/27-03-2014/la-mitad-de-los-limeños-esta-de-acuerdo-en-enrejar-calles-y-parques>, 14/07/2015.
- Camazine, Scott; Deneubourg, Jean-Louis; Franks, Nigel R.; Sneyd, James; Theraulaz, Guy; Bonabeau, Eric** (2001) *Self-Organization in Biological Systems*. New Jersey, NJ: Princeton University Press.
- D'Angelo, Gustavo y Román, Jorge** (2015), "Debate: ¿La Costa Verde debe ser administrada por la MML?", en *El Comercio* el 29 de Mayo del 2015, <http://elcomercio.pe/opinion/colaboradores/debate-costa-verde-administrada-mml-noticia-1814703>, 14/07/2015.
- de Rivero, Manuel** (2014), "Lima, una ciudad joven construyendo su futuro", publicado en TEDxTukuy el 06/10/2014. <https://www.youtube.com/watch?v=o-9c24to6-8>, 14/07/2015.
- de Rivero, Manuel** (2015), "Lima sí fue planificada, pero lo que vemos no es lo que se planteó", por Israel Lozano, en *La República* el 03 de julio del 2015.

- <http://larepublica.pe/sociedad/12616-lima-si-fue-planificada-pero-lo-que-vemos-no-es-lo-que-se-planteo>, 14/07/2015.
- del Solar, María Elena** (2009), “Barranco se mueve”, en Revista Argumentos, Edición N° 1, Marzo 2009. Disponible en <http://revistaargumentos.iep.org.pe/articulos/barranco-se-mueve/>, (ISSN 2076-7722) 14/07/2015.
- Gallegos, Juana** (2014), “Ancón: apartheid sobre la arena”, en La República el 16 de febrero del 2014, <http://archivo.larepublica.pe/16-02-2014/ancon-apartheid-sobre-la-arena>, 14/07/2015.
- Gobierno Regional Metropolitano de Santiago** (2012), “Asesoría: Revisión y Actualización del Plan Maestro de Ciclovías y Plan de Obras. Informe Final”, Gobierno de Chile. <http://2010-2014.gob.cl/media/2013/07/Informe-Final-CVS-GORE-2012-2022.pdf>, 14/07/2015.
- González, María Isabel** (2011), “Con derecho al parque”, en La República el 08 de mayo del 2011, <http://archivo.larepublica.pe/08-05-2011/con-derecho-al-parque>, 14/07/2015.
- Johnson, Steven** (2003), “Sistemas emergentes: O qué tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software”. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- “Metropolitano: falta de usuarios causa problemas económicos” (2014)**, en El Comercio el 09 de noviembre del 2014, <http://elcomercio.pe/lima/transporte/metropolitano-falta-usuarios-causa-problemas-economicos-noticia-1770226>, 14/07/2015.
- “Metropolitano: caos, desorden y falta de buses en estaciones del norte” (2015)**, en La República el 08 de abril del 2015, <http://archivo.larepublica.pe/08-04-2015/metropolitano-caos-desorden-y-falta-de-buses-en-estacion-naranja>, 14/07/2015.
- Mitchell, Melanie** (2009) Complexity A Guided Tour. New York, NY: Oxford University Press.
- “MML: El Callao no puede autorizar rutas que se superpongan a corredores” (2014)**, en RPP Noticias el 11 de setiembre del 2014, http://www.rpp.com.pe/2014-09-11-mml-el-callao-no-puede-autorizar-rutas-que-se-superpongan-a-corredores-noticia_724722.html, 14/07/2015.
- Pereira, Diego** (2015) “Alguien ha malinformado a la teniente alcaldesa de Lima y ahora vuelven las obras sin rumbo”, en Utero.pe el 20 de enero del 2015, <http://utero.pe/2015/01/20/alguien-ha-malinformado-a-la-teniente-alcalde-de-lima-y-ahora-vuelven-las-obras-sin-rumbo/>, 14/07/2015.
- Pichihua, Sofía** (2011), “Metropolitano: piden replantear diseño de rutas alimentadoras”, en Perú21 el 23 de febrero del 2011, <http://peru21.pe/noticia/717852/metropolitano-piden-replantear-diseno-rutas-alimentadoras>, 14/07/2015.
- PLAM2035** (2014), “Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano de Lima y Callao”, realizado por la Municipalidad Metropolitana de Lima (sin publicar). Se accedió al contenido por medio de: <http://limatieneunplam.blogspot.com.es/2015/05/descarga-el-plam2035.html>, 14/07/2015.
- Resnick, Mitchel** (1994), “Turtles, Termites, and Traffic Jams: Explorations in Massively Parallel Microworlds”. Cambridge, MA: MIT press.
- Sifuentes, Marco** (2015), “El problema no son Magdalena ni San Isidro: ¿Y si eliminamos las municipalidades distritales de Lima?”, en Utero.pe el 02 de julio del 2015, <http://utero.pe/2015/07/02/el-problema-no-son-magdalena-ni-san-isidro-y-si-eliminamos-las-municipalidades-distritales-de-lima/>, 14/07/2015.
- Solé, Ricard** (2009), “Redes complejas: del genoma a internet”. Barcelona: Tusquets Editores.
- Stucchi, Luciano** (2014a), “La reforma del transporte: la paradoja de las vías saturadas”, en el blog Ingeniería y Negocios de la Universidad del Pacífico, el 12 de setiembre del 2014, http://blogs.up.edu.pe/ingenieriaynegocios/reformadeltransporte_saturacion/,

14/07/2015.

- Stucchi, Luciano** (2014b), “El séptimo conductor”, en el blog Ingeniería y Negocios de la Universidad del Pacífico, el 04 de noviembre del 2014, <http://blogs.up.edu.pe/ingenieriaynegocios/septimo-conductor/>, 14/07/2015.
- Stucchi, Luciano** (2014c), “La complejidad de la vida diaria”, en el blog Ingeniería y Negocios de la Universidad del Pacífico, el 14 de noviembre del 2014, <http://blogs.up.edu.pe/ingenieriaynegocios/complejidad-vida-diaria/>, 14/07/2015.
- Stucchi, Luciano** (2015), “De por qué puede ser un error añadir carriles a las avenidas”, en el blog Ingeniería y Negocios de la Universidad del Pacífico, el 05 de marzo del 2015, <http://blogs.up.edu.pe/ingenieriaynegocios/anadir-carriles-avenidas/>, 14/07/2015.
- Veramendi, María José** (2013), “El mar es de todos/as: Cuando la playa es fuente de discriminación”, en Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente – AIDA (Blog) el 25 de marzo del 2013, <http://www.aida-americas.org/es/blog/el-mar-es-de-todosas-cuando-la-playa-es-fuente-de-discriminacion>, 14/07/2015.
- Wiener, Raúl** (2014), “Orión y la reforma del transporte” en el blog de Raúl Wiener, <http://rwiener.blogspot.com.es/2014/04/orion-y-la-reforma-del-transporte.html>, 14/07/2015.
- Wilensky, Uri** (1999), NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

Reseña biográfica.

Luciano Stucchi Portocarrero (Lima, 1980) es investigador y profesor a tiempo completo del Departamento Académico de Ingeniería de la Universidad del Pacífico. Es físico de profesión, con una maestría en Física, ambos grados obtenidos en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Actualmente se encuentra estudiando el máster en Física de los Sistemas Complejos en la Universidad Politécnica de Madrid, como paso previo para acceder al programa doctoral en Sistemas Complejos de dicha universidad. Sus temas de investigación involucran siempre los aspectos interdisciplinarios de la física, especialmente cuando estos se conectan con temas biológicos y sociales. Actualmente tiene dos artículos publicados sobre dinámica no-lineal y tiene en preparación otro sobre dinámica de poblaciones y uno sobre cómo cuantificar la complejidad en la ingeniería de procesos.

Cuadros, tablas y gráficos.

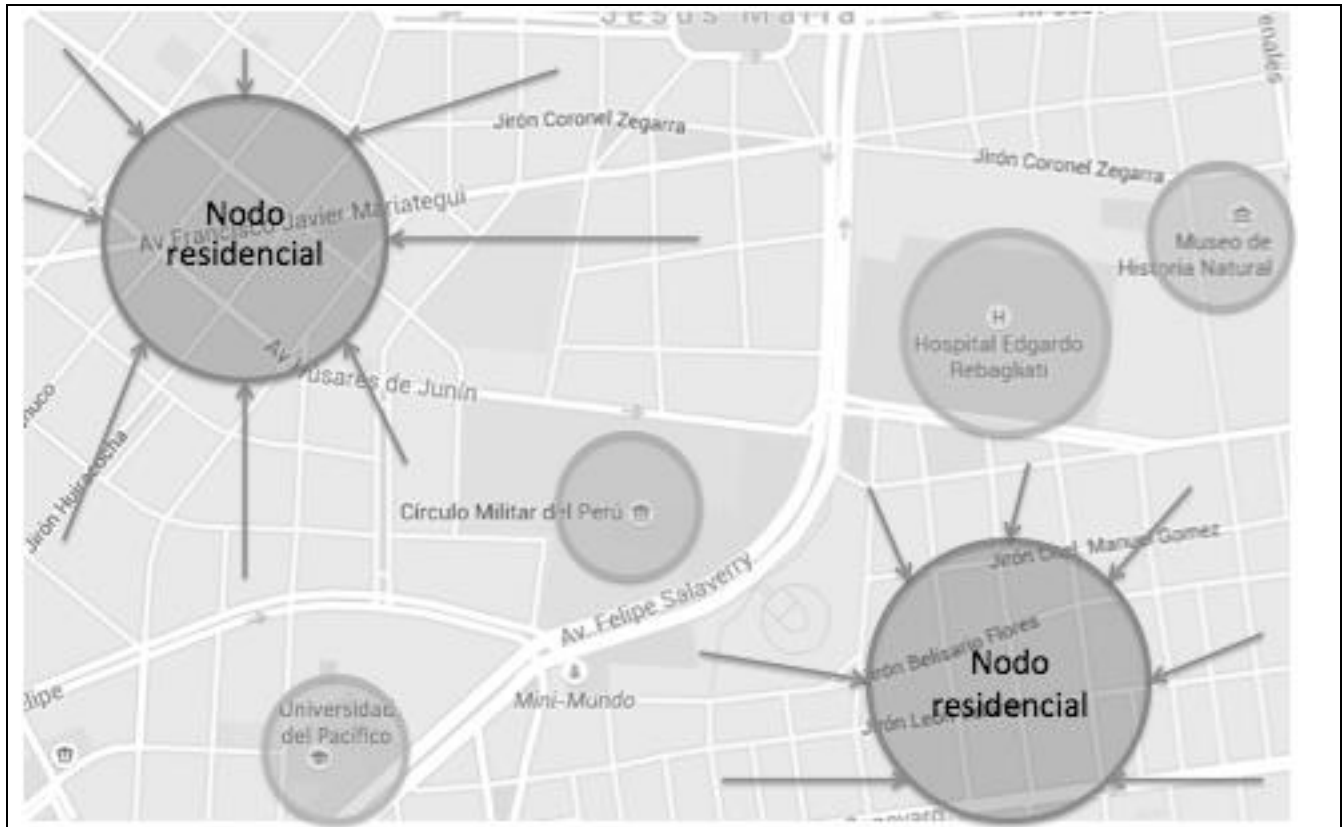


Figura 2.1. Un ejemplo de qué consideramos nodos en una ciudad. Puede observarse que los nodos grandes son los residenciales y son una representación más bien de toda una zona de influencia, que aquí se representa por medio de las flechas. Los nodos pequeños son de servicios básicos (educación y salud) y de esparcimiento (centro deportivo y museo). El tamaño de los nodos es solo referencial y no refiere a la importancia, solo sirve para diferenciar unos de otros. [Imagen extraída de Google Maps, editada por el autor.]

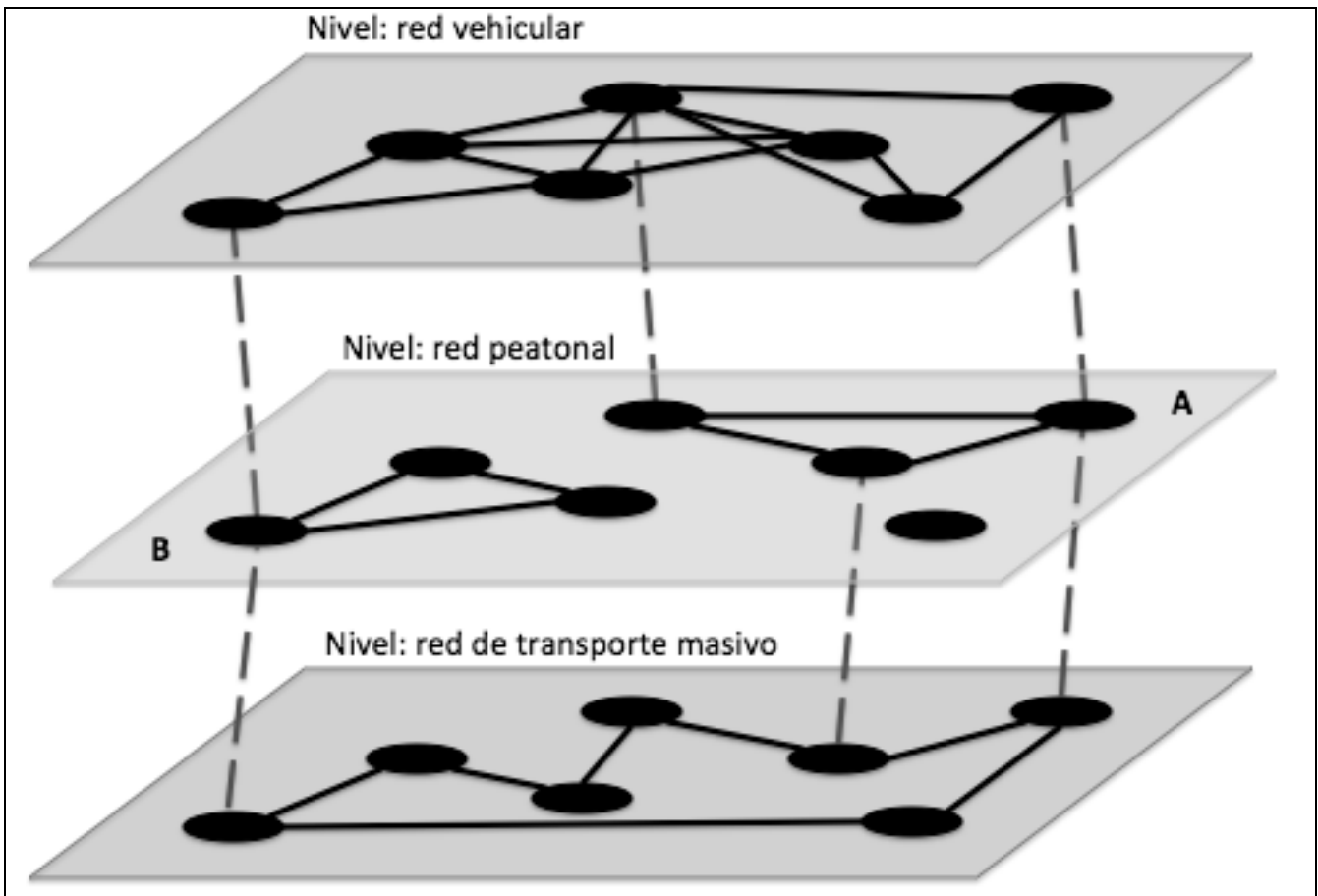
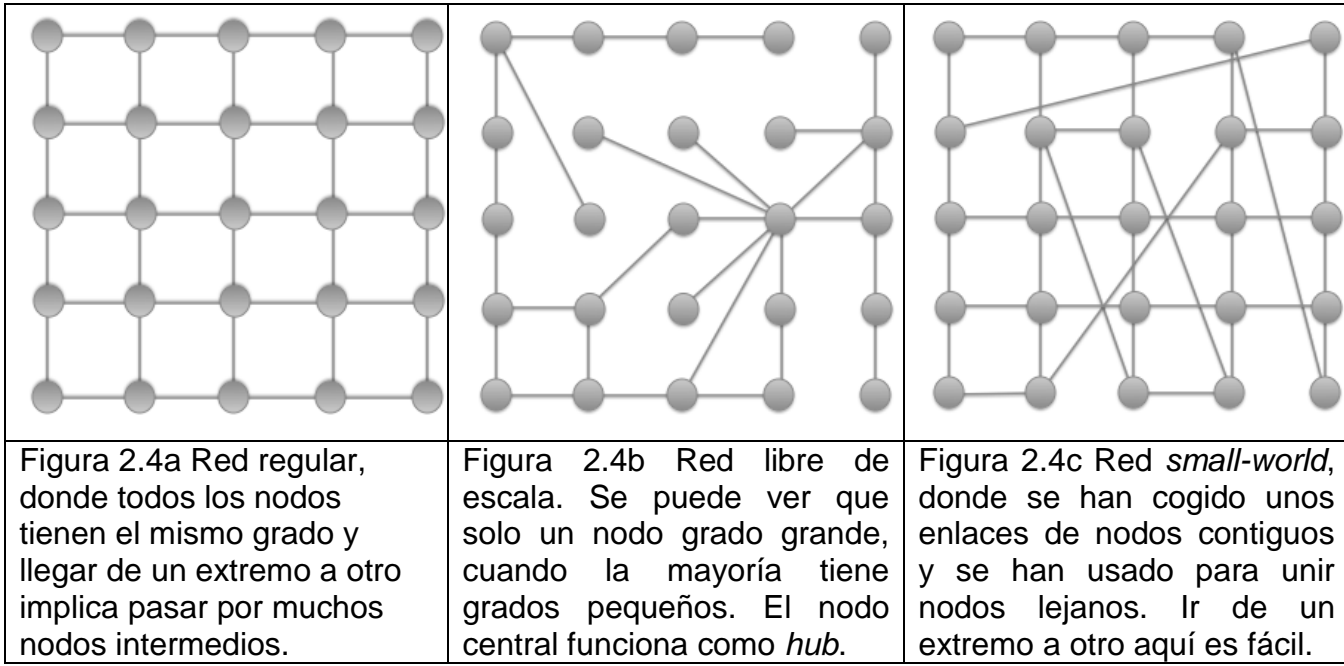


Figura 2.2. Ejemplo de ciudad entendida como red multinivel. Se puede ver que aunque los diferentes niveles pueden tener los mismos nodos, estos no se conectan de la misma forma. Por ejemplo para ir del nodo A al nodo B, al otro lado de la ciudad, no es posible recurrir a la red peatonal, mientras la red vehicular se muestra poco eficiente. Sin embargo, usando la red de metro, sí se puede llegar casi directamente. [Imagen propia.]



Figura 2.3. Ejemplo de conexiones entre nodos distantes en la ciudad de Lima, marcados por las letras en negrita, que se pueden comunicar directamente —i.e. sin detenerse en nodos intermedios— a través de las vías rápidas, dándole a la red vehicular la característica de un *small-world*. Puede verse aquí también el entramado peatonal menudo y el escalamiento de las vías vehiculares.



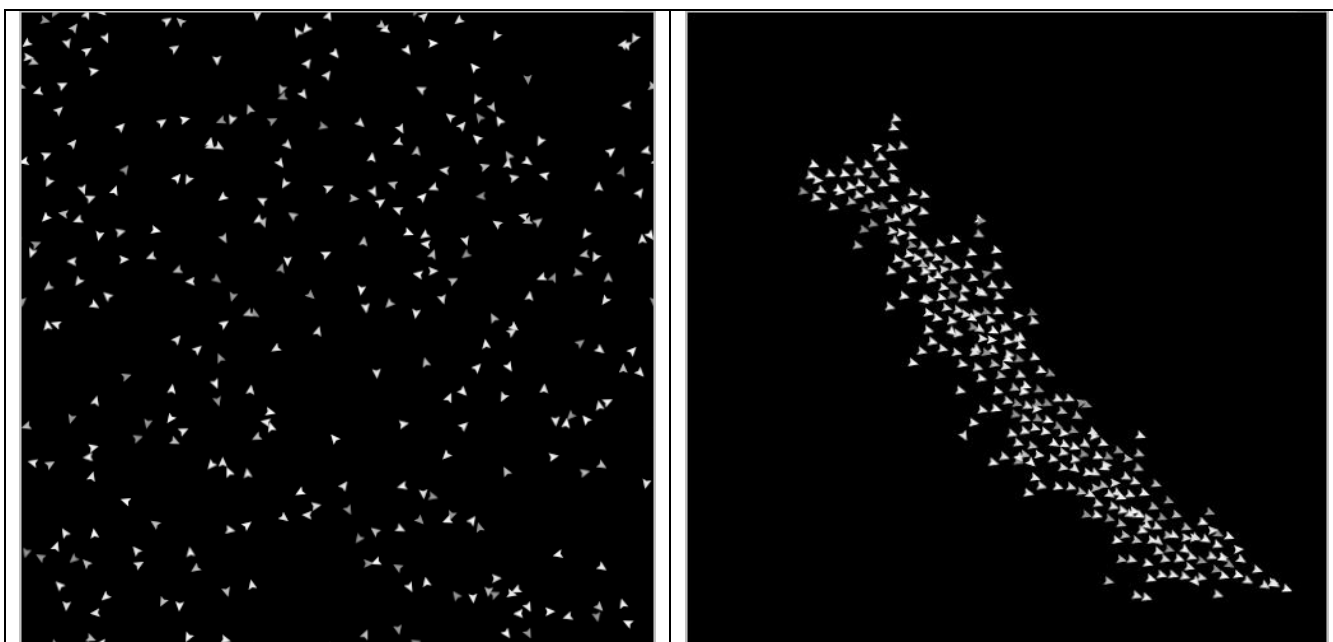


Figura 3.1. Simulación de cómo se auto-organiza un sistema formado por elementos que siguen las reglas descritas para la generación de bandadas de aves y cardúmenes: acercamiento/separación y alineación. Es el mismo sistema de reglas que usa la gente al moverse en muchedumbres. La simulación fue realizada en NetLogo (Wilensky 1999).