

DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE UNA VISIÓN DESDE LA BIOLOGÍA

Álvaro Garitano-Zavala Burgos

Universidad Mayor de San Andrés



DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE UNA VISIÓN DESDE LA BIOLOGÍA

Álvaro Garitano-Zavala Burgos



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN SOCIAL (DIPGIS)
PROYECTOS IDH**

PROYECTO IDH/UMSA:
FORMULACIÓN DE MODELOS DE CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO
NATURAL Y CULTURAL PARA LA CIUDAD DE LA PAZ

La Paz - Bolivia
2016

Título:

DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE UNA VISIÓN DESDE LA BIOLOGÍA

Autor:

Alvaro Garitano - Zavala Burgos

Diseño y diagramación:

Natalia A. Gil Ostría

Diego Espinatto Castillo

Todos los derechos reservados.

Depósito legal: 4-1-748-16 P.O.

ISBN: 978-99974-65-81-8

Cita del libro:

Garitano-Zavala, A. 2016. Desarrollo urbano sostenible, una visión desde la biología. Universidad Mayor de San Andrés/DIPGIS, La Paz, Bolivia, 120p.

Introducción

La región de alta montaña de La Paz, ofrece numerosos servicios ecosistémicos. Fotografía del autor.



Introducción

¿PORQUÉ PONER ATENCIÓN SOBRE EL DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE?

La mayoría de las personas en el mundo viven actualmente en ciudades (54,5 %), y en países en vías de desarrollo el porcentaje aún es mayor (en el caso de Bolivia es de al menos 63%). Esto significa dos cosas fundamentales: 1. La calidad de vida de la mayoría de las personas depende de la forma cómo se planifique el crecimiento de las ciudades, y 2. La salud de todo el planeta y la posibilidad de que éste mantenga su capacidad para sostener la vida, incluyendo la nuestra, depende de la forma de vida, hábitos de consumo y actitudes hacia el medio ambiente de los habitantes urbanos. Con mucha razón el manifiesto sobre las ciudades de las Naciones Unidas en el año 2012 planteó: ***“la batalla por un mundo más sostenible será ganada o perdida en las ciudades”***.

La planificación urbana es un componente prácticamente inexistente en las políticas de desarrollo de las ciudades principales e intermedias de Bolivia. El crecimiento urbano contemporáneo en nuestro país se caracteriza por la explotación oportunista y no planificada del espacio por parte de especuladores inmobiliarios y por migrantes pobres que llegan a las urbes desde el campo; el incremento de la población urbana no sólo requiere más espacio, sino también más fuentes laborales, pero una ciudad sin planificación no puede otorgarlos, y por tanto, la terciarización es la actividad económica predominante en nuestras ciudades.

Los órganos de gobierno tienen poca o ninguna capacidad de control sobre esto, y sus acciones prácticamente se reducen a la *“legalización”* de estos asentamientos y sus actividades económicas, así como a la dotación *“a posteriori”* de los servicios básicos a un costo muchísimo más alto de lo que hubiera representado si los asentamientos humanos hubieran sido planificados. Las ciudades bolivianas de hoy resultan ser la suma de miles de cientos de decisiones individuales, y muy pocas, o ninguna, es colectiva y concertada. Esto está ocasionando que las ciudades tiendan peligrosamente hacia una mayor vulnerabilidad a los desastres y a una menor capacidad de responder a amenazas como los desastres naturales o los provocados por el humano, generando además ciudades poco habitables, con altos niveles de pobreza, desigualdad, delincuencia, contaminación y pérdida del patrimonio cultural y natural.

Los problemas globales como el cambio climático, la contaminación del aire, agua y suelo en todo el planeta y la pérdida global de la biodiversidad, han movilizadado acciones de respuesta mundial que han planteado el alcance de metas ambiciosas con carácter de urgencia. Estos son los acuerdos alcanzados en la XXI conferencia internacional sobre el cambio climático del 2015, las 20 metas del plan estratégico para la diversidad biológica a alcanzarse hasta el 2020, los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible implementados por la Conferencia de las Naciones Unidas desde enero de 2016 para ser alcanzados hasta el año 2030, y la Nueva Agenda Urbana, un documento orientado a la acción, recientemente adoptado en Octubre de 2016 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible (Habitat III) según la denominada *“Declaración de Quito sobre ciudades sostenibles y asentamientos humanos para todos”*. Uno de los retos vinculantes de estos acuerdos internacionales es que todas las ciudades del mundo puedan desarrollarse de forma sostenible, como un paso crítico para alcanzar el desarrollo sostenible global.

El siglo XXI nos plantea retos sin precedentes, producto de la negligencia, indolencia y consumismo exacerbado que nosotros, los humanos, realizamos durante el siglo XX y que lastimosamente continuamos haciéndolo en las primeras décadas de este siglo. Un grave error que se comete en Bolivia es pensar que los problemas globales afectan sólo a los países desarrollados y/o que sólo ellos tienen la responsabilidad de solucionarlos. Esto nos impide ver con claridad que en Bolivia estamos construyendo ciudades altamente vulnerables a miles de problemas futuros, que nuestra vida en precariedad es resultado de nuestras decisiones, y que con nuestros hábitos de vida urbanos estamos acabando con los recursos naturales de nuestro país; en síntesis, no estamos construyendo un futuro para Bolivia.

Los profesionales del siglo XXI tenemos la responsabilidad de poder encontrar soluciones locales para enfrentar las serias amenazas que se ciernen sobre el planeta y nuestro país, este reto implica generar respuestas adecuadas a nuestras propias condiciones políticas, sociales, económicas y culturales, necesitamos por tanto, de un alto nivel de innovación.

El presente texto intenta ser un instrumento básico, inicial y motivador para que los futuros profesionales de Bolivia, desde cualquier campo profesional que hayan elegido, puedan, en primer lugar, reconocer la seriedad de los problemas que un desarrollo urbano no planificado representa para la vida de los ciudadanos urbanos y de los no urbanos, en segundo lugar que comprendan las razones, desde una perspectiva biológica, que nos llevan y mantienen en estos problemas, en tercer lugar comprender el paradigma del desarrollo urbano sostenible y que éste es posible de ser alcanzado en Bolivia a partir del desarrollo de nuestras capacidades profesionales, de innovación y de trabajo interdisciplinario, y en cuarto lugar, reconozcan que la actual preocupación y acción mundial sobre los problemas globales es un escenario oportuno al que podemos y debemos aunarnos como parte de la humanidad, para encontrar soluciones a nuestros problemas locales con una perspectiva global.

El texto se organiza en dos partes y un anexo. La primera parte desarrolla a lo largo de siete capítulos los principales elementos conceptuales para comprender cabalmente el paradigma del desarrollo urbano sostenible y a la ciencia de la ecología urbana. La segunda parte desarrolla un escenario de análisis de problemas e identifica los principales aspectos de investigación e innovación que son necesarios para enfrentarlos, como una forma de incentivar a los futuros profesionales a que desarrollen nuevos conocimientos y tecnologías; para esto se desarrollan diez temas, lo que no significa que existen muchísimas otras problemáticas que la ciudad de La Paz debe enfrentar para alcanzar su desarrollo sostenible. Finalmente se incluyen en un anexo algunos estudios biológicos que se han realizado en la ciudad de La Paz, y los cuales brindan información que puede ser tomada en cuenta para la planificación urbana sostenible.

Como varios científicos y gestores lo reconocen: ***las urbes no sólo deberían verse como las fuentes de los problemas globales, sino, y fundamentalmente, como las fuentes de las soluciones***, y gran parte de la solución proviene de que enfoquemos adecuadamente nuestro trabajo profesional para poder crear un futuro de bienestar para los ahora presentes y para quienes vendrán después de nosotros.

Parte I

Serranías en la parte alta de Chicani con bromelias nativas. Fotografía del autor.



PARTE I

MARCO CONCEPTUAL

CAPÍTULO 1 LAS CIUDADES: EL PRINCIPAL HÁBITAT DE LOS HUMANOS	11
1.1 La especie humana como entidad biológica	11
1.2 Recursos y condiciones para un adecuado desarrollo biológico	14
1.3 Las ciudades como hábitat de la especie humana	16
CAPÍTULO 2 LAS CIUDADES COMPRENDIDAS COMO ECOSISTEMAS	19
2.1 ¿Qué es un ecosistema y cuáles son sus características?	19
2.2 Los servicios ecosistémicos: un enfoque a las necesidades humanas	23
2.3 Las ciudades son ecosistemas	25
CAPÍTULO 3 DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE: CONSTRUYENDO CIUDADES HABITABLES	29
3.1 El desarrollo sostenible desde su origen hasta las acciones mundiales de hoy	29
3.2 Desarrollo urbano sostenible	31
3.3 Cambio climático y ciudades resilientes	33
3.4 Ciudades eco-eficientes	35
3.5 Ciudades habitables	37
3.6 Ciudades sostenibles y habitables en la agenda mundial	38
CAPÍTULO 4 CIUDADES SOSTENIBLES Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	41
4.1 ¿Qué se entiende por biodiversidad?	41
4.2 La pérdida de la biodiversidad es un problema global	42
4.3 El efecto de la urbanización sobre las comunidades biológicas	46
4.4 Construir ciudades sostenibles requiere la conservación local y global de la biodiversidad	50

CAPÍTULO 5 CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL DE LAS CIUDADES 53

5.1 ¿Qué es patrimonio? 53

5.2 Patrimonio natural y cultural urbano 54

5.3 La relación entre conservación del patrimonio y lograr ciudades sostenibles y habitables 57

CAPÍTULO 6 LA HISTORIA DE LAS CIUDADES Y SU DESARROLLO SOSTENIBLE 61

6.1 La importancia de la historia de las ciudades para la planificación urbana sostenible 61

6.2 Hitos históricos del proceso de urbanización de la ciudad de La Paz 63

CAPÍTULO 7 LA CIENCIA DE LA ECOLOGÍA URBANA 73

7.1 Panorama histórico 73

7.2 La ciencia de la ecología urbana hoy 75

CAPÍTULO 1 LAS CIUDADES: EL PRINCIPAL HÁBITAT DE LOS HUMANOS



Una ciudad actual como El Alto (imagen Google Earth 2016) es el tipo de hábitat que la mayoría de los humanos habita actualmente. Abajo una imagen de la sabana africana, hábitat original en el que nuestra especie evolucionó y permaneció durante más de tres cuartos de su historia (Fotografía de Martin Heigan: flickr.com/photos/martin_heigan/).

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- La especie humana como entidad biológica
- Recursos y condiciones para un adecuado desarrollo biológico
- Las ciudades como hábitat de la especie humana

1.1 LA ESPECIE HUMANA COMO ENTIDAD BIOLÓGICA

Objetivos de aprendizaje. Comprender que nuestra especie ha evolucionado como las demás especies de nuestro planeta adaptándose a las condiciones ambientales del entorno, las cuales han moldeado su morfología, su fisiología y su comportamiento. Por esta razón dependemos como seres vivos de la naturaleza que sustenta nuestra vida en los aspectos físicos y emocionales.

1.1.1 La evolución biológica de nuestra especie

Antes de definir a las ciudades es importante primero comprender al ser humano como una entidad biológica entre los millones de especies de organismos que habitan y habitaron en nuestro planeta.

La comprensión de la evolución de nuestra especie, denominada científicamente como *Homo sapiens*, es uno de los campos científicos que mayor volumen de investigación e información genera, particularmente durante los últimos decenios. Los nuevos descubrimientos de fósiles, de antiguos emplazamientos habitacionales, el uso de ADN fósil, así como el estudio comparativo de morfología, cultura y genética de grupos humanos vivientes, ofrece constantemente nuevas perspectivas para la comprensión de la evolución de nuestra especie. Una de las últimas especies fósiles descubiertas en la línea evolutiva de la nuestra es *Homo naledi* (Berger et al. 2015).

En la figura 1.1, se reproduce un esquema evolutivo bastante comprensivo elaborado por el Museo de Historia Natural de Londres (visita: nhm.ac.uk/discover/the-origin-of-our-species.html). Según la opinión científica actual más generalizada (Maslin et al. 2015), nuestra línea evolutiva (Homininos) se desprendió de la línea de los chimpancés, nuestros parientes vivientes más cercanos, hace unos 7 millones de años en África, según se deduce del fósil nominado *Sahelanthropus tchadensis*. Muchas especies distintas de homínidos evolucionaron a lo largo de seis millones de años en África, caracterizándose principalmente por adoptar una posición bípeda y habitar ambientes más abiertos en lugar de bosques densos. A partir de una de ellas surgió nuestro género, el género *Homo*, hace unos 2,5 millones de años, y una de ellas, *Homo erectus*, fue la primera que se dispersó mucho más allá de África desde hace unos 2 millones de años, alcanzando a habitar además gran parte de Europa y Asia, generando también nuevas especies como los “hombres de Neanderthal” en Europa (*Homo neanderthalensis*) o los pequeños humanos apodados “hobbits” (*Homo floresiensis*) en islas de Indonesia.



Figura 1.1. Esquema de las relaciones evolutivas entre las especies fósiles conocidas de nuestro linaje desde hace 7 millones de años; nuestra especie es realmente “un recién llegado” a nuestro planeta que tiene 4500 millones de años. El esquema ha sido elaborado por el Museo de Historia Natural de Londres (www.nhm.ac.uk/content/dam/nhmwww/discover/human-evolution/human-evolution-family-tree-with-skulls-graphic-hero.jpg).

Se ha estimado que la aparición de nuestra especie (*Homo sapiens*), con los rasgos modernos conocidos, habría ocurrido hacia unos 200 mil años en África, sin embargo, el origen de *Homo sapiens* a partir de *Homo erectus* parece ser más complejo, pues muchos fósiles en distintos sitios aparecen con mezclas de rasgos arcaicos y modernos, e incluso podría considerarse el origen de nuestra especie al menos desde hace 400 mil años (Stringer 2016). *Homo sapiens* se dispersó por África, Europa y Asia, probable-

mente cruzando con los *Homo erectus* que habitaban esos continentes previamente, y fue la única especie que alcanzó a migrar al continente americano hace unos 15 o 12 mil años con varios ingresos en distintos momentos, según se deduce de los estudios con ADN mitocondrial (Figura 1.2.). La nueva información sobre la evolución de nuestra especie se genera a diario, mantente en constante actualización respecto a este tema.

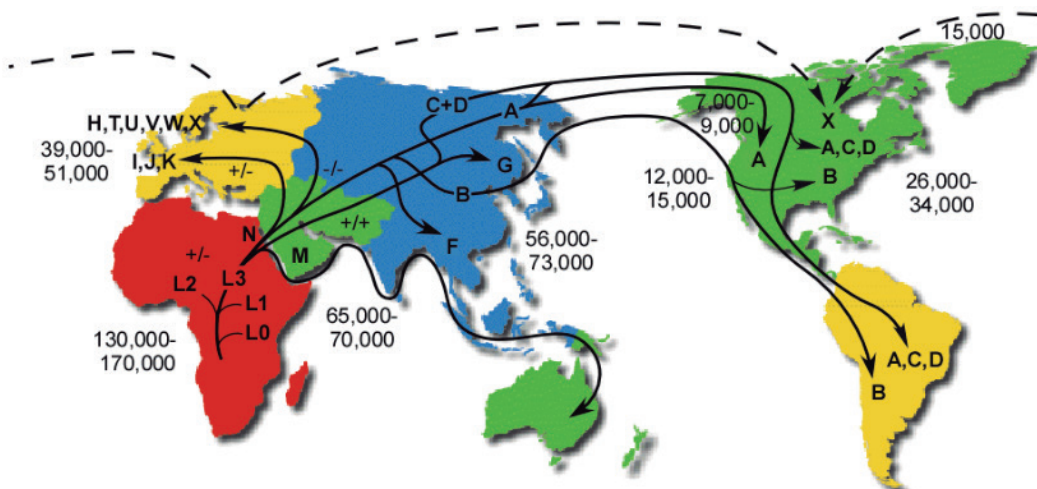


Figura 1.2. Rutas migratorias de nuestra especie deducidas a partir de la secuencia del ADN mitocondrial. Las diferentes letras representan distintos grupos humanos, y las flechas las distintas rutas migratorias con los tiempos de migración en años antes del presente. Imagen obtenida del proyecto Mito-map (www.mitomap.org/foswiki/pub/MITOMAP/MitomapFigures/WorldMigrations2012.pdf)

Clasificación científica de nuestra especie

Reino:	Animales
Phylum:	Cordados
Clase:	Mamíferos
Orden:	Primates
Familia:	Homínidos
Subfamilia:	Homininos
Género:	<i>Homo</i>
Especie:	<i>Homo sapiens</i>

1.1.2 La evolución cultural de nuestra especie

Uno de los aspectos biológicos más notables de nuestra especie, es que desde sus primitivos ancestros la evolución estuvo asociada al paulatino incremento del cerebro, y con ello, de mayores capacidades cognitivas complejas (memoria, razonamiento, pensamiento abstracto, etc.). *Homo habilis* ya era capaz de confeccionar burdas herramientas de piedra, *Homo erectus* además logró el control sobre el fuego, y desde entonces las habilidades fueron incrementando paulatinamente. Nuestra especie tiene la capacidad de utilizar una gran cantidad de comportamientos aprendidos, es decir, comportamientos que no se heredan genéticamente, sino que se transmiten de un individuo a otro por aprendizaje o imitación; al conjunto de estos comportamientos se los denomina “cultura”. Esto no quiere decir que no tengamos comportamientos heredados genéticamente, llamados innatos, en realidad la mayoría de nuestros comportamientos tienen una base innata. Tampoco debe creerse que nuestra especie sea la única que presenta cultura, por ejemplo, muchos felinos grandes enseñan a sus crías como cazar más eficientemente dejándose observar durante las cacerías, o los chimpancés enseñan a los jóvenes cómo utilizar dos piedras para romper cubiertas duras de algunos frutos a manera de yunque y martillo.

La capacidad de innovación y la transmisión cultural de nuevas habilidades y técnicas, permitió a nuestra especie aprovechar muchos más recursos del medio ambiente y de este modo evitar las limitaciones biológicas. Por ejemplo, el uso del fuego y la cocción permitió aprovechar nuevos alimentos, el invento de armas permitió cazar grandes presas y el uso de la vestimenta permitió habitar en ambientes con climas más fríos.

Es por eso que a diferencia de la gran mayoría de las especies que habitan nuestro planeta, para las cuales las condiciones ambientales determinan su supervivencia, la capacidad de innovación ofrece a nuestra especie la potencialidad de modificar el medio ambiente para adaptarlo a nuestras necesidades vitales. La capacidad de transformación del medio ambiente ha sido muy leve durante más del 95% del tiempo de nuestra historia como especie

sobre el planeta, utilizando una forma de vida basada en la **caza, pesca y recolección**, con movimientos nómadas constantes de un lugar a otro cuando los recursos de un sitio se terminaban. Este tipo de vida requiere grandes extensiones de territorio para pocas personas. Pero con este tipo de vida, la esperanza de vida era muy baja, determinando un tamaño poblacional estable y sin crecimiento.

Desde hace unos 10 mil años muchos grupos humanos en distintas regiones del mundo empezaron un radical cambio en su forma de vida, lograron **domesticar plantas y animales** para su consumo, lo que posibilitó -y obligó- a su vez, a tener una vida sedentaria. Esto se ligó a un progresivo incremento de la tecnología para la confección de armas, cerámica, herramientas, vestimenta, vivienda, arte, etc. A este fenómeno se lo denomina “**Revolución Neolítica**” y forma parte del periodo geológico denominado “**Paleoantropoceno**” (Foley et al. 2013), es decir, “el periodo antiguo donde el planeta es afectado por las actividades humanas” (Figura 1.3). Es importante hacer notar que no todos los grupos humanos cambiaron a una forma de vida sedentaria y de aprovechamiento agropecuario, la estrategia de vida de cazadores-recolectores nómadas sigue siendo utilizada (o al menos lo fue hasta hace pocos decenios), por grupos humanos en diversos sitios, incluyendo los bosques tropicales de Bolivia.

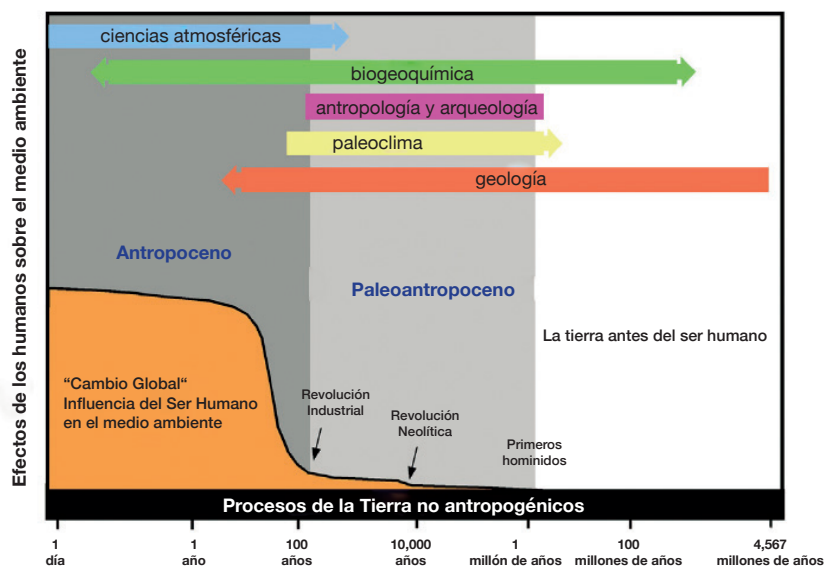


Figura 1.3. Esquema del efecto de los humanos sobre el planeta (escala arbitraria en el eje de las ordenadas) a lo largo de la historia del planeta (escala logarítmica en el eje de las abscisas). Se definen tres épocas temporales (antes de la presencia del hombre, paleoantropoceno y antropoceno) y se visualizan dos hitos históricos, la revolución neolítica y la revolución industrial. En la parte superior se esquematiza los periodos de tiempo que las diferentes disciplinas científicas pueden contribuir a explicar. Figura modificada de Foley et al. 2013.

La revolución neolítica trajo consigo una mejora en la calidad de vida, principalmente por contar con una provisión relativamente más segura de alimento, lo que determinó un progresivo incremento poblacional, desde un estimado de un millón de habitantes hace 10 mil años, hasta unos

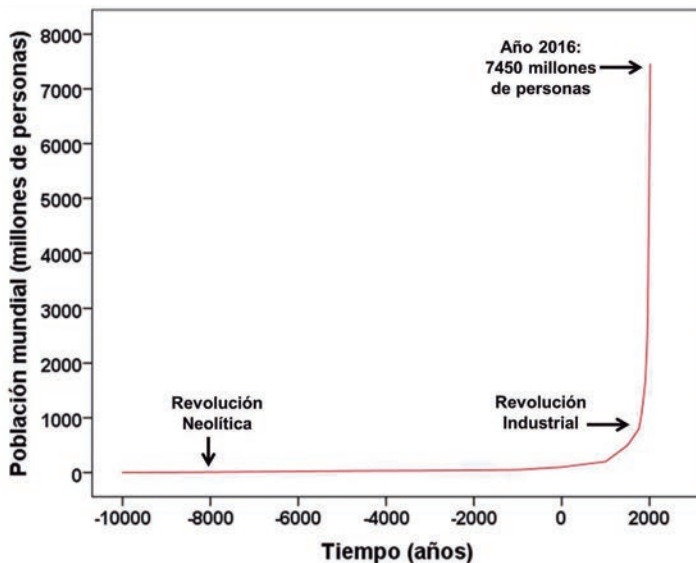


Figura 1.4. Crecimiento poblacional en millones de personas desde hace 10 mil años hasta el presente. Elaboración propia con datos de U.S. Census Bureau (2016) y United Nations (2015).

mil millones a principio del siglo XIX (Figura 1.4). Para el establecimiento de cultivos y pasturas para los animales, el humano empezó a transformar el entorno natural, pero puede considerarse aún leve debido a que no se habían desarrollado aun complejas tecnologías, y porque la población no era muy grande debido a que las tasas de mortalidad continuaban siendo relativamente altas, principalmente por enfermedades (Figura 1.4). El siguiente gran hito en la evolución cultural de nuestra especie fue la denominada "**Revolución Industrial**", un fenómeno que se originó en Europa entre la segunda mitad del siglo XVIII y la primera mitad del siglo XIX, y básicamente implica el uso de máquinas impulsadas por combustibles fósiles (carbón, petróleo, y otros) para el desarrollo del trabajo. La revolución industrial marca el inicio del "**Antropoceno**" (Foley et al. 2013), es decir, el periodo donde el planeta es afectado por las actividades humanas a escala global, principalmente por la emisión de **gases de efecto invernadero** (ver página 33). La supervivencia de las personas incrementó notablemente debido a la constante invención de nuevas tecnologías para el mayor aprovisionamiento de alimento, así como para la prevención y tratamiento de enfermedades, ocasionando que la población humana se haya disparado en un crecimiento sin precedentes (Figura 1.4). Actualmente hay más de 7450 millones de personas habitando el planeta, y se añade un millón y medio cada semana (unas 150 personas por minuto). Para actualizarte respecto al crecimiento de la población humana y sus consecuencias, visita la página de Global Population Speak Out (populationspeakout.org/the-book/).

El incremento de la población humana desde un punto biológico es entendible, pues nuestra especie evolucionó sus características de fertilidad bajo ciertos parámetros de mortalidad ocasionadas por las presiones del medio

ambiente. Así como ocurriría para cualquier especie viva, cuando los factores ambientales que determinan la mortalidad disminuyen o desaparecen, la población inicia un crecimiento exponencial que rápidamente puede sobrepasar la **capacidad de carga** del entorno, es decir, la posibilidad del ambiente para proveer sustento a esa población, lo cual puede preceder su extinción.

1.2 RECURSOS Y CONDICIONES PARA UN ADECUADO DESARROLLO BIOLÓGICO

Objetivos de aprendizaje. Comprender que nuestra especie requiere como ser vivo, de recursos y condiciones del medio ambiente para tener un adecuado, integral y equilibrado desarrollo físico, psíquico y social, concepto denominado "bienestar".

1.2.1 ¿Qué son los recursos y condiciones del hábitat?

Para nuestra especie, como para cualquier otra especie viva, la posibilidad de vivir y alcanzar un desarrollo adecuado depende del acceso a determinados **recursos**, así como de que existan ciertas **condiciones** en el medio ambiente. Estos recursos y condiciones han sido determinados por el particular proceso evolutivo de cada especie, por eso, las especies no están presentes en cualquier sitio del planeta, sino que habitan donde encuentran los recursos y condiciones necesarios para su existencia. Un **desarrollo adecuado** para un organismo se entiende como el hecho de alcanzar las condiciones morfológicas (tamaño, masa y estructura) y fisiológicas (funcionamiento del organismo) propias de la especie, que a su vez le permitan poder reproducirse y dejar descendencia.

Por ejemplo, los recursos que una plántula de árbol necesita para alcanzar su pleno desarrollo son el agua, la luz, el dióxido de carbono en la atmósfera y los nutrientes en el suelo, los cuales deberían estar disponibles para ella en suficiente cantidad durante toda su vida. Las condiciones que requiere son temperaturas en un rango adecuado (por ejemplo, hay especies que prefieren lugares fríos y otras lugares cálidos), el grado de humedad del aire, las características físico-químicas del suelo, la ausencia de enfermedades, la ausencia de animales que coman sus hojas o chupen su savia (o al menos en una cantidad que no la dañe mucho), etc. Cuando los recursos no están disponibles o lo están en cantidades menores a las requeridas, y/o cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas, la plántula sufrirá lo que se denomina "**estrés fisiológico**", un estado en el que la plántula destinará su energía a defenderse de las condiciones adversas, dejando momentáneamente a un lado su crecimiento y desarrollo. Si la plántula sufre las condiciones de estrés por tiempos prolongados (a esto se llama **estrés crónico**) no crecerá, o crecerá poco, sin poder alcanzar su máximo tamaño, y no producirá ninguna o muy poca cantidad de flores, frutos y semillas, mermando su capacidad reproductiva, o en todo caso, podría morir antes de poder reproducirse.

Es fácil de deducir que en la naturaleza no siempre existirán las condiciones ideales de recursos y condiciones para un organismo, por lo que la evolución ha generado mecanismos de resistencia a condiciones desfavorables, de manera que es más correcto hablar de “rangos” de tolerancia, que de valores fijos. Sólo cuando los rangos tolerables son sobrepasados, la vida del organismo se vería amenazada. Por ejemplo, la plántula podría soportar cierta cantidad de pulgones y con todo alcanzar un desarrollo adecuado, pero esto no ocurriría si la población de pulgones incrementa demasiado.

1.2.2. Perspectiva humana, el concepto de bienestar

Los seres humanos hemos evolucionado en ciertas condiciones ambientales, lo que determina los recursos y condiciones que requerimos para nuestro adecuado desarrollo. Como recursos necesitamos básicamente agua, alimento y oxígeno, en cantidades y composiciones adecuadas a nuestros sistemas fisiológicos de digestión, asimilación, respiración y control de balance hídrico. También requerimos de condiciones del ambiente como temperatura, humedad ambiental, ausencia de fuentes de enfermedades (otros organismos como parásitos o bacterias, o sustancias tóxicas), y también que no exista la amenaza de depredadores naturales. Pero además, como especie social, requerimos de una **adecuada coexistencia social**, que implica que cada individuo pueda identificarse como parte de un grupo y de que no sufra acciones por parte de otros miembros del grupo que le impidan el acceso adecuado a los recursos, condiciones y posibilidades de reproducción.

Si un ser humano puede acceder adecuadamente a recursos y condiciones (incluyendo las sociales) de manera que no sufra estrés, se dice que vive en condiciones de **bienestar**. Lo particular de nuestra especie es que puede modificar

culturalmente el ambiente para lograr obtener los recursos necesarios y cambiar las condiciones para hacer más segura y cómoda su vida. Esto explica su expansión sobre casi toda la superficie del planeta, y su crecimiento poblacional exponencial, y se puede decir que la cultura ha logrado que nuestra especie sea “**biológicamente exitosa**”.

1.2.3 La paradoja de: “menos bienestar cuanto más recursos y comodidad”

La capacidad de transformación cultural del medio ambiente ha permitido a la especie humana no sólo acceder a los recursos realmente necesarios para su bienestar sino, actualmente, a mucho más (“**consumismo**”), y no con un criterio de distribución equitativa, sino al contrario, mediante la acumulación de recursos por algunos individuos en desmedro de otros generando situaciones de desigualdad (“**individualismo**”), e intentando disfrutar de los beneficios en el momento actual sin considerar el bienestar de las futuras generaciones (“**inmediatismo**”); confronta este texto con la sección 3.1.1. La paradoja es que la posibilidad de un acceso casi ilimitado a cualquier recurso y a mayores comodidades puede generar problemas para el mismo bienestar, son ejemplo de estas consecuencias la obesidad, las enfermedades cardio-respiratorias, la drogadicción, el alcoholismo, el tabaquismo, diversos tipos de cáncer, depresión, y un largo etcétera.

¿Cómo se explica que si el humano ha evolucionado para sobrevivir adecuadamente en ciertas condiciones y con ciertos recursos, el acceder a ellos pueda ir en contra de su bienestar? Nuevamente la respuesta está en la biología: como se dijo antes, no siempre es posible que un individuo de cualquier especie acceda todo el tiempo a recursos y condiciones adecuadas, esto hace que la morfología, fisiología y comportamiento estén especialmente diseñados para enfrentar escenarios de carencias y condiciones des-

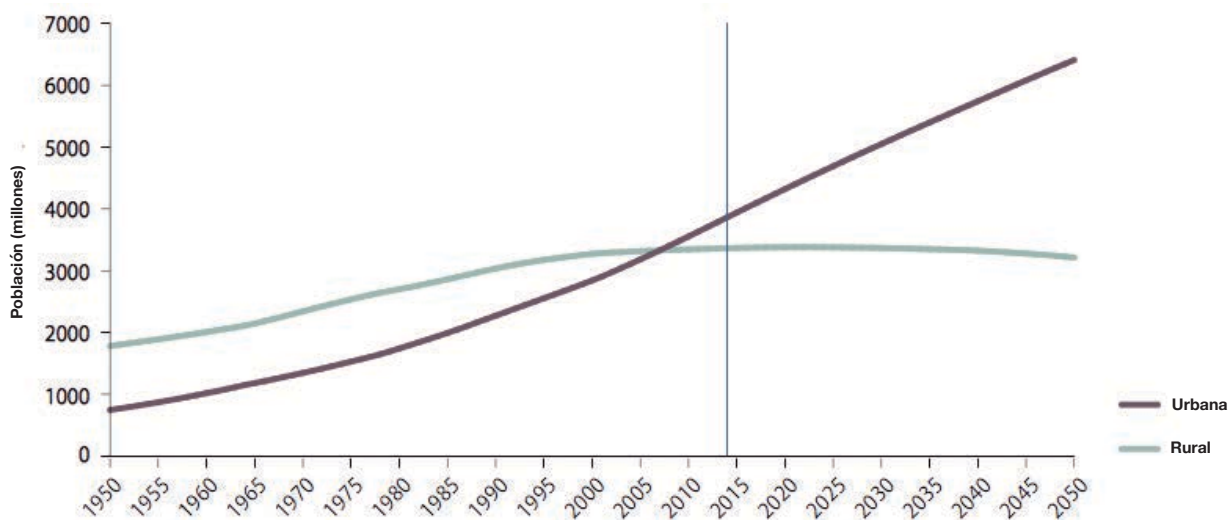


Figura 1.5. Crecimiento poblacional mundial en millones de personas proyectado al 2050 según la Organización de las Naciones Unidas (United Nations 2014), diferenciando el rural (línea clara) del urbano (línea oscura).

favorables, y es así que cuando se dan condiciones adecuadas, se aprovecha al máximo los recursos con el fin de guardarlos para después. Por ejemplo, los miembros de una jauría de lobos comerán mucho cuando hayan cazado una gran presa, pues no se sabe cuándo tendrán carencias, y la forma de guardar el excedente es como grasa. Si tienes un perro como mascota, te darás cuenta que si tú no restringes su acceso al alimento que más le gusta, éste comería sin auto-controlarse hasta enfermarse.

Lo propio pasa con nuestra especie, nuestro comportamiento nos lleva a consumir en exceso los alimentos que más nos agradan (alimentos o bebidas dulces, grasas y proteína animal). El que estos alimentos nos apetezcan más, es porque se puede suponer que en el origen de nuestra especie eran relativamente escasos pero a la vez altamente energéticos, y el tener una especial apetencia habría sido biológicamente muy favorable. Pero la dieta original estaba asociada a un gran consumo de fibra y a la necesidad de realizar muchísima actividad física para obtener el alimento, y a esto se adaptó nuestra fisiología. Esto explica que la dieta actual y el disminuir al máximo nuestro trabajo físico “por comodidad”, expliquen los altos índices de obesidad y de enfermedades cardio-respiratorias.

También los comportamientos individualistas e inmediatistas se explican cómo mecanismos comportamentales adaptativos para que un individuo asegure su supervivencia en desmedro de la supervivencia de otros individuos (actuales y futuros). En una aproximación sencilla, si un individuo asegurase la supervivencia de otro individuo en desmedro de la propia (concepto llamado **altruismo**), no podría heredar estos comportamientos altruistas pues no tendría descendencia. La existencia de comportamientos altruistas como el auto-sacrificio por los hijos u otros parientes, o los comportamientos cooperativos recíprocos (esto significa ayudar a otros si obtenemos ayuda de ellos), responden a mecanismos biológicos un poco más complejos que resultaría largo de explicar aquí, pero en definitiva, estos comportamientos altruistas beneficiaron a su portador (o a los parientes que lo portaban) y por eso fueron seleccionados favorablemente durante el proceso evolutivo.

El consumismo, el individualismo y el inmediatismo, son los responsables de estar llevando a nuestro planeta a su colapso y amenazan nuestro propio bienestar y supervivencia como humanidad, y queda claro que nuestra evolución biológica no nos ha provisto de los adecuados mecanismos como para evitar estos problemas. Por tanto **la solución está en la evolución cultural**.

Mantener nuestra vida en el planeta con bienestar para todos, ahora y en el futuro, requiere un cambio de hábitos de todas las personas hacia la cooperación, la solidaridad, la interacción social pacífica, y en mantener nuestro consumo en lo fisiológicamente necesario y saludable, con adecuada y suficiente actividad física. La ventaja de la evolución cultural es que ocurre mucho más rápido y se transmite entre todos los individuos, por lo que sólo requiere de una decisión de cada uno de nosotros, aquí y ahora.

Si bien nuestra evolución biológica puede explicar muchos de los errores que cometemos actualmente como humanidad, tenemos la capacidad cultural para corregirlos. Lo que no puede justificarse es que no tengamos la voluntad para hacerlo.

1.3 LAS CIUDADES COMO HÁBITAT DE LA ESPECIE HUMANA

Objetivos de aprendizaje. Comprender que las ciudades son el resultado de la transformación cultural del ambiente por el ser humano con el fin de acceder a más recursos y mejores condiciones. Por este motivo las ciudades son el principal hábitat para la humanidad, pero a su vez son responsables del mayor daño al planeta.

1.3.1 El origen de las ciudades

Desde que la revolución del neolítico determinó la vida sedentaria de nuestra especie, los grupos humanos se organizaron en torno a los recursos de un determinado lugar, desarrollando un sentido de pertenencia sobre éste. Esto determinó el surgimiento de **comunidades o poblados rurales**, en los que todas las personas se dedicaban a actividades agrícolas, pastoriles y de extracción de recursos del medio silvestre.

Las **ciudades** surgen como consecuencia del cambio de las actividades económicas en los grupos humanos, cuando actividades de prestación de servicios (como el comercio, la educación, la salud, etc.), industria (entendida como la transformación de los recursos naturales en otro tipo de bienes o servicios) y la administración del gobierno (incluida la religión), se hacen necesarias además de las agropecuarias para la estabilidad de las sociedades.

No siempre resulta fácil definir una ciudad claramente respecto a lo que son las poblaciones rurales, pero la convergencia de varias características puede ayudar:

- Tienen aglomeraciones humanas de alta densidad, con al menos 4 a 10 habitantes por hectárea,
- Alta densidad de edificaciones, con más del 50% de la superficie cubierta por ellas,
- Presencia de mayores facilidades y servicios,
- Presencia de funciones administrativas de alto nivel,
- Actividades humanas principalmente de prestación de servicios, industriales y administrativas.

Bajo estos criterios, se considera que las ciudades más antiguas de las que se tiene evidencia arqueológica se establecieron en la región de Mesopotamia (actual Irak), después de la revolución neolítica, y resalta el alto nivel de organización política, religiosa y cultural que tenían (Leick 2001). Probablemente la ciudad de Uruk fue el primer gran centro urbano, establecido hace siete mil años y que podía haber contado con hasta 80 mil habitantes hace cinco mil años.

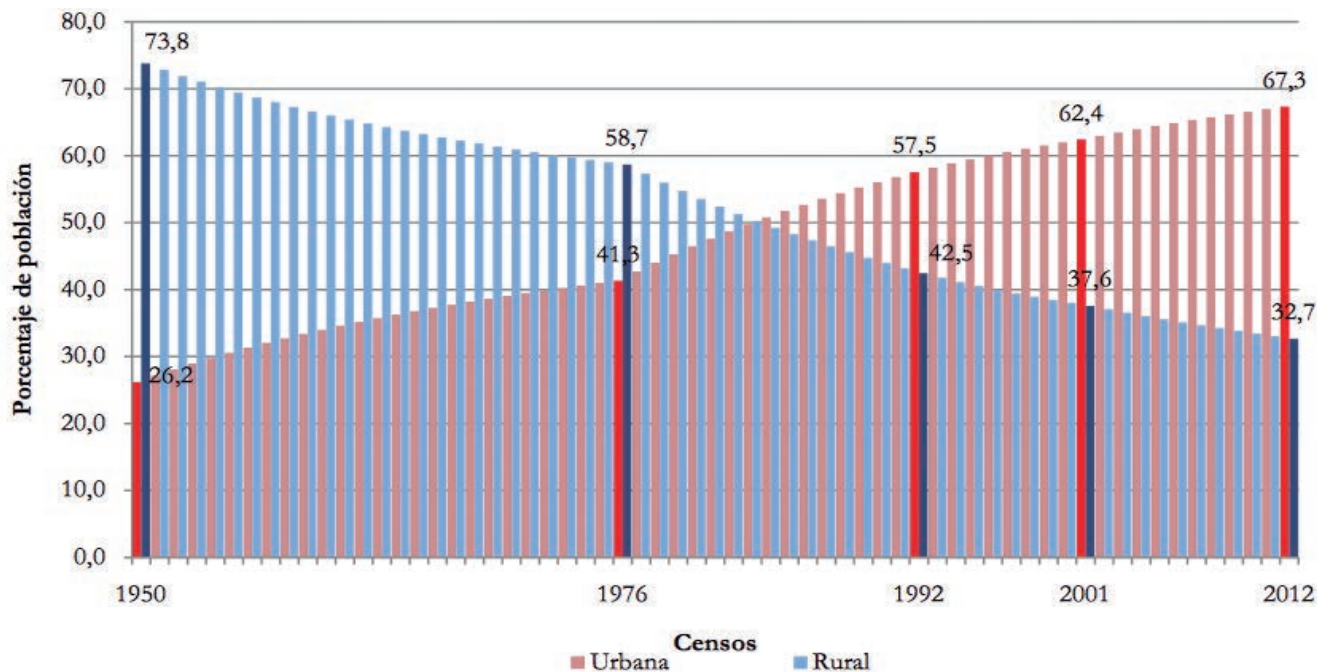


Figura 1.6 Crecimiento poblacional porcentual de Bolivia según el Instituto Nacional de Estadística, diferenciando el rural (barras azules) del urbano (barras rojas). (http://censosbolivia.ine.gob.bo/sites/default/files/archivos_adjuntos/N%204%20Area%20urbanas%20y%20rurales_1.pdf)

1.3.2 Efectos negativos de las ciudades sobre el planeta

Las ciudades han facilitado el modo de vida de los habitantes urbanos, e históricamente han atraído a la población rural, sobre todo cuando en los medios rurales no se ofrecen los adecuados servicios de salud y educación o un adecuado acceso a alimentación y vivienda. Si bien en un principio la población humana era mayoritariamente rural, en el año 2007 se dio el hito histórico en el que la mayor cantidad de personas en el mundo habitan en ciudades respecto a ambientes rurales (Figura 1.5). En nuestro país la migración campo-ciudad fue mucho más acelerada y según el Instituto Nacional de Estadística (2012) el punto de inflexión se alcanzó en la década de los 80s. La población urbana actual sobrepasa el 67% (Figura 1.6).

En el año 1900, sólo 17 ciudades en el mundo tenían más de un millón de personas, pero actualmente las ciudades con más de un millón de habitantes incrementaron a 510, de ellas 36 ciudades sobrepasan los 10 millones de habitantes (mega-ciudades) y 12 los 20 millones (DEMOGRAFIA 2016).

De acuerdo al proyecto “Global Rural Urban Mapping” de la NASA (<http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/grump-v1>), el conjunto total de superficie del planeta ocupado por ciudades es muy pequeña, y no sobrepasa el 3%, pero los impactos de las mismas no se restringen sólo a la superficie de tierra ocupada por ellas, sino a la superficie que es necesaria para suministrarles recursos materiales y energéticos, así como el total de áreas afectadas por sus residuos (Figura 1.7). Ningún rincón del planeta hoy en día, deja de ser afectado directa o indirectamente por la forma de vida de las personas en las ciudades.

Es así que también se puede definir a las ciudades según sus efectos. Según las Naciones Unidas, se estima que las ciudades:

- Consumen más del 60% de la energía del planeta,
- En países en vías de desarrollo, el 70% del agua contaminada por industrias es vertida sin tratamiento a los cuerpos de agua naturales,
- Son responsables de la emisión del 70% de los gases de efecto invernadero y a la vez son las más afectadas por los impactos del calentamiento global (ver sección 3.3.1),
- Son responsables de la generación del 70% de la basura y desperdicios globales.

Desde una perspectiva biológica, las ciudades representan la máxima transformación cultural del humano sobre el medio ambiente, con el fin de satisfacer sus necesidades vitales e incrementar su esperanza de vida, y se puede decir que en la actualidad somos una **“especie urbana”**. Sin embargo, esta transformación no ocurre sin serias consecuencias sobre la misma calidad de vida y posibilidad de supervivencia de nuestra especie. Dentro de las ciudades, las condiciones de hacinamiento, contaminación, falta de seguridad, inequidad y agresividad, repercuten negativamente en el bienestar físico y psíquico de las personas, y debido a los enormes efectos negativos de la forma de vida urbana sobre el equilibrio de nuestro planeta, también se afecta el bienestar de las personas que viven fuera de ellas. Para comprender mejor este concepto, en el siguiente capítulo se realiza un enfoque de las ciudades como ecosistemas, lo que permite comprender los flujos de materia y energía, y de aquí la sostenibilidad de las ciudades en el tiempo.



Figura 1.7. Imágenes GoogleEarth 2016 de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Arriba se observa la mancha urbana fácilmente distinguible por la poca vegetación (color naranja) en medio de campos de cultivo y bosques secundarios (color verde), pero abajo se observa un área extendida mostrando los campos de cultivo industrial que crecen a expensas de talar los bosques (verde más oscuro), la mancha de la ciudad aparece en el círculo rojo. El efecto de las urbes no se circunscribe al espacio que ocupan sobre la superficie terrestre, sino a todas las áreas que son necesarias para proveerle suministros, esta es la verdadera *huella ecológica* de las ciudades.

Lecturas recomendadas

- Wendy Townsend hace una descripción meticulosa de los hábitos de caza de subsistencia de un grupo humano boliviano que hasta hace poco dependía casi enteramente de la caza, pesca y recolección: Townsend, W. 1996. Nyao Itō: caza y pesca de los Sirionó. Instituto de Ecología-UMSA, FUND-ECO, La Paz.
- Existe mucha literatura actualizada sobre la explicación evolutiva del comportamiento animal y humano, una obra recomendable por su claridad y sencillez es Alcock, J. 2013. Animal behavior: an evolutionary approach, 10th. Ed. Sinauer Associates, Inc. Sunderland.
- La clásica obra de Edward Wilson “Sociobiología” tiene un interesante enfoque de explicación biológica de la evolución de las sociedades humanas, que además generó un apasionante debate científico. Una nueva edición por el 25to. aniversario de su publicación es Wilson, E. O. 2000. Sociobiology: the new synthesis. Harvard University Press, New York.
- La Organización de las Naciones Unidas ha publicado las perspectivas mundiales de urbanización el año 2014, se puede descargar de: esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf.

CAPÍTULO 2 LAS CIUDADES COMPRENDIDAS COMO ECOSISTEMAS



2.1 ¿QUÉ ES UN ECOSISTEMA Y CUÁLES SON SUS CARACTERÍSTICAS?

Objetivos de aprendizaje.

Comprender qué son los ecosistemas, cómo se organizan, y cuáles son sus propiedades y funciones. Comprender que los límites de los ecosistemas como unidades auto-regulables dependen del tipo de análisis o estudio que se realice.

Ecosistema puede definirse como una unidad auto-regulable (que no es lo mismo que decir independiente), compuesta por una **comunidad biológica** o **biocenosis** (conjunto de todas las especies de organismos vivos, también llamado “**componente biótico**”) y su entorno no vivo o **biotopo** (también llamado “**componente abiótico**”), que interactúan dinámicamente intercambiando

Comprender a las ciudades como ecosistemas nos permite visualizar más allá del presente, lo que los flujos de materia y energía alterados por los humanos podrán generar como respuesta. Entender la interdependencia de los elementos naturales y culturales dentro y hacia fuera de las urbes es la única forma de poder diseñar ciudades sostenibles.

materia y energía. Es importante resaltar la naturaleza de “sistema” de los ecosistemas: un sistema es un conjunto de elementos organizados e interrelacionados, que interactúan entre sí de tal modo que las **propiedades del sistema** son distintas que la suma de las propiedades de los elementos aislados. Existen tres tipos de sistemas en la naturaleza, los aislados (no intercambian materia ni energía con otros sistemas), los cerrados (intercambian sólo energía con otros sistemas), y los abiertos (intercambian materia y energía con otros sistemas). Los ecosistemas, como todo sistema viviente, **son sistemas abiertos**.

Los ecosistemas tienen una particularidad, y es que a diferencia de otros sistemas en los que se puede definir con bastante claridad sus límites como unidad (por ejemplo cada uno de los seres humanos como individuos somos un sistema, y nuestra individualidad es fácil de identificar), para un ecosistema los límites no son fijos, pues depende del conjunto de organismos vivos que se consideran en un determinado momento y lugar. De esta forma, un ecosistema puede ser para un determinado análisis o estudio un pequeño charco, donde existe una particular comunidad de seres vivos (bacterias, algas, insectos acuáticos y sapos, por ejemplo), o también todo un bosque tropical (Figura 2.1).

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- ¿Qué es un ecosistema y cuáles son sus características?
- Los servicios ecosistémicos: un enfoque a las necesidades humanas
- Las ciudades son ecosistemas



Figura 2.1. El charco de la izquierda puede considerarse un ecosistema, pero también puede considerarse sólo una parte de un ecosistema más grande como el bosque donde se encuentra. La definición de los límites de un ecosistema depende del estudio o análisis que se quiera realizar. Las fotografías corresponden al Bosque Seco Chiquitano de Bolivia (fotografías del autor).

La razón de esta aparente ambigüedad radica en que si bien los ecosistemas son auto-regulables, no son independientes, pues están influenciados por materia y energía que intercambian con otros ecosistemas. Siguiendo el ejemplo del charco, éste recibe las hojas de los árboles del bosque circundante, que representa un **ingreso** de materia utilizable por las bacterias del charco, además, una garza puede alimentarse de los sapos, lo que significa una **salida** de materia del charco. Es así, que podría considerarse pertinente, por razones de estudio o análisis, integrar a los árboles y a las garzas al sistema, así como a la comunidad de organismos vivos que intercambian materia y energía con ellos, de manera que los límites de nuestro ecosistema se amplía a todo el bosque. De esta forma, la sucesiva inclusión de componentes que interactúan intercambiando materia y energía nos lleva a ampliar el concepto de ecosistema progresivamente hasta la máxima dimensión que es el planeta Tierra, denominado desde esta perspectiva **"Biosfera"**.

Por tanto, un ecosistema tiene la **extensión y límites que definamos en un particular estudio o análisis**, teniendo siempre en cuenta que no está aislado, sino que intercambia materia y energía con otros sistemas.

2.1.1 Propiedades de un ecosistema

Todo ecosistema tiene propiedades que lo caracterizan, entre ellas están las medidas de estado y las propiedades dinámicas. **Propiedades de estado** identifican y describen al ecosistema en un determinado momento, por ejemplo se utilizan descriptores como el número de distintas especies que viven en él (concepto denominado riqueza), la densidad o abundancia relativa de cada especie, o la cantidad total de biomasa. Las **propiedades dinámicas** lo describen según cambios en el tiempo, por ejemplo la resistencia, la resiliencia, la susceptibilidad a invasiones de especies foráneas, etc. (ver recuadro). Puesto que cada ecosistema tiene distintos componentes bióticos y abióticos, cada uno tiene también diferentes propiedades (Figura 2.2).



Figura 2.2 Un bosque nublado de los Yungas cochabambinos tiene mucha más riqueza de especies y biomasa en comparación a la isla Incahuasi del salar de Uyuni, pero probablemente, el segundo será más resistente y resiliente al cambio climático (fotografías del autor).

Biomasa: Es un término que tiene dos acepciones: desde el punto de vista ecológico representa la cantidad de materia viva en un determinado lugar, esto implica sumar la masa de los cuerpos de todos los organismos vivos (animales, plantas, microorganismos, etc.). La otra acepción tiene un enfoque energético, implica la materia orgánica (viva o muerta) de origen animal o vegetal susceptible de aprovecharse energéticamente.

Resistencia: Es la capacidad de un objeto o de un sistema de evitar ser modificado por una perturbación externa. Por ejemplo, la resistencia de un cable de cobre al paso de corriente eléctrica, o la resistencia de una persona a fatigarse al hacer ejercicio, o de caer enfermo ante la presencia de agentes infecciosos.

Resiliencia: Es la capacidad de un objeto o de un sistema de retornar a sus condiciones iniciales luego de haber sido afectado por una perturbación externa. Por ejemplo la capacidad de una banda elástica de recuperar su forma inicial luego de estirarla, la capacidad de una persona de sanarse después de haber sufrido una enfermedad o de recuperarse después de un trauma psicológico.

2.1.2 Procesos y funciones de un ecosistema

Son los eventos dinámicos que relacionan a la comunidad de organismos vivos entre sí y con su ambiente no vivo, estas relaciones se engloban en el concepto de “**flujos de materia y energía**”. Este concepto resume todos los eventos en los que cada componente del ecosistema obtiene o pierde materia o energía en interacción con los otros elementos. Por ejemplo, cuando un venado come una porción de pasto ha ganado la energía y la materia que obtendrá digiriendo y asimilando las hojas, sea para destinar a su gasto energético o para añadir materia a su cuerpo, pero el pasto ha perdido esta materia y energía de su cuerpo. Los flujos de materia y energía pueden analizarse desde muchas perspectivas, ya sea diferenciando si están determinados por eventos físicos, químicos o biológicos, o también pueden diferenciarse en cuanto involucren materia orgánica o inorgánica, o si involucran o no a los seres humanos.

El ciclo del agua es un ejemplo de proceso del ecosistema (Figura 2.3), así como el ciclo del carbono (Figura 2.4), o los ciclos de otros elementos como el fósforo, el nitrógeno o el calcio (llamados “**ciclos de nutrientes**”). El ciclo del carbono en el interior del componente biótico de un ecosistema se entiende como las **relaciones tróficas** entre los organismos (del latín *trophos* = comer, entiéndase

entonces como: “quién se come a quién”), y las múltiples relaciones tróficas entre las especies constituyen una “**red trófica**” (Figura 2.5). Los fenómenos de una red trófica como la producción primaria, herbivoría, depredación, descomposición, u otros como el parasitismo, son también procesos del ecosistema. Es fácil deducir que los tipos y cantidad de procesos de un ecosistema depende de la comunidad de organismos vivos que alberga, cuanto mayor riqueza y variedad de organismos vivos tenga un ecosistema, mayor riqueza y diversidad de procesos tendrá.

Cuando se observan los procesos del ecosistema como generadores de un resultado en particular, se los visualiza como **funciones del ecosistema**. Por ejemplo, el proceso fisiológico de fotosíntesis llevado a cabo por todos los productores primarios de un ecosistema, involucra una cantidad neta de dióxido de carbono absorbido desde la atmósfera y la fijación de éste en el cuerpo de los productores primarios; desde un punto de vista funcional, el ecosistema ha captado dióxido de carbono de la atmósfera y lo ha fijado en su biomasa. Muchos procesos del ecosistema son apreciados también como funciones, por ejemplo, son funciones de los ecosistemas la regulación del ciclo del agua, la regulación del clima, producción de biomasa, fijación de dióxido de carbono, la polinización, la producción de madera o de alimentos, etc. La suma total de funciones de un ecosistema determina su **funcionalidad**.



Figura 2.3. Esquema generalizado del flujo del agua en los ecosistemas. Partiendo de las reservas de agua en forma sólida como **hielo o nieve en los glaciares** de las montañas, a mayor temperatura se funden como agua dulce líquida, la cual fluye sobre la superficie sea como agua de **escorrentía** (sobre la superficie) o siguiendo cursos definidos como **arroyos y ríos**, esta agua dulce puede almacenarse superficialmente en **lagunas o lagos**, o filtrarse a través del suelo (proceso llamado **percolación**) constituyendo el conjunto de **agua subterránea**, la cual puede almacenarse por mucho tiempo, o emerger por **manantiales**. El agua dulce superficial y subterránea alcanzará de una u otra forma los **océanos**.

Desde los océanos y la superficie de la tierra, en cualquier momento, el agua líquida puede evaporarse a mayor temperatura, conformando **nubes o neblina** que es el agua en estado gaseoso o vapor, la cual al descender la temperatura se condensa y se **precipita** a la tierra como **lluvia, granizo o nieve**. El agua en estado sólido también puede pasar a estado gaseoso directamente (**sublimación**) o el vapor de agua a estado sólido (**desublimación**). Los organismos vivos ingresan el agua en sus cuerpos para vivir, cuando la pierden se dice que transpiran, el conjunto de evaporación desde la biosfera se llama **evapotranspiración**. Modificado de la “escuela del agua” del Servicio Geológico de Estados Unidos (<http://water.usgs.gov/edu/watercyclespanishhi.html>).



Figura 2.4. Esquema generalizado del flujo de carbono en los ecosistemas. Partiendo del carbono en forma gaseosa, por ejemplo como *dióxido de carbono*, éste puede mantenerse en la atmósfera por mucho tiempo, o ser fijado por las plantas (en la tierra) o las algas (en el agua) a través de la *fotosíntesis*, para incorporarlo en su cuerpo; los animales se alimentan de estos organismos fotosintéticos, y de esta forma el carbono atmosférico pasa a ser parte de la biomasa de plantas y animales. Todos ellos al metabolizar eliminan dióxido de carbono a la atmósfera a través de la respiración, de manera que parte del carbono fijado por fotosíntesis regresa a la atmósfera, pero otra gran parte se queda en la *biomasa*. Cuando los organismos mueren, sus cuerpos son *descompuestos por los microorganismos*, que en su *respiración* liberan dióxido de carbono a la atmósfera,

pero el resto que no es totalmente descompuesto queda como carbono en el suelo, las acumulaciones de este carbono en el suelo por mucho tiempo produce el *carbono fósil*, enterrado en el fondo de la tierra en forma de carbón mineral, petróleo, gas, etc. Carbono retenido en las rocas puede ser liberado por *intemperismo* a la atmósfera o volver al suelo. En este balance, el humano ocasiona el mayor efecto negativo al extraer el carbono fósil para usarlo como combustibles, de modo que al quemarlo ingresa a la atmósfera como dióxido de carbono provocando el cambio climático (ver apartado 3.3.1). (http://archive.cnx.org/resources/4895472f39caca5a8df35ac836158b9e9ab618c5/Figura%2020_02_03-es.png)

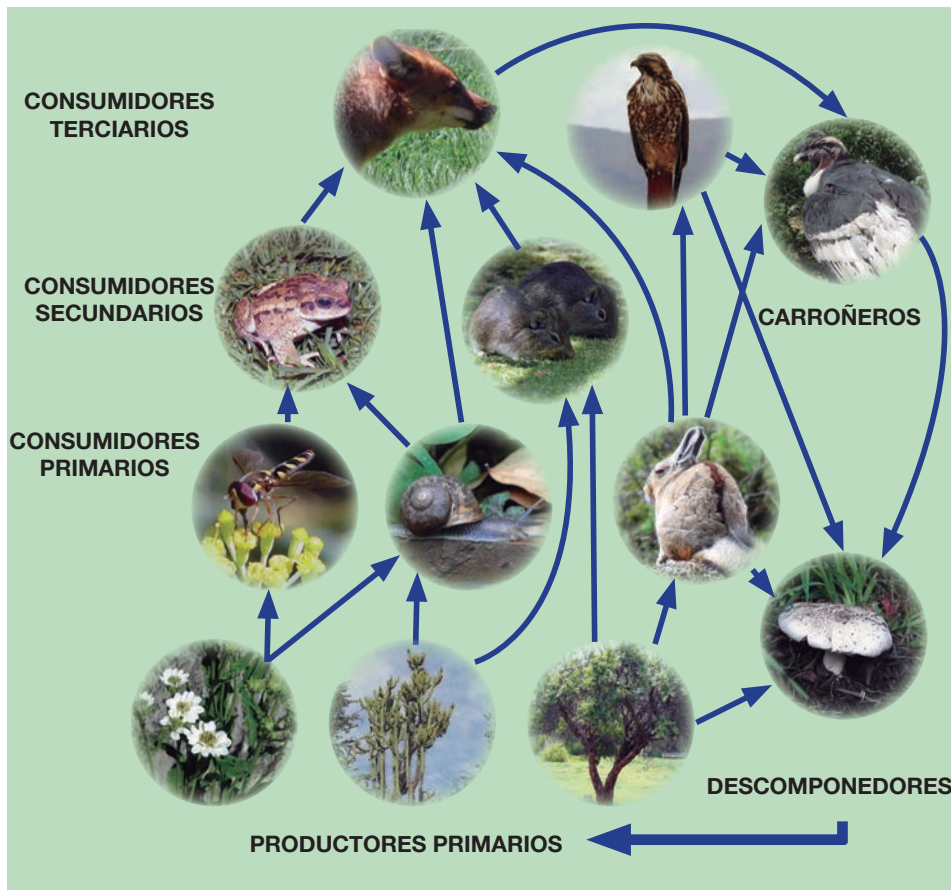


Figura 2.5. En esta comunidad biológica esquemática, se observa las relaciones de flujo de materia y energía, o en este caso *relaciones tróficas*, que existen entre los distintos organismos. La *producción primaria* implica la fijación del carbono atmosférico (CO_2) y los minerales del suelo como biomasa en el cuerpo de las plantas, que son los *productores primarios* o *autótrofos*. Los productores primarios son comidos por los *consumidores primarios*, que son los animales herbívoros, a esto se llama herbivoría, éstos a su vez son alimento de los *consumidores secundarios* o los *terciarios*, a través del fenómeno de depredación. Los cuerpos de los animales muertos pueden ser aprovechados por los *carroñeros*, y finalmente, los restos de todos los organismos muertos son aprovechados por hongos y bacterias en un proceso llamado *descomposición*, que devuelve los minerales al suelo para que vuelvan al ciclo. Fotografías del autor.

2.2 LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: UN ENFOQUE A LAS NECESIDADES HUMANAS

Objetivos de aprendizaje. Comprender que el concepto de servicios ecosistémicos tiene una aproximación antropocéntrica, enfocándose sobre las funciones de los ecosistemas que proporcionan beneficios para nuestra especie. Comprender la diferencia entre la valoración y valuación de los servicios ecosistémicos, y la utilidad del concepto de anti-servicios ecosistémicos para un adecuado análisis de los beneficios que provee cada ecosistema, o cada componente del ecosistema.

Los **servicios ecosistémicos**, también llamados en ocasiones **servicios ambientales** (el segundo concepto es más antiguo), son el conjunto de funciones del ecosistema que benefician a la humanidad, y van más allá del simple beneficio económico obtenido por su explotación. Se pueden clasificar de muchas formas, y como guía presentamos la clasificación que hace el programa “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio” de la Naciones Unidas (millenniumassessment.org/es/index.html), que los agrupa en cuatro grupos:

- **Servicios de soporte:** son los necesarios para la existencia de los demás servicios, e incluye procesos como los ciclos de nutrientes, la formación del suelo, la producción primaria, etc.
- **Servicios de aprovisionamiento:** proveen productos

materiales para la vida de las personas, como el alimento, el agua potable, madera, fibras, combustibles, recursos bioquímicos o genéticos, etc.

- **Servicios de regulación:** son los procesos del ecosistema que son capaces de regular el clima, la producción de alimentos, el ciclo del agua, la aparición o prevalencia de enfermedades, etc.
- **Servicios culturales:** son los beneficios intangibles como los servicios espirituales, educacionales, recreacionales, estéticos, de inspiración, herencia cultural, sentido de identidad y pertenencia a un lugar.

Los servicios de soporte sustentan a los servicios de aprovisionamiento, de regulación y los culturales, y a su vez, todos ellos permiten de múltiples formas lograr el alcance de los **componentes de bienestar** de las personas (Figura 2.6). Si una persona accede de una forma adecuada a todos los componentes de bienestar (seguridad, salud, acceso a bienes materiales y servicios y tener buenas relaciones sociales), tendrá la libertad de elegir para sí misma lo que desea ser y hacer en su vida, la libertad es el bien máspreciado e irrenunciable de todo ser humano. Por tanto, cuantos más procesos y funciones tenga un ecosistema, mayor cantidad y variedad de servicios ecosistémicos podrá ofrecer a las personas para su desarrollo pleno. Esta es la razón por la que la comunidad mundial está muy preocupada en mantener la integridad de los ecosistemas del planeta y por evitar la dramática pérdida de biodiversidad que se sufre en la actualidad (ver apartado 4.2).

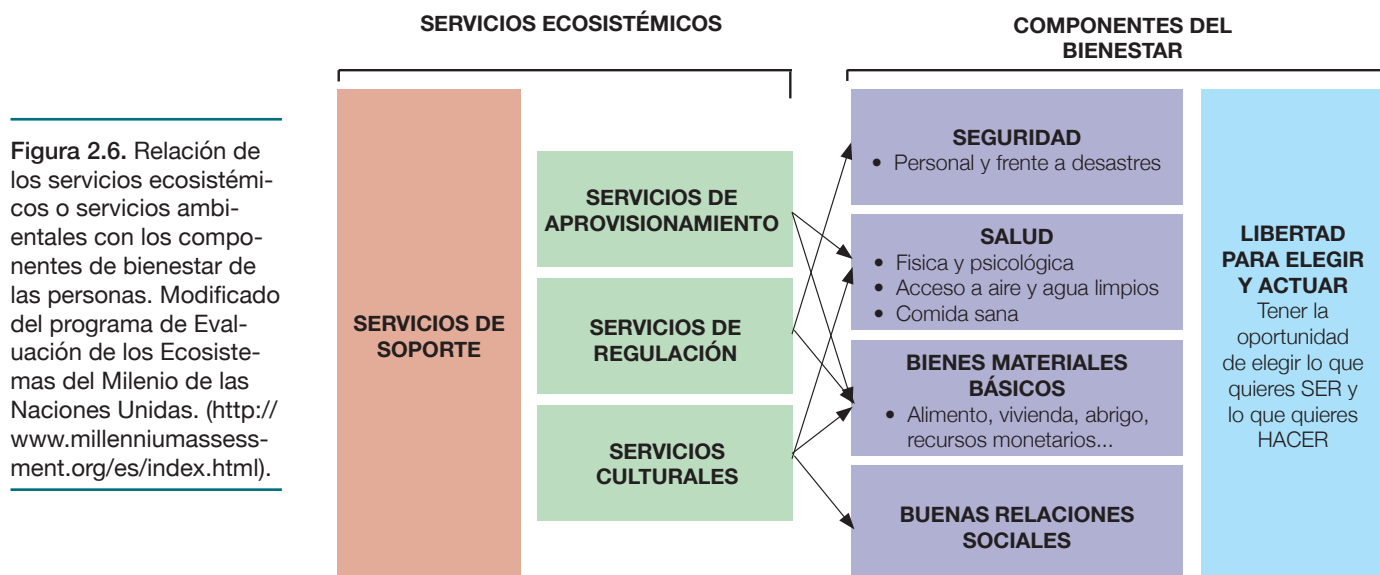


Figura 2.6. Relación de los servicios ecosistémicos o servicios ambientales con los componentes de bienestar de las personas. Modificado del programa de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de las Naciones Unidas. (<http://www.millenniumassessment.org/es/index.html>).

2.2.1 Valoración y valuación de los servicios ecosistémicos

Si bien la percepción en las personas de que la naturaleza nos brinda beneficios es tan antigua como nuestra especie, también antigua (y quizás más arraigada), fue la percepción de que el humano puede o incluso “debe” **controlar la naturaleza**. Esto explica que históricamente haya tardado tanto tiempo en darse una adecuada compren-

sión de la naturaleza como “beneficiadora” de los seres humanos. El concepto de servicios ecosistémicos empezó a utilizarse recién desde la década del 1970, inicialmente como una forma de incrementar la atención del público respecto a la conservación de la biodiversidad, pero hacia la década del 1990 la visión de la economía clásica los acomodó al enfoque de la monetización (Gómez-Baggethun et al. 2010).

La **valuación de los servicios ecosistémicos** implica poder calcular cuánto valen éstos en términos de dinero, con el fin de ponderarlos en una misma unidad respecto a otras acciones económicas. De principio la idea es interesante, al menos desde el punto de vista teórico, por ejemplo, supongamos que se desea talar diez hectáreas de un bosque para vender la madera que generará un cierto beneficio económico para una comunidad. Si sólo se cuenta con ese parámetro, la tala sería quizás la única opción, pero si se pudiese saber cuánto dinero representa para la misma comunidad la fijación de dióxido de carbono, el control de la erosión, la regulación del clima, la obtención de alimento o la polinización, podría evaluarse de mejor forma si realmente es más rentable y conveniente talar el bosque o mantenerlo en pie. El problema surge cuando no existen, o es difícil desarrollar, formas suficientemente objetivas como para **monetizar correctamente** estos servicios. Particularmente importante es dimensionar las diferencias temporales, en nuestro ejemplo la venta de madera genera mucho dinero inmediatamente, pero mantener el bosque provee beneficios a lo largo de mucho tiempo, si no se calculan adecuadamente los beneficios a futuro, las visiones inmediatistas optarían por talar el bosque. Pese a las limitaciones de la valuación de los servicios ecosistémicos, en ocasiones lograron interesantes metas de conservación al ingresar económicamente a la naturaleza en la gestión pública (Gómez-Baggethun et al. 2010).

Durante el siglo XXI, el giro que la economía clásica dio a los servicios ecosistémicos enfatizando su monetización fue fuertemente criticada por los sectores académicos interesados en la conservación, así como por la opinión pública, pues los beneficios a las personas empezaban a concebirse sólo como **“valores de uso”** (el valor de algo es determinado por las características propias del objeto y por el uso específico y concreto que se le da), relegando los valores éticos y estéticos, entre otros.

La inclusión de los elementos intangibles, como los culturales, enfatiza una gran diferencia en la concepción de los servicios ecosistémicos, es decir, no sólo ha de pensarse en cuánto dinero pueden representar, sino que es igualmente importante valorar las percepciones subjetivas de las personas. Hay aspectos fundamentales para la vida equilibrada de las personas que no pueden monetizarse, por ejemplo: ¿cuánto cuesta el valor estético de un paisaje natural?, ¿cuánto cuesta la sensación de bienestar de quienes pueden visitarlo y recorrerlo?, ¿o el significado espiritual o religioso para otros?, y si habían estrategias culturales ligadas a ese bosque: ¿cuánto cuesta una cultura perdida para la humanidad?

La **valoración de los servicios ecosistémicos** debe representar más bien un diálogo entre los ciudadanos, científicos y tomadores de decisiones, en el que se discuta abiertamente sobre lo que cada persona o colectivo considera valioso en un ecosistema, sin menospreciar lo intangible respecto a lo tangible. Y si se contase además con una correcta valuación de los servicios ecosistémicos, ésta coadyuvaría en la toma de decisiones, no como un elemento substitutivo, sino como uno complementario. Por tanto, el desarrollo de métodos adecuados de valuación de los servicios ecosistémicos es una tarea que debería ser encarada por los futuros profesionales de diferentes disciplinas.

2.2.2 Anti-servicios ecosistémicos

Recientemente se ha empezado a determinar que elementos de ecosistemas naturales, pero principalmente los modificados por el hombre, en lugar de brindar beneficios a las personas, pueden ser perjudiciales para su bienestar. A esto se ha llamado en inglés “disservices”, que en español se puede traducir como “deservicios”, “anti-servicios” o “perjuicios”. Puesto que el término “anti-servicios” expresa mejor una situación contraria a un servicio, lo usare-



Figura 2.7. Los ambientes alterados culturalmente por los humanos, como estas montañas deforestadas y habilitadas para campos de cultivo, son también ecosistemas (Camino a Pojo, Cochabamba, fotografía del autor).

mos en este texto. Es importante hacer notar, que ninguna propiedad ni función del ecosistema son perjudiciales en sí mismas, puesto que la perspectiva de beneficio o perjuicio es válida sólo desde la perspectiva antropocéntrica. La ventaja de comprender la existencia de los anti-servicios es que se puede evaluar cuán beneficioso es un elemento del ecosistema, sea natural, o sea producto de la transformación cultural del humano. Por ejemplo, los eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) son árboles originarios de Australia que han sido introducidos por los humanos en América. Su presencia en varios sitios de Bolivia ofrece varios servicios ecosistémicos, como la fijación de dióxido de carbono por su gran masa foliar, sombra para las personas, barrera contra el viento, retención de polvo, así como recursos maderables y medicinales. Pero debido a que evolucionó en otro contexto natural, presenta ciertos rasgos biológicos que ocasionan problemas a los ecosistemas de Bolivia, por ejemplo, está adaptado a extraer grandes cantidades de agua del suelo, por lo que puede desecar los suelos (¡incluso se lo ha usado en ciertos sitios para desecar lagunas!), sus hojas tienen sustancias químicas que inhiben el desarrollo de otras plantas empobreciendo las comunidades naturales de flora y fauna, alcanzan gran altitud sobrepasando los 30 m, de modo que en sitios ventosos pueden representar un serio peligro si sus ramas o todo el árbol llegan a caer. Con un adecuado balance de servicios y anti-servicios se pueden tomar decisiones más acertadas, como por ejemplo: ¿En los programas de reforestación, es más beneficioso utilizar especies nativas, en general de crecimiento lento, o es preferible usar eucaliptos de crecimiento más rápido?

2.3 LAS CIUDADES SON ECOSISTEMAS

Objetivos de aprendizaje. Comprender que las ciudades pueden analizarse conceptual y funcionalmente como ecosistemas, lo que permite un adecuado escenario para tomar decisiones en la planificación urbana.

Generalmente, cuando pensamos en ecosistemas se nos viene a la mente ambientes naturales que no han sido afectados por las actividades humanas, y una ciudad parecería precisamente ser lo contrario a eso. Pero como vimos en el capítulo anterior, nuestra especie no es más que otra de las millones que existen y han existido en el planeta, y vive intercambiando materia y energía con la comunidad biológica y los componentes abióticos que le acompañan. Por tanto, nuestra especie es parte de los ecosistemas, incluyendo las modificaciones culturales que incorpora en los ecosistemas naturales (entiéndase “naturales” como los no afectados por las actividades humanas). Por ejemplo, un ambiente agrícola se denomina “agro-ecosistema” (Figura 2.7), en

el cual las transformaciones culturales de nuestra especie han modificado la composición de especies, el paisaje, la calidad del suelo, y en conjunto los patrones de flujo de materia y energía. Los servicios ecosistémicos del ecosistema original o natural han sido modificados por el humano para incrementar uno de ellos: la provisión de sus alimentos.

Las Naciones Unidas, reconociendo la mutua interdependencia de los ecosistemas y las acciones culturales de los humanos sobre ellos, ha creado el programa “Hombre y Naturaleza” (MAB por sus siglas en inglés), que propone una agenda global de investigación interdisciplinaria y de formación de capacidades para mejorar la relación de la gente con su ambiente (unesco.org.uy/mab/es/areas-de-trabajo/ciencias-naturales/mab/programa-mab/programa-mab.html). Para esto maneja una red de Reservas de la Biosfera (564 sitios en 109 países), que incluye las intervenciones culturales del hombre. En Bolivia contamos con tres: la Tierra Comunitaria de Origen Pílon Lajas, la Estación Biológica del Beni y la Reserva Nacional de Fauna Ulla Ulla que fue posteriormente re-categorizada, re-denominada y re-delimitada como Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba. Visita el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia en: sernap.gob.bo.

Una ciudad es un ecosistema muy modificado culturalmente por el ser humano, pues muchos de los elementos



Figura 2.8. Al entender a la ciudad como un ecosistema, un puente puede comprenderse como un elemento más de éste, y analizarlo en virtud de los servicios y anti-servicios. El puente permite ahorrar tiempo en el traslado de una ladera a otra proporcionando los beneficios a los ciudadanos de evitar el estrés, pasar más tiempo con la familia, disminuir la cantidad de combustibles utilizados y por ende la emisión de gases de efecto invernadero. Dependiendo de su diseño y la forma como se integra estéticamente con el paisaje, podría bien representar anti-servicios estéticos al alterar el paisaje, o por el contrario representar un componente indisoluble del paisaje, llegando a ser incluso un elemento generador de identidad (Fotografía del autor).

presentes, como edificios, carreteras, puentes, medios de transporte e industrias, son elementos modificados por la cultura humana, pero no por esto, las personas y los demás seres vivos que habitan las ciudades, dejan de intercambiar materia y energía entre ellos y con su entorno no vivo. La comprensión de las ciudades como ecosistemas permite analizar sus procesos, funciones y servicios de una forma mucho más objetiva y clara (Figura 2.8).

Una típica ciudad en la actualidad, debido al tipo de actividades humanas que se desarrollan en ellas, es un ecosistema altamente dependiente del aprovisionamiento de recursos de otros ecosistemas. Como se observa en la figura 2.9, una ciudad tipo requiere **ingresos** diarios de enormes cantidades de alimentos, agua, energía y otros materiales para los seres humanos, pero a su vez, genera como **salidas**, grandes cantidades de residuos sólidos, aguas contaminadas y gases de efecto invernadero. Esto explica el enorme impacto de las ciudades sobre el resto del planeta (Figura 1.7).

2.3.1 Servicios ecosistémicos de las ciudades

Puesto que las ciudades son ecosistemas, los componentes de la misma (elementos naturales y culturales), y sus procesos ofrecen servicios ecosistémicos, así como también anti-servicios ecosistémicos. Por ejemplo, la infraestructura histórica que toda ciudad aloja, constituye parte de la identidad de quienes la habitan, pues es parte de

su raíz cultural, y desde un punto de vista ecosistémico, otorgan numerosos e irremplazables servicios culturales, pero también económicos si se dimensiona su potencial turístico. El paisaje natural circundante muchas veces es considerado sólo como un espacio para el crecimiento urbano, olvidando los enormes servicios ecosistémicos de regulación, aprovisionamiento y culturales (estéticos, recreacionales, educacionales, identidad, inspiración y herencia cultural por mencionar algunos) (Figuras 5.2 y 5.3). Los servicios ecosistémicos actuales y potenciales de estos ejemplos son tan importantes e irremplazables, que sería un grave error destruirlos para reemplazarlos por infraestructura moderna que sólo cumpliría funciones de alojar personas o comercios que podrían haber sido emplazados en otros sitios. Con este ejemplo vemos con claridad cómo el concepto de servicios ecosistémicos ayuda a tomar decisiones correctas para la planificación urbana relacionándose al concepto de **patrimonio** (Capítulo 5).

Existe bastante información publicada sobre la valoración de los servicios y anti-servicios de los componentes de los ecosistemas urbanos. A modo de ejemplo, en las tablas 2.1 y 2.2 se reproduce información presentada por Gómez-Baggethun y Barton (2013) sobre casos publicados en los que se ha propuesto indicadores para cuantificar o cualificar servicios o anti-servicios ecosistémicos (si estás interesado en conocer las publicaciones originales que realizaron las propuestas remítete al artículo de estos autores).



Figura 2.9 Esquema generalizado de los flujos de materia y energía de una ciudad, comparar con la figura 3.3, particularmente el tamaño y dirección de las flechas (Elaboración propia).

Tabla 2.1. Ejemplos de servicios ecosistémicos en áreas urbanas evaluados y/o medidos en publicaciones científicas, según la recopilación de Gómez-Baggethun y Barton (2013).

Funciones y componentes	Servicio Ecosistémico	Ejemplos	Ejemplos de indicadores
Conversión de energía en plantas comestibles a través de la fotosíntesis	Provisión de alimento	Vegetales producidos en huertos urbanos y áreas peri-urbanas	- Producción de comida (toneladas/año)
Percolación y regulación de escorrentía, y descargas de ríos	Regulación del ciclo hídrico y mitigación de la escorrentía	Percolación por suelo y vegetación durante eventos de precipitación fuertes o prolongados	- Capacidad de infiltración del suelo: % de suelo sellado en relación al no sellado (ha)
Fotosíntesis, sombreado y evapotranspiración	Regulación de la temperatura urbana	Los árboles y otras vegetación urbana proveen sombra, crean humedad y bloquean al viento	- Índice de área foliar - Decremento de temperatura por tipo de cobertura arbórea en cada área de 1 m ² (°C)
Absorción de ondas sonoras por la vegetación y el agua	Reducción del ruido	Absorción de ondas sonoras por barreras vegetales, especialmente vegetación densa	- Área foliar (m ²) - Distancia a carreteras (m) - Reducción de ruido (dB)/unidad de vegetación (m)
Filtrado y fijación de gases y material particulado	Purificación del aire	Remoción y fijación de contaminantes por vegetación urbana en hojas, tallos y raíces	- O ₃ , SO ₂ , NO ₂ , CO y PM _{10µm} removidos (toneladas/año) multiplicado por cobertura arbórea (m ²)
Barrera física y absorción de energía cinética	Moderación de extremos ambientales	Amortiguamiento de tormentas, inundaciones y oleaje por barreras vegetales; absorción de calor durante olas de calor severas	- Densidad de cobertura de barreras vegetales separando áreas construidas del mar
Remoción o descomposición de nutrientes no naturales	Tratamiento de residuos	Filtrado de efluentes y fijación de nutrientes por cuerpos de agua urbanos	- P, K, Mg y Ca en mg/kg comparados con estándares de calidad de suelo y agua
Secuestro y fijación de carbono por la fotosíntesis	Regulación del clima	Secuestro y almacenamiento de carbono en la biomasa de árboles y arbustos urbanos	- Secuestro de CO ₂ por árboles (carbono multiplicado por 3,67 para convertir a CO ₂)
Movimiento de gametos florales por organismos vivos	Polinización	Ecosistemas urbanos proveen hábitat para aves, insectos y otros polinizadores	Diversidad y abundancia de aves, abejas y abejorros
Ecosistemas con valores recreacionales y educacionales	Desarrollo recreativo y cognitivo	Parque urbanos proveen múltiples oportunidades para recreación, meditación y pedagogía	Superficie de áreas verdes públicas (ha/habitante o por cada 1000 habitantes)
Provisión de hábitat para especies animales	Posibilidad de observar animales, mayor contacto con la naturaleza	Espacios urbanos verdes proveen hábitat para aves y otros animales que las personas gustan de observar	Abundancia de aves, mariposas y otros animales valorados por sus atributos estéticos

Tabla 2.2. Ejemplos de anti-servicios ecosistémicos en áreas urbanas evaluados y/o medidos en publicaciones científicas, según la recopilación de Gómez-Baggethun y Barton (2013).

Funciones del ecosistema	Anti-servicio	Ejemplos	Ejemplos de indicadores
Fotosíntesis	Problemas de calidad del aire	Especies arbóreas y arbustivas emiten compuestos orgánicos volátiles (VCOs)	- Emisiones de VCOs (toneladas/año/unidad de vegetación)
Crecimiento arbóreo a través de fijación de biomasa	Bloqueo visual	Bloqueo de apreciación visual por árboles ubicados delante de inmuebles	- Árboles muy altos muy cerca de inmuebles
Movimiento de gametos florales	Alergias	Plantas polinizadas por el viento causan reacciones alérgicas	- Alergenicidad (p.e. puestos de la OPALS)
Envejecimiento de la vegetación	Accidentes	Ruptura de ramas que caen sobre carreteras o inmuebles	- Número de árboles viejos
Desarrollo de vegetación densa	Miedo y estrés	Áreas oscurecidas por la vegetación percibidas como inseguras durante la noche	- Superficie no iluminada de parques
Fijación de biomasa en las raíces	Daños en la infraestructura	Ruptura de pavimento por las raíces	- Pavimento quebrado (m ²) por m ³ de raíces
Provisión de hábitat para especies animales	Competencia de hábitat con los humanos	Insectos y otros animales percibidos como aterradores, repulsivos o incómodos	Abundancia de insectos, aves, etc.

Lecturas recomendadas

- Una interesante revisión histórica de la relación entre el concepto de servicios ecosistémicos y las ciencias económicas puede encontrarse en Gómez-Baggethun, E., R. de Groot, P. L. Lomas y C. Montes. 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics* 69: 1209-1218.
- *Ecological Economics* y *Ecosystem Services* son revistas que publican artículos científicos sobre el uso de los servicios ecosistémicos en la toma de decisiones para la conservación, políticas locales o gubernamentales de desarrollo y mercados financieros. El número especial de *Ecological Economics* "Ecosystem Services Science, Practice, and Policy: Perspectives from ACES, A Community on Ecosystem Services" editado por Carl Shapiro, Greg Arthaud, Frank Casey and Dianna Hogan (Volumen 115 del 2015), ofrece una interesante revisión actualizada.
- La obra de acceso libre "Urbanization, biodiversity and Ecosystem Services: challenges and opportunities. A global assessment", editada por Thomas Elmqvist y colaboradores (2013), presenta una actualización de la visión de las ciudades como ecosistemas y una evaluación del estado de la aplicación del concepto de servicios ecosistémicos en diferentes regiones del mundo. Puede ser bajado gratuitamente del siguiente enlace: cbook.org/pdf/Urbanization_biodiversity_and_ecosystem_services-challenges_and_opportunities_2013.pdf

CAPÍTULO 3 DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE: CONSTRUYENDO CIUDADES HABITABLES



Idealización de la ciudad “inteligente” de París en 2050 según el arquitecto Vincent Callebaut (vincent.callebaut.org)

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- El desarrollo sostenible desde su origen hasta las acciones mundiales de hoy
- Desarrollo urbano sostenible
- Cambio climático y ciudades resilientes
- Ciudades eco-eficientes
- Ciudades habitables
- Ciudades sostenibles y habitables en la agenda mundial

3.1 EL DESARROLLO SOSTENIBLE DESDE SU ORIGEN HASTA LAS ACCIONES MUNDIALES DE HOY

Objetivos de aprendizaje. Comprender el origen y significado del concepto de desarrollo sostenible y las actuales acciones internacionales encaminadas a conseguirlo a nivel global.

3.1.1 El origen y significado del concepto “desarrollo sostenible”

El concepto de desarrollo sostenible es actualmente muy utilizado no sólo en los ámbitos académicos, sino en el lenguaje cotidiano. Fue desarrollado inicialmente en lengua inglesa como “*sustainable development*”, y fue traducido al castellano en distintas regiones geográficas de habla hispana como “*desarrollo sostenible*” o “*desarrollo sustentable*”. Ambos conceptos de principio eran sinónimos, pero a lo largo del tiempo se ha sugerido que son distintos considerando las sutiles diferencias semánticas entre los verbos “sostener” y “sustentar”. Estas diferencias son inexistentes en lengua inglesa, y por tanto en ciencia no se atiende a ellas.

“*Sustainable Development*” fue por primera vez usado en 1980 en la “Estrategia Mundial para la Conservación” (IUCN 1980), y formalizado en el documento “Nuestro futuro común” de las Naciones Unidas (WCED-UN 1987), ver recuadro. Puesto que el concepto implica la capacidad de mantener algo sin cambio a lo largo del tiempo, el verbo castellano más adecuado es sostener, razón por la cual en este texto utilizaremos “*desarrollo sostenible*”. El concepto ha sido sujeto de amplias deliberaciones y discusiones, hay muchísimos detractores que critican sus principios o incluso sugieren eliminar su uso, analizar estas discusiones excede el objetivo del presente texto.

Desarrollo sostenible actualmente se constituye en un paradigma que tiene influencia sobre prácticamente todas las actividades humanas y es el centro de la preocupación de la comunidad internacional (ver siguiente apartado). Este paradigma busca encontrar las maneras con las que los humanos puedan alcanzar su pleno desarrollo físico, psíquico y espiritual, con bienestar, ahora y en el futuro, en igualdad de condiciones, conservando la viabilidad de los sistemas ecológicos del plantea que sustentan nuestra vida y la vida de todas las demás especies vivientes.

Es fácil deducir que el desarrollo sostenible requiere que las personas tengan un alto grado de solidaridad y responsabilidad en el uso de los recursos, y en la cantidad y destino de los residuos que generan; esta responsabilidad es sólo alcanzable con un alto nivel de educación. A estas sociedades ideales se las denomina “*ambientalmente*

responsables y educadas” o también *“sociedades sostenibles”*. Por tanto, es también fácil deducir que las actitudes que se antepone al desarrollo sostenible son el *“desarrollismo”* (que visualiza que el crecimiento económico y generación de riqueza debería ser constante, por tanto, que no tiene limitantes), el *“consumismo”* (que cada individuo pueda acceder sin restricciones a todos los bienes y servicios que su poder económico le permita), el *“individualismo”* (que cada persona satisfaga sus necesidades sin considerar las necesidades de otras personas actuales o de las que vendrán en el futuro), y el *“inmediatismo”* (que se anteponga la satisfacción de las necesidades actuales y de corto plazo sin prever la satisfacción de las necesidades futuras de las generaciones actuales o de las futuras).

RECUADRO

Traducción del texto original de IUCN (1980): “Desarrollo es definido aquí como: la modificación de la biosfera y la aplicación de recursos humanos, financieros, vivos y no-vivos a la satisfacción de las necesidades humanas y la mejora de la calidad de la vida humana. Para que un desarrollo sea sostenible, éste debe considerar factores sociales y ecológicos, así como los económicos; los recursos de base vivos y no-vivos; y las ventajas y desventajas de largo plazo así como las de corto plazo de las acciones alternativas.”

Traducción del texto original de WCED-UN (1987): “Desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones en satisfacer sus propias necesidades. Esto acoge dos conceptos clave: El concepto de ‘necesidades’, en particular, las necesidades esenciales de los pobres del mundo, a quienes debe darse prioridad; y la idea de limitaciones impuestas por el estado de la tecnología y la organización social sobre la habilidad del medio ambiente para satisfacer las necesidades presentes y futuras.”

3.1.2 Las metas de Desarrollo Sostenible de la ONU

Desde la propuesta de “Nuestro futuro común” por la ONU en el año 1987, la comunidad internacional ha acumulado experiencias positivas y negativas en el camino de lograr el desarrollo sostenible a través de la cooperación internacional y de las acciones de los gobiernos locales; por otro lado, la cantidad de información científica producida sobre esta temática en estos decenios es enorme. Un evento histórico en este sentido fue la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo o Cumbre de la Tierra que se reunió en Río de Janeiro en 1992, que produjo el *Programa o Agenda 21*, que planteaba directrices para alcanzar metas de desarrollo sostenible para el siglo XXI. Sucesivas reuniones de las Naciones Unidas



Figura 3.1 Las 17 metas u objetivos de desarrollo sostenible (ODS) que la Organización de la Naciones Unidas ha empezado a implementar desde enero de 2016 (www.undp.org/content/undp/es/home/sdoverview/post-2015-development-agenda.html)

denominadas Rio+5 (1997), Rio+10 (2002) y Rio+20 (2012), revisaron los alcances y plantearon nuevas metas. Lastimosamente, las sociedades humanas en todo el mundo priorizaron las acciones “desarrollistas”, de manera que para el siglo XXI el planeta está más expuesto que nunca al colapso. Un libro muy gráfico, con excelentes fotografías que extraordinariamente muestran los efectos actuales de las actividades humanas sobre el planeta y sobre la misma calidad de vida de los humanos es “Overpopulation, Overdevelopment, Overshoot”. La traducción al castellano del título sería “Sobrepoblación, desarrollo excesivo, exceso de la capacidad del planeta”, el título y contenido es elocuente, pues la sobrepoblación y principalmente los hábitos de consumismo de las personas, han sobrepasado la posibilidad del planeta para sostener con bienestar a la población actual (mayor a los 7450 millones de personas), si por ahora muchas personas accedemos a los suficientes recursos, es porque millones viven en extrema pobreza. El libro ha sido producido por Global Population Speak out, se puede leer el libro en línea en: populationspeakout.org/the-book/view-book/

Las Naciones Unidas como respuesta a esta grave crisis mundial, en la Cumbre Especial de Desarrollo Sostenible realizada en septiembre de 2015, acordó la aprobación de la “Agenda 2030 para el desarrollo sostenible” basada en 17 metas u objetivos de desarrollo sostenible (ODS) (Figura 3.1), los cuales han empezado a implementarse globalmente desde enero de 2016. Se puede descargar el documento que contextualiza y justifica cada una de las metas en (unstats.un.org/sdgs/report/2016/). Esta agenda encara la ambiciosa meta de lograr enfrentar los problemas globales en los siguientes 15 años, de una forma vinculante, es decir, las 17 metas deberían lograrse simultáneamente a más tardar para el año 2030 si deseamos como humanidad que el planeta tenga un futuro sostenible. Bolivia, como país miembro de las Naciones Unidas, también debería lograr alcanzar estas metas, tanto con políticas internas como a través de alianzas internacionales. Los profesionales del siglo XXI tenemos la enorme responsabilidad de llevar adelante el logro de estas metas desde el ejercicio laboral en que nos encontremos.

3.2 DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

Objetivos de aprendizaje. Comprender el origen del concepto de desarrollo urbano sostenible, y su relación con la planificación urbana. Comprender que para la mayoría de las grandes ciudades del mundo, el desarrollo planificado de metrópolis es la forma adecuada de lograr un desarrollo urbano sostenible.

3.2.1 Desarrollo urbano sostenible y planificación urbana

Este concepto surge de la conjunción de la visión de las ciudades como ecosistemas, del paradigma de desarrollo sostenible y del **urbanismo**. El urbanismo es el estudio de la relaciones de las personas con las ciudades donde habi-

tan, y una de sus disciplinas es la **planificación urbana**.

La planificación urbana busca que el crecimiento y desarrollo de una ciudad siga un plan que guíe el uso del territorio, la construcción de infraestructura, provisión de servicios básicos, medios de transporte, comunicación, etc., con el fin de garantizar el bienestar social, político y económico de las sociedades urbanas. La planificación urbana por sí sola podría buscar sólo un crecimiento urbano que priorice la generación de riqueza, como por ejemplo construyendo ciudades industriales. En sus orígenes y aplicación tradicional, la planificación urbana no ha ido ligada a la conservación de los servicios ecosistémicos urbanos, y por tanto no se lograba garantizar el bienestar de las personas. Pero lógicamente, el crecimiento de ciudades principales, ciudades intermedias e incluso pequeños poblados, sin la utilización de ningún criterio de planificación, es aún peor para sus habitantes (Figura 3.2).



Figura 3.2. El crecimiento urbano espontáneo es la antítesis de la planificación urbana, pues escapa a toda norma y control de los órganos de gobierno local, generando barrios carentes de servicios y seguridad, y demandando a la postre a los gobiernos locales el gasto del dinero público para solucionar las carencias y vulnerabilidades que no fueron previstas. La magnitud del crecimiento espontáneo en una ciudad está correlacionada con la debilidad de las entidades de gobierno, y es particularmente alta en países pobres. En las capitales de Bolivia, y particularmente en La Paz, la mayor parte de la ciudad ha crecido de esta manera (Ladera este de la ciudad de La Paz, fotografía del autor).

El concepto de **desarrollo urbano sostenible** pudo conseguirse sólo después de que se comprendió a las ciudades como ecosistemas, y con esta perspectiva se puede decir que un ecosistema urbano planificado como sostenible es aquel que:

- Tiene un alto nivel de resistencia y resiliencia,
- Mantiene la máxima biodiversidad nativa que sea posible según las limitantes naturales del ecosistema original,
- Mantiene la mayor cantidad posible de servicios ecosistémicos urbanos, que garanticen el bienestar de todos los ciudadanos,

- Disminuye al máximo la huella ecológica sobre sí misma y sobre el resto del planeta.

En la figura 3.3 se presenta el esquema de lo que se ha llamado **“metabolismo urbano circular”**. Esta propuesta surge de la comprensión de los flujos de materia y energía de los ecosistemas urbanos que son en la actualidad altamente consumidores y contaminadores, y por tanto, tienen un alto nivel de dependencia, vulnerabilidad y poca resiliencia (Figura 2.9). Básicamente el modelo de metabolismo urbano circular plantea la posibilidad de que una ciudad pueda ser menos dependiente de los insumos externos, reutilizando y reciclando materiales, usando energías limpias de producción *in situ*, y minimizando las descargas de contaminantes fuera de ella.

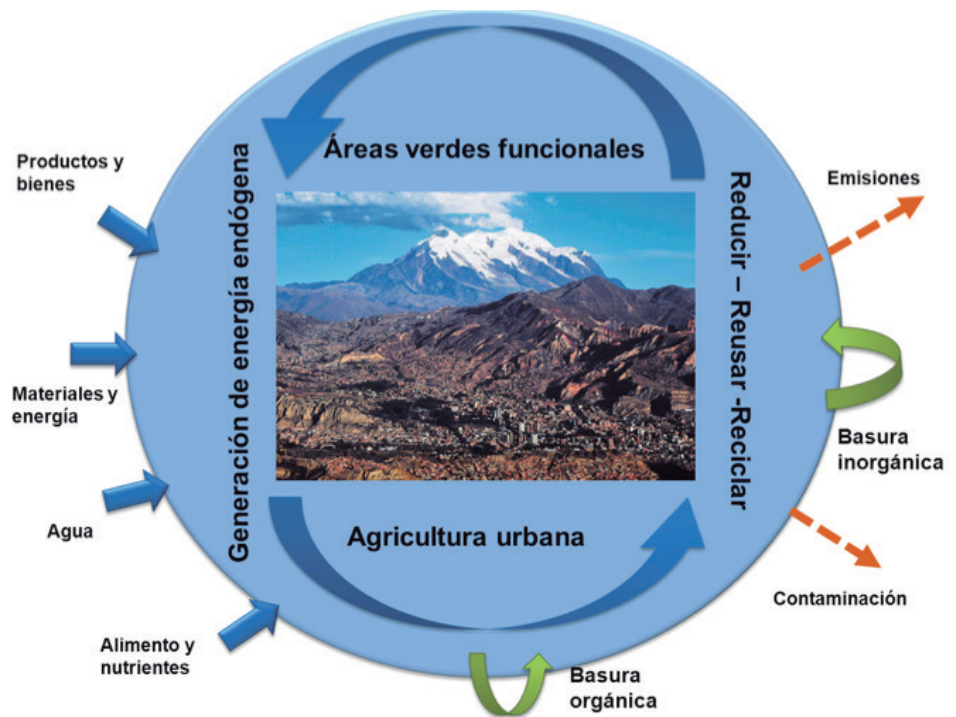


Figura 3.3 El ideal del metabolismo urbano circular, comparar con la figura 2.9 (elaboración propia)



Figura 3.4 Ecosistemas agrícolas del Municipio de Mecapaca que al ser transformados en nuevos núcleos urbanos fuera de un marco de planificación urbana sostenible, hacen a las ciudades más dependientes del suministro de alimentos de sitios lejanos, las privan de numerosos servicios ecosistémicos e incrementan los problemas de consumo y contaminación (fotografía del autor).

3.2.2 Desarrollo urbano sostenible y las metrópolis

De la misma forma en que se entiende lo relativo de los límites de un ecosistema (ver apartado 2.1), para lograr una ciudad sostenible con metabolismo urbano circular debe ampliarse los límites de incidencia del entorno urbano. Por ejemplo, para lograr la autoproducción de alimentos, debería incluirse los ambientes agrícolas vecinos a la planificación urbana (Figura 3.4). Es por esto que el concepto de desarrollo urbano sostenible va ligado al de **“metropolización”**, que es la estrategia de aglutinar varios poblados en grandes unidades territoriales bajo una administración común. Una metropolización responsable debe evitar la urbanización de todo el territorio, más al contrario debe mantener funcionales todos los ecosistemas que proveen servicios ecosistémicos a la urbe (campos agrícolas, fuentes de agua dulce, bosques y matorrales naturales, espacios naturales para la recreación y el aprendizaje, etc.), pues de lo contrario sólo se expandirían y multiplicarían los problemas que genera una ciudad consumista y contaminadora (ver figura 3.4.).

El reto actual para los profesionales del siglo XXI es lograr que las metrópolis sean efectivamente sostenibles y funcionen bajo el criterio del metabolismo urbano circular, garantizando la provisión de todos los servicios y facilita-

des a todos sus habitantes con igualdad de oportunidades, a la vez de mantener al máximo la provisión de servicios ecosistémicos. Algunos de los retos para los profesionales son (relacionar a los ODS):

- Lograr que la producción agrícola metropolitana y sus relaciones de mercado permita la adecuada y suficiente generación de recursos económicos para los productores, con acceso igualitario a los bienes y servicios que tiene el habitante urbano. Esto evitará el abandono de las actividades productivas e incluso fomentará el retorno a ellas, disminuyendo las tasas de desempleo y subempleo en las urbes.
- Ligado al reto precedente, lograr que la agricultura sea orgánica y sostenible, y que los consumidores metropolitanos cambien sus hábitos a una alimentación saludable y consumo responsable (ver recuadro), logrando una simbiosis entre productores y consumidores.
- Diseñar las estrategias para implementar huertos urbanos en las viviendas urbanas, incluyendo el uso de espacios reducidos (como en superficies verticales), con el fin de que parte de la provisión de alimentos sea producida en los mismos hogares.
- Plantear diseños urbanos metropolitanos descentralizados, de manera que todos los servicios estén cerca de todos los ciudadanos. Esto minimizará la necesidad de transporte, ahorrando tiempo y energía y promoviendo el desplazamiento a pie o bicicleta.
- Diseñar sistemas de transporte masivo que conecte los núcleos habitacionales de la metrópolis, minimizando el tiempo de viaje y utilizando energías limpias.
- Diseñar estrategias de restauración y recuperación de todos los ecosistemas naturales existentes en los límites jurisdiccionales metropolitanos.
- Construir adecuados sistemas de gobernanza y legislación que garanticen la vigencia de los modelos de metrópolis sostenibles, e incentiven a los habitantes a vivir y disfrutar de este modelo.

Alimentación saludable implica equilibrar nuestra alimentación con los alimentos que nos aporten lo que realmente necesitamos en nutrientes y componentes no asimilables (como la fibra), sin deficiencias ni excesos, evitando alimentos potencialmente tóxicos.

Consumo responsable implica generar la mínima huella ecológica posible y promover la igualdad social; por ejemplo, evitando alimentos empacados o distribuidos en plásticos, pagando lo justo a los productores, consumiendo productos locales que demanden menos transporte, alimentos orgánicos que minimicen el uso de agroquímicos, agroecológicos que se produzcan en agro-ecosistemas sostenibles que conservan la biodiversidad y optimizan el uso energético, alimentos producidos con prácticas tradicionales que promueven la conservación de valores culturales, y alimentos que evitan el incremento innecesario de la frontera agrícola sobre los ecosistemas naturales.

3.3 CAMBIO CLIMÁTICO Y CIUDADES RESILIENTES

Objetivos de aprendizaje. Comprender la relación entre cambio climático y ciudades sostenibles a través del concepto de resiliencia al cambio climático.

3.3.1 ¿Qué es el cambio climático?

Uno de los problemas globales de los que más se habla en la actualidad en todos los niveles de la sociedad es el **cambio climático**. Conceptos como **“adaptación y mitigación al cambio climático”** o **“resiliencia al cambio climático”**, están empezando a formar parte del lenguaje común, se los escucha en los medios de comunicación y particularmente en los discursos políticos, aunque en ocasiones quizás no se los entiende cabalmente. Dos conceptos relacionados, y frecuentemente confundidos o incluso usados como sinónimos son **“efecto invernadero”** y **“calentamiento global”**. Es importante aclarar los conceptos.

- **Efecto invernadero:** es un fenómeno natural producido por las propiedades físicas de la atmósfera terrestre. La atmósfera es un conjunto de gases, como nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua, y otros. A lo largo de la historia geológica del planeta, la atmósfera no tuvo la misma composición, por ejemplo, la presencia de oxígeno en abundancia se debe a la actividad de los organismos fotosintetizadores. Los gases de la atmósfera absorben diferencialmente los distintos tipos de radiación solar y actúan como filtros, impidiendo que cierta cantidad de algunas radiaciones ingresen a la Tierra (es conocida la capacidad de absorción de la radiación ultravioleta por el gas ozono). La radiación que sí ingresa (como luz, radiación ultravioleta e infrarroja) es absorbida por los objetos de la superficie terrestre, y luego reflejada principalmente como radiación infrarroja (calor), en este punto, la atmósfera nuevamente actúa como filtro pero a la inversa, impidiendo que el calor salga por completo del planeta. Algo parecido ocurre en los invernaderos donde se cultivan hortalizas, la radiación ingresa a través del cristal o agro-film, y el calor reflejado desde el suelo rebota en estas cubiertas quedándose en el interior, creando un ambiente más cálido para los cultivos. Debido a esta situación análoga se bautizó al fenómeno con ese nombre y como proceso natural es fundamental para el desarrollo de la vida en el planeta, pues se estima que la temperatura media del planeta sin el efecto invernadero sería de -18°C . El papel del dióxido de carbono como gas atmosférico de efecto invernadero se conoce desde fines del siglo XIX.
- **Calentamiento global:** Puesto que nuestra atmósfera no tuvo la misma composición de gases todo el tiempo, las temperaturas también fueron distintas en distintas épocas. Al hablar de calentamiento global se usa de referencia la temperatura ambiental conocida durante el periodo de tiempo histórico de la humani-

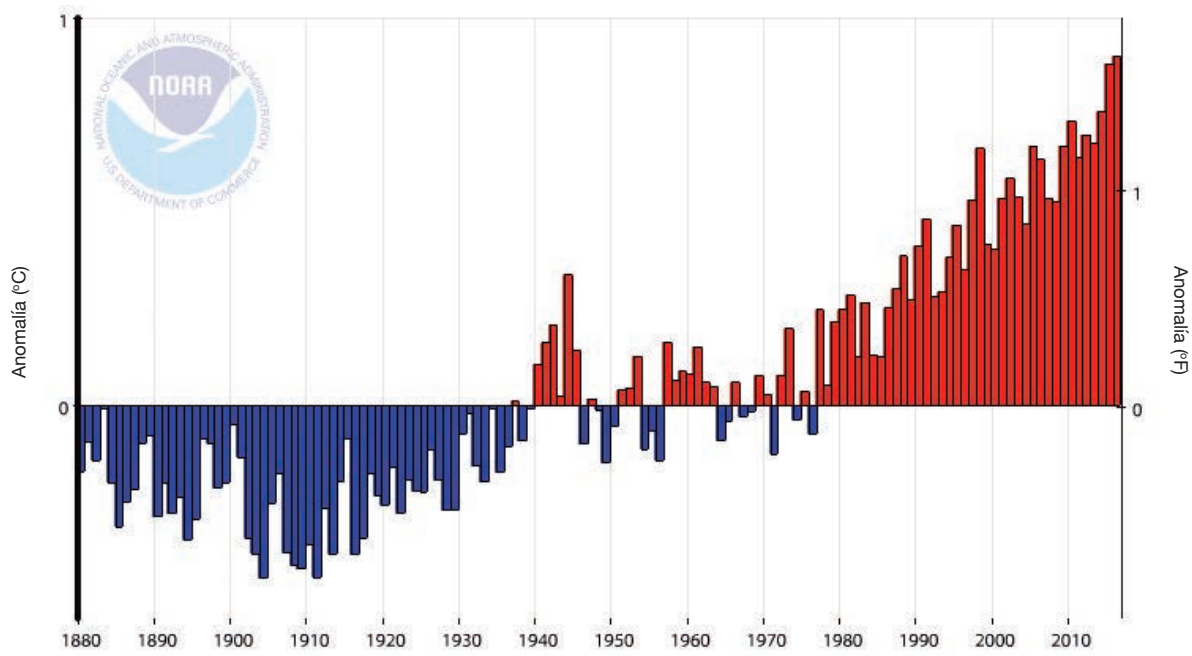


Figura 3.5 Gráfico elaborado por NOAA con datos de temperatura media global desde el año 1884 hasta junio de 2016. Los años más cálidos de la historia han sido 2015 y 2016, es decir que hasta ahora el incremento de temperatura continúa. Gráfico extractado de: ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/globe/land_ocean/1/6/1880-2016.

dad, después de la última época glacial o época de hielo que terminó hace unos 12 mil años (poco antes de la revolución del Neolítico). El calentamiento global es el fenómeno actual de incremento de temperatura del planeta debido al aumento de la concentración en la atmósfera de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (que es el gas que más contribuye al efecto invernadero), monóxido de carbono y metano, producidos por las actividades humanas, principalmente la quema masiva de combustibles fósiles. La figura 3.5 ha sido elaborada por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA), (www.ncdc.noaa.gov) y muestra la **anomalía térmica** sobre el promedio de la temperatura media del planeta (denotada como 0° o “sin anomalía”). Para junio de 2016, el calentamiento global ha sido de 0,90°C.

- **Cambio climático:** Como consecuencia del calentamiento global el clima del planeta se altera, a lo que se ha denominado cambio climático. Probablemente decir que la temperatura promedio mundial ha incrementado en 0,90°C parece poco, pero los efectos sobre el equilibrio climático del planeta son devastadores. Hoy estamos observando las consecuencias climáticas en el derretimiento acelerado de los glaciares de nuestras montañas que representan nuestras futuras reservas de agua (Figura 3.6), la mayor frecuencia de sequías prolongadas y de inundaciones severas, el nivel del mar está incrementando, los glaciares de los polos se están derritiendo, los incendios forestales

son más frecuentes, así como fenómenos atmosféricos severos como los tornados y huracanes.

- **Adaptación y mitigación al cambio climático:** Puesto que es una realidad que el cambio climático es vigente como resultado de nuestras acciones, que nos está afectando severamente, y que nos afectará cada vez peor, es prioritario desarrollar estrategias que nos permitan continuar viviendo en estas condiciones, por ejemplo produciendo de otra forma nuestros alimentos, previniendo los efectos de los desastres, evitando el despilfarro del agua, etc., a esto se llama **“adaptarse al cambio climático”**. Pero puesto que los desastres se darán de todas formas, es importante prever las medidas para solucionar los resultados negativos de los mismos, sea con compensaciones a los afectados, traslado a otros sitios donde vivir, dotación de alimentos y servicios, etc., a esto se llama **“mitigar los efectos del cambio climático”**.
- **Resiliencia al cambio climático.** Resiliencia es una propiedad de los ecosistemas de retornar a su estado original después de una perturbación, y aplicarlo en el contexto del cambio climático significa que se visualiza la posibilidad de que los ecosistemas del planeta puedan retornar a su estado original después de los efectos del cambio climático. Decir esto es mucho más ambicioso que la sola adaptación y mitigación, pues pretende lograr revertir sus efectos, en realidad este es el objetivo que deberíamos lograr como humanidad.

3.3.2 Las reuniones COP sobre cambio climático

Desde la década de 1970 se empezó a tener mayor evidencia que el incremento del dióxido de carbono antropogénico podría elevar la temperatura global, lo cual fue confirmado durante la década de 1980 (p.e. Hansen 1988). La preocupación mundial por el calentamiento global empezó a crecer, en 1992 se adoptó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, siendo la Conferencia de las Partes (COP por sus siglas en inglés), de reunión anual, la máxima instancia de decisión. La primera se reunió en 1995 en Berlín, pero fue la tercera, reunida en Kioto (Japón) en 1987, que produjo el **“Protocolo de Kioto sobre el cambio climático”**, que planteó la ambiciosa meta de reducir en un 5% las emisiones de gases de efecto invernadero entre 2008 y 2012 en relación a las emisiones del 1990. Lastimosamente esta meta no fue alcanzada. La última reunión realizada fue la XXI Conferencia sobre Cambio Climático, o COP21, celebrada en París a fines de 2015, que produjo el **“Acuerdo de París”** cuya meta principal es la de mantener el incremento de la temperatura global “muy por debajo de los 2°C” respecto a los niveles pre-industriales, proseguir los esfuerzos para limitar el aumento a 1,5°C, alcanzar el punto máximo de emisiones de dióxido de carbono lo más pronto posible y lograr el carbono neutral (lo producido equivale a lo absorbido) en 2050. Además plantea formalmente la **“meta global cualitativa en adaptación”** que consiste en aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático. Aunque suena sencillo, esta reducción de las emisiones de dióxido de carbono requiere una drástica modificación a los actuales patrones de uso de energía en el planeta, lo ideal es lograr reemplazar por completo la energía basada en combustibles fósiles por energías “limpias” como la energía solar y la eólica, y a la vez, cada ciudadano debe aprender a modificar sus hábitos de consumo de energía (como por ejemplo disminuir el uso de vehículos privados y de energía eléctrica).



Figura 3.6. Esta fotografía actual en la montaña Chacaltaya de la cordillera oriental de los Andes en los alrededores de La Paz, muestra el sitio que hace 40 años ocupaba una gran glaciar (fotografía del autor).

3.4 CIUDADES ECO-EFICIENTES

Objetivos de aprendizaje. Comprender el origen y significado del concepto de eco-eficiencia, y su aplicación actual al desarrollo urbano sostenible.

3.4.1 La eco-eficiencia

El término **“eco-eficiencia”** surge de la visión economista del uso de la naturaleza, fue planteado en 1992 por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD por sus siglas en inglés, puedes visitar su página en: wbcasd.org/home.aspx) como una propuesta del sector empresarial privado a la Agenda 21 (ver apartado 3.1.2), y se sustenta en la idea de que el crecimiento económico puede ser infinito, y puede ser logrado reduciendo los impactos al medio ambiente. Para esto identifica siete elementos empresariales, que son reducir el uso de materiales, reducir el uso de energía, reducir la dispersión de sustancias tóxicas, mejorar la reciclabilidad, maximizar el uso de materiales y energías renovables, extender la durabilidad de los productos, e incrementar la intensidad de los servicios. Estos elementos se enfocan en tres objetivos principales que las empresas deberían asumir (ver recuadro).

El planteamiento de la WBCSD ha sido ampliamente criticado por visualizar al desarrollo sostenible sólo desde el punto de vista economicista de crecimiento económico ilimitado y por atender sólo la competitividad empresarial, dejando de lado las acciones preferenciales sobre los grupos humanos más vulnerables. Desde un punto de vista ecosistémico, el paradigma de crecimiento ilimitado simplemente no es real, y la no atención de los grupos humanos más vulnerables no permite alcanzar las metas de eco-eficiencia ni desarrollo sostenible. Las actividades económicas de los seres humanos son parte de los ecosistemas, y los flujos de materia y energía que gobierna a éstos no pueden ser planteados como simples externalidades. La WBCSD ha planteado posteriormente la **“Visión 2050”**, que integra en cierta medida estos componentes (ver recuadro).

3.4.2 Eco-eficiencia y desarrollo urbano sostenible

La practicidad de las acciones planteadas por la eco-eficiencia es fácil de ser asimilada por los gobiernos locales como metas para la administración de una ciudad, de esta manera, una ciudad eco-eficiente se traduciría en aquella que minimiza el uso de materia y energía, a la vez de minimizar la generación de residuos, promoviendo el ciclo interno de la materia y energía. Este es el paradigma del metabolismo urbano circular (Figura 3.3).

En acciones concretas, el alcance de la eco-eficiencia para una ciudad podría representar también el alcance de la mayoría, o todas las metas de la construcción de una ciudad sostenible, según cómo lo plantee el gobierno local. A continuación se listan acciones que desde el punto de vista de la eco-eficiencia, serían parte de la gestión pública

de los órganos de gobierno local:

Para minimizar el uso de energía y reducir la emisión de gases de efecto invernadero:

- **Reducir el uso de combustibles fósiles**, disminuyendo significativamente el parque automotor, sacando de circulación los vehículos antiguos contaminadores, exigiendo el uso de catalizadores vehiculares, manteniendo las emisiones industriales en niveles permisibles, exigiendo la incorporación a los costos de operación industrial las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Promover el uso de energías limpias en transporte público**, implementando sistemas de transporte masivo que maximicen el uso de energías limpias, y eliminando el de pocos usuarios (menos motores para más usuarios).
- **Promover el uso de energías limpias para el consumo urbano**, usando energía solar para todo el alumbrado público y maximizando la incorporación de energía eléctrica proveniente de energía solar y eólica en la matriz energética general.

- **Promover la construcción de infraestructura energéticamente eficiente**, autorizando sólo las nuevas edificaciones que tengan diseños arquitectónicos que minimicen el consumo de energía en aire acondicionado, calefacción e iluminación, y que utilicen materiales de bajos costos de producción y transporte.
- **Implementar el uso masivo de la bicicleta** como medio de transporte en función de las características de cada ciudad, implementando redes extensas de ciclovías, opciones de uso en alquiler, estacionamientos de bicicletas, y cultura ciudadana de respeto al usuario de bicicleta.
- **Promover el desplazamiento a pie** de los ciudadanos haciendo peatonales y semi-peatonales una proporción significativa de las calles urbanas.

Para reducir el uso de materiales:

- **Optimizar el uso del agua** reduciendo el consumo de agua a todo nivel (exceptuando el agua para beber), controlando el tipo de uso de agua en industrias, instituciones e individuos, y sancionando severamente el derroche del agua.

Eco-eficiencia según el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD)

Objetivos de la eco-eficiencia de WBCSD 1992 (wbcsd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value.pdf):

- Reducir el consumo de recursos: Incluye minimizar el uso de energías, materiales, agua y tierra, mejorando la reciclabilidad y la durabilidad de los productos, y cerrando los ciclos de los materiales.
- Reducir los impactos sobre la naturaleza: Incluye minimizar las emisiones al aire, las descargas de agua, disposición de basura y la dispersión de sustancias tóxicas, así como promover el uso sostenible de los recursos renovables.
- Incrementar el valor de los productos y servicios: Significa proveer más beneficios a los consumidores a través de la funcionalidad, flexibilidad y modularidad del producto, proporcionando servicios adicionales (como el mantenimiento, actualización, modernización e intercambio) y enfocándose a vender las necesidades funcionales que los clientes realmente quieren. Vender un servicio en lugar del producto en sí mismo incrementa la posibilidad de que el cliente reciba la misma necesidad funcional con menos materiales y recursos. Esto también mejora las posibilidades de cerrar los ciclos de materiales pues la responsabilidad, propiedad y preocupación por el uso eficiente permanece en el proveedor del servicio.

Aspectos críticos de la hoja de ruta de la Visión 2050 de WBCSD:

- Abordar el desarrollo de miles de millones de personas, proporcionándoles acceso a la educación y a un mayor nivel económico, en especial a las mujeres, y desarrollar soluciones, estilos de vida y comportamientos radicalmente más eco-eficientes.
- Incorporar el coste de las externalidades, comenzando por el carbono, los servicios de los ecosistemas y el agua.
- Duplicar la producción agrícola sin incrementar la cantidad de suelo o de agua utilizada para ello.
- Detener la deforestación y mejorar el rendimiento de los bosques gestionados por el hombre.
- Reducir a la mitad las emisiones mundiales de carbono (tomando como base los niveles de 2005) de aquí a 2050, con un máximo de emisiones de efecto invernadero en torno a 2020, mediante el cambio a sistemas de generación de energía con bajas emisiones de carbono, y la mejora de la eficiencia energética desde el lado de la demanda.
- Proporcionar acceso universal a una movilidad baja en carbono.
- Multiplicar por cuatro la eficiencia en el uso de los recursos y por diez la de los materiales.

- **Reducir el consumo de materiales de construcción**, promoviendo el diseño de edificaciones con materiales de origen local, que provengan del reciclaje interno, y que sean reciclables.
- **Reducir el consumo de otros suministros** (papel, muebles, ropa, etc.), fomentando el uso de suministros duraderos y reciclados, e idealmente producidos localmente.

Para reducir la generación de basura

- **Implementar se forma eficaz las “tres Rs”**, reduciendo el consumo ciudadano de materiales contaminantes, reusando los elementos contaminantes al máximo, e incorporando en el reciclaje local todos o la mayoría de los materiales. Además, recoger diferencialmente toda la basura orgánica generada e ingresarla a plantas de compostaje locales cuya producción sea ingresada en la agricultura y jardinería locales. Visualizar seriamente la meta de eliminar en un futuro la necesidad del uso de rellenos sanitarios.
- **Reducir el impacto de residuos tóxicos**, recogiendo los diferencialmente (baterías, equipos electrónicos, residuos químicos, etc.) e ingresándolos a sistemas locales de tratamiento para el reciclaje o inmovilización segura y definitiva.
- **Reducir el impacto de los residuos de construcción**, supervisando rigurosamente todas las obras de construcción y sus sistemas de manejo de los residuos de construcción y escombros, eliminando definitivamente la disposición arbitraria de escombros por los usuarios, promoviendo el re-uso y reciclaje de los mismos, o bien su depósito en lugares autorizados que luego sean recuperados con re-vegetación.

Para reducir el impacto de aguas contaminadas

- **Eliminar el ingreso de las aguas servidas domiciliarias a los sistemas hídricos naturales**, separando toda la matriz de alcantarillado sanitario de la de alcantarillado pluvial, para conducirla separadamente a plantas de tratamiento que garanticen la reincorporación de agua limpia a los sistemas hídricos naturales.
- **Reducir los volúmenes de aguas residuales producidos por la industria**, promoviendo tecnologías adecuadas que minimicen el uso del agua, y exigiendo la incorporación en cada industria de plantas de tratamiento de agua que eliminen los residuos tóxicos.

Para incrementar la captación de gases de efecto invernadero

- **Incrementar significativamente la superficie de áreas verdes de la ciudad**, sean públicas o privadas, y que se diseñen en multi-estrato (árboles, arbustos y hierbas).
- **Incorporar la vegetación en la estructura de los edificios**, autorizando sólo la construcción de edificios que provean una cantidad significativa de superficies verdes, en jardines, techos, muros y balcones, e interviniendo en las edificaciones existentes para

incorporar de forma segura las superficies de vegetación viva.

3.5 CIUDADES HABITABLES

Objetivos de aprendizaje. Comprender el significado de ciudades habitables, la dimensión humana del concepto, y su relación con el desarrollo urbano sostenible.

Los distintos puntos de vista analizados en el presente capítulo denotan la convergencia de los planteamientos para lograr una ciudad con desarrollo sostenible. Por ejemplo, lograr que una ciudad pueda ser resiliente a los efectos del cambio climático, necesitará que se logren muchas de las metas que la eco-eficiencia propugna, y esto a su vez, estará relacionado a lograr un flujo cerrado de materia y energía en un ecosistema urbano con metabolismo circular. En otras palabras, las acciones de los gobiernos locales, empresas y ciudadanos pueden enfocarse a una o más de estas perspectivas, consiguiendo de todas formas –idealmente– el mismo resultado. Es común, por ejemplo, que gobiernos locales planteen en sus manifiestos el deseo de construir ciudades “resilientes, sostenible y eco-eficientes”. Conociendo los conceptos a cabalidad, podría parecer que la frase es redundante, pero también ha de tomarse en cuenta que la perspectiva de cada enfoque es distinta, sea partiendo del concepto de flujos de materia y energía, de la economía, o de respuesta a los efectos del cambio climático.

A todo esto, se suma otro concepto que ha ingresado en la jerga de la planificación urbana sostenible, se trata de las “*ciudades habitables*”. La diferencia -y virtud- de este concepto, es que parte desde la perspectiva humana, y básicamente apunta a lo que cada persona visualiza como lo óptimo que su ciudad puede ofrecerle para su mejor calidad de vida y bienestar. Una desventaja es que sus parámetros pueden ser muy subjetivos, pues cada persona puede tener, en mayor o menor medida, distintas perspectivas de lo que es calidad de vida y bienestar.

Pero en general, la mayoría de las personas coincidirían en los elementos básicos, por ejemplo, empecemos considerando las *necesidades biológicas* de nuestra especie. Para todas las personas una ciudad debería satisfacer las necesidades físicas, psíquicas y sociales (provisión de alimento, agua, abrigo, coexistencia social), y si a ello añadimos la dimensión cultural de nuestra especie, surgen necesidades respecto a la educación, recreación, a la espiritualidad, identidad y sensación de pertenencia al lugar. Desde la *perspectiva económica*, una ciudad debería dar oportunidades de trabajo digno para todos, con el fin de que las personas tengan el acceso a los bienes básicos, y que además se genere crecimiento económico en la ciudad para proveer los servicios necesarios y de calidad. Desde el punto de vista de *salud*, la ciudad debería prevenir enfermedades transmisibles y no-transmisibles, evitando particularmente el hacinamiento, la exposición a patóge-

nos, todo tipo de contaminantes y fomentando la actividad física en espacios abiertos, además de ello debería ofrecer tratamientos médicos de calidad. Desde el punto de vista **psicológico**, la ciudad debería evitar todas las posibles situaciones de estrés, como violencia, exclusión social, sensación de inseguridad, ruido, sobre-estimulación visual, carencia de un entorno estético y armonioso, y promover espacios de relajación y alta calidad estética en contacto con la naturaleza. Desde el punto de vista de **planificación del tiempo y actividades**, la ciudad debería ser inteligente, ofreciendo las soluciones más eficaces y eficientes para el transporte, la vivienda, la energía, la dotación de servicios, múltiples opciones de recreación, así como evitar, controlar y responder oportunamente a todas las posibles situaciones de riesgos.

De esta forma se podría seguir listando diferentes componentes que conformarían una ciudad habitable desde la perspectiva de distintas disciplinas, pero el principio general es que una ciudad habitable es aquella en la que **nos da gusto vivir el día a día** porque es segura, saludable, acogedora, y está llena de oportunidades para desarrollarnos a plenitud.

¿Es mi ciudad habitable?

Esta es una pregunta que todos los ciudadanos tenemos derecho a hacernos. La siguiente lista proviene de las percepciones de algunas personas, ¿coincides tú con ellas?, ¿crees que algunas no son necesarias?, ¿falta alguna?

- Vivienda segura.
- Alimentación sana.
- Acceso seguro a todos los servicios (salud, educación, agua, energía y comunicación)
- Seguridad en las calles y todo espacio público.
- Libre de basura.
- Sin ruidos estridentes.
- Bonita, armónica y acogedora.
- Con paisajes naturales espectaculares y vibrantes.
- Muchas opciones accesibles para el contacto constante con la naturaleza.
- Una ciudad con identidad propia, con la cual sentirse identificado y parte de ella.
- Sin aglomeraciones ni hacinamiento.
- Con respeto y cordialidad de todos hacia los demás.
- Con numerosos espacios públicos para relajarse e interactuar con otras personas.
- Con opciones para hacer deporte al aire libre en espacios libres de contaminación.
- Cómoda y organizada, que permita desplazarse de un lugar a otro, caminando, en bicicleta o en vehículos, a tiempo y sin lidiar con incomodidades.

3.6 CIUDADES SOSTENIBLES Y HABITABLES EN LA AGENDA MUNDIAL

Objetivos de aprendizaje. Comprender las razones por las que la comunidad internacional está destinando recursos y esfuerzos en lograr una agenda mundial para que todos los asentamientos humanos del mundo lleguen a ser sostenibles y habitables.

En diferentes fuentes bibliográficas o documentos oficiales locales, nacionales e internacionales, el uso de los conceptos de ciudad sostenible, resiliente, eco-eficiente y habitable es bastante heterogéneo. En ocasiones se usa un solo concepto (cualquiera de los cuatro) como unificador de todos, en otras ocasiones se usa más de uno, incluso los cuatro, con el fin de resaltar las distintas aproximaciones. En el presente texto, consideramos que “sostenible” abarca los cuatro conceptos, pero también consideramos que resulta importante resaltar el componente de percepción humano, por lo que “ciudades sostenibles y habitables” sería una designación adecuada.

Una interesante forma de apreciar cómo los conceptos ecológicos han sido apropiados por el urbanismo es comprender los cambios de perspectivas y paradigmas en las acciones de las Naciones Unidas respecto a los asentamientos humanos (visita su portal en: es.unhabitat.org), que progresivamente fueron cambiando de una perspectiva eminentemente socio-política y económica hacia una visión ecosistémica. La primera reunión de las Naciones Unidas sobre esta temática, llamada Hábitat I fue realizada en Vancouver en 1976, en ella se reconoció que las temáticas de vivienda y urbanización son de preocupación global, para lo cual se creó el Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UNCHS-Habitat por sus siglas en inglés). La segunda reunión, Hábitat II, se realizó en Estambul en 1996 bajo un escenario de mayor crecimiento urbano global, incremento de los problemas de desigualdad, inseguridad, pobreza y marginamiento; la reunión, utilizando ya los conceptos ecológicos de sostenibilidad planteados en la Agenda 21 de 1992 (ver apartado 3.1.2), se enfocó en analizar dos temas: “Asentamientos adecuados para todos” y “Desarrollo de asentamientos humanos sostenibles en un mundo urbanizado”, produjo la “Agenda Hábitat o Declaración de Estambul sobre los asentamientos humanos” y un Plan de 241 Acciones. La tercera reunión, denominada “**Hábitat III-Conferencia sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible**” se realizó en Quito en octubre de 2016, y aprobó la Nueva Agenda Urbana o “Declaración de Quito sobre ciudades sostenibles y asentamientos humanos para todos”, la cual plantea en 175 artículos los nuevos paradigmas de ciudades “para todos”, así como un plan de implementación con su respectivo seguimiento y revisión (visita el portal en: habitat3.org/the-new-urban-agenda).

Si volvemos a recordar las necesidades de los humanos como seres vivos producto de la evolución en nuestro planeta (ver capítulo 1), el hábitat urbano que es el resultado

de la transformación cultural de los ecosistemas naturales, deberían lograr satisfacer todas nuestras necesidades para alcanzar nuestro desarrollo físico, psíquico y espiritual pleno, en igualdad para todos. En este nivel es que se comprende que el **paradigma de una ciudad habitable equivale al paradigma de una ciudad sostenible**. Los diez principios planteados por el Programa de las Nacio-

nes Unidas para los Asentamientos Humanos (2016) denominado “La ciudad que necesitamos: Hacia un Nuevo Paradigma Urbano”, resumen de una forma adecuada lo que debemos lograr para que las ciudades sean habitables y sostenibles (ver recuadro).

Diez principios de la “Ciudad que necesitamos”

(worldurbancampaign.org/sites/default/files/documents/tcwn2sp.pdf):

1. **La ciudad de que necesitamos es socialmente inclusiva y participativa:** se centra en las personas y es ética y justa. Elimina todas las formas físicas y espaciales de segregación, discriminación y exclusión.
2. **La ciudad que necesitamos es asequible, accesible y equitativa:** los recursos se distribuyen equitativamente y existen oportunidades para todos.
3. **La ciudad que necesitamos es económicamente pujante e inclusiva:** alienta y fomenta el desarrollo económico local, desde el más pequeño empresario a las empresas más grandes.
4. **La ciudad que necesitamos se gestiona colectivamente y tiene un gobierno democrático:** cultiva un fuerte sentido comunitario, sus habitantes poseen los conocimientos y medios necesarios para expresar sus opiniones sobre las cuestiones que afectan a su calidad de vida y participan en las decisiones relativas a la gestión y la planificación de la ciudad por medio de un debate público transparente.
5. **La ciudad que necesitamos fomenta un desarrollo territorial cohesionado:** coordina las políticas y actuaciones sectoriales en ámbitos como la economía, la movilidad, la vivienda, la biodiversidad, la energía, el agua y los residuos, dentro de un marco territorial amplio y coherente.
6. **La ciudad que necesitamos es regenerativa y resiliente:** está diseñada para ser resiliente, para realizar una evaluación continua de los riesgos y para desarrollar las capacidades de las partes interesadas, las personas y las comunidades, de manera que estén preparadas para hacer frente, absorber, recuperarse, y aprender de los graves shocks y las perturbaciones crónicas, tanto naturales como provocadas por el hombre, y extraer lecciones de ellos.
7. **La ciudad que necesitamos posee identidades compartidas y fomenta el sentido de sitio:** fomenta un fuerte sentido de sitio y genera un sentido de la pertenencia en todos sus habitantes.
8. **La ciudad que necesitamos está bien planificada, es peatonal y favorece la circulación vehicular:** la densidad de la ciudad está diseñada para posibilitar la expansión urbana planificada, al tiempo que reduce su huella ecológica y el crecimiento horizontal desordenado; cuenta con sistemas de movilidad eficaces y asequibles.
9. **La ciudad que necesitamos es segura, saludable y promueve el bienestar:** está libre de la violencia, el conflicto y el delito; es acogedora por la noche y por el día e invita a todas las personas a utilizar sus calles y parques y a transitar sin miedo; los parques y jardines ofrecen acceso a la naturaleza y a las actividades de ocio a todos los residentes; promueve los deportes entre sus habitantes; hace frente a la creciente oleada de enfermedades asociadas a las dietas poco saludables, los estilos de vida sedentarios, el abuso de sustancias y la contaminación ambiental.
10. **La ciudad que necesitamos aprende e innova:** es un “laboratorio” para experimentar con escenarios alternativos de cara al futuro. Crea oportunidades participativas de aprendizaje y descubrimiento para replantear y redefinir los paradigmas urbanos.

Lecturas recomendadas

- Puedes descargar la Agenda Hábitat de la reunión de las Naciones Unidas Hábitat II en el enlace: habitat3.org/bitcache/594f7db57fed312ddb0fd7936ff18fc739ecc8cd?vid=542320&disposition=inline&op=view.
- Su plan de acción en el enlace: habitat3.org/bitcache/a84f28cddd02d8278133081218a7fce36fce276?vid=542322&disposition=inline&op=view.
- La Nueva Agenda Urbana de Hábitat III puede ser descargada del enlace: www2.habitat3.org/bitcache/97ced11dcecef85d41f74043195e5472836f6291?vid=588897&disposition=inline&op=view.
- En la página del World Resources Institute for Sustainable Cities (wrirosscities.org), existe información disponible sobre estrategias para lograr ciudades sostenibles, como edificaciones eco-eficientes, movilidad urbana sostenible y códigos urbanos entre otros, centrándose en el financiamiento y gobernanza.
- En la página de C40 Cities (c40.org/cities), se puede aprender sobre las estrategias eco-eficientes de la ciudad alemana de Freiburg, en especial del barrio Schlierberg, que produce 40 veces más energía que la que consume (infobae.com/2016/03/28/1799894-el-barrío-aleman-que-genera-cuatro-veces-mas-energia-que-la-que-consume/).

CAPÍTULO 4 CIUDADES SOSTENIBLES Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD



La biodiversidad de especies en la ciudad de La Paz es particularmente rica, pero la mayoría de los ciudadanos no es consciente de ello (Fotografías del autor).

4.1 ¿QUÉ SE ENTIENDE POR BIODIVERSIDAD?

Objetivos de aprendizaje. Comprender el origen y significado de la palabra biodiversidad y su valor para la existencia de la humanidad.

Biodiversidad, es una nueva palabra que tiene una historia relativamente reciente, pero que rápidamente se ha incorporado en el uso cotidiano, no sólo científico, sino en todos los ámbitos de las sociedades humanas. Es la traducción de la palabra inglesa “*biodiversity*”, la cual a su vez proviene de la fusión de dos palabras: “*biological diversity*”. Diversidad biológica y biodiversidad significan exactamente lo mismo, y hace referencia a un simple concepto: “**la suma de todas las variaciones de formas de vida**”, entendiéndose por variaciones de forma de vida no sólo a las millones de distintas especies de organismos (animales, plantas, hongos, microorganismos, etc.) que evolucionaron en nuestro planeta, sino las distintas formas cómo éstas se organizan. De esta forma, incluye desde la **variación genética** entre los individuos de una misma especie (variación intra-especie), las **variedades de distintas especies** (variación inter-especie), las formas cómo se organizan las comunidades biológicas en todos los ecosistemas, así como todas las **variedades de ecosistemas** (variación inter-ecosistemas) que conforman en última instancia toda la **biosfera**.

La ventaja de la palabra biodiversidad radica en que sintetiza en sí misma las muchas formas de comprender los procesos de la vida, y reúne en torno a sí muchas disciplinas científicas, incluyendo las ciencias sociales, por ejemplo:

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- ¿Qué se entiende por biodiversidad?
 - La pérdida de biodiversidad es un problema global
 - El efecto de la urbanización sobre las comunidades biológicas
 - Construir ciudades sostenibles requiere la conservación local y global de la biodiversidad
- Las diferencias genéticas entre los diferentes individuos de una misma especie son las que permiten la adaptación evolutiva a las presiones ambientales, por ejemplo, la potencialidad de que se genere resistencia a nuevas enfermedades depende de ésta,
 - La existencia de distintos tipos de variedades de especies cultivadas determina que se puedan sembrar en distintas condiciones climáticas y de suelo, y da la potencialidad de adaptación de los cultivos al cambio climático,
 - Cada especie en el planeta es el producto de un proceso evolutivo único e irreproducible, cada una de sus adaptaciones morfológicas, fisiológicas y comportamentales le permiten sobrevivir en las condiciones particulares de su hábitat,
 - Cada especie cumple una función particular e irremplazable en los ecosistemas, a mayor diversidad de

distintas especies en un ecosistema, mayor cantidad de distintos procesos y funciones ecológicas, y por tanto, de provisión de servicios ecosistémicos,

- En cada tipo de ecosistema conviven de una forma particular las distintas especies, de modo de que las formas de interacción entre las especies dan a cada ecosistema propiedades y funciones únicas,
- El humano, como parte de los ecosistemas, ha desarrollado estrategias culturales de adaptación en cada tipo de ambiente, por tanto, la diversidad cultural humana es también parte de la biodiversidad.

A principios de la década de 1980, la comprensión de los problemas ambientales y su relación con el desarrollo económico empezó a llamar la atención no sólo de los científicos, sino también de los tomadores de decisiones, la extinción de especies como resultado de las actividades humanas resultaba ser una de las consecuencias más notables, y empezó a referirse al número de especies o diversidad de especies como indicadores del estado de conservación. En 1985 Edward O. Wilson publicó “La crisis de la diversidad biológica: un reto para la ciencia”, llamando la atención sobre la urgencia de conocer más y mejor la diversidad biológica del planeta y de ligar este conocimiento a la toma de decisiones (Wilson 1985). En septiembre de 1986 la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, y el Instituto Smithsonian organizaron el “Foro Nacional sobre BioDiversidad”, concebido por Walter G. Rosen, quien fue además quien acuñó e introdujo el término “*biodiversidad*”. La compilación de los 55 trabajos presentados en este foro fueron publicados en 1988 en el libro “Biodiversity” editado por E. O. Wilson (Wilson 1988). Esta obra representa el primer uso formal del término, y abarca la amplia gama de tópicos sobre los que se aplica.

4.2 LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD ES UN PROBLEMA GLOBAL

Objetivos de aprendizaje. Comprender las razones por las que la humanidad es actualmente responsable de la pérdida de la biodiversidad equivalente a las mayores catástrofes de la historia del planeta, y la forma cómo la comunidad internacional está destinando recursos y esfuerzos para frenar esta catástrofe.

4.2.1 Causas antropogénicas para la pérdida de biodiversidad

A lo largo de los miles de millones de años de existencia de la vida sobre nuestro planeta, millones de especies se han originado y otras tantas han desaparecido, la composición de especies nunca ha sido la misma, modificándose constantemente. El mundo en la era de los dinosaurios era muy distinto al mundo de hoy. Cuando todos los individuos de una especie desaparecen, se dice que la especie se ha **extinguido**. Las causas para que una especie se extinga son diversas, pero puede resumirse en un concepto: ocurre cuando la especie es incapaz de adaptarse a los cambios que disminuyen la supervivencia de los individuos o merman su capacidad reproductiva. Son ejemplos de causas el surgimiento de una nueva enfermedad, la aparición en el hábitat de un nuevo depredador, o de una especie que aprovecha mejor los recursos.

En el planeta, se han dado eventos de cambio a nivel global de una forma relativamente repentina, y esto ha originado una alta proporción de extinciones en un periodo de tiempo relativamente corto, a estos eventos se los ha denominado “**extinciones masivas**”. Un ejemplo de extinción masiva es la ocurrida hace 65 millones de años, cuando

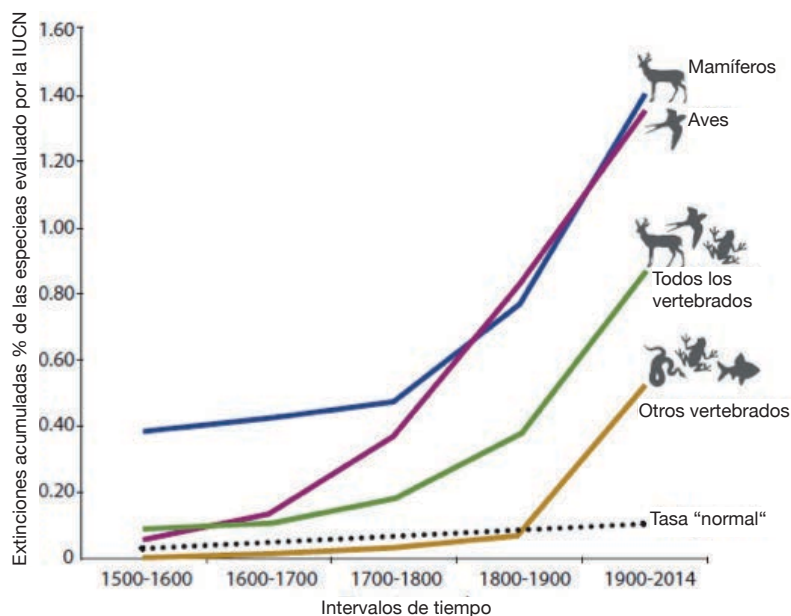


Figura 4.1. La gráfica muestra el número acumulado del porcentaje de especies extintas del total de especies evaluadas desde el año 1500 hasta el 2014, en comparación a una tasa de extinción “normal”, asumida como de dos especies por cada millón de especies por año (que puede entenderse como la tasa de extinción sin la presencia de las acciones del ser humano). Es clara la influencia de las acciones del ser humano en la actual pérdida de la biodiversidad mundial, por lo que hablar de una sexta extinción masiva provocada por el humano no es una exageración. La figura ha sido extractada del artículo de Ceballos et al. (2015), quienes la elaboraron con datos de la IUCN del 2012.

Edward O. Wilson

“La pérdida de biodiversidad es una tragedia”



Fotografía de: gorongosa.org/our-story/our-team/eo-wilson

El profesor de la Universidad de Harvard Edward O. Wilson, un entomólogo cuya especialidad son las hormigas, es reconocido como uno de los primeros teóricos que desarrollaron el concepto “biodiversidad”. Desde la publicación de su texto de gran influencia “La crisis de la Diversidad Biológica”, Wilson nunca ha dejado de alertar a los políticos y al público sobre la amenaza que representa la pérdida de biodiversidad.

UNESCO: Usted escribió “La Crisis de la Diversidad Biológica” en 1985. Veinticinco años después, ¿por qué es aún tan difícil hacer que la gente se preocupe de la crucial importancia de la biodiversidad?

E. O. Wilson: Realmente es difícil aumentar la preocupación pública respecto a la actual extinción masiva de la biodiversidad, yo y otros hemos intentado por décadas con todos los medios disponibles para nosotros. El problema es que la mayoría de la gente no tiene mucha comprensión del tema a diferencia de las crisis en el medio ambiente físico, así, la extinción de especies, especialmente en lugares alejados en otras partes del mundo, les parece una cuestión remota.

Pero afortunadamente, la preocupación sobre la pérdida de la biodiversidad ha crecido mucho últimamente, y mi esperanza es que alcancemos un “punto de inflexión” en el cual sea un tema rutinario en las portadas de los periódicos de todo el mundo (como ocurre con el cambio climático) y que algún líder político la incluya en sus discursos. Sólo tenemos que seguir empujando, y el Año de la Biodiversidad de la ONU definitivamente ayudará en esto.

UNESCO: ¿Cuáles son las principales consecuencias de la extinción de especies que ocurre a una velocidad sin precedentes desde hace algunas décadas?

E. O. Wilson: La pérdida de muchas “enciclopedias genéticas” biológicas que se hicieron en millones de años es una consecuencia. La pérdida o erosión de los ecosistemas debido a la desestabilización causada por la eliminación de eslabones en las redes tróficas es otra. También la pérdida

Entrevista realizada por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) en el año 2010, declarado por la ONU como el “Año Internacional de la Biodiversidad” (unesco.org/new/en/media-services/single-view/news/edward_o_wilson_the_loss_of_biodiversity_is_a_tragedy/#.V7NDCNR95ix)

de una gran parte de la herencia natural nacional y global, permanentemente. Incluso una sola de las consecuencias que acabamos de mencionar – y todas podrían darse juntas – es una tragedia.

UNESCO: ¿Cómo el cambio climático y la amenaza a la biodiversidad están relacionados?

E. O. Wilson: Las causas para la extinción de las especies están, en orden de magnitud de impacto sobre la biodiversidad, resumidas en el acrónimo HIPPO (por sus siglas en inglés): Destrucción del hábitat, especies invasoras, contaminación, sobrepoblación humana, y sobre-explotación por caza y pesca. El cambio climático es definitivamente una gran “H” (destrucción del hábitat).

UNESCO: ¿Es demasiado tarde para evitar el desastre?

E. O. Wilson: No es demasiado tarde para contener, y luego detener la extinción de las especies y de los ecosistemas que ellas componen. Ciertamente es muy tarde para salvar algunas de ellas, pero las acciones globales ahora pueden retener la pérdida final a un mínimo. La ciencia y la tecnología serán una parte crucial de la solución. Aunque los vertebrados, corales y plantas están razonablemente bien conocidos y forman parte de la base de la práctica conservacionista actual, la gran mayoría de los insectos y otros invertebrados permanecen desconocidos para la ciencia, así como casi todas las bacterias y otros microorganismos. Estas últimas “Pequeñas cositas que recorren el mundo” son cruciales para la supervivencia de grandes criaturas, incluyendo nosotros mismos. Necesitamos una mayor iniciativa para explorar el tan poco conocido planeta en el cual vivimos, con el fin de preservar su vida. También necesitamos conocer mucho mejor sobre los ciclos de vida y las relaciones ecológicas tanto de las especies conocidas como de las desconocidas. Para alcanzar esto, la ciencia debería nutrir directamente las innovaciones en conservación, así como lograr los avances tecnológicos en muchos campos.

todos los dinosaurios desaparecieron, lo cual se atribuye a la colisión de un meteorito con la Tierra. Los científicos reconocen que en nuestro planeta se han presentado cinco grandes extinciones masivas (Ordovícico, Devónico, Pérmico, Triásico y Cretácico), pero lo interesante es que luego de las extinciones masivas, surge un nuevo grupo de especies distintas a las precedentes aprovechando los “espacios funcionales vacíos” dejados por las especies extintas. En el ejemplo de la extinción de hace 65 millones de años (fin del Cretácico), fueron los mamíferos los que empezaron a diversificar ante la ausencia de los dinosaurios. La pérdida de biodiversidad actual está ocurriendo en una proporción comparable a las cinco extinciones masivas registradas en la antigua historia del planeta, pero en este caso, la razón son las acciones de transformación cultural por el ser humano de las condiciones del planeta. La cantidad de especies que se han extinguido por la directa

responsabilidad de nuestra especie son difíciles de conocer con exactitud por dos razones, la primera es que las documentaciones de extinciones se pueden trazar recién desde el siglo XVI, si ocurrieron extinciones antes, particularmente en la prehistoria, es imposible de saberlo. La segunda razón es que las extinciones son evidentes en organismos que están en nuestra misma magnitud de tamaño y que las conocemos, miles de organismos pequeños pueden estar extinguiendo sin siquiera percatarnos. De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), desde el siglo XVI habrían desaparecido 676 especies de vertebrados (Ceballos et al. 2015). Las extinciones ocurren en relación a la magnitud de la transformación del planeta por el humano, la cual a su vez es proporcional al incremento de la población humana y de sus tecnologías. Es así que desde la revolución industrial, la tasa de extinciones ha incrementado exponencialmente (Figura 4.1).

Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi “Viviendo en armonía con la naturaleza”

Fuente: cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-ES.pdf.

20 metas

Objetivo estratégico A: Abordar las causas subyacentes de la pérdida de diversidad biológica mediante la incorporación de la diversidad biológica en todos los ámbitos gubernamentales y de la sociedad.

1. Para 2020, a más tardar, las personas tendrán conciencia del valor de la diversidad biológica y de los pasos que pueden seguir para su conservación y utilización sostenible.
2. Para 2020, a más tardar, los valores de la diversidad biológica habrán sido integrados en las estrategias y los procesos de planificación de desarrollo y reducción de la pobreza nacional y local y se estarán integrando en los sistemas nacionales de contabilidad, según proceda, y de presentación de informes.
3. Para 2020, a más tardar, se habrán eliminado, eliminado gradualmente o reformado los incentivos, incluidos los subsidios, perjudiciales para la diversidad biológica, a fin de reducir al mínimo o evitar los impactos negativos, y se habrán desarrollado y aplicado incentivos positivos para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica de conformidad con el Convenio y otras obligaciones internacionales pertinentes y en armonía con ellos, tomando en cuenta las condiciones socioeconómicas nacionales.
4. Para 2020, a más tardar, los gobiernos, empresas e interesados directos de todos los niveles habrán adoptado medidas o habrán puesto en marcha planes para lograr la sostenibilidad en la producción y el consumo y habrán mantenido los impactos del uso de los recursos naturales dentro de límites ecológicos seguros.

Objetivo estratégico B: Reducir las presiones directas sobre la diversidad biológica y promover la utilización sostenible.

5. Para 2020, se habrá reducido por lo menos a la mitad y, donde resulte factible, se habrá reducido hasta un valor cercano a cero el ritmo de pérdida de todos los hábitats naturales, incluidos los bosques, y se habrá reducido de manera significativa la degradación y fragmentación.
6. Para 2020, todas las reservas de peces e invertebrados y plantas acuáticas se gestionan y cultivan de manera sostenible y lícita y aplicando enfoques basados en los ecosistemas, de manera tal que se evite la pesca excesiva, se hayan establecido planes y medidas de recuperación para todas las especies agotadas, las actividades de pesca no tengan impactos perjudiciales importantes en las especies en peligro y los ecosistemas vulnerables, y los impactos de la pesca en las reservas, especies y ecosistemas se encuentren dentro de límites ecológicos seguros.
7. Para 2020, las zonas destinadas a agricultura, acuicultura y silvicultura se gestionarán de manera sostenible, garantizándose la conservación de la diversidad biológica.
8. Para 2020, se habrá llevado la contaminación, incluida aquella producida por exceso de nutrientes, a niveles que no resulten perjudiciales para el funcionamiento de los ecosistemas y la diversidad biológica.
9. Para 2020, se habrán identificado y priorizado las especies exóticas invasoras y vías de introducción, se habrán controlado o erradicado las especies prioritarias, y se habrán establecido medidas para gestionar las vías de introducción a fin de evitar su introducción y establecimiento.

10. Para 2015, se habrán reducido al mínimo las múltiples presiones antropogénicas sobre los arrecifes de coral y otros ecosistemas vulnerables afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos, a fin de mantener su integridad y funcionamiento.

Objetivo estratégico C: Mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética.

11. Para 2020, al menos el 17 por ciento de las zonas terrestres y de aguas continentales y el 10 por ciento de las zonas marinas y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se conservan por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y están integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios.
12. Para 2020, se habrá evitado la extinción de especies en peligro identificadas y su estado de conservación se habrá mejorado y sostenido, especialmente para las especies en mayor declive.
13. Para 2020, se mantiene la diversidad genética de las especies vegetales cultivadas y de los animales de granja y domesticados y de las especies silvestres emparentadas, incluidas otras especies de valor socio-económico y cultural, y se han desarrollado y puesto en práctica estrategias para reducir al mínimo la erosión genética y salvaguardar su diversidad genética.

Objetivo estratégico D: Aumentar los beneficios de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas para todos.

14. Para 2020, se han restaurado y salvaguardado los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales, incluidos servicios relacionados con el agua, y que contribuyen a la salud, los medios de vida y el bienestar, tomando en cuenta las necesidades de las mujeres, las comunidades indígenas, y locales, y los pobres y vulnerables.
15. Para 2020, se habrá incrementado la resiliencia de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas

de carbono, mediante la conservación y la restauración, incluida la restauración de por lo menos el 15 por ciento de las tierras degradadas, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a este, así como a la lucha contra la desertificación.

16. Para 2015, el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización estará en vigor y en funcionamiento, conforme a la legislación nacional.

Objetivo estratégico E: Mejorar la aplicación a través de la planificación participativa, la gestión de los conocimientos y la creación de capacidad.

17. Para 2015, cada Parte habrá elaborado, habrá adoptado como un instrumento de política y habrá comenzado a poner en práctica una estrategia y un plan de acción nacionales en materia de diversidad biológica eficaces, participativos y actualizados.
18. Para 2020, se respetan los conocimientos, las innovaciones y las prácticas tradicionales de las comunidades indígenas y locales pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, y su uso consuetudinario de los recursos biológicos, sujeto a la legislación nacional y a las obligaciones internacionales pertinentes, y se integran plenamente y reflejan en la aplicación del Convenio con la participación plena y efectiva de las comunidades indígenas y locales en todos los niveles pertinentes.
19. Para 2020, se habrá avanzado en los conocimientos, la base científica y las tecnologías referidas a la diversidad biológica, sus valores y funcionamiento, su estado y tendencias y las consecuencias de su pérdida, y tales conocimientos y tecnologías serán ampliamente compartidos, transferidos y aplicados.
20. Para 2020, a más tardar, la movilización de recursos financieros para aplicar de manera efectiva el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011 - 2020 provenientes de todas las fuentes y conforme al proceso refundido y convenido en la Estrategia para la movilización de recursos, debería aumentar de manera sustancial en relación con los niveles actuales. Esta meta estará sujeta a cambios según las evaluaciones de recursos requeridos que llevarán a cabo y notificarán las Partes.

Con el fin de evitar más extinciones tomando acciones de conservación, es necesario evaluar el estado de las poblaciones de la mayor cantidad de especies que sea posible, identificando las causas de las disminuciones poblacionales. Esta labor está a cargo de miles de científicos en el mundo, y la información es centralizada por la IUCN en las llamadas "**listas rojas**" o "**listas de especies amenazadas de extinguirse**" (iucnredlist.org). De acuerdo a la IUCN (2016), entre las especies vivas conocidas, actualmente están amenazados el 41% de los anfibios, el 33% de los corales, el 34% de las coníferas, el 25% de los mamíferos y el 13% de las aves, por mencionar sólo los grupos con porcentajes en mayor amenaza. Son porcentajes realmente muy elevados y preocupantes (ver primer recuadro).

Por esta razón, se ha reconocido que la pérdida de la biodiversidad (no sólo entendida como número de especies, sino de variabilidad genética, de ecosistemas y de funcio-

nes de los ecosistemas) es actualmente uno de los problemas globales más serios junto con el cambio climático, pues amenaza directamente la existencia de los servicios ecosistémicos, y por tanto al bienestar de las personas.

Las **amenazas a la biodiversidad** por parte del humano pueden dividirse en acciones directas y acciones indirectas. Las **acciones directas** son las que implican la extracción de individuos para usarlos como recursos (alimento, vestimenta, fibra, construcción, fines suntuarios, mascotas, medicina, ritos tradicionales, etc.) y comercializarlos normalmente de forma ilegal, o con el fin expreso de eliminarlos, generalmente por temor (como a los grandes depredadores o a los venenosos). Las **acciones indirectas** están relacionadas a la modificación del hábitat de las especies, entre ellas están la urbanización, la agricultura, la ganadería, la acuicultura, uso de redes de pesca, la minería, uso de medios de transporte (principalmente por las

atropellamientos), la introducción de especies invasoras, introducción de organismos transgénicos, la contaminación del agua, aire y suelo, y el cambio climático.

4.2.2 Las acciones globales para la conservación de la biodiversidad

Los problemas ambientales ingresaron a la agenda internacional en 1972 con la celebración de la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente o “Cumbre de la Tierra” en Estocolmo. Como vimos en el apartado 4.1, la preocupación específica por la pérdida de la biodiversidad empezó a incrementar desde la década de 1980, y la segunda Cumbre de la Tierra realizada en Rio de Janeiro en 1992 abordó entre otros temas, la problemática de la pérdida de la biodiversidad, creando el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBO por sus siglas en inglés) que tiene tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos (visita su portal en cbd.int/intro/default.shtml).

En 2002 se realizó la conferencia “Rio + 10” en Johannesburgo con el fin de evaluar y hacer el seguimiento de la aplicación de la segunda Cumbre de la Tierra, en general se concluyó que los avances habían sido realmente escasos en relación a lo esperado, y en el año 2012 se realizó la conferencia “Rio + 20” en Rio de Janeiro. Esta última conferencia produjo el documento “El futuro que queremos” (rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-l-1_spanish.pdf).

Pero en materia específica de biodiversidad, y ante la evidencia de que su pérdida no había sido frenada desde 1992, en la décima reunión de las partes de la CBO, realizada en la Prefectura de Aichi, Japón, se aprobó el Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020, el cual incluye las denominadas “Metas de Aichi para la Diversidad Biológica”. Se trata de 20 metas organizadas en cinco objetivos estratégicos (ver segundo recuadro), que plantean la ambiciosa meta de que para el 2050 la diversidad biológica se valore, conserve, restaure y sea utilizada de forma racional, y para esto plantea tomar medidas efectivas y urgentes para detener la pérdida de diversidad biológica hasta el año 2020. Las Naciones Unidas declararon el año 2010 como el “Año Internacional de la Biodiversidad”, y al periodo 2011-2020, como la “Década sobre la Biodiversidad”.

El reconocimiento de la biodiversidad como pilar fundamental para la provisión de servicios ecosistémicos, y por tanto para la generación de bienestar para las personas, ha sido asumido integralmente por la comunidad internacional, y ante la dramática pérdida que enfrenta el planeta actualmente, se han propuesto medidas de emergencia que requieren un accionar comprometido y eficaz por parte de todos los Estados firmantes, o Partes (entre ellos Bolivia), así como de todos los ciudadanos. Lastimosamente, si realizamos una rápida apreciación de estas metas con lo que estamos haciendo en Bolivia, nos damos cuenta que para el año 2016, se ha avanzado realmente muy poco.

4.3 EL EFECTO DE LA URBANIZACIÓN SOBRE LAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS

Objetivos de aprendizaje. Comprender cómo la urbanización afecta a la biodiversidad, y cómo a su vez el efecto de pérdida de biodiversidad disminuye las posibilidades de los humanos para alcanzar un desarrollo pleno.

Como un tipo de transformación cultural del ambiente por las actividades humanas, la urbanización es una de las principales causas para la pérdida de biodiversidad, y los patrones de modificación de la composición de las especies de los ambientes urbanos ha merecido una gran atención por parte de los investigadores. Los efectos de las urbes sobre las comunidades de especies nativas han sido descritos como un “**filtro ambiental**”: algunas especies pueden ser comunes en su interior, pero otras raras o ausentes (Shanahan et al. 2014, Sol et al. 2014).

A partir de los resultados de las investigaciones realizadas en diferentes ciudades del mundo, se ha demostrado que existen dos patrones generales:

1. La **simplificación** de las comunidades biológicas (McKinney 2002). Esto significa que la urbanización provoca que muchas especies nativas del ecosistema original desaparezcan por su incapacidad de adaptarse a las nuevas condiciones impuestas por las actividades humanas, normalmente desaparecen las especies especializadas en funciones ecológicas específicas (o **especialistas**), quedando un pequeño subgrupo de especies de hábitos de vida **generalistas** (ver recuadro verde).
2. La **homogenización** de las comunidades biológicas (McKinney 2006). Significa que las comunidades biológicas urbanas en su composición y/o su funcionalidad llegan a ser muy parecidas entre ciudades que inclusive están muy distantes entre sí. Esto se debe a dos razones principales, la primera está relacionada al fenómeno de simplificación, ya que en la mayoría de las ciudades quedan solamente las mismas especies generalistas, o al menos especies parecidas en sus formas de vida. Y la segunda razón se debe a la introducción de especies exóticas en las ciudades por parte de las personas, principalmente de plantas de jardín o árboles, que suelen ser las mismas, por ejemplo los eucaliptos, pinos, cipreses o ligustros.

Los **cambios ambientales** que las urbes imponen a las especies nativas son la pérdida o fragmentación del hábitat, modificación de la disponibilidad de recursos (sea en carencia o en exceso), y modificación de las condiciones, como la contaminación química del suelo, aire y agua, contaminación sonora particularmente importante para animales que usan el sonido para comunicarse, contaminación lumínica que altera los ciclos diarios de actividad de muchos animales, y modificación de las interacciones con otras especies al afectarse las redes tróficas naturales (ver figura 2.5).

La respuesta de las especies nativas a estos filtros ambientales depende de sus características biológicas que poseían como producto de la evolución antes del antropoceno. La forma en que cada especie enfrenta la urbanización se ha denominado **tolerancia**, y se han realizado varias propuestas de clasificación de las especies según sus distintos grados de tolerancia. Utilizando como ejemplo las publicaciones realizadas para animales vertebrados, se puede ver

que existen varias aproximaciones para agrupar a las especies, algunas de ellas atienden a la presencia o ausencia de las especies en distintos tipos de entornos en el gradiente urbano-periurbano-rural (McKinney 2002, Garden et al. 2006), y otras atienden a la abundancia relativa de cada especie entre entornos urbanos y periurbanos (Blair 1996, Sol et al. 2014). A continuación presentamos una clasificación general que reúne los criterios de varios autores.

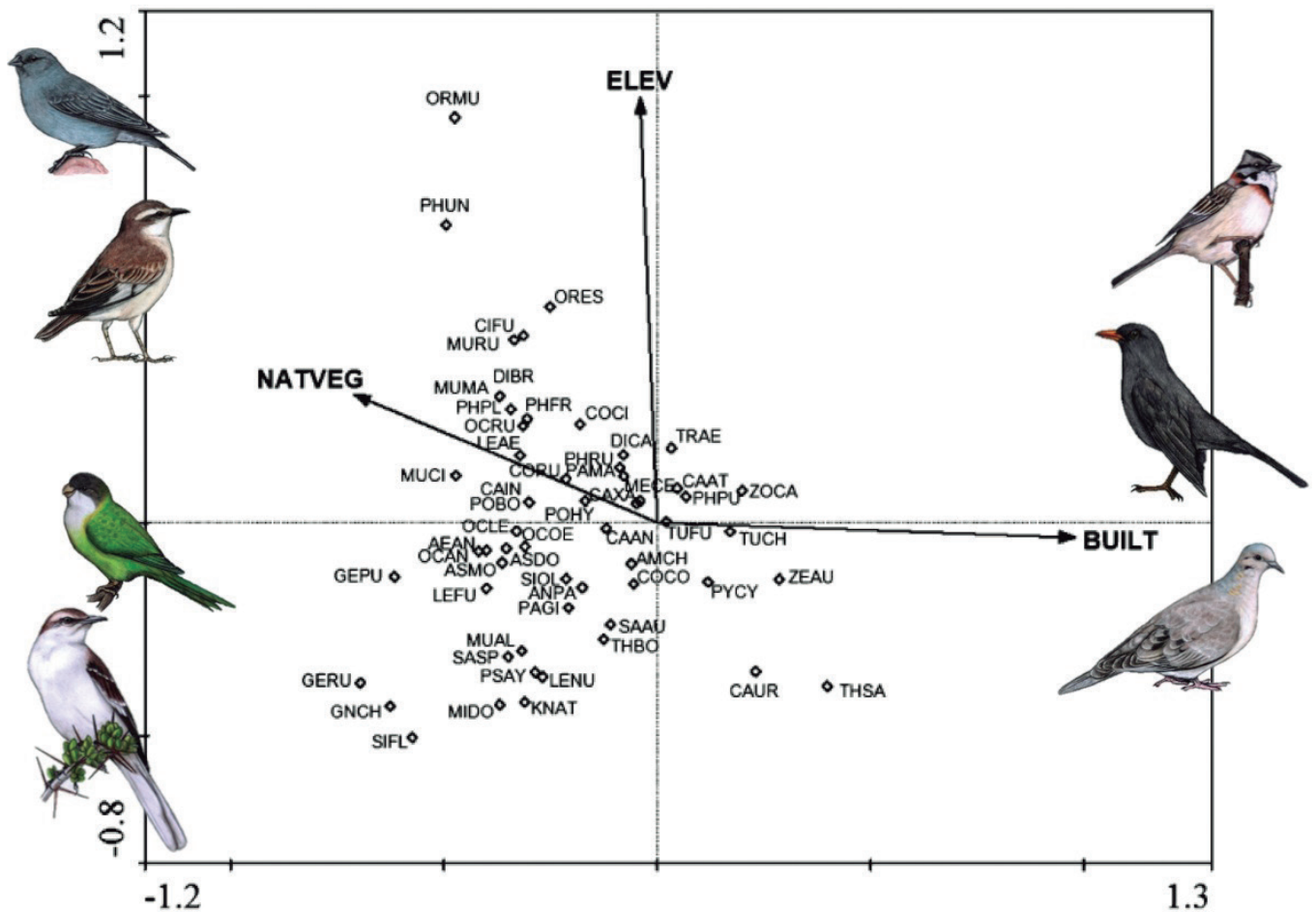


Figura 4.2 En este gráfico se combinan los dos principales factores que explican la distribución de especies de aves en la ciudad de La Paz: el efecto de la elevación sobre el nivel del mar (eje vertical “elev” con la mayor altitud hacia arriba), y la urbanización (eje horizontal con el mayor impacto de urbanización hacia la derecha “built” y el menor impacto hacia la izquierda explicado por la mayor proporción de cobertura de especies vegetales nativas “natveg”). Las especies de aves (identificadas con abreviaciones de cuatro letras), se distribuyen en el gráfico según sus preferencias de elevación y su menor o mayor tolerancia a las alteraciones producidas por la urbanización. Nótese que la mayoría de especies se acumulan hacia la izquierda, algunas de ellas con preferencia a ambientes de montaña (como el Yal plumizo *Phrygilus unicolor* = PHUN y la Remolinera común *Cinclodes albiventris* = CIFU), y otras a ambientes de los valles de menor altitud (como el Perico cordillerano gris *Psyllopsia aymara* = PSAY, o el Sinsonte castaño *Mimus dorsalis* = MIDO). En contra, las especies que soportan la mayor urbanización son pocas, lo que lleva a una simplificación de las comunidades de aves con especies generalistas como la Pichitanka (*Zonotrichia capensis* = ZOCA), el Chiguanco (*Turdus chiguanco* = TUCH) o la Tórtola (*Zenaida auriculata* = ZEAU). El gráfico ha sido extractado de Villegas y Garitano-Zavala (2010), los dibujos de las aves usadas como ejemplo son de Daniela Ticona.

- **Sensibles a la urbe:** Son aquellas que normalmente no son observadas en el interior de las ciudades y se restringen a entornos naturales o rurales agropecuarios, ya sea que se encuentren alejados de las urbes o en sus mismos márgenes; son especies cuyos requerimientos no están presentes en las urbes, o que son especialmente sensibles a las alteraciones humanas o eliminadas deliberadamente por las personas. Si bien algunas de estas especies pueden ser eventualmente observadas en las ciudades, se puede considerar que se trata de situaciones excepcionales, pues se asume que no tienen poblaciones reproductivas en ellas.
- **Adaptables a la urbe:** Son aquellas que además de habitar en ambientes naturales o rurales pueden aprovechar diversos recursos existentes en las urbes para vivir y reproducirse dentro de ellas. Se asume que sus abundancias no incrementan en las urbes respecto a los entornos naturales, y en general se restringen a los ambientes de matriz urbana más naturales y con menor densidad de edificaciones, como fragmentos silvestres remanentes, terrenos baldíos, jardines privados, áreas verdes públicas, etc. De acuerdo a la clasificación de Garden et al. (2006), se las podría clasificar también como **sensibles a la matriz urbana**, pues no podrían ocupar los ambientes urbanos más alterados por la densidad de edificaciones.
- **Explotadoras urbanas:** Especies que pueden aprovechar las alteraciones de los humanos como nuevos hábitats, ausencia de depredadores, o excedente de alimento en el caso de animales, y por tanto resulta que son más abundantes en los ambientes urbanos en comparación a los silvestres y rurales. Puesto que normalmente pueden habitar también en los entornos urbanos con mayor proporción de edificaciones y alteración humana, se las puede denominar **ocupantes de la matriz urbana** según la clasificación de Garden et al. (2006).
- **Sinantrópicas urbanas o explotadoras urbanas sinantrópicas:** Son las especies que sólo están presentes en las urbes y ausentes fuera de ellas, dependen total o casi exclusivamente de los recursos y cuidados de los humanos. En esta categoría se incluye la gran cantidad de especies de plantas **exóticas** (ver recuadro) que los humanos siembran en jardines, parques y plazas, así como especies comensales de los humanos, como ratones, ratas, cucarachas, palomas, etc.

La tolerancia de las especies en las urbes puede variar en el futuro en comparación a lo que ocurre actualmente, pues las modificaciones introducidas por el hombre son muy dinámicas y los procesos de respuesta de las especies son difíciles de predecir; incluso las ciudades pueden ser apreciadas como escenarios únicos de evolución y adaptación (Müller & Werner 2010). En el futuro algunas especies podrían adaptarse mejor a los cambios introducidos por el hombre, pero también, y con mayor probabilidad, muchas podrían desaparecer por completo.

Especie generalista: Es toda especie que es capaz de vivir en un amplio rango de condiciones ambientales, por ejemplo una especie de árbol que tolera climas húmedos o secos, o una especie de animal que es capaz de comer muchos tipos de alimentos.

Especie especialista: Son especies que viven bajo condiciones ambientales muy especiales, y que mueren si estas condiciones son modificadas, por ejemplo, una planta que requiera mucha humedad en el suelo, o un animal que se alimenta sólo del néctar de ciertas flores.

Especie nativa: Es toda especie que ha evolucionado en un determinado lugar y por tanto es propia del mismo. Un árbol de queñua es nativo de La Paz.

Especie exótica: Es toda especie que ha evolucionado en un lugar distinto al lugar en cuestión, y por tanto el ambiente donde es introducida por el ser humano puede alterarse en sus funciones. Un árbol de eucalipto es exótico en La Paz, pues es nativo del continente australiano.

4.3.1 La urbanización y la biodiversidad nativa en la ciudad de La Paz

Existe un prejuicio en la mayoría de los ciudadanos de la ciudad de La Paz, que consideran que el ambiente montañoso de la ciudad, frío y seco, no es capaz de alojar una rica biodiversidad nativa. Quizás esto se deba a la forma cómo hemos ido construyendo nuestra ciudad, menospreciando cualquier tipo de espacio con vegetación natural y aún con vegetación introducida, y considerando que toda superficie urbana debe ser construida, cementada o asfaltada, de esta forma las personas reducen sus opciones de contacto con elementos de la naturaleza. Es llamativo que las personas sean tan indiferentes a los pocos animales nativos, como las aves, que sobreviven aún dentro de la ciudad, así como a los paisajes naturales que aún persisten en los alrededores; viven el día a día como si éstos no existieran, no atienden su presencia ni sus cantos, y no tienen ningún interés en conocer y recorrer las áreas periurbanas.

Pero la ciudad de La Paz tiene una extraordinaria riqueza en biodiversidad, con ecosistemas variados desde las altas montañas hasta los valles secos del sur; en cuestión de especies, aloja a más de 120 especies de aves nativas (¡casi el 10% de todas las especies de aves de Bolivia!), y más de 1300 especies de plantas.

En la ciudad de La Paz se han realizado varios estudios con aves con el fin de comprender la forma en la que los patrones de urbanización están afectando su diversidad (Garitano-Zavala y Gismondí 2003, Garitano-Zavala et al. 2010, Villegas y Garitano-Zavala 2010). La diversidad de aves es un excelente indicador de la funcionalidad de los ecosistemas, y por tanto, un indicador de los servicios ecosistémicos que podemos tener o que estamos perdiendo en la ciudad; en Villegas y Garitano-Zavala (2008) se

hace una propuesta del uso de las aves más comunes de la ciudad para programas de monitoreo ambiental y en Garitano-Zavala y Gómez (2015) se hace una clasificación de todas las aves de La Paz según su grado de tolerancia a la urbanización. Los hallazgos de las investigaciones realizadas con comunidades de aves en la ciudad de La Paz se pueden resumir en las siguientes conclusiones:

- La falta de áreas verdes en el centro de la ciudad merma la biodiversidad enormemente, en las áreas con más impermeabilización de la superficie, mayor tráfico vehicular y de personas, y mayor densidad de edificaciones, apenas se pueden observar de tres a cinco especies de aves nativas, que son sólo las más generalistas. Además, predomina una especie invasora, la paloma común (*Columba livia*).

- La extensión de las áreas verdes, y la presencia de vegetación nativa en éstas es muy importante: las áreas verdes pequeñas, o las grandes pero con predominio cemento y vegetación exótica, aloja una menor diversidad de aves.
- En los barrios en los que existen aún casas con jardines, la diversidad de aves sube considerablemente, puede llegarse a ver hasta 20 especies distintas de aves en un solo jardín si es suficientemente grande y con heterogeneidad estructural (que no sólo tenga césped, sino diversidad de arbustos y árboles).
- Los fragmentos silvestres dentro de la ciudad son un refugio extraordinario para una gran diversidad de aves nativas, que no se observan dentro de la ciudad (se trata de las especies sensibles a la urbe).

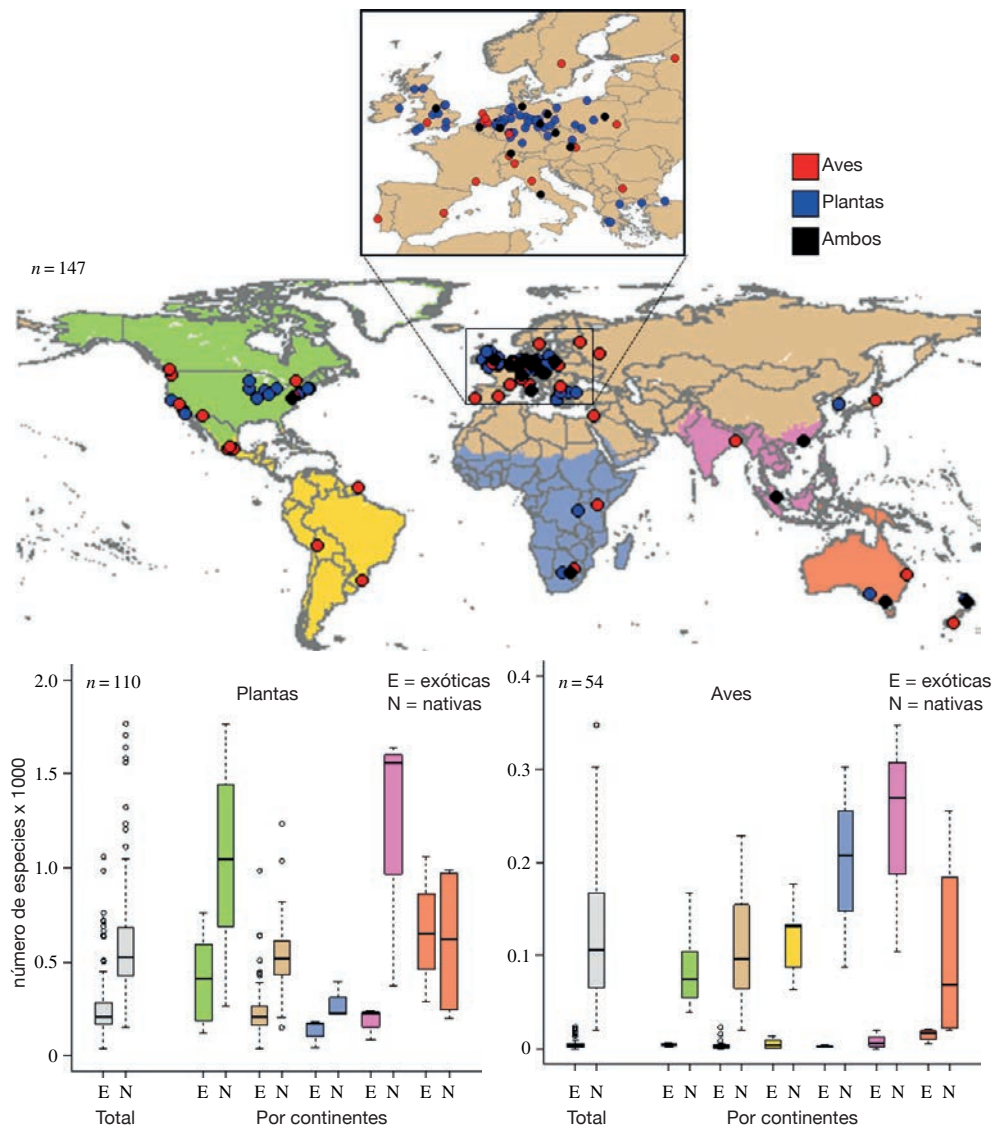


Figura 4.3. Esta figura ha sido elaborada utilizando la información de riqueza de especies de aves y plantas vasculares producida por varias investigaciones en 147 ciudades del mundo (entre ellas La Paz). El número de especies nativas es mayor en todos los casos (salvo plantas en Australia); pero esto no significa que las especies nativas sean más abundantes. Resalta que proporcionalmente, el número de plantas vasculares exóticas en todo el mundo es alto en comparación a las especies de aves exóticas. Figura extractada del artículo de Aronson et al. (2014).

- En los ambientes periurbanos con vegetación silvestre o con campos de cultivo, la diversidad también incrementa, pudiéndose observar en determinados sitios entre 40 a 50 especies distintas, y si se suman todos los ambientes periurbanos en los gradientes altitudinales, la composición de especies sobrepasa la centena.

En la figura 4.2, se observa el efecto de las variables ambientales asociadas a la urbanización con la composición de especies de aves. Es evidente el efecto positivo que ejerce la presencia de áreas verdes con especies vegetales nativas, y es evidente también que cuando predominan los parámetros urbanos negativos, la composición se simplifica, y por ende la provisión de servicios ecosistémicos para las personas.

El uso de especies vegetales exóticas es muy intenso en el interior de las urbes de todo el mundo. Cuando se compara la proporción de especies de aves nativas y exóticas, con las de especies vegetales nativas y exóticas, resalta que en todo el mundo se da un patrón generalizado: la diversidad de especies de plantas puede incrementar en el interior de las urbes (Figura 4.3). Pero esto no determina que la biodiversidad de fauna nativa incremente en comparación a ambientes no urbanizados, y esto se debe a que las especies vegetales exóticas no proveen alimento o refugio adecuado a las aves y otra

fauna, su uso intensivo está simplificando los ecosistemas urbanos, y por tanto mermando su capacidad de proveer servicios ecosistémicos a las personas (Figura 4.4).

4.4 CONSTRUIR CIUDADES SOSTENIBLES REQUIERE LA CONSERVACIÓN LOCAL Y GLOBAL DE LA BIODIVERSIDAD

Objetivos de aprendizaje. Comprender que para lograr el ideal de construir ciudades sostenibles y habitables es imprescindible lograr la conservación integral de la biodiversidad dentro de las ciudades y metrópolis, y como resultado, a partir de la educación, conciencia y compromiso de la ciudadanía urbana, se logrará la conservación de la biodiversidad a nivel global.

Es lógico concluir, a partir de lo desarrollado en los apartados precedentes, que los ecosistemas urbanos con mayor biodiversidad nativa serán los que puedan proveer mayor cantidad y calidad de servicios ecosistémicos, por tanto, el principio de: **“mayor biodiversidad urbana = mayor bienestar para las personas”**, no sólo resulta lógico de deducir, sino completamente verdadero.



Figura 4.4. El uso de plantas exóticas en jardines públicos y privados en la ciudad de La Paz es muy intenso, y no sólo eso, sino que se siembran según el “estilo jardinesco”, un estilo fundado por el botánico-arquitecto-paisajista escocés John Claudius Loudon (1783-1843), en el siglo XIX, que consideraba que los jardines no debían imitar la naturaleza, sugiriendo el uso de formas geométricas y de especies exóticas. Estos jardines proveen muy pocos recursos para la fauna nativa, y por tanto pocos servicios ecosistémicos a las personas, entre ellos los relacionados a identidad y herencia cultural (pocas personas de la ciudad conocen actualmente especies vegetales nativas y menos aún las utilidades que ofrecen). A estas áreas verdes se las puede calificar como **“poco funcionales ecosistémicamente”**. En el siglo XXI tenemos que buscar la máxima funcionalidad ecológica de las áreas verdes públicas y privadas, para lograr la máxima provisión de servicios ecosistémicos, y la respuesta es: imitar al máximo la composición de la naturaleza propia del lugar donde se estableció la ciudad. Plaza de “La Loba” en Obrajes, fotografía del autor.

La comunidad internacional ha reconocido hace varios años este principio, de manera que los esfuerzos de conservación de la biodiversidad y de construcción de ciudades sostenibles llegan a relacionarse y ser indivisibles. La conservación de la biodiversidad urbana no sólo repercute en la calidad de vida de los habitantes urbanos, sino que el acercarlos a la vivencia e interacción con la naturaleza, se despierta además la genuina preocupación por la conservación de la naturaleza fuera de las ciudades, y los ciudadanos

adquieren el compromiso y la acción para la conservación de la biodiversidad a nivel global (Figura 4.5). La Convención sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas, reconociendo esta realidad, ha lanzado el proyecto “Panorama sobre las Ciudades y la Biodiversidad” (CBO por sus siglas en inglés), junto al Centro de Resiliencia de Estocolmo (SRC) y a la asociación de Gobiernos Locales para la Sostenibilidad (ICLEI). Este proyecto se basa en el logro de diez metas que se traducen en diez mensajes clave (ver recuadro).

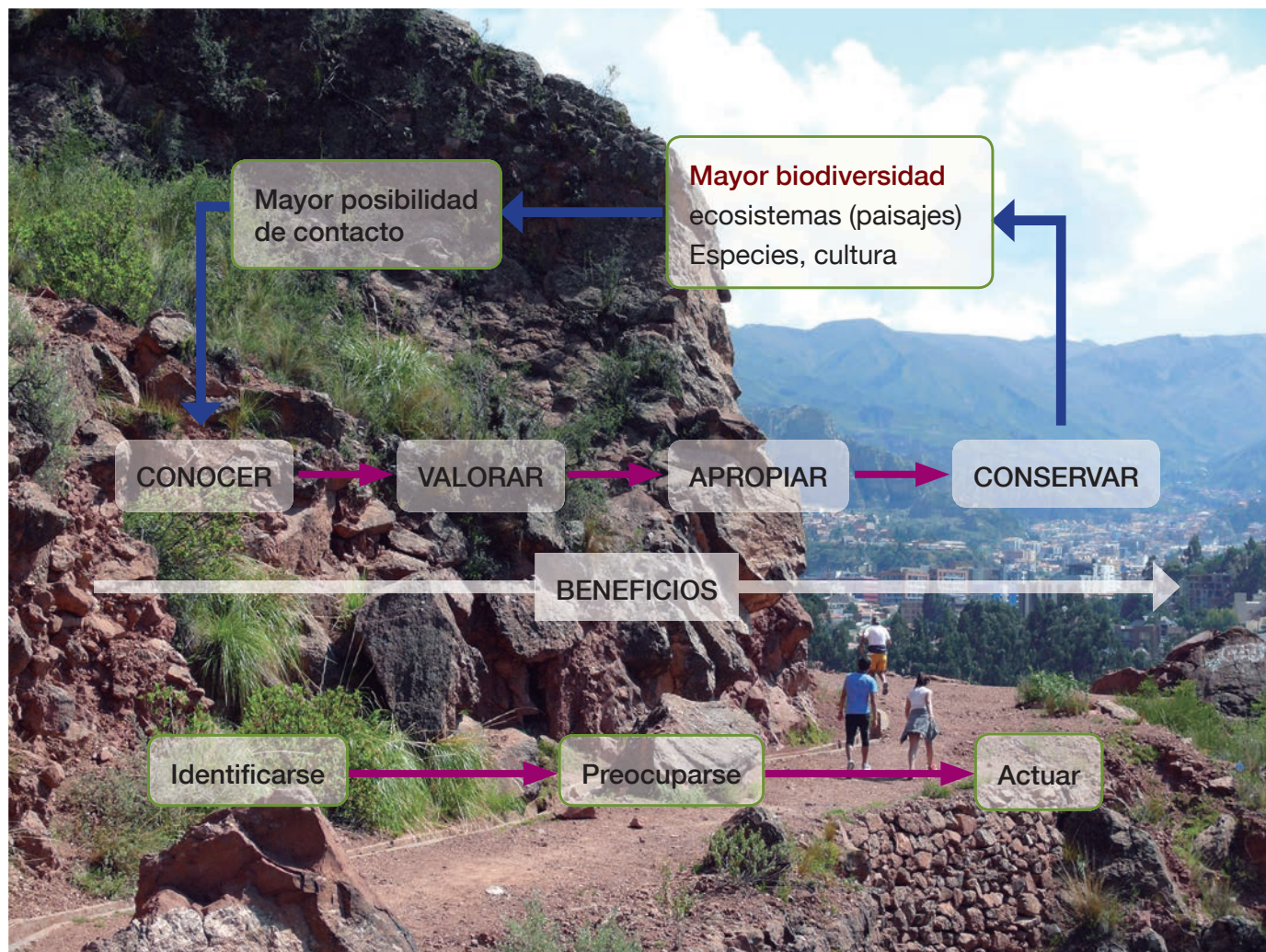


Figura 4.5. Lograr la conservación de la biodiversidad, a nivel local y global, requiere ofrecer a los ciudadanos mayores oportunidades de estar en contacto con la naturaleza dentro de sus ciudades; solamente cuando los ciudadanos conozcan la biodiversidad y sus beneficios podrán valorarla y apropiarla, esta identificación lleva a la preocupación y luego a la acción para su conservación. Si los ciudadanos actúan efectivamente en la conservación, cuidando la naturaleza por sí mismos, en agrupaciones barriales y en coordinación con sus autoridades, aumentará aún más la posibilidad de contacto, generándose un círculo virtuoso que incrementa progresivamente los beneficios hacia los ciudadanos. Cuando las personas pierden el contacto con la naturaleza, se inicia un círculo vicioso que se expresa en una indiferencia generalizada hacia la naturaleza, con acciones sistemáticas para su destrucción, y la pérdida irremediable del patrimonio natural, ¿no crees que esta sea la situación actual en la ciudad de La Paz? Foto del “Sendero del Águila” uno de los pocos espacios naturales urbanos para hacer ejercicio al aire libre en la ciudad de La Paz. Fotografía del autor.

Diez mensajes clave del proyecto CBO de las Naciones Unidas

Fuente: cbobook.org/key-messages-1.php?r=1&width=1280.

Mensaje 1. La urbanización es tanto un reto como una oportunidad para manejar los servicios ecosistémicos. Las regiones urbanas deberán tomar una mayor responsabilidad para motivar e implementar soluciones que consideren las profundas conexiones con el resto del planeta y los impactos que ejercen sobre él.

Mensaje 2. Una rica biodiversidad puede existir en las ciudades. Con un apropiados manejo y planificación, las ciudades pueden retener substanciales componentes de la biodiversidad nativa.

Mensaje 3. La biodiversidad y los servicios ecosistémicos son un capital natural crítico. Cuantificar el valor de los ecosistemas en términos monetarios y no-monetarios y/o ligarlos a valores cualitativos son herramientas importantes para incorporar las consideraciones ecológicas dentro del manejo de una ciudad.

Mensaje 4. Mantener la funcionalidad de los ecosistemas urbanos puede mejorar significativamente la salud y el bienestar humano. Con manejo apropiado y recursos, pueden alcanzarse beneficios mutuos para los humanos y la salud del medio ambiente, y varios problemas de salud urbanos pueden abordarse.

Mensaje 5. Los servicios ecosistémicos urbanos y la biodiversidad pueden contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático. Las áreas verdes urbanas, que van desde parques y campos agrícolas hasta jardines privados y techos verdes, pueden contribuir a la mitigación del cambio climático.

Mensaje 6. Incrementar la biodiversidad de los sistemas alimenticios urbanos puede mejorar la seguridad alimenticia y nutricional. Incrementando la biodiversidad en nues-

tros sistemas alimenticios existentes es clave para mantener los sistemas alimenticios globales y los servicios ecosistémicos que de ellos dependen, así como mejorar la seguridad alimentaria global.

Mensaje 7. Los servicios ecosistémicos deben ser integrados en la política y planificación urbanas. La planificación urbana y medioambiental proporciona oportunidades y mecanismos legales formales para la conservación de la biodiversidad en el diseño, códigos de construcción, planes de zonificación, planificación espacial, decisiones estratégicas, y la aplicación de la gestión de la ciudad.

Mensaje 8. El manejo exitoso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos deben basarse en el involucramiento de múltiples escalas, sectores y tomadores de decisiones. Las ciudades tienen un importante papel en la gobernanza medioambiental enfocada tanto sobre el paisaje urbano así como sobre los ecosistemas más remotos que son afectados por la urbanización.

Mensaje 9. Las ciudades ofrecen oportunidades únicas para el aprendizaje y la educación respecto a un futuro resiliente y sostenible. Las ciudades son un terreno de prueba de nuestra capacidad para vivir juntos y crear ambientes socialmente justos, ecológicamente sostenibles, económicamente productivos, políticamente participativos y culturalmente vibrantes.

Mensaje 10. Las ciudades tienen el gran potencial para generar herramientas innovadoras y de gobernanza y por tanto pueden –y deben– liderar el desarrollo sostenible. Fomentar la creatividad, la innovación y el aprendizaje es esencial si se desea alcanzar el desafío global de preservar la biodiversidad frente a una urbanización sin precedentes.

Lecturas recomendadas

- El libro Biodiversity editado por E. O. Wilson (1988) es una lectura interesante para comprender el origen del uso del término en su amplia extensión, los capítulos editados que compila van desde el conocimiento científico de la diversidad de especies hasta las estrategias de conservación en relación al bienestar de las personas. Se puede descargar gratuitamente de: nap.edu/catalog/989/biodiversity
- El texto del Convenio sobre la Diversidad Biológica puede ser descargado en toda su extensión en el enlace: cbd.int/convention/text/
- Resulta interesante leer el plan estratégico del ICLEI que plantea la forma de alcanzar construir ciudades sostenibles desde la perspectiva de la alianza de gobiernos locales en todo el mundo (e-lib.iclei.org/wp-content/uploads/2015/08/Strategic-Plan-2015-August-2015_web.pdf)

CAPÍTULO 5 CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL DE LAS CIUDADES



En algo tan cotidiano como un “Plato Paceño” podemos encontrar numerosos elementos patrimoniales, desde el choclo de granos blancos y jugosos que crece en nuestros particulares agro-ecosistemas, hasta las artes culinarias necesarias para prepararlo. Además, refleja nuestra identidad y herencia cultural mestiza: choclo y papas andinos con habas y queso europeos. (Fotografía del Movimiento de Integración Gastronómico Boliviano: miga.org.bo/)

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- ¿Qué es patrimonio?
- Patrimonio natural y cultural urbano
- La relación entre conservación del patrimonio y lograr ciudades sostenibles y habitables

5.1 ¿QUÉ ES PATRIMONIO?

Objetivos de aprendizaje: Comprender el significado de patrimonio, la importancia de éste para nuestra vida y la vida de las futuras generaciones, y las acciones mundiales para protegerlo.

Patrimonio viene de la composición en latín de las palabras *patri* = padre y *monium* = obligaciones o deberes. Originalmente la palabra indicaba el conjunto de los bienes y derechos que el padre, en obligación y deber, hereda a sus descendientes. Actualmente se aplica el término de forma más amplia, tanto para los elementos heredados, como de los herederos, y de esta forma patrimonio es el *conjunto de bienes y derechos, cargas y obligaciones, que una persona, física o jurídica, tiene como miembro de una comunidad*. Este concepto más amplio, va mucho más allá que la sola herencia de bienes de un padre a los hijos, y tiene diversas acepciones en distintas ramas del conocimiento humano, particularmente a nivel legal. En la perspectiva que nos compete en este texto, consideramos adecuado utilizar la siguiente definición:

“Patrimonio es el conjunto de bienes culturales y naturales, tangibles e intangibles, que hemos recibido de nuestros ancestros, y que tenemos la obligación de preservarlos para heredarlos y transmitirlos a las siguientes generaciones con el propósito de preservar, continuar y acrecentar dicha herencia.”

Lo importante de este concepto es que el patrimonio puede entenderse desde el nivel espacial más pequeño hasta todo el mundo. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), a partir del Convenio de 1972 sobre la Protección del Patrimonio Mundial Natural y Cultural, es la encargada de nominar y promover la conservación de sitios patrimoniales mundiales (ver recuadro), pero además promueve la identificación y salvaguarda del patrimonio cultural inmaterial mundial.

La UNESCO y el Patrimonio Mundial Natural y Cultural

Según la UNESCO Patrimonio es:

“Nuestro legado del pasado, con lo que vivimos en el presente y lo que transmitimos a las generaciones futuras. Nuestro patrimonio cultural y natural es tanto una fuente insustituible de vida, y una fuente de inspiración.”

Considera un total de 1052 sitios patrimoniales mundiales, 814 culturales, 203 naturales y 35 mixtos, de ellos 55 están en peligro de perderse (whc.unesco.org/en/list/).

En Bolivia tenemos siete sitios nominados como patrimonio de la humanidad, seis de ellos son patrimonio cultural (PC) y uno patrimonio natural (PN):

- Ciudad de Potosí (PC)
- Misiones Jesuíticas de Chiquitos (PC)
- Qhapaq Ñan, Sistema de caminos precolombinos andinos (PC transfronterizo)
- Parque Nacional Noel Kempf Mercado (PN)
- Centro Espiritual y Político de la Cultura Tiwanaku (PC)
- Ciudad histórica de Sucre (PC)
- Fuerte de Samaipata (PC)

De ellos, la Ciudad de Potosí está categorizada como amenazada principalmente porque el cerro rico de Potosí, elemento que hace a la integridad del sitio, sigue siendo explotado por actividad minera y su estabilidad está en riesgo.



Algunos de los sitios patrimoniales mundiales de Bolivia, de izquierda a derecha: Potosí, Tiwanaku, Concepción de Chiquitos, Sucre y Samaipata. Fotografías del autor.

5.2 PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL URBANO

Objetivos de aprendizaje: Comprender que las ciudades poseen patrimonio cultural y natural que determinan la provisión de servicios ecosistémicos urbanos, y por tanto son determinantes para la calidad de vida de los habitantes urbanos.

Los centros urbanos pueden ser patrimonio cultural de la humanidad, como es el caso en Bolivia de las capitales de departamento Potosí y Sucre o de ciudades intermedias como San Javier, Concepción, San José o Santiago en la Chiquitanía. Esto las hace especialmente valiosas, un orgullo para todos los bolivianos y una cita obligada para visitarlas y ser parte de ellas.

Pero esto no implica que los demás centros urbanos no tengan patrimonio, es más, absolutamente todo asentamiento humano tiene elementos patrimoniales naturales y culturales, porque está asentado en un medio ambiente natural que mantiene la potencialidad de brindar servicios ecosistémicos, y porque el humano siempre ha usado, usa y usará su cultura para vivir, de modo que las expresiones culturales se han ido acumulando en una urbe a lo largo de toda su historia.

La mayoría de las ocasiones no comprendemos la real dimensión del patrimonio que poseemos como comunidad urbana, muchas veces la anteposición del derecho privado por sobre el público arrebató la real dimensión de un bien patrimonial grupal. Para visualizar mejor esto, listaremos a continuación ejemplos de elementos patrimoniales presentes en la ciudad de La Paz:

5.2.1 Patrimonio cultural material o tangible inmueble.

Son los elementos patrimoniales que no pueden moverse de un lugar a otro, y existen varios tipos:

- **Paisajes culturales.** Cuando las acciones culturales a gran escala conforman conjuntos paisajísticos de particular belleza escénica, unicidad, provisión de servicios e interés científico (Figura 5.1). Para La Paz se pueden mencionar las terrazas agrícolas precolombinas y campos de cultivos en actual funcionamiento en Hampaturi, Chicani o Apaña, y los conjuntos urbanos de la misma ciudad, como por ejemplo lo que queda de los antiguos barrios en el centro histórico.
- **Arqueológicos.** El patrimonio arqueológico es particularmente rico en La Paz, pero al mismo tiempo enormemente ignorado por los ciudadanos. Existen áreas



Figura 5.1. Fotografías de las terrazas agrícolas en Hampaturi (izquierda) y la fachada de piedra tallada de la iglesia de Santo Domingo, con estilo barroco mestizo del periodo colonial tardío (derecho). Dos ejemplos de patrimonio cultural inmueble de La Paz. Fotografías del autor.

domésticas, funerarias y agrícolas de varias épocas precolombinas, desde Tiwanacu, hasta Aymara e Inca. Las más importantes son torres funerarias como por ejemplo en Chijipata en la parte alta de Achumani, los senderos secundarios que unían zonas como Apaña, Mallasa o Achocalla, o los que a su vez se conectaban con caminos principales a los yungas como el Choro o Takesi que fueron integrados por los incas a la gran red de caminos “Qapaq Ñan” (Lémuz y Aranda 2015).

- **Representaciones rupestres.** Existen petroglifos realizados sobre grandes rocas, por ejemplo en Hampaturi (Lémuz y Aranda 2015).
- **Monumentos y Edificios.** Incluyen una gran cantidad de casas o casonas que se conservan en mayor o menor grado de conservación, pertenecientes a las distintas épocas históricas. Resaltan en la ciudad varias iglesias coloniales, que conservan más que cualquier otro edificio el testimonio artístico de la época (Figura 5.1). También las plazas, parques y paseos que junto con los monumentos emplazados en ellos reflejan las tendencias urbanistas de diferentes momentos históricos (plaza Murillo, plaza Villarroel, Montículo, etc.).

5.2.2 Patrimonio cultural material o tangible movable.

Son los productos materiales de la cultura que pueden ser trasladados de un lugar a otro. Engloba una enorme cantidad de artefactos humanos que pueden conservarse en museos u otras colecciones para su mejor preservación. Resaltan para La Paz los objetos elaborados por culturas precolombinas (puntas de flechas, herramientas de piedra, hueso, madera o metal, tallados, cerámicas, tejidos, chullpas), o las colecciones coloniales y republicanas (muebles, objetos de guerras, documentos históricos, monedas, estampillas, colecciones de fotografía, instrumentos musicales, objetos de rituales religiosos, pinturas, esculturas, etc.).

5.2.3 Patrimonio cultural inmaterial o intangible.

Engloba una amplia cantidad y variedad de usos, prácticas, representaciones, expresiones, conocimientos y técnicas. Por ejemplo los eventos festivos en La Paz (el personaje del pepino es único para La Paz), la forma de preparar los alimentos (vale la pena resaltar a la marraqueta), el conocimiento sobre la fauna y flora local incluyendo las formas de aprovechamiento como alimento o medicina, la música y danza, artes agropecuarias, la forma de confeccionar artesanías o medicinas, etc.

5.2.4 Patrimonio natural.

Engloba todos los elementos creados por la naturaleza por miles o millones de años que componían el ecosistema original donde se establecieron las ciudades. Se pueden dividir en:

- **Formaciones geológicas y fisiográficas.** Los elementos patrimoniales que mejor caracterizan a La Paz son precisamente éstos. La diversidad de formaciones geológicas que logran observarse es enorme, partiendo de los granitos de las montañas de la cordillera Oriental, los depósitos paleozoicos como las pizarras grises de las montañas, los afloramientos del Devónico en muchos cerros que rodean la ciudad, los característicos afloramientos rojo intenso del Cenozoico en la garganta de Aranjuez o las manifestaciones magmáticas como la Muela del Diablo. La compleja historia geológica de La Paz de avances y retrocesos glaciares, formaciones de lagos interiores (Espinosa 2015), así como torrenes de barro y la acción de los ríos, han moldeado su compleja fisiografía, generando desde amplios valles glaciares en el paisaje montañoso, hasta profundos valles fluviales flanqueados por terrazas. Pero sin lugar a dudas, lo que más caracteriza a la ciudad es la presencia de profundos sedimentos fluvio-lacustres del cuaternario principalmente los denominados “formación

La Paz”, que al ser sedimentos arcillosos poco consolidados acompañados de arena y grava, se erosionan con facilidad por el agua provocando la formación de profundas cárcavas en las paredes verticales, y esto genera el complejo paisajístico de columnas, agujas y otras formas caprichosas presentes en toda la ciudad, que destacan en el Valle de Ánimas, en el Valle de la Luna o en el cañón de Ovejuyo (Figura 5.2).

- **Ríos, lagunas y humedales.** La ciudad de La Paz está asentada sobre un complejo de numerosos ríos, riachuelos y arroyos, con numerosas venas subterráneas que recorren sus cerros, y ojos de agua que afloran en distintos sitios formando lagunas o humedales. La provisión de agua dulce para la ciudad depende de los glaciares y lagunas de la cordillera. Los humedales de alta montaña formados en el fondo de los valles glaciares, denominados bofedales son otro singular elemento patrimonial cerca de la ciudad (Figura 5.3).
- **Formaciones biológicas.** En el paisaje montañoso de La Paz, las formaciones vegetales se adaptan a la fisiografía, de manera que en cada tipo de formación geomorfológica, ya sea por la composición química de los sedimentos, por la pendiente, o por el clima, se establece una particular vegetación. Los paisajes de vegetación nativa se suceden de una forma fantástica desde las altas montañas hasta los valles del sur (Figura 5.3).
- **Espacios naturales protegidos.** En el año 2000, el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP) mediante una Ordenanza Municipal, asignó la categoría de áreas protegidas a 27 áreas urbanas y periurbanas que rodeaban a la ciudad, las cuales alojaban una muestra representativa de todos los paisajes y formaciones biológicas de La Paz. Lastimosamente el año 2015 ante presiones de grupos sociales que deseaban, continuar la expansión urbana, se modificó esta ordenanza con otra equivalente, y actualmente estos espacios no están protegidos. Sin embargo, es imprescindible que el GAMLP, en representación de todos los ciudadanos, establezca urgentemente mecanismos para proteger, conservar y salvaguardar el patrimonio natural paceño con un sistema funcional de espacios naturales protegidos que beneficie a todos. Esto depende de la acción decidida de todos los ciudadanos en reclamar este derecho.
- **Hábitats para especies de flora o fauna amenazada.** En el interior de la ciudad de La Paz existen hábitats naturales que alojan especies amenazadas, el ejemplo más evidente son los hábitats de cárcavas (terrenos arcillosos con numerosas grietas provocadas por la erosión hídrica natural) donde habita la vizcacha (*Lagidium viscacia*), los cuales se están perdiendo aceleradamente por la destrucción sistemática que hacen los loteadores. Estos ambientes también alojan especies de flora amenazada, como orquídeas y plan-

tas con bulbos. Los hábitats de los alrededores de la ciudad aún alojan poblaciones de grandes mamíferos y aves amenazados, como la Taruka o venado andino (*Hippocamelus antisensis*) y el cóndor andino (*Vultur gryphus*).



Figura 5.2. La particular historia geológica ocurrida en el Valle de La Paz ha determinado un fantástico y único entorno paisajístico, cuyos cerros y montañas muestran una extraordinaria combinación de distintos colores, así como espectaculares formaciones producidas por los procesos naturales durante miles de años. (De arriba a abajo, nevado Illimani, cañón de Ovejuyo y las serranías de Apaña, fotografías del autor).

- **Especies animales y vegetales.** La suma total de especies vivas de la ciudad de La Paz y sus alrededores constituye también su patrimonio, pues cada una de ellas, sean por sí mismas o como parte de las interacciones

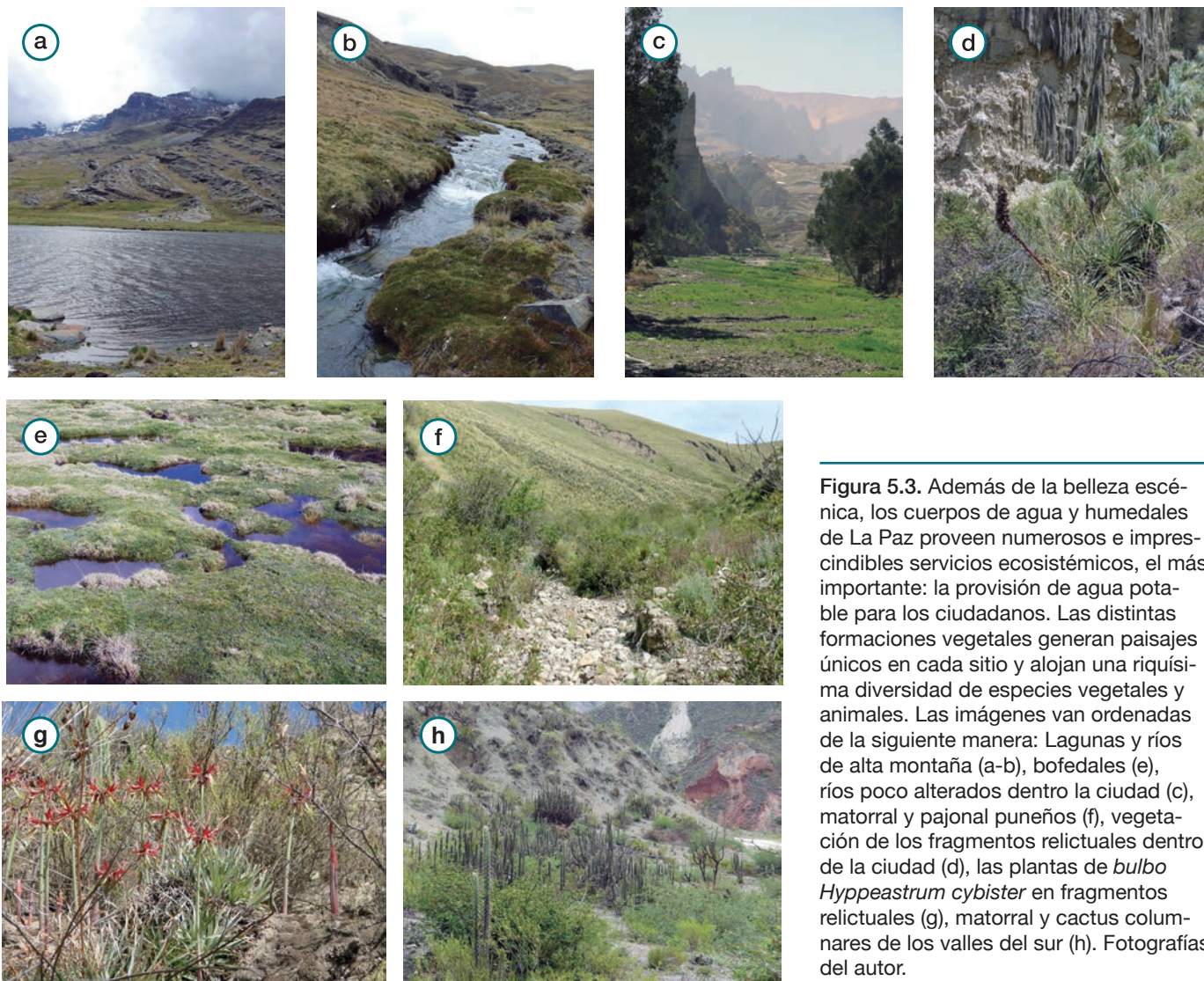


Figura 5.3. Además de la belleza escénica, los cuerpos de agua y humedales de La Paz proveen numerosos e imprescindibles servicios ecosistémicos, el más importante: la provisión de agua potable para los ciudadanos. Las distintas formaciones vegetales generan paisajes únicos en cada sitio y alojan una riquísima diversidad de especies vegetales y animales. Las imágenes van ordenadas de la siguiente manera: Lagunas y ríos de alta montaña (a-b), bofedales (e), ríos poco alterados dentro la ciudad (c), matorral y pajonal puneños (f), vegetación de los fragmentos relictuales dentro de la ciudad (d), las plantas de *bulbo Hyppeastrum cybister* en fragmentos relictuales (g), matorral y cactus columnares de los valles del sur (h). Fotografías del autor.

ecológicas, proveen valiosos servicios ecosistémicos.

- **Yacimientos paleontológicos.** En La Paz existen varias formaciones geológicas que presentan fósiles. En rocas sedimentarias del Devónico que pueden encontrarse por ejemplo en la zona de El Pedregal, aparecen fósiles de plantas, y animales invertebrados como trilobites, moluscos y braquiópodos (Andrade-Flores 2015). En los sedimentos cuaternarios de la “formación La Paz”, como por ejemplo en Alto Obrajes, Alto Següencoma, Calacoto, Tembladerani o Aranjuez, se han encontrado fósiles de grandes mamíferos como los gliptodontes, perezosos gigantes y otros herbívoros de gran tamaño (Mamani 2015).
- **Colecciones científicas.** Sean de especímenes vivos o conservados, en La Paz existen varias. Entre las colecciones vivas que son muy importantes para la conservación de la biodiversidad están el Jardín Botánico “La Paz” en el campus universitario de Cota Cota, el Jardín Botánico Municipal de Miraflores, el Cactario Muni-

pal de Mallasa, y el Zoológico Municipal Vesty Pakos Sofro. Como colecciones científicas de organismos conservados, están la Colección Boliviana de Fauna, el Herbario Nacional de Bolivia y la colección paleontológica del Museo Nacional de Historia Natural, todas estas colecciones están ubicadas en el campus universitario de Cota Cota.

5.3 LA RELACIÓN ENTRE CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO Y LOGRAR CIUDADES SOSTENIBLES Y HABITABLES

Objetivos de aprendizaje: Comprender la relación de equivalencia entre patrimonio y servicios ecosistémicos. Comprender que el logro de ciudades sostenibles depende directamente de la conservación del patrimonio natural y cultural.

En el Capítulo 2 comprendimos que todos los componentes del ecosistema urbano, naturales y culturales, son susceptibles de brindarnos servicios ecosistémicos, por

tanto, su presencia en la urbe es un patrimonio heredado de nuestros antepasados que nos permite la vida actual (vuelve a ver la definición de patrimonio por la UNESCO en el recuadro). Esta relación de equivalencia entre patrimonio y servicios ecosistémicos es fundamental (Figura 5.4), pues es imposible desligar las acciones de protección y conservación de patrimonio de las acciones que buscan conseguir ciudades sostenibles.

Existe un concepto muchas veces poco comprendido, y es la importancia de la identidad del habitante urbano con la ciudad que habita como pilar para el logro de ciudades sostenibles y habitables. La identidad en su sentido más amplio se define como: **“conjunto de los rasgos propios de un individuo o de una comunidad que los caracterizan frente a los demás”**.

Si los habitantes de una ciudad no se identifican como parte de ella, no tendrán la predisposición de cuidarla como su propio hábitat y el hábitat de las demás personas que la habitan; acciones de destrozo, descuido y afeción de los espacios públicos urbanos, o del paisaje circundante, son el reflejo de esta falta de identidad (Figura 5.5).

La conservación del patrimonio natural y cultural está íntimamente ligada a la generación de identidad del ciudadano (Figura 5.6). Si los ciudadanos tienen más elementos patrimoniales a los cuales pueden acceder como propios, y se benefician efectivamente por los servicios ecosistémicos que de ellos emergen, se identificarán como parte del grupo social urbano, lo cual a la larga permitirá que asuman el compromiso de proteger su patrimonio colectivo para su bienestar individual y grupal. Esto es clave para lograr construir ciudades sostenibles, las cuales se caracterizan por conservar más y mejor su patrimonio, creando un círculo virtuoso. Pero si el ciudadano, por distintas razones no asume la ciudad como propia, sus acciones podrán, directa o indirectamente, determinar la pérdida del patrimonio natural y cultural, determinando menores recursos urbanos para lograr identidad grupal y cohesión social, lo que genera un círculo vicioso de mayor pérdida progresiva de identidad y patrimonio, haciendo cada vez más inalcanzables a las metas de una ciudad sostenible y habitable.



Figura 5.4. El patrimonio de una urbe representa a su vez el conjunto de servicios ecosistémicos potenciales para los ciudadanos. La conservación de todo el conjunto patrimonial cultural y natural es requisito ineludible para lograr ciudades sostenibles.

La UNESCO dice lo siguiente del patrimonio y la identidad:

“El patrimonio cultural es la fuente de nuestra identidad y el sello que nos distingue como nación. Conocer nuestro patrimonio nos ayuda a desarrollar una conciencia más aguda acerca de nuestras raíces y nos permite comprender la riqueza de otros pueblos y culturas. El respeto al patrimonio es la puerta al diálogo intercultural.”



Figura 5.5. Las acciones de deterioro premeditado del bien público y el desprecio a los símbolos reflejan la falta de identidad de los habitantes con su ciudad y lo que ella representa. Fotografía del autor en una parada pública de la ciudad.

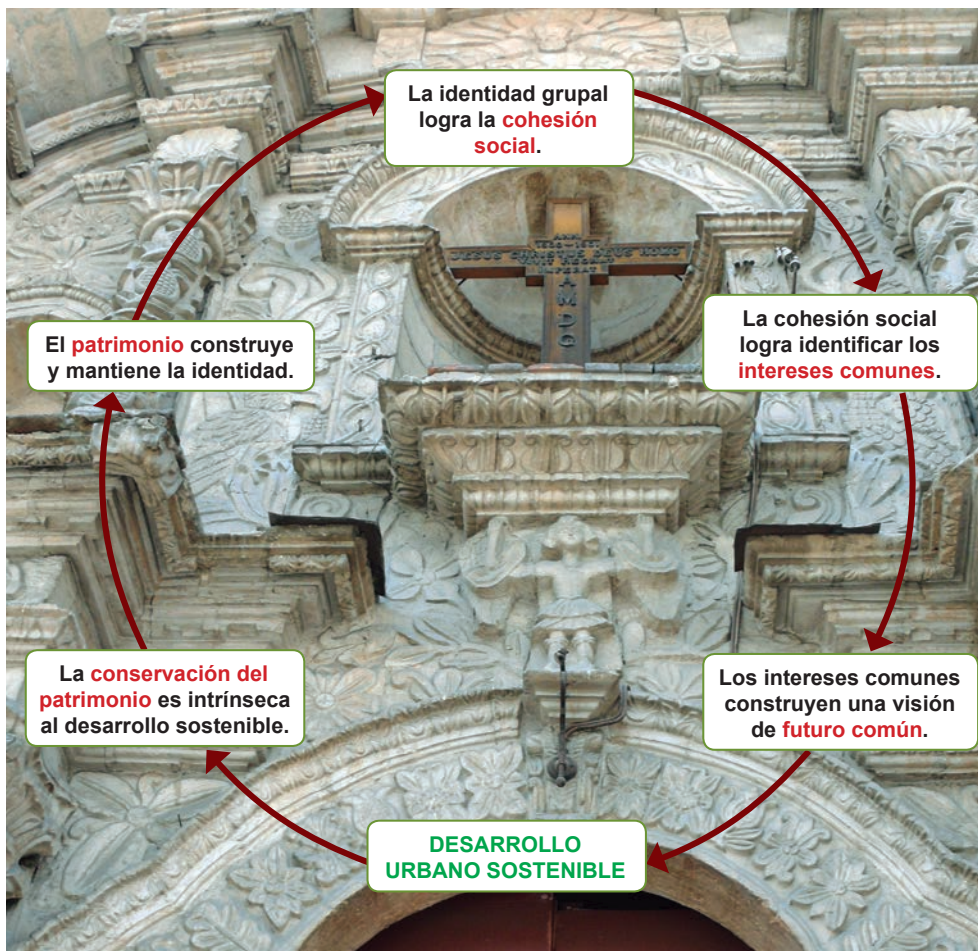


Figura 5.6. La conservación del patrimonio es tanto un requisito para el alcance del desarrollo urbano sostenible a través de la generación de identidad grupal y visión de futuro común, así como el resultado de alcanzar el desarrollo urbano sostenible; de esta forma se crea un círculo virtuoso que se acrecienta en cada ciclo. Si por el contrario, el patrimonio urbano es destruido, la falta de identidad grupal propiciará a la larga una mayor dificultad de lograr el desarrollo urbano sostenible, que traerá como consecuencias un círculo vicioso en el que la ciudad pierde cada vez más su patrimonio ante la indiferencia de la ciudadanía, y el alcance del desarrollo urbano sostenible sea cada vez más difícil. Fotografía del autor del detalle de la portada de la iglesia de Santo Domingo.

Lecturas recomendadas

- La riqueza del patrimonio natural y cultural de la ciudad de La Paz está documentada en varias obras, pero es recomendable poder acceder a la lectura de tres de ellas:
 - Forno, E. y M. Baudoin (Eds.). 1991. Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Primera Edición, Instituto de Ecología-UMSA, La Paz.
 - Ergueta, P. y K. Aranda (Eds.). 2010. Transitando la Diversidad. Paisajes Naturales y Culturales del Municipio de La Paz. TROPICO, Municipio de La Paz, FUNDESNAP, La Paz.
 - Moya, M. I., R. I. Meneses y J. Sarmiento (Eds.). 2015. Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Segunda Edición, Museo Nacional de Historia Natural, La Paz.
- El patrimonio arquitectónico de la ciudad de La Paz está muy bien descrito en la obra: GAMLP, 2013. Patrimonio arquitectónico y urbano de La Paz. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, Oficialía Mayor de Culturas, La Paz.
- Puedes descargar interesante material sobre patrimonio material e inmaterial en el portal del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz: (www.lapaz.bo/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=36:patrimonio-cultural&Itemid=649)
- También es importante leer el texto de la Ley 530 de “Patrimonio Cultural Boliviano”, promulgada el 23 de mayo de 2014, que establece los lineamientos generales para la protección del patrimonio cultural en todos sus tipos de manifestaciones, la cual puede ser descargada de varios portales de internet. Esta ley requiere todavía la reglamentación respectiva para aplicarla.

CAPÍTULO 6 LA HISTORIA DE LAS CIUDADES Y SU DESARROLLO SOSTENIBLE



Cuadro que recrea el asedio aimara a la ciudad de La Paz en 1781, realizado en 1888 por el pintor boliviano Mariano Florentino Olivares, expuesto en el Museo de la Casa Murillo en La Paz, extractado de GAMLP (2013). El cuadro no sólo permite comprender el momento histórico que retrata, sino las características de la ciudad colonial.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- La importancia de la historia de las ciudades para la planificación urbana sostenible
- Hitos históricos del proceso de urbanización de la ciudad de La Paz

6.1 LA IMPORTANCIA DE LA HISTORIA DE LAS CIUDADES PARA LA PLANIFICACIÓN URBANA SOSTENIBLE

Objetivos de aprendizaje: Comprender la importancia que tiene el conocimiento de la historia de cada ciudad para poder construir ciudades sostenibles y habitables.

Al tener en cuenta las características que una ciudad debería tener para alcanzar ser sostenible y habitable, podría plantearse, hipotéticamente, la posibilidad de re-construirla de cero con las características deseadas. Este planteamiento por seguro no tendría ningún apoyo, probablemente muchos considerarían la imposibilidad práctica de

hacerlo en términos económicos (considérese el dinero necesario para derriuir todo lo existente, para trasladar los escombros, y para levantar toda la infraestructura urbana) y sociales (habrá que pensar dónde vivirán y de qué vivirán todas las personas durante el tiempo que lleve esta re-construcción).

Pero los argumentos de practicidad no son, ni de lejos, los más relevantes cuando consideramos la importancia de la **conservación del patrimonio cultural** como pilar fundamental para la construcción de ciudades sostenibles y para la identidad ciudadana (ver capítulo 5), y esto justifica por sobre cualquier otra consideración la prioridad de **conservar todos los elementos históricos** de una ciudad.

Existe, sin embargo, una razón más para atender la historia de una ciudad en el marco de la construcción de ciudades sostenibles y habitables, y es el comprender las razones que llevaron en cada momento histórico a que la ciudad crezca de una u otra forma. Estos móviles son diversos y complejos, implican las actividades económicas de las personas en ese momento, el ambiente político, las tecnologías y materiales disponibles para la construcción,

las tendencias artísticas dominantes, las influencias culturales externas en interacción con la cultura local, y la forma cómo llegaban a relacionarse las personas con la naturaleza, en suma: **el tipo de vida que los habitantes buscaban tener en cada momento histórico**.

6.1.1 La conservación integral del patrimonio histórico urbano

Este concepto apunta a que la conservación de fragmentos aislados de nuestra historia, no nos permite comprender realmente la forma de vida de las personas en el pasado; haciendo una analogía: unos objetos expuestos en un museo sin ninguna información, son sólo “unos objetos más”, pues es el contenido histórico inherente a ellos lo que les da relevancia. En nuestras ciudades, el conjunto de inmuebles de una misma época, que conserven no sólo las fachadas, sino toda la estructura interior recreando el pasado, es un ejemplo de conservación integral, lo que se puede llamar “**conservación de la imagen urbana del conjunto patrimonial**”. La conservación integral del patrimonio histórico urbano permite a los ciudadanos de hoy poder



Figura 6.1. El patrimonio cultural histórico brinda numerosos servicios ecosistémicos a los ciudadanos, en particular los relacionados a la herencia cultural, sentido de pertenencia al lugar e identidad. Pero además de ello, tiene un enorme potencial turístico que genera ingresos económicos. La ciudad peruana de Cusco es patrimonio cultural de la humanidad que conserva de forma integral su patrimonio histórico urbano. Según la Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo de Cusco, en el año 2014 ha recibido casi tres millones de turistas (dirce-turcusco.gob.pe); en el año 2013, el total de extranjeros arribados a todo el territorio boliviano no sobrepasó el millón (ine.gob.bo/pdf/boletin/NP_2014_111.pdf). Fotografía del autor.

trasladarnos mentalmente a cada momento histórico e intentar comprender la vida de nuestros antepasados, esto es la **vivencia** del patrimonio cultural.

La reconstrucción de estos escenarios históricos en su sentido más amplio es bastante compleja, y requiere del

trabajo interdisciplinario de historiadores, arqueólogos, arquitectos y otros profesionales, pero es una labor ineludible para encarar seriamente la construcción de ciudades sostenibles, pues de otra forma, no estaríamos permitiendo a los ciudadanos la vivencia y disfrute de su legado patrimonial histórico, y por tanto estaríamos afectando la

construcción de la identidad ciudadana (ver figura 5.6). Esta es una de las razones por la que la mayoría de las ciudades del mundo prestan una atención prioritaria a la conservación integral de su patrimonio cultural histórico urbano (Figura 6.1).

El alcance de las metas de sostenibilidad y habitabilidad para las ciudades de hoy debe hacerse en armonía con la conservación del patrimonio histórico. Serán muy distintas las formas de encontrar soluciones de habitabilidad y provisión de servicios ecosistémicos en los centros históricos de las ciudades, en comparación con los barrios de expansión más reciente. Los urbanistas deben proponer estrategias de restauración o revitalización de los barrios recreando las formas de interacción que las personas tenían con su entorno urbano cultural y natural en cada período histórico.

6.2 HITOS HISTÓRICOS DEL PROCESO DE URBANIZACIÓN DE LA CIUDAD DE LA PAZ

Objetivos de aprendizaje: Utilizando a la ciudad de La Paz como ejemplo, comprender que cada etapa histórica de una ciudad tiene importancia, y que entender a cada una de ellas de forma integral permite encarar adecuadamente el logro de ciudades sostenibles y habitables.

El presente texto no pretende abordar la historia de la ciudad de La Paz a profundidad, existe mucha información publicada sobre esta temática. Utilizaremos las principales etapas históricas reconocidas por historiadores y arquitectos, como un ejemplo de lo que para una ciudad representa su desarrollo histórico, realizando inferencias hipotéticas de la forma en que los ciudadanos habrían interactuado con la naturaleza.

6.2.1 Etapa Pre-hispánica

De acuerdo a Lémuz y Aranda (2015), los primeros grupos humanos nómadas cazadores-recolectores podrían haber ingresado al valle que ocupa la ciudad de La Paz hace 6000 o 4000 años antes del presente, según lo atestiguan puntas de flecha talladas en roca junto a huesos de tarukas (venados) y camélidos. Progresivamente se habrían establecido núcleos agrícolas sedentarios durante la fase denominada “formativo” (hace aproximadamente 3200 años). Evidencia de primeros núcleos urbanos relacionados a pueblos del lago Titicaca, con domesticación de animales y cultivos se observan en Pampahasi y Achocalla hace 1500 años antes de Cristo, y en Ovejuyo, Chullpani, Chijipata, Kellumani, Llojeta, Villa Pabón y Sopocachi entre 100 años antes de Cristo a 400 después de Cristo (Aranda y Lémuz 2010). Para el año 400 después de Cristo ya se encuentran evidencias de asentamientos humanos correspondientes a la cultura Tiwanacota, como terrazas agrícolas, estructuras domésticas, áreas funerarias, extracción de minerales y una extensa red de caminos. Hacia el año 1200 después de Cristo habrían reemplazado en el valle a los tiwanacotas

los señoríos aymaras, dedicados principalmente al comercio, a la extracción de oro y estaño, agricultura y ganadería (Lémuz y Aranda 2015).

El Inca Túpac Yupanqui logró la conquista del Collasuyo entre 1438 y 1453, pero el régimen quechua quizás recién ingresó al valle de la ciudad de La Paz hacia el 1471 (Lémuz y Aranda 2015). Imponiendo a los aimaras sus leyes y costumbres incrementaron y mejoraron la extracción de oro para enviarlo al Inca, incrementaron la producción agrícola a través del trabajo forzado de los conquistados y mitimaes trasladados desde Ecuador y Perú, restauraron y ampliaron las antiguas terrazas agrícolas, y ampliaron las redes camineras locales para conectarlas al sistema del “Qapaq Ñan” (Lémuz y Aranda 2015).

Como se mencionó en el capítulo 5, en la ciudad de La Paz se encontraron numerosos sitios arqueológicos correspondientes a estas distintas etapas pre-hispánicas, incluyendo grandes extensiones de terrazas agrícolas, redes camineras, áreas domésticas y áreas funerarias, pero la expansión urbana no planificada está destruyendo casi todo este precioso legado histórico (Lémuz y Aranda 2015).

6.2.2 Fundación de la ciudad española “Nuestra Señora de La Paz”

La conquista del imperio incaico por los españoles al mando de Francisco Pizarro se dio desde la captura de Atahuallpa en Cajamarca en noviembre de 1532, su ejecución en julio de 1533, y la toma de Cusco en noviembre de 1533. Ya para 1533 Francisco Pizarro mandó una expedición de exploración hacia el Collasuyo, y con ella se tienen los primeros reportes que describen al valle de Chuquiabo (actual La Paz), sus asentamientos humanos indígenas y principalmente las actividades indígenas de explotación del oro (Bedregal 2013).

En 1540 la explotación aurífera del valle de Chuquiabo pasa a ser de Francisco Pizarro (Bedregal 2013), poco antes de su muerte en Cusco en 1541. Es bastante conocida la historia de fundación de la ciudad española de “Nuestra Señora de La Paz” en octubre de 1548 como conmemoración del fin de los conflictos entre pizarristas y almagristas, y que la fundación fue de inicio en Laja, luego en el valle de Chuquiabo en el área de Churubamba perteneciente al cacique Quirquinchu, y que luego se estableció la ciudad española en la explanada de la orilla izquierda del río Choqueyapu.

Entre los años 1550 a 1560 el alarife Juan Gutiérrez realizó el trazado de la ciudad española según los criterios de la Ordenanza para la Fundación de Ciudades en el Nuevo Mundo, con manzanas simétricas y rectangulares, y todas las calles ortogonales (diseño llamado “*damero español*”) (GAMLP 2013). Para fin de siglo XVI sólo había 28 manzanas y numerosas iglesias (Bedregal 2013), este trazo urbano original persiste hoy en la ciudad de La Paz (Figura 6.2).

El trazo español contrasta con el crecimiento urbano de los barrios de los indígenas que se aglutinaron entre 1570 y 1580 alrededor de las tres primeras parroquias: San Se-



Figura 6.2 Imágenes actuales de Google Earth, en las que se puede apreciar el trazo colonial, de damero en la ciudad española (a), irregular en el barrio indígena de Churubamba (b) y mixto en el poblado indígena de San Pedro (c).

bastián, San Francisco y Santa Bárbara. Estos barrios siguieron la topografía, la forma de los terrenos agrícolas, los caminos rurales, los cursos de los ríos y los cursos de los lavaderos de oro, generando calles discontinuas y manzanos alargados (GAMLP 2013). El pueblo indígena de San Pedro se estableció desde 1580, acercándose más al diseño de damero español al menos alrededor de su plaza (Figuras 6.2 y 6.4 b). Los barrios indígenas mantuvieron su estructura sociopolítica de Ayllus hasta 1781, de manera que la jurisdicción de la ciudad de La Paz sólo comprendía a la ciudad española.

En la ciudad española cada casa ocupaba un solar, equivalente a un cuarto de manzano, tenían una o dos plantas, zaguán al ingreso, tres patios, siendo el primero el patio de honor, y los otros huertos o caballerizas, los patios se conectaban por chiflones (GAMLP 2013). Las habitaciones rodeaban cada patio, provistas con galerías para ventilación, el piso superior se destinaba a los propietarios y los inferiores a la servidumbre, las habitaciones del piso superior contaban con balcones para proveer el contacto social urbano. En los barrios indígenas se replicó este estilo, constituyendo casas solariegas para los caciques, e indígenas ricos, así como casas populares y tambos.

En la ciudad de La Paz quedan pocos inmuebles coloniales, pues como se verá adelante, durante la república muchos fueron remplazados o remodelados. Ejemplos de inmuebles con arquitectura colonial tardía son el actual Museo

Nacional de Arte, el Museo Nacional de Etnografía y Folklore y el Museo Tambo Quirquincho, así como la iglesia de San Francisco y la de Santo Domingo, en los que destaca el estilo barroco mestizo de fines del siglo XVIII (Figura 5.1). Durante esta época, las calles y plazas no contaban con vegetación, cumplían las funciones de conectores urbanos las primeras, y sitios de encuentro y reunión las segundas, eran intensamente utilizadas para ferias y mercados de alimentos y enseres, y de ahí los primeros nombres que se dieron a éstas. Los jardines y huertos se establecían en los patios interiores, de manera que el contacto con la naturaleza de los habitantes domésticos era principalmente en el interior de los hogares. Las actividades de los indígenas en los ayllus que rodeaban la ciudad, centralizados en las parroquias o curatos, eran agropecuarias como por ejemplo en Putu Putu (actual Miraflores) o artesanales, como en los telares en Saillamilla (actual Obrajes), de esta forma, el entorno agropecuario y silvestre rodeaba a todo el entorno urbano, que apenas ocupaba una extensión de 1 km², característica que se mantuvo durante más de tres siglos (Figura 6.3).

6.2.3 Cerco aimara a la ciudad de La Paz en 1781

Un hito de suma importancia desde el punto de vista de impacto sobre los cambios políticos, sociales y arquitectónicos, fue el cerco aimara a la ciudad de La Paz en 1781



Figura 6.3. La fisonomía de la ciudad de La Paz, y en particular las posibilidades de contacto con la naturaleza, no variaron substancialmente desde la colonia hasta principios del siglo XX, periodo en el que ya se puede contar con registros fotográficos, o puede asemejarse a inmuebles contemporáneos bien conservados. a) Grabado de 1840 de la actual plaza Murillo antes de la demolición del campanario del colegio Loreto; b) Vista de la actual plaza de San Pedro a principios del siglo XX, donde se aprecia la plaza como un espacio totalmente abierto y los campos de cultivo inmediatamente detrás de la iglesia; c) La actual calle Comercio a fines del siglo XIX sin arbolado urbano; d) La actual plaza Alonso de Mendoza en 1915 como sitio de encuentro social sin jardineras; e y f) Patios interiores con jardines en inmuebles de estilo colonial-republicano (a, c, d y e extractadas de: es-la.facebook.com/Fotos-Antiguas-de-La-Paz-863749447003189/; b extractada de GAMLP (2013); f imagen del patio posterior (antiguo huerto) del Convento Santa Teresa de Potosí. Fotografías del autor.

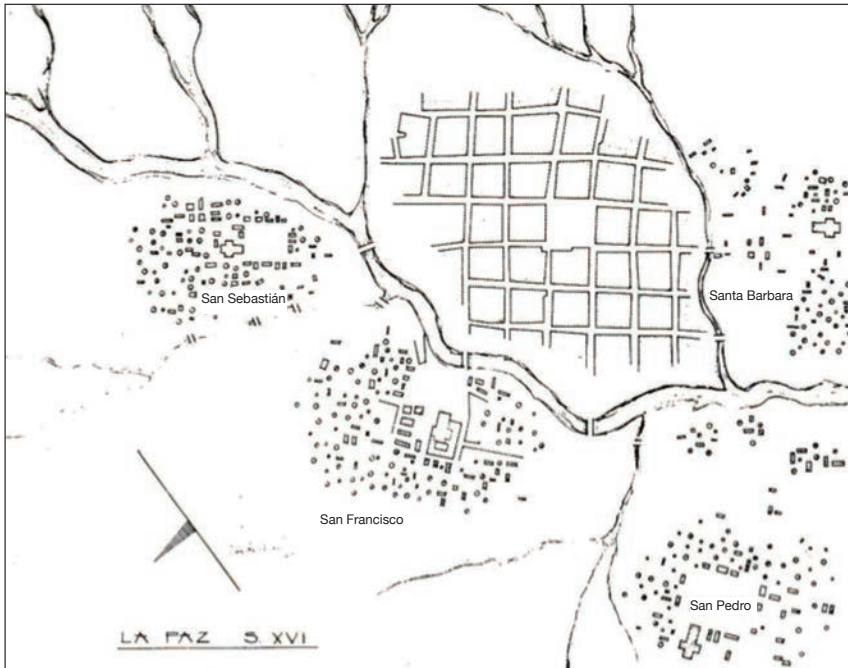


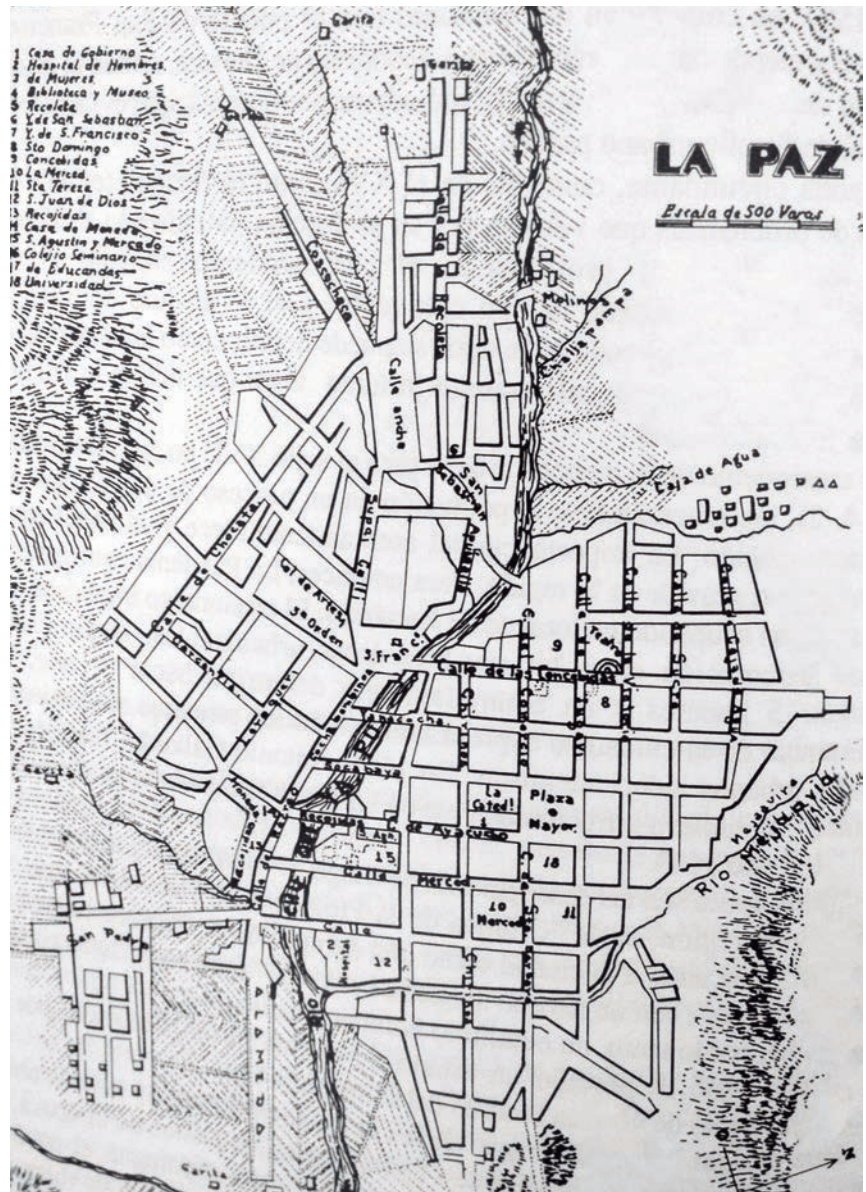
Figura 6.4. Interpretación de la ciudad de La Paz en los primeros años de la época colonial (a) y en el año 1846 según los “Archivos de Indias” de Sevilla (b). Planos extractados de (Mesa y Gisbert, 1965). Nótese en el segundo plano la incorporación de los antiguos barrios indígenas de San Sebastián, San Francisco, San Pedro y Santa Bárbara a la jurisdicción de la ciudad de La Paz. Para comparar entre sí los planos, considérese que el norte no esté en la misma dirección en ambos.

encabezado por Julián Apaza (autodenominado Túpac Katari). Además de los permanentes acosos a la población urbana durante 109 días, se produjeron varios incendios en la ciudad, siendo los templos objetivos particularmente importantes, de esta forma se perdieron los templos coloniales San Sebastián (del 1559, reconstruida luego en 1887), y de la iglesia de San Pedro (del 1573, reconstruida luego en 1790) (GAMLP 2013).

Como represalia a este levantamiento y los protagonizados por los quechuas Túpac Amaru y Tomás Katari en los actuales territorios de Perú y Bolivia, la corona española redujo el poder sociopolítico de los ayllus, extendiendo las haciendas de peninsulares y criollos sobre ellos. En 1800 se incorporan los curatos a la administración de la ciudad de La Paz, de manera que los barrios indígenas por primera vez forman parte de una sola ciudad (Figura 6.4), y en 1817 el Gobernador de la ciudad ordena la construcción de un puente de cal y piedra sobre el río para comunicar con los Obrajes donde se empezaron a establecer las haciendas (GAMLP 2013). Al ocurrir esto en las postrimerías del dominio colonial español, **el régimen de haciendas fue más importante para los eventos de expansión urbana durante la República.**

6.2.4 Primer periodo republicano (siglo XIX)

Las nuevas tendencias arquitectónicas surgidas en Europa con la ilustración del siglo XVIII no tardaron en influir en Bolivia. La **tendencia**



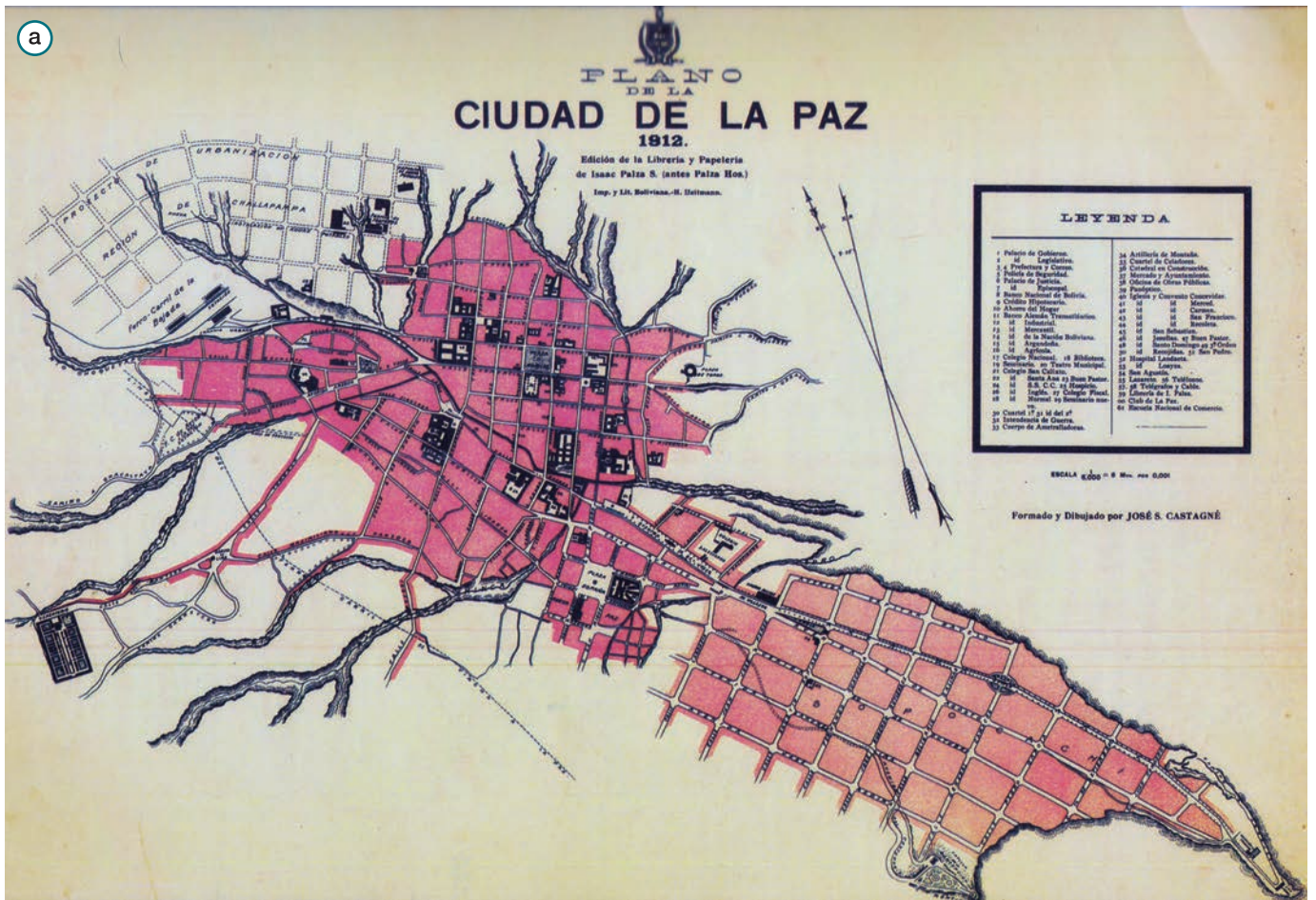


Figura 6.5. a) Plano de la ciudad de La Paz dibujado por José Castagné en 1912, donde la única expansión urbana era solamente Sopocachi, destaca en las afueras de la ciudad el Cementerio General al extremo izquierdo, y el Montículo abajo a la derecha (extractado de GAMLP 2013); b y c) Fotografías antiguas correspondientes a esa fecha de la ciudad de La Paz, la primera muestra una vista general desde la ladera Este y la segunda un detalle del Cementerio General visto desde la ladera Oeste (Las fotografías antiguas obtenidas de: <https://es-la.facebook.com/Fotos-Antiguas-de-La-Paz-863749447003189>).

neoclásica que usa ornamentos inspirados en la arquitectura griega surge en Europa hacia mediados del siglo XVIII y desde 1790 aparece en La Paz, quedando el barroco en los barrios indígenas (GAMLP 2013). Los inmuebles solariegos coloniales fueron subdivididos o reconstruidos, quedando la mayoría con un solo patio interior, se modificaron las fachadas e interiores con diversos ornamentos, y se incluyeron nuevos elementos como el hierro forjado (GAMLP 2013). Son ejemplos de esta arquitectura el Palacio de Gobierno que reemplazó el antiguo cabildo en 1852,

la nueva Catedral que empezó a construirse en 1835, y la mayoría de las casas del casco urbano central o “centro histórico” de la ciudad, que muestra las modificaciones republicanas neoclásicas en los inmuebles coloniales. La ausencia de vegetación en calles y plazas continúa, así como el uso de jardines en los patios interiores, las huertas se hacen más raras por la disminución de la extensión de cada solar.

Las primeras expansiones urbanas desde el antiguo trazo original colonial empiezan en la primera mitad del siglo

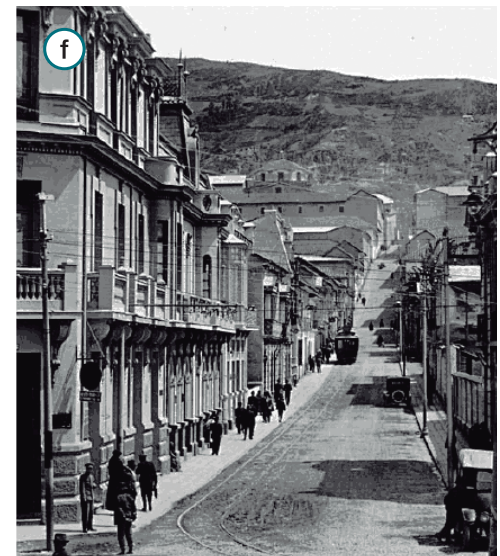
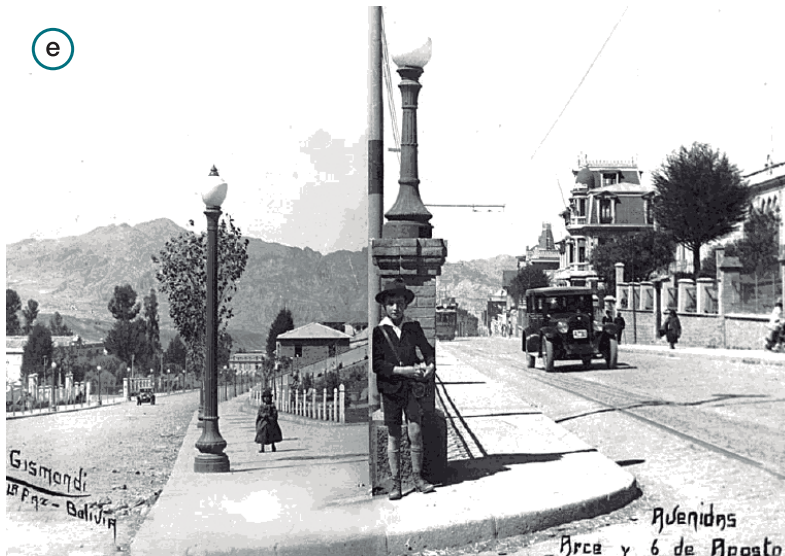


Figura 6.6. Incorporación del estilo “ciudad jardín” durante la primera mitad del siglo XX. a) Postal de la Plaza Murillo antes del emplazamiento del monumento a Pedro Domingo Murillo (compárese con figura 6.3); b) Plaza Murillo en la inauguración del nuevo monumento en 1909, nótese el marco paisajístico del fondo; c) Paseo El Prado en 1929 con la incorporación de arbolado urbano, jardineras y retiros frontales con jardines en las residencias; d) Las calles del centro de la ciudad, como la calle Loayza en la fotografía, se mantuvieron sin arbolado urbano para permitir el tráfico de vehículos, tranvía y peatonal; e) Durante la expansión urbana de principios del siglo XX hacia Sopocachi, se incorporó arbolado urbano y jardines en los retiros frontales de las residencias; f) Residencias de estilo ecléctico con jardines en retiros frontales de El Prado y la densa arboleda de la antigua “Alameda”. (Todas las fotografías han sido obtenidas de: <https://es-la.facebook.com/Fotos-Antiguas-de-La-Paz-863749447003189/>).

XIX. El trazo urbano de Obrajes corresponde a esta época, y si bien los telares de Obrajes empezaron a funcionar tan pronto como en 1553 y luego de 1781 se establecieron haciendas, en 1844 el presidente José Ballivián planeó la creación de la “Villa Ingavi” como una villa para enfermos y de recreo para los vecinos, obligando a los dueños a enajenar sus propiedades previa indemnización. De esta manera se estableció el trazado urbano ortogonal con inmuebles republicanos integrados a las antiguas haciendas. En 1847, también Ballivián fijó un nuevo radio urbano para La Paz incluyendo a Sopocachi y Llojeta (Figura 6.5). El resto del territorio, como los actuales Achumani, Irpavi, Calacoto y Cota Cota eran importantes haciendas de producción de vacunos y camélidos, con el trabajo de colonos indígenas.

6.2.5 Periodo republicano de principios de 1900 con expansiones urbanas planificadas

El fin del siglo XIX e inicio del siglo XX implicó un cambio fundamental para la ciudad de La Paz, la cual, ya siendo la ciudad más poblada de Bolivia y con mayor actividad económica, pasó a ser después de la Guerra Federal, la sede de los poderes Ejecutivo y Legislativo, dando un mayor impulso a su crecimiento en infraestructura. Desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX, también ingresan a Bolivia nuevos estilos arquitectónicos, como el **academicismo francés** y el **estilo ecléctico** (GAMLP 2013), este estilo se impone en el estilo arquitectónico de nuevos inmuebles que se construyen sobre los manzanos del centro de la ciudad, son ejemplos de edificios públicos la Corte Superior de justicia y el Palacio Consistorial, y numerosos inmuebles de ciudadanos acaudalados que se establecen en el Paseo del Prado, San Jorge, Sopocachi y Obrajes como nuevas zonas de expansión urbana. La incorporación de diversos estilos puede reconocerse en varios inmuebles aún en pie en la ciudad, como **art nouveau**, **historicismo inglés** y **neomodéjar** (GAMLP 2013).

El movimiento urbanístico de “**ciudad jardín**” fundado por E. Howard en Inglaterra, influyó en el diseño de los nuevos barrios, por ejemplo, el paseo de El Prado que fue establecido en 1817, fue rediseñado desde 1909 con arbolado urbano y jardineras centrales, y los inmuebles incorporaron retiros frontales con jardines. Ni el arbolado urbano de calles y avenidas, ni los jardines frontales ingresaron en las vías de los barrios antiguos, pero sí se incorporaron jardineras en las plazas (Figura 6.6).

Es importante resaltar este cambio de contacto con la naturaleza en los ciudadanos: debido a la reducción o pérdida de jardines y huertos interiores en los inmuebles, se pasó al uso de jardines en espacios públicos. De todas formas, las haciendas y espacios silvestres rodeaban toda la ciudad, y su cercanía daba la posibilidad del uso recreativo constante.

La primera expansión urbana concebida enteramente con un diseño urbanístico fue la de Miraflores sobre el valle agrícola de Putu Putu. En 1926 el arquitecto Emilio Villanueva diseñó Miraflores como **ciudad jardín y villa métrica** (Mesa Gisbert 1990) y en 1929 se inició la urbanización.

Contaba con una amplia avenida como eje central conector con arbolado urbano y jardineras (actual avenida Busch), plazas en los extremos (actuales Villarroel y Triangular), y un trazado de manzanos y calles que vinculaban con facilidad a la avenida principal y a las plazas. Las viviendas eran populares, pero incluían jardines frontales.

Desde 1930 el **racionalismo** (purismo o cubismo) ingresa a La Paz, y se utiliza en numerosos inmuebles privados en los barrios en expansión, como Miraflores y San Pedro, así como en grandes edificios en el centro de la ciudad (GAMLP 2013). Resalta como ejemplo la Avenida Camacho, que fue proyectada por E. Villanueva y abierta entre 1936 y 1941 para conectar con el reciente barrio de Miraflores (Mesa Gisbert 1990), esta avenida incorpora varios edificios racionalistas actualmente en pie, pero uno de los criterios urbanísticos más acertados fue diseñar la avenida para mantener al Illimani como remate paisajístico visual.

En el año 1937 Emilio Villanueva planea la urbanización de Calacoto para el Sr. Julio Patiño propietario de esta hacienda lechera desde 1905, bajo los mismos criterios de ciudad jardín (Mesa Gisbert 1990). En 1953 la Reforma Agraria enajena el 54% de la Hacienda Calacoto, y en 1954 se establecen los nuevos límites urbanos quedando Calacoto dentro del radio urbano. De esta forma se inicia el crecimiento urbano de este barrio que se produjo como consecuencia del desplazamiento de familias ricas del centro de la ciudad de La Paz. Los inmuebles eclécticos tenían de una a dos plantas y amplios jardines frontales y traseros, en ocasiones incorporando huertos; en las calles, avenidas y plazas se incorporó arbolado urbano y jardineras.

6.2.6 Segunda mitad del siglo XX y el crecimiento urbano espontáneo no planificado

Hasta antes de la Revolución Nacional de 1952, la ciudad de La Paz no había crecido significativamente, al trazado antiguo se añadieron Sopocachi, Miraflores, cierto crecimiento en San Pedro, y un trazado lineal hacia Obrajes y Calacoto. A partir de la Reforma Agraria de 1953 la migración campo-ciudad se intensificó enormemente, proceso que continúa hasta nuestros días, rebasando por completo la posibilidad de normar y planificar el crecimiento urbano.

De principio los migrantes se establecieron en la ladera oeste de la ciudad, en los barrios de San Pedro y San Sebastián, los cuáles ofrecían cercanía al centro de la ciudad, y pronto alcanzaron el límite superior que conecta con la actual ciudad de El Alto. Posteriormente las viviendas se han construido sobre todas las demás laderas, incluso sobre las más abruptas y peligrosas. Estas construcciones sobre pequeños lotes de terreno usan toda la superficie para la construcción, sin considerar jardines interiores y, al faltar criterios urbanísticos, no se han dejado espacios para áreas verdes públicas. El resultado es un continuo de superficie impermeable sin vegetación (Figura 6.7).

Este crecimiento urbano se caracteriza por la “**inversión de la planificación urbana**”, es decir, no se realiza un trazado urbano con asignación ordenada de lotes, formas de

conexión vial, espacios públicos y provisión de servicios básicos, sino se construyen primero las viviendas mediante la autoconstrucción normalmente no autorizada y después se reclama la provisión de los servicios.

6.2.7 Siglo XXI: la era de la expansión urbana no planificada y la destrucción del patrimonio natural y cultural

La expansión no planificada caracteriza al crecimiento urbano del siglo XXI. Actualmente todos los cerros que rodean el centro político de la ciudad están totalmente tapizados por viviendas, salvo pequeñas áreas aún difíciles de construir o que se intentan conservar como bosquesillos. Los barrios de la zona sur se han expandido en todas direcciones empezando a ocupar todas las serranías de la misma forma que ocurre alrededor del centro de la ciudad.

Este **crecimiento urbano horizontal**, se caracteriza por destruir los servicios ecosistémicos que proveen el patrimonio natural y cultural, y produce una ciudad más expandida que tiene muchísima mayor dificultad para alcanzar un metabolismo urbano circular.

El **crecimiento vertical planificado** es una buena opción para una ciudad cuando el crecimiento poblacional no se detiene, sin embargo, en La Paz el crecimiento vertical del siglo XXI no responde a una planificación, sino por el contrario, responde a iniciativas de inversión privada. Altos edificios de departamentos y oficinas, galerías comerciales y edificios destinados al Gobierno Central están derruyendo a un ritmo vertiginoso los inmuebles pre-existentes en todos los barrios de la ciudad, sin respetar el patrimonio histórico ni la imagen urbana, ni siquiera en el centro histórico (Figura 6.8).

Muchas de las personas que vivían en las viviendas derruidas se trasladan a nuevas urbanizaciones en las laderas de la ciudad o en áreas rurales como Mallasa, Huajchilla, Mecapaca y Achocalla, las cuales pierden su vocación de producción agrícola (Figura 6.8), en otras palabras, el crecimiento vertical que se está dando en La Paz no evita la expansión horizontal, sino que por el contrario la promueve.

Se puede decir que lo que va del siglo XXI para la ciudad de La Paz, es el **periodo histórico de la pérdida del patrimonio natural y cultural** atendiendo a un enriquecimiento a



Figura 6.7 Características del crecimiento urbano espontáneo de auto-construcción. a) Los barrios no han planificado espacios para grandes áreas verdes y es un continuo de superficies impermeables, b) El arbolado urbano es prácticamente inexistente; c) En las viviendas no se han dejado espacios para jardines o huertos, impermeabilizando toda la superficie; d) Pero en las pocas superficies en las que aún no se ha construido, dada su extrema verticalidad, persiste vegetación nativa que es la única oportunidad de contacto con la naturaleza en estos barrios. Fotografías del autor.



Figura 6.8 Imágenes de la destrucción actual del patrimonio cultural y natural de la ciudad de La Paz. a) La imagen urbana de los barrios históricos no es respetada y el patrimonio histórico y su estética se pierde entre edificaciones anacrónicas, el denso cableado externo, la exagerada publicidad, los rayones y la falta de mantenimiento de las fachadas; b) Los inmuebles históricos se desmoronan en pleno centro de la capital, sin que se tomen acciones para evitarlo; c) La falta de normas para la protección integral de la imagen urbana histórica ha generado su pérdida total en muchas calles; d) El crecimiento horizontal descontrolado se da a expensas del patrimonio natural que provee numerosos servicios ecosistémicos; e) Este crecimiento horizontal termina por tapizar todo el terreno, privando a la ciudad de contar con remates visuales de paisajes naturales; f) El crecimiento vertical no planificado en los antiguos barrios de expansión planificada está obligando a los antiguos propietarios a mudarse al perder privacidad y sol; g) Lo cual a su vez hace que estos ciudadanos busquen viviendas unifamiliares en barrios de expansión horizontal que crecen reemplazando áreas de producción agrícola. Fotografías del autor.

corto plazo de algunos ciudadanos. Prácticamente ya no existe un marco paisajístico natural como remate visual para la ciudad, el arbolado urbano es eliminado constantemente por los ciudadanos, el patrimonio cultural en todas sus expresiones está siendo eliminado, las áreas verdes de jardines privados no son repuestas por los nuevos edificios, los ciudadanos no valoran las áreas verdes, los fragmentos silvestres están siendo destruidos, y existe una presión constante para urbanizar todas las áreas periurbanas de la ciudad, destruyendo todo el valioso patrimonio arqueológico, paleontológico y de biodiversidad que encuentran en su camino.

Lecturas recomendadas

- El libro “La Paz en su IV Centenario 1548-1948”, editado por el Comité Pro IV Centenario de la Fundación de La Paz, es una valiosa fuente de información gráfica de la historia de La Paz hasta el año 1948. Puede ser encontrado en la Biblioteca Municipal de La Paz.
- Son numerosos los libros de historia de Bolivia, con énfasis en distintas épocas, o en distintos escenarios geográficos, así como información disponible en internet que puede ser consultada. Un texto de historia básico es “Historia de Bolivia” de Carlos D. Mesa Gisbert, José de Mesa y Teresa Gisbert, en su última edición (octava) de 2012.
- Fotografías antiguas son compartidas por ciudadanos en blogs de internet, resulta interesante visitarlos por la diversidad y cantidad de fotografías compartidas, los enlaces son:
 - <https://es-la.facebook.com/Fotos-Antiguas-de-La-Paz-863749447003189/>
 - <https://es-la.facebook.com/Ciudad-Nuestra-Se%C3%B1ora-de-La-Paz-Bolivia-212401635455223/>
 - <http://lapaz.metro-blog.com/fotos-antiguas-de-la-paz/>

CAPÍTULO 7 LA CIENCIA DE LA ECOLOGÍA URBANA



Los numerosos libros sobre ecología urbana que se han producido en las dos últimas décadas, con enfoques de diversas disciplinas como la biología, arquitectura, urbanismo, ingeniería, sociología, educación, agronomía, ciencias políticas, etc., resaltan el carácter inter y trans-disciplinario de esta moderna ciencia.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- Panorama histórico
- La ciencia de la ecología urbana hoy

7.1 PANORAMA HISTÓRICO

Objetivos de aprendizaje. Comprender la forma en que la actual ciencia de la ecología urbana se fue conformando a partir de la interacción de los conocimientos, teorías y paradigmas de distintas disciplinas en el mundo a lo largo del siglo XX.

La ciencia de la ecología se empezó a formalizar después de las ideas expuestas por Charles Darwin en “El Origen de las Especies” (Darwin 1859); el morfológo alemán Ernst Haeckel con la influencia de la obra de Darwin acuñó el término ecología por primera vez en 1866 diciendo: *“por ecología entendemos la ciencia de las relaciones del organismo con su medio ambiente incluyendo, en el amplio sentido, todas las condiciones de existencia”* (Haeckel 1866). Desde el fin del siglo XIX y principios del siglo XX la ecología como ciencia se fue afianzando conceptualmente.

El concepto *“Ecología urbana”*, surgió precisamente en el periodo de la maduración de la ecología como ciencia, pero no se utilizó por primera vez en el ámbito de las ciencias biológicas o ecológicas, sino dentro de las ciencias sociales. Fueron los sociólogos Park, Burgess y Mckenzie de la Escuela de Chicago de Sociología que la definieron en el marco de la “ecología humana” que ellos trabajaban, según: *“el estudio de las relaciones entre las personas y su medio ambiente urbano”* (Park et al. 1925). En esta escuela se utilizaron inicialmente conceptos ecológicos como competencia, invasiones, dominancia y sucesión en los estudios de organización social y geoespacial de las ciudades (Wu 2015). Actualmente la aproximación sociológica de la ecología urbana se enfoca sobre la forma en que los sistemas políticos e institucionales afectan los patrones espaciotemporales de urbanización.

El interés de la biología sobre los ambientes urbanos ocurrió tardíamente. Durante la primera mitad del siglo XX, la ciencia de la ecología maduraba conceptualmente, y en general se enfocaba a los estudios de las relaciones de los organismos con su entorno en ambientes “no alterados por el humano”. Sin embargo, hacia la mitad del siglo XX, algunos botánicos y zoólogos en Europa, Norteamérica y Asia enfocaron su interés en la descripción de la riqueza, abundancia y distribución espacial de plantas y animales en las ciudades, aproximación que puede denominarse la *“bio-ecológica”* de la ecología urbana o el hacer *“ecología en las ciudades”* (Wu 2015).

Los problemas post-segunda guerra mundial (década de 1950), enfatizaron la percepción de que los recursos de la naturaleza son finitos, y se empezó a cuestionar los paradigmas precedentes del *“balance de la naturaleza”*

(McDonell 2011, Weiland y Richter 2012) que propugnaban la capacidad infinita de la naturaleza de alcanzar su equilibrio frente a perturbaciones, dando paso en su lugar al paradigma del “no equilibrio”, que visualiza a los sistemas ecológicos como sistemas abiertos potencialmente regulados por fuerzas externas en lugar de sistemas que están predeterminados a alcanzar una meta o un estado de equilibrio ideal (McDonell 2011). El paradigma del no-equilibrio permitió incorporar al ser humano como parte de los ecosistemas, concibiendo sus actividades como fuerzas de modificación de los flujos de materia y energía de los ecosistemas (Pickett y McDonnell 1993), y a partir de este razonamiento, se empieza a comprender a las ciudades como ecosistemas, dando un nuevo enfoque a la ecología urbana.

Desde los años 1970 investigadores como Herbert Sukopp de la Universidad Técnica de Berlín, desarrollaron una aproximación bio-ecológica de la ecología urbana, enfatizando estudios ecológicos de la flora urbana (p.e. Sukopp

1973, Sukopp et al. 1979, Sukopp et al. 1990), fundando la denominada “escuela de Berlín”. Posteriormente incluyeron estudios de contaminación, bioclimatología y salud humana (McDonell 2011, Weiland y Richter 2012).

En la figura 7.1, se esquematiza la propuesta de Wu (2015) para graficar el proceso de evolución de la ecología urbana como ciencia madura. Los nuevos conceptos, teorías y paradigmas de la ecología, como la ecología del paisaje, los estudios ecológicos de largo plazo (LTERs por sus siglas en inglés), la definición de servicios ecosistémicos y la resiliencia de los ecosistemas, junto con el paradigma de desarrollo sostenible que surge de la preocupación de la comunidad internacional por el deterioro ambiental desde la década de 1980 (ver apartado 3.1), forjaron a la moderna ciencia de la ecología urbana, que puede decirse que alcanza su madurez desde la década del 2000, cuando se integra con la aproximación sociológica del estudio de las ciudades, la cual, hasta entonces, seguía su propio desarrollo independientemente.

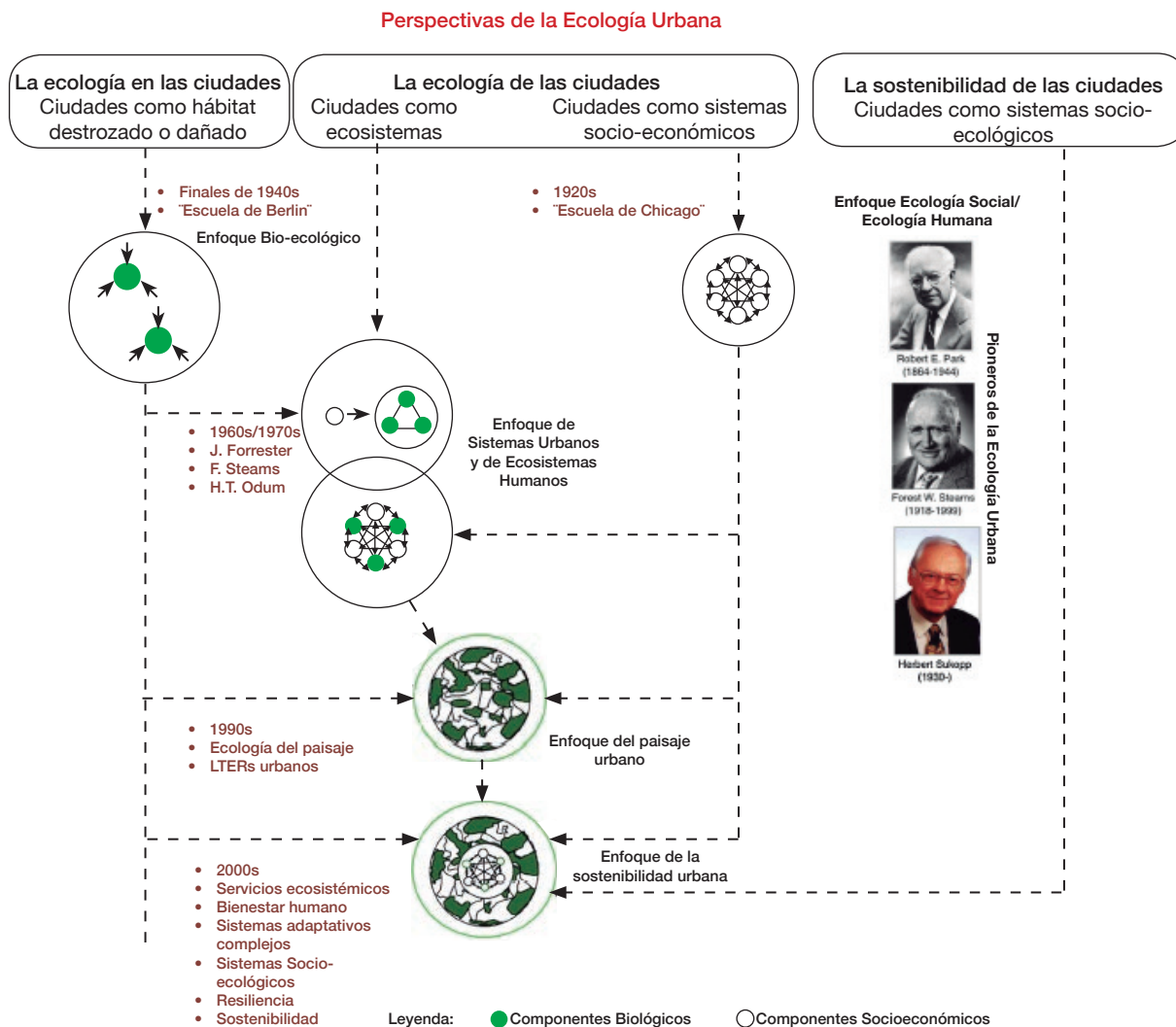


Figura 7.1. Esquema del proceso histórico en el que las diferentes líneas de investigación y la incorporación progresiva de nuevos conocimientos, enfoques y paradigmas, fueron interactuando para constituir la actual ciencia de la Ecología Urbana enfocada a la meta de lograr ciudades sostenibles. Figura extractada y modificada de Wu (2014).

7.2 LA CIENCIA DE LA ECOLOGÍA URBANA HOY

Objetivos de aprendizaje. Comprender el actual enfoque de la ciencia de la ecología urbana, como una ciencia interdisciplinaria que construye nuevos principios y paradigmas trans-disciplinariamente.

La ecología urbana es actualmente una ciencia madura, con sus particulares fundamentos teóricos, paradigmas y metodologías. Lo que caracteriza a la ecología urbana es que es una verdadera ciencia inter y trans-disciplinaria. Los ecólogos urbanos son entrenados en utilizar terminología, paradigmas y metodologías de una diversidad de disciplinas tales como ecología, ecología humana, planificación, arquitectura, geografía, economía, ciencias políticas, ingeniería, sociología, trabajo social, antropología, psicología y ciencias de la salud (McDonnell 2011).

Se han propuesto varias definiciones para esta ciencia, tres de ellas que permiten ver los particulares enfoques son las siguientes:

- “La ecología urbana integra las ciencias naturales y sociales, tanto básica (es decir, fundamental), como aplicada (orientada a problemas) para explorar y dilucidar las múltiples dimensiones de los ecosistemas urbanos.” (McDonnell 2011)
- “La ecología urbana es el estudio de la forma en que los humanos y los sistemas ecológicos evolucionan juntos en regiones urbanizadas.” (Alberti 2008)
- “La ecología urbana estudia las interacciones de los organismos, estructuras construidas, y el medio ambiente físico, donde la gente está concentrada.” (Forman 2014)

El objetivo fundamental que la ecología urbana busca en la actualidad es conseguir el desarrollo sostenible de las ciudades, estudiando aspectos como:

- Distribución y abundancia de organismos (el enfoque de “**ecología en ciudades**”) y el flujo de nutrientes y energía en ecosistemas urbanos (el enfoque de “**ecología de ciudades**”)
- Diseño de facilidades y servicios en ambientes urbanos para reducir los impactos ambientales y crear ciudades sostenibles, resilientes y menos vulnerables (el enfoque de “**sostenibilidad urbana**”)

– El análisis de las estructuras sociales y distribución de recursos naturales e institucionales (el enfoque “**socio-ecosistémico**”)

En la figura 7.2 se resume la convergencia de las aproximaciones del estudio fundamental y aplicado de las diferentes perspectivas de la ecología urbana, para el avance del conocimiento científico y la generación de beneficios a la sociedad (Tanner et al. 2014).

Los mayores esfuerzos de investigación se enfocan en temáticas que requieren soluciones actuales, como ser:

- La adaptación de las ciudades al cambio climático y otros desastres,
- formas de satisfacer las demandas sociales de vivienda y servicios básicos en el marco del desarrollo sostenible,
- la disminución de la pobreza y marginalidad,
- la conservación de la biodiversidad urbana,
- la conservación del patrimonio cultural urbano,
- el incremento y provisión equitativa de los servicios ecosistémicos urbanos,
- la integración de la salud preventiva y de tratamiento con la planificación urbana,
- el manejo adecuado de la expansión urbana,
- comparación de indicadores de éxito de modelos de

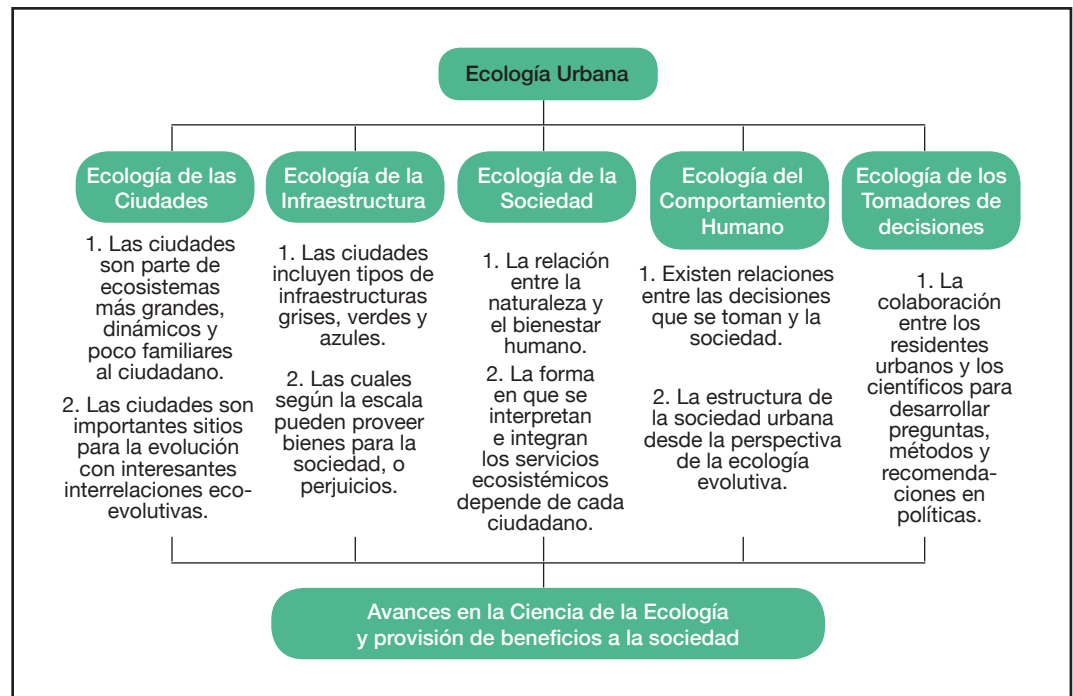


Figura 7.2. De acuerdo a Tanner y colaboradores (2014), diferentes perspectivas del estudio de la ecología urbana (biológica-ecológica, ingeniería-arquitectura, ciencias sociales, ecología humana, gobernanza), enfocándose sobre particulares fenómenos urbanos, permiten en sinergia generar mayor conocimiento científico a la vez de hacer a las ciudades más habitables y sostenibles (Figura modificada de Tanner et al. 2014).

planificación urbana sostenible en distintos escenarios,

- diseño de modelos y estrategias de eco-eficiencia en el uso de energía y manejo de residuos,
- diseño de arquitectura verde (“greening”),
- la forma de lograr financiar el desarrollo urbano sostenible,
- la mejora de los sistemas de gobernanza para lograr un desarrollo urbano sostenible.

Existen numerosos grupos de investigación alrededor de todo el mundo que están trabajando en estas metas, generando conocimiento, planteando propuestas, plasmándolas en las ciudades y evaluando sus resultados. Los enfoques cooperativos y de intercambio de información entre grupos de investigación en diferentes regiones del mundo son también muy utilizados actualmente, y se puede encontrar información libre en internet de muchos de estos grupos. El avance científico de esta disciplina también se puede apreciar en la gran cantidad de revistas científicas especializadas en la temática, que están publicando cientos de artículos al año especializados en las diferentes perspectivas.

La ecología urbana actualmente genera un escenario fructífero para el trabajo interdisciplinario en la investigación y en la gestión pública, plantea el reto a las universidades bolivianas de avanzar hacia la creación de programas académicos y plataformas inter-facultativas en las que estudiantes de distintas carreras converjan en los mismos escenarios y eventos de formación; es fundamental además avanzar hacia la creación de grupos universitarios de investigación interdisciplinaria, y que éstos estén vinculados con la gestión pública (Ver anexo, páginas 113-120).

Los serios problemas ambientales que enfrentamos en el

siglo XXI en todas las ciudades bolivianas, y que repercuten sobre todo el país, nos plantea la urgencia de encontrar soluciones locales a los mismos. El enorme reto de lograr que nuestras ciudades se planifiquen bajo criterios de sostenibilidad, nos obliga a dejar los antiguos modelos de formación académica del siglo XX de parcelación de las disciplinas y trabajo aislado, para empezar a trabajar realmente de una forma inter y trans-disciplinaria.

Multidisciplinario, Interdisciplinario y Transdisciplinario

En ocasiones se confunden estos términos o incluso se los usa como sinónimos. Todos ellos hacen referencia a escenarios de trabajo conjunto de diferentes disciplinas del saber humano, pero la forma en que se trabaja y los resultados que se obtienen marca la diferencia entre ellas:

Multidisciplinario: En este escenario, profesionales de diferentes disciplinas aportan desde su ámbito de acción y conocimiento sobre un tema en particular con sus propios métodos, trabajando separadamente y sin interacción.

Interdisciplinario: En este caso, los profesionales de diferentes disciplinas trabajan con mayor interacción, pues combinan los aportes de cada uno desde sus propias capacidades y conocimientos para lograr encontrar una respuesta combinada a un tema en cuestión. Sin embargo no se pierde la esencia de cada disciplina.

Trans-disciplinario: En este escenario, los ámbitos de acción de varias disciplinas se juntan para generar nuevos conocimientos, paradigmas y metodologías que no podrían haber surgido en ninguna de las disciplinas por separado. En este caso se pierde la esencia individual de cada disciplina para que surja una nueva.

Lecturas recomendadas

La madurez de la ecología urbana como ciencia se puede apreciar en la cantidad de libros especializados que se están produciendo en las dos últimas décadas (ver figura al principio del capítulo) y el incremento exponencial de la producción científica especializada. Puedes visitar los portales de las siguientes revistas científicas para interiorizarte en las temáticas que abordan:

- Journal of Urban Ecology (jue.oxfordjournals.org/)
- Landscape and Urban Planning (sciencedirect.com/science/journal/01692046)
- Urban Habitats (urbanhabitats.org/)
- Urban Ecosystems (link.springer.com/journal/11252)
- Cities: the International journal of Urban Policy and Planning (journals.elsevier.com/cities)
- Cities and the Environment (digitalcommons.lmu.edu/cate/)
- Urban Forestry & Urban Greening (journals.elsevier.com/urban-forestry-and-urban-greening/)
- Theoretical and Empirical Researches in Urban Management (um.ase.ro/)
- Urban Environment & Urban Ecology (oriprobe.com/journals/caod_4336.html)
- Journal of Urban and Environmental Engineering (<http://www.journal-uee.org/>)

Parte II



Calle Yanacochoa de la ciudad de La Paz y su remate paisajístico, fotografía del autor.



PARTE II

EJEMPLOS SELECCIONADOS

1. Expansión urbana horizontal descontrolada	80
2. Pérdida del patrimonio arquitectónico histórico	82
3. Escasa cantidad de áreas verdes públicas funcionales	84
4. Pérdida de los servicios ecosistémicos que ofrecen los jardines privados	86
5. Deterioro de la calidad ambiental de los ríos urbanos	88
6. Destrucción del arbolado urbano	90
7. Pérdida de oportunidades para la incorporación de vegetación sobre la infraestructura	92
8. Destrucción de la estética de la ciudad y de su paisaje circundante	94
9. Disposición arbitraria de los residuos sólidos	96
10. Pérdida de los espacios naturales urbanos y periurbanos	98

EXPANSIÓN URBANA HORIZONTAL DESCONTROLADA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Durante las últimas décadas, y particularmente los últimos cinco años, la expansión urbana horizontal ha incrementado enormemente, pese a que en la ciudad de La Paz ya no existe terreno adecuado para nuevas construcciones.

Por tanto, la expansión urbana genera un peligroso escenario de vulnerabilidad a catástrofes, pero además está destruyendo a un ritmo alarmante el patrimonio natural (paisaje y biodiversidad) y cultural (valores arqueológicos).

RAZONES QUE PROPICIAN O MANTIENEN EL PROBLEMA

- La falta de normas municipales (acompañadas de normas departamentales y nacionales), que definan los límites de expansión horizontal, basadas en la real necesidad de incremento de unidades habitacionales, la aptitud del uso del suelo y la preservación de los servicios ecosistémicos.
- La necesidad de personas que no encuentran opciones adecuadas de vivienda en la ciudad.
- La oportunidad de especuladores inmobiliarios de enriquecerse en el corto plazo en el actual escenario.

ACCIONES PARA SOLUCIONARLO

- Fijar con urgencia los límites para el crecimiento urbano horizontal en la ciudad de La Paz y en el área metropolitana, basados en criterios económicos, sociales y ambientales objetivos, desarrollando e implementando el marco jurídico adecuado para establecer las normas, así como los mecanismos de control y fiscalización.
- Desarrollar Planes de Gestión Territorial, municipales y metropolitanos, que garanticen la provisión de bienes y servicios para todos los ciudadanos, a la vez de preservar y promocionar la provisión de los servicios ecosistémicos por parte de los ambientes periurbanos y rurales.
- Fortalecer a la administración pública municipal y metropolitana para que puedan llevar adelante la ejecución de los planes de gestión territorial.
- Involucrar a la ciudadanía en el desarrollo de estos planes y en las acciones para su implementación, pues la expansión urbana descontrolada genera vulnerabilidad para todos.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

- Diagnosticar de forma completa y objetiva la real necesidad de vivienda actual y futura, con correctas proyecciones de crecimiento poblacional urbano.
- Contar con un diagnóstico completo del uso de las unidades habitacionales en La Paz, para conocer la cantidad de unidades vacías y subutilizadas, las viviendas que dan condiciones inadecuadas de vida, o las que arriesgan la vida de sus habitantes y/o de los vecinos.
- Generar el conocimiento y la tecnología para lograr un crecimiento urbano vertical que a la vez de satisfacer la necesidad de vivienda y servicios a la población, cumpla con todos los criterios de sostenibilidad y habitabilidad.



La expansión horizontal de la mancha urbana de la ciudad de La Paz avanza sin control sobre terrenos no aptos para la construcción, destruyendo a la vez el patrimonio y los servicios ecosistémicos de todos, para beneficio de pocos.

En este ejemplo, las empinadas laderas cubiertas por vegetación natural que ofrecían un magnífico paisaje natural (a), están siendo aplanadas con maquinaria pesada para lotearlas ante la vista e indiferencia de todos (b); la pregunta es si estos terrenos serán seguros y estables, pero de lo que no queda duda es que hemos perdido el paisaje y los espacios naturales para el disfrute de todos los ciudadanos.

Las construcciones se hacen sin ninguna supervisión ambiental por parte de las autoridades; en la figura c) se observa la forma en que el material de excavación y escombros de construcción se tiran al fondo de las quebradas aledañas, destruyendo la configuración paisajística, el hábitat de especies nativas, particularmente vizcachas, e incrementando el riesgo de riadas con torrentes de barro en época de lluvias. Fotografías del autor.



Sólo las ciudades que tengan claramente establecidos los límites de expansión urbana podrán alcanzar realmente un desarrollo urbano sostenible.



PERDIDA DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO HISTÓRICO

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los inmuebles históricos y la imagen urbana del Casco Urbano Central, San Sebastián-Churubamba, San Pedro, El Prado y Sopocachi, que tienen un valor arquitectónico insustituible, están siendo gravemente afectados de forma directa (demolición, refacciones e intervenciones

inadecuadas, falta de mantenimiento, y deterioro de las fachadas con publicidad, mercadería o rayones), e indirecta (construcciones nuevas que afectan la imagen urbana y el conjunto arquitectónico), amenazando la existencia del patrimonio cultural de todos los ciudadanos.

RAZONES QUE PROPICIAN O MANTIENEN EL PROBLEMA

- La necesidad u oportunidad de construir más unidades habitacionales y comerciales.
- La indiferencia y falta de conciencia en los ciudadanos de la importancia de la preservación del patrimonio arquitectónico urbano (inmuebles e imagen urbana), como fuente de identidad y de provisión de servicios ecosistémicos culturales.
- La debilidad de la autoridad municipal, en el aspecto legal y ejecutivo, para consolidar la protección del patrimonio arquitectónico urbano frente a acciones de destrucción, deterioro o afectación por parte de propietarios, de empresarios, e incluso de la misma administración pública (municipal, departamental y nacional).



El ingreso al “Casco Urbano Central” de La Paz (a), es elocuente sobre la pérdida de la imagen urbana histórica en el mismo.

Los elementos arquitectónicos monumentales de un centro urbano histórico, como una catedral (b), o una iglesia colonial (c), son los que deberían tener preeminencia sobre cualquier otro para garantizar su apreciación como patrimonio cultural. Sin embargo en La Paz, el descontrol sobre la autorización de construcción, ha ocasionado su pérdida como elementos singulares de la imagen urbana. Fotografías del autor.



ACCIONES PARA SOLUCIONARLO

- Detener definitivamente la autorización de demolición o afectación de inmuebles patrimoniales y la construcción de inmuebles nuevos que afecten la imagen urbana.
- Crear el marco jurídico para que la autoridad municipal pueda tener una acción efectiva y directa en la protección, restauración y revitalización de los inmuebles patrimoniales, incluyendo las acciones efectivas de control y fiscalización.
- Es fundamental lograr la consecución del apoyo financiero internacional, pues las acciones de conservación integral del patrimonio requiere de grandes inversiones.
- Lograr poner a disposición de toda la ciudadanía el uso y disfrute permanente del patrimonio urbano arquitectónico, incluyendo el acceso a los interiores.
- Involucrar a la población en las acciones de reconocimiento, revalorización y protección del patrimonio arquitectónico urbano.



La negligencia e indiferencia de autoridades y ciudadanos es responsable del deterioro del patrimonio arquitectónico histórico (a y b), es urgente la acción de autoridades y propietarios para lograr la protección, restauración y revitalización de estos inmuebles. En La Paz existen ejemplos excepcionales a seguir (c), así como la ciudad de Sucre, que además conserva la imagen urbana (d). Fotografías del autor.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

- Generar el conocimiento y técnicas para la recuperación, restauración y revitalización de los inmuebles patrimoniales según sus particulares características, garantizando la recuperación de su esencia histórica original en armonía con el uso público actual.
- Generar los conocimientos y técnicas para incrementar la vegetación en los inmuebles y barrios patrimoniales sin afectarlos. Implica la selección correcta de especies vegetales, preferentemente nativas, y las formas de siembra y cuidados.

ESCASA CANTIDAD DE ÁREAS VERDES PÚBLICAS FUNCIONALES

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de La Paz tiene apenas un 15% del mínimo de superficie de áreas verdes que debería tener para satisfacer las necesidades de esparcimiento y salud de sus habitantes. Las pocas áreas verdes son pequeñas, con alta proporción de superficie impermeable, con predominio de especies

introducidas, y no están distribuidas homogéneamente en la urbe. Por esto ofrecen escasos servicios ecosistémicos, pocas opciones para el deporte al aire libre, y la mayoría de los ciudadanos no tiene acceso a ellas.

RAZONES QUE PROPICIAN O MANTIENEN EL PROBLEMA

- El crecimiento urbano no ha previsto espacios para grandes áreas verdes, particularmente en los barrios de crecimiento espontáneo no planificado de las laderas.
- Múltiples acciones de ciudadanos, empresas, e incluso autoridades municipales, departamentales y nacionales, que eliminan o afectan las áreas verdes públicas previamente establecidas, o los espacios que podrían haber acogido nuevas.
- La falta de aplicación de los criterios de funcionalidad ecológica, identidad cultural y servicios ecosistémicos en el diseño y manejo actual de las áreas verdes, que promueve el uso de especies introducidas, y no maximiza la densidad de la vegetación ni la altura del dosel.
- La indiferencia y falta de conciencia en los ciudadanos sobre lo importante que es tener grandes áreas verdes en todos los barrios para la provisión de servicios ecosistémicos.



La ciudad de La Paz tiene una enorme carencia de áreas verdes, y en todos los espacios públicos disponibles en la ciudad debería priorizarse el establecimiento de áreas verdes funcionales. En (a) la ladera oeste de la ciudad, en (b) la plaza Camacho. Fotografías del autor.

ACCIONES PARA SOLUCIONARLO

- Priorizar en las decisiones municipales la implementación de nuevas áreas verdes públicas, en todo espacio posible dentro de la urbe, y fomentar el uso de todas ellas por parte de los ciudadanos.
- Acción municipal para conseguir más superficies en la urbe para establecer grandes áreas verdes, particularmente en los barrios carentes de ellas, a través de la compra o expropiación.
- Promover el uso de especies vegetales nativas en multi-estrato (herbáceo, arbustivo y arbóreo) substituyendo progresivamente las exóticas. Priorizar el incremento de superficies permeables, así como maximizar en lo posible la densidad vegetal y la altura del dosel.



Existe una alta posibilidad de lograr un gran número de áreas verdes ecológicamente funcionales en la ciudad de La Paz, con grandes superficies, uso de especies nativas como la keñua (*Polylepis* spp.), y varios estratos vegetales. Fotografía del autor en el Jardín Botánico La Paz en el campus universitario de Cota Cota.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

- Generar diseños urbanísticos apropiados a las particulares condiciones de La Paz que permitan el acceso universal de los ciudadanos a áreas verdes con múltiples opciones para el descanso, distensión, socialización, educación y para realizar deportes al aire libre.
- Seleccionar según criterios de factibilidad de uso, estética, funcionalidad ecológica y de provisión de servicios ecosistémicos, las especies vegetales nativas que puedan substituir a las actuales especies introducidas que se utilizan en las áreas verdes públicas.
- Generar los conocimientos y tecnología para la producción masiva, siembra y cuidados de las especies vegetales nativas seleccionadas.

PÉRDIDA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS QUE OFRECEN LOS JARDINES PRIVADOS

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los jardines y huertos que existían en los patios interiores de los inmuebles coloniales y republicanos, y los que existían en los retiros frontales, laterales o parte posterior de los inmuebles construidos durante las expansiones urbanas planificadas, se

están perdiendo a un ritmo acelerado. Esto resulta en la pérdida de numerosos servicios ecosistémicos, lo que es particularmente trágico para una ciudad con tanta carencia de áreas verdes.

RAZONES QUE PROPICIAN O MANTIENEN EL PROBLEMA

- La necesidad u oportunidad de construir más unidades habitacionales y comerciales.
- La falta de comprensión por parte de los tomadores de decisiones (propietarios, empresarios y gobernantes) de la importancia de los jardines privados para la provisión de servicios ecosistémicos para toda la ciudadanía.
- Impermeabilización o eliminación por los propietarios de las áreas de jardines y patios interiores, con criterios equivocados: temor a que la humedad afecte los cimientos, pereza para cuidar los jardines, facilidad para barrer y lavar, falta de interés para disfrutar del contacto con la naturaleza.
- Procedimientos municipales de aprobación de solicitudes para refacción, demolición o construcción que no consideran la necesidad de la permanencia de los jardines privados y no obligan a su restitución cuando han sido eliminados.



Ver leyenda en la página siguiente.

ACCIONES PARA SOLUCIONARLO

- Crear normativa municipal que incentive a los propietarios privados la tenencia de jardines, por ejemplo, mediante el régimen impositivo o implementando premios y/o concursos.
- Fomentar en los ciudadanos el acercamiento a la naturaleza para que descubran los múltiples beneficios que se pueden obtener de ella en los jardines privados.
- Implementar urgentemente códigos de construcción que establezcan las superficies mínimas de área verde horizontal funcional para toda construcción, según sus dimensiones y según la necesidad de áreas verdes en cada unidad territorial urbana (barrios o macrodistritos).
- Declarar como patrimonio natural y cultural, y normar la protección de los jardines privados de inmuebles históricos y otros que aporten con servicios ecosistémicos para toda la ciudadanía.



Las acciones de los ciudadanos de La Paz les hacen perder al máximo su posibilidad de contacto con la naturaleza. La eliminación de los jardines de los patios interiores de inmuebles coloniales y el cementado de sus superficies, representa no sólo la pérdida de funcionalidad ecológica, sino además del patrimonio histórico e identidad cultural (a); las viviendas de autoconstrucción de las laderas no consideran espacios para jardines o cualquier otra opción para el contacto diario con la naturaleza, que bien podría hacerse con maceteros o celosías con enredaderas en las terrazas (b). Fotografías del autor.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

- Evaluar cuantitativamente los servicios ecosistémicos que aportan todos los jardines privados en la ciudad de La Paz, con el fin de tener parámetros objetivos para su protección o restauración, así como directrices adecuadas para la restitución de los servicios perdidos si se ha autorizado la demolición y construcción de una nueva obra.
- Generar la tecnología y conocimiento para implementar jardines ecológicamente funcionales en los patios interiores de inmuebles coloniales y republicanos, así como en las terrazas y patios de los inmuebles de laderas, garantizando la integridad de los inmuebles.
- Diseñar estrategias de monitoreo de la permanencia, o la restitución (si es el caso) de la funcionalidad ecológica y servicios ecosistémicos a través de indicadores biológicos.

← Leyenda de la figura anterior.

Los jardines de inmuebles privados (a-c) ofrecen numerosos servicios ecosistémicos, no sólo para sus propietarios, sino para todos los ciudadanos, principalmente captando gases de efecto invernadero y dando hogar y alimento a la fauna nativa que puede ser observada y disfrutada por todos. Un adecuado manejo de las áreas verdes públicas y el arbolado urbano en relación a la existencia de los jardines privados, es una valiosa oportunidad para lograr corredores de biodiversidad a través de la ciudad, e incrementar la imprescindible superficie de áreas verdes. Lastimosamente, el auge de la construcción está eliminando todos los jardines privados para construir edificios y condominios, que ante la ausencia de códigos de construcción que garanticen la presencia de vegetación con funcionalidad ecológica, cementan toda la superficie colocando algunas macetas como “área verde” (d), establecen pequeñas jardineras con vegetación exótica de bajo porte sólo como elementos de diseño, pero con casi ninguna funcionalidad ecológica (e), o aún peor, utilizan césped sintético (f). Fotografías del autor.

DETERIORO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RÍOS URBANOS

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los ríos y cursos de agua de quebradas que recorren la ciudad de La Paz son utilizados como receptores del sistema de alcantarillado sanitario, recibiendo diariamente toneladas de excrementos y orines humanos, basura sólida, residuos

industriales, residuos hospitalarios y otras sustancias tóxicas e infecciosas. Los ríos, arroyos y lagunas ya no ofrecen sus potenciales servicios ecosistémicos y son generadores de enfermedades en la urbe y en los ecosistemas aledaños.

RAZONES QUE PROPICIAN O MANTIENEN EL PROBLEMA

- Contar con un sistema de alcantarillado primitivo que usa los cuerpos de agua naturales como receptores, lo que hace muchas décadas ha sido eliminado en otros países.
- La ausencia de voluntad política para gestionar el financiamiento e implementar un sistema de alcantarillado independiente de los cuerpos de agua naturales que confluya a una o más plantas de tratamiento que restituyan agua limpia a los ríos naturales.
- La indiferencia de la ciudadanía ante el problema, de manera que no ejerce presión a los gobernantes para solucionarlo.
- Acciones directas de los ciudadanos para empeorar el problema, vertiendo residuos sólidos y escombros a los ríos, y conduciendo sus propios alcantarillados sanitarios hacia las quebradas.



a) Los ríos de La Paz, como en este caso en Obrajes, reciben todo el alcantarillado sanitario y pluvial, y sus aguas recorren la ciudad cargadas de contaminación, residuos sólidos y malos olores, en el peor de los casos los ríos son embovedados y convertidos simplemente en el sistema de alcantarillado; b) en las áreas periurbanas, como en Irpavi II, los ríos son utilizados para depositar toneladas de escombros, basura y material de excavaciones, a la vez de que sus márgenes son utilizados para establecer viviendas sin autorización, de esta forma, además de perder los servicios ecosistémicos que los ríos pueden brindar a toda la ciudadanía, se incrementan los riesgos de turbiones en época de lluvias, así como el depósito de toneladas de sedimentos y basura aguas abajo, inclusive hasta la cuenca del río Beni, donde las inundaciones son cada vez más frecuentes. Fotografías del autor.

ACCIONES PARA SOLUCIONARLO

- Priorizar la inversión pública para establecer un sistema de alcantarillado independiente de los cuerpos de agua naturales, así como plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Recuperar y restaurar la funcionalidad de los ecosistemas naturales de ríos, lagunas y otros cuerpos de agua de la ciudad de La Paz, restituyendo sus numerosos servicios ecosistémicos.
- Rediseñar el acceso público a los cuerpos de agua naturales, para el disfrute de todos los ciudadanos.
- Normar el cuidado y protección de todos los cuerpos de agua de la ciudad, con adecuados mecanismos de control y fiscalización.



En la mayoría de las ciudades del mundo se ha reconocido el error de usar los ríos como receptores del alcantarillado sanitario y se los ha recuperado al nivel de restituir su total funcionalidad ecológica y la salubridad de sus aguas. a) el río Tajo recorre los márgenes de la ciudad de Toledo (España) con aguas limpias y albergando su biodiversidad original; b) en la ciudad Sueca de Linköping, el río que la atraviesa es un importante espacio para el deporte al aire libre, la recreación y el descanso de los ciudadanos. Fotografías del autor.

No es imposible que La Paz sea una ciudad cuyos ríos corran con aguas limpias y cristalinas, y sean recuperados para el uso y beneficio de todos sus ciudadanos. Es necesaria la voluntad política y ciudadana, y una alta dosis de innovación.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

- Las plantas de tratamiento de aguas residuales deben ser diseñadas para las particulares características de la ciudad de La Paz.
- Diseñar estrategias de restauración ecológica de todos los cuerpos de agua de la ciudad, para que se recupere la integridad de su funcionalidad original, usando indicadores biológicos para monitorear los procesos de restauración.
- Innovar en los diseños urbanísticos para que los cuerpos de agua naturales restaurados sean parte de la infraestructura urbana, y para que los múltiples servicios ecosistémicos que puedan ofrecer, sean accesibles para todos los ciudadanos.

DESTRUCCIÓN DEL ARBOLADO URBANO

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El arbolado urbano es el conjunto de árboles de calles y avenidas, cuyo fin es estético y funcional. En La Paz no sólo es escaso, sino que además está siendo eliminado por intervenciones de los ciudadanos, así como de autoridades municipales, departamentales y nacionales. Por otro lado,

se prioriza la siembra de especies exóticas, que ofrecen menos funcionalidad ecológica que las especies nativas. El resultado es la pérdida de servicios ecosistémicos, particularmente la captación de gases de efecto invernadero y la regulación del clima urbano.

RAZONES QUE PROPICIAN O MANTIENEN EL PROBLEMA

- En la ciudad de La Paz, el arbolado urbano no se concibe en los hechos como el bien público que es, y por el contrario, son las iniciativas privadas las que determinan su manejo; de esta forma, las decisiones de eliminación del arbolado urbano, o implementación de arbolado ecológicamente poco funcional (especies exóticas y/o enanas), son las que predominan.
- Existen numerosas intervenciones de desarrollo urbano que no contemplan la importancia de la presencia y manutención del arbolado urbano, como el cableado exterior, la viabilidad de tráfico vehicular o del teleférico, la implementación de cámaras de seguridad, etc.
- No existen normas municipales que permitan la implementación y protección, de un arbolado urbano funcional que maximice los servicios ecosistémicos.
- Los ciudadanos no conocen ni valoran los beneficios que brinda el arbolado urbano, y la mayoría de sus acciones están dirigidas a destruirlo.



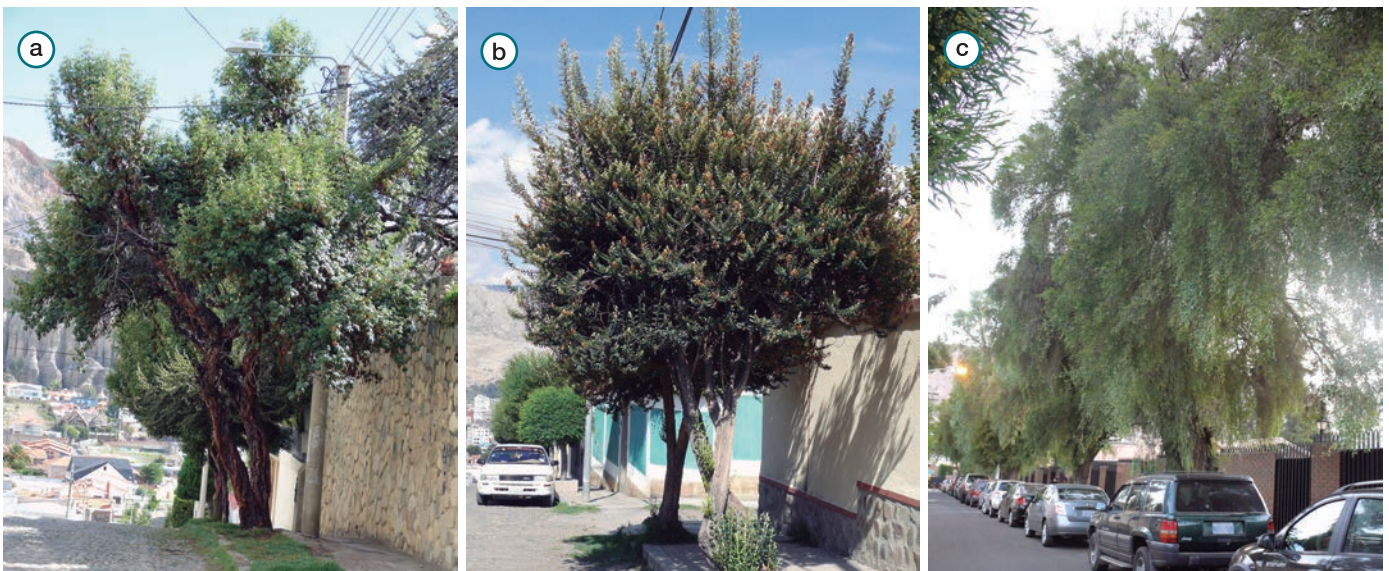
Ver leyenda en la página siguiente.

ACCIONES PARA SOLUCIONARLO

- Implementar en la normativa municipal el reconocimiento del carácter público del arbolado urbano y la responsabilidad municipal de su siembra y manejo, generando además los adecuados mecanismos de control y fiscalización para su protección.
- Que la implementación de arbolado urbano sea prioritaria y vinculante en las acciones municipales, de manera que no sea relegado por debajo de otras intervenciones.
- Concienciar a la ciudadanía y autoridades sobre los beneficios que brinda el arbolado urbano, y sobre la importancia de sembrar especies nativas en lugar de exóticas para optimizar los servicios ecosistémicos.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

- Generar la tecnología adecuada a La Paz para que el cableado urbano sea subterráneo.
- Innovar en diseños urbanísticos que prioricen y maximicen la implementación de arbolado urbano funcional.
- Desarrollar el conocimiento y tecnología suficiente para la siembra masiva de especies arbóreas nativas que a la vez de proveer el máximo de servicios ecosistémicos, minimice los posibles perjuicios sobre la infraestructura, las vías públicas, tráfico de transeúntes y vehículos, etc.



En La Paz también existen buenos ejemplos que han sido emprendidos por los propietarios, y que deberían ser imitados, pues demuestran la gran potencialidad de especies nativas como queñua (a), kishwara (b) y molle (c), para ser utilizados intensivamente en el arbolado urbano. Su uso maximiza no sólo los servicios de captación de gases de efecto invernadero, provisión de sombra, y alimento y refugio para la fauna nativa, sino además provee identidad y herencia cultural. Fotografías del autor.

← Leyenda de la figura anterior.

En La Paz, el manejo del arbolado urbano, en los hechos, cae en las decisiones de los propietarios particulares. En (a) se observa que los árboles pre-existentes han sido talados y no se los ha restituido, y en (b) el frecuente uso de especies exóticas y pequeñas como cipreses considerando a los árboles sólo como elementos de diseño arquitectónico. En otras ciudades del mundo se intenta maximizar los servicios ecosistémicos del arbolado urbano, y es de manejo y responsabilidad de la autoridad pública. Paradójicamente, se usan intensivamente especies nativas de Sudamérica y Bolivia, que en nuestro medio despreciamos, es el caso de las hileras de molles en la avenida Diagonal de Barcelona (c), o las hileras de jacarandá (detrás de las palmeras) en la calle Menorca de Valencia (d). Fotografías del autor.

PÉRDIDA DE OPORTUNIDADES PARA LA INCORPORACIÓN DE VEGETACIÓN SOBRE LA INFRAESTRUCTURA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Ante las limitaciones de espacio para establecer la adecuada cantidad de áreas verdes públicas y privadas que absorban los gases de efecto invernadero producidos en la ciudad, la incorporación de vegetación sobre inmuebles, como los muros verdes, los jardines verticales, los techos verdes,

las terrazas arboladas y los balcones con vegetación, representa una importante opción, pero en la actualidad no se la fomenta ni impulsa en La Paz, perdiéndose los servicios ecosistémicos que podrían otorgar a todos los ciudadanos.

RAZONES QUE PROPICIAN O MANTIENEN EL PROBLEMA

- La ausencia de políticas municipales que fomenten la implementación de muros verdes, jardines verticales, techos verdes, terrazas arboladas o los balcones con vegetación, sobre las edificaciones nuevas, o sobre las edificaciones pre-existentes.
- El desconocimiento y/o la susceptibilidad generalizados entre ciudadanos, profesionales y autoridades sobre la posibilidad de la implementación segura de este tipo de vegetación sobre los inmuebles.



Los actuales diseños arquitectónicos de edificios en la ciudad de La Paz no están considerando la posibilidad de incorporar vegetación sobre su estructura, pues además de disminuir al máximo la superficie de área verde en el retiro frontal (a), utilizan diseños y materiales que impiden la incorporación de vegetación, además del uso predominante de vidrio reflejante en las ventanas, lo que incrementa la posibilidad de muerte de aves por colisiones (a y b).

La enorme deficiencia de superficie de áreas verdes en La Paz, obliga a pensar en la utilización de la superficie vertical de los edificios para el establecimiento de vegetación que cumpla las funciones de captación de gases de efecto invernadero y de partículas en suspensión, además de ofrecer hogar y alimento a la fauna silvestre.

El reto de los arquitectos e ingenieros en el siglo XXI es el de lograr edificios con vegetación sobre su estructura. Un buen ejemplo lo ofrece el edificio del grupo Planeta en Barcelona (c). Fotografías del autor.

ACCIONES PARA SOLUCIONARLO

- Fomentar y premiar el diseño arquitectónico de inmuebles nuevos, o de re-adequación de inmuebles pre-existentes, que incorporen la mayor cantidad posible de vegetación.
- Incorporar en la normativa municipal para la autorización de nuevas construcciones, la inclusión de cubiertas vegetales funcionales.
- Una vez desarrolladas las tecnologías adecuadas (ver abajo), difundir el conocimiento y tecnología sobre la implementación de cubiertas vegetales funcionales hacia autoridades, profesionales y ciudadanos.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

- La implementación de los diferentes tipos de cubiertas vegetales requiere tecnologías especializadas que a la vez de permitir el establecimiento de la vegetación, garanticen la seguridad de la infraestructura y bienestar de los habitantes. Estas tecnologías se aplican hace décadas en otras ciudades del mundo, pero debe evaluarse su aplicabilidad en La Paz.
- Seleccionar las especies vegetales, preferentemente nativas de La Paz, adecuadas para ser utilizadas en los diferentes tipos de estructuras de vegetación, generando todos los conocimientos y tecnologías necesarios para su producción masiva, siembra y cuidados.
- Generar de forma trans-disciplinaria, todo el conocimiento y la tecnología necesarios para lograr que los ciudadanos implementen y manejen las cubiertas vegetales, diferencialmente para cada tipo de barrio e imagen urbana, y de acuerdo a las condiciones climáticas de cada zona de la ciudad de La Paz.



En la ciudad de La Paz, los inmuebles de autoconstrucción que no siguen ningún tipo de directrices de códigos de construcción, ofrecen de todas formas una interesante oportunidad, y es que la enorme cantidad de muros de ladrillo sin ventanas pueden ser utilizados para implementar muros verdes y jardines verticales, lo que incrementaría la superficie de vegetación funcional en estos barrios, promovería mayor contacto con la naturaleza para sus habitantes y mejoraría la imagen urbana (a). Para lograr esto se debe desarrollar el adecuado conocimiento y tecnología, usando especies propias de nuestro medio, y garantizando la seguridad y estabilidad de los inmuebles. Existen numerosos ejemplos de muros verdes en la misma ciudad de La Paz, y para establecer jardines verticales se puede aprender de la experiencia de otras ciudades, como es el caso del jardín de Patrick Blanc en Madrid (b). Fotografías del autor.

DESTRUCCIÓN DE LA ESTÉTICA DE LA CIUDAD Y DE SU PAISAJE CIRCUNDANTE

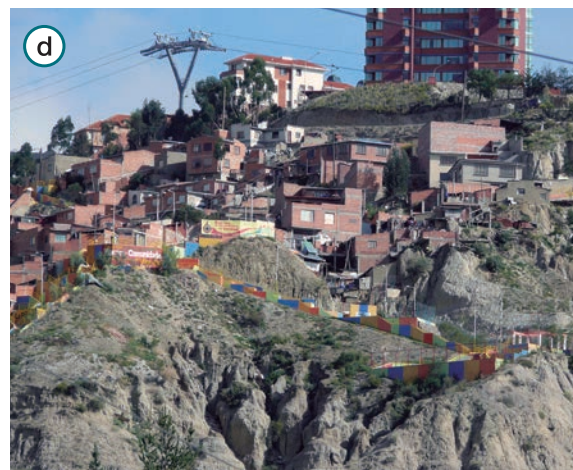
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la ciudad de La Paz, se asume erróneamente que el componente estético no es importante para el bienestar de las personas, y no existen normas urbanas de construcción que establezcan parámetros específicos de respeto a la imagen urbana y al paisaje natural circundante.

El resultado es que los ciudadanos están sometidos constantemente a una agresión visual estética que afecta negativamente su bienestar psicológico, así como la valoración, apropiación e identidad hacia su ciudad, lo cual dificulta aún más lograr alcanzar el desarrollo urbano sostenible.

RAZONES QUE PROPICIAN O MANTIENEN EL PROBLEMA

- La falta de apreciación entre autoridades y ciudadanos de que la estética del lugar donde uno vive es fundamental para el equilibrio emocional y el bienestar general, y de que la imagen urbana y la belleza del paisaje circundante es un bien común de todos.
- Ausencia de códigos urbanos municipales para la construcción, que determinen los parámetros a ser cumplidos por los constructores para conservar la imagen urbana de cada barrio, y para que las construcciones sean realizadas en armonía con el paisaje circundante.



Ver leyenda en la página siguiente.

ACCIONES PARA SOLUCIONARLO

- Deben crearse con urgencia los códigos urbanos municipales que definan y describan la imagen urbana de cada barrio, para lo cual debe priorizarse la conservación del patrimonio cultural e histórico de la urbe y la conservación de la belleza del paisaje circundante.
- Crear las directrices para la autorización de nuevas construcciones o de cualquier tipo de intervención

sobre infraestructura pre-existente o en áreas naturales, creando a la vez los mecanismos jurídicos adecuados para la autorización, control y fiscalización.

- Reconocer en todos los niveles de educación formal y no formal el derecho que tienen todas las personas a vivir en un entorno estéticamente agradable, aspecto que en nuestra sociedad ha sido negado o ignorado tradicionalmente.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

- Identificar la imagen urbana adecuada en cada barrio requiere investigación inter-disciplinaria, que considere los aspectos históricos, las necesidades socio-económicas actuales, la percepción estética de las personas y la funcionalidad urbana actual y futura.
- Es necesario crear una cultura de construcción que sea capaz de integrar la funcionalidad moderna, la eco-eficiencia, y el uso de materiales locales, con el fin de minimizar los impactos negativos de la huella ecológica de la urbe.

- La armonía con el paisaje circundante puede ser lograda utilizando nuevos diseños, colores y texturas, incluyendo la incorporación de vegetación. Debe investigarse e innovarse sobre estos aspectos, para lograr tecnologías viables económica y funcionalmente; a la vez se deben generar las propuestas para intervención de las construcciones actuales que dañan el paisaje.



Diferentes colores, formas de diseño y texturas de las fachadas y muros, son simples soluciones para lograr armonía con nuestro particular paisaje paceño. Además de seguir ejemplos que podemos buscar en nuestra ciudad (a-c), es importante evaluar la eficacia de materiales locales como la piedra, adobe, teja y revestimientos de barro. El uso de materiales locales optimiza el logro del metabolismo circular en una ciudad sostenible. Fotografías del autor.

← Leyenda de la figura anterior.

Dejar que cada propietario diseñe y construya bajo su propio criterio, usando colores y formas que no guardan relación ni con el conjunto arquitectónico ni con el paisaje circundante, origina una ciudad con altos niveles de agresión visual. El estrés provocado conlleva a problemas de salud y baja productividad laboral, por eso en muchas ciudades existen adecuados códigos de construcción urbana. Fotografías del autor.

DISPOSICIÓN ARBITRARIA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

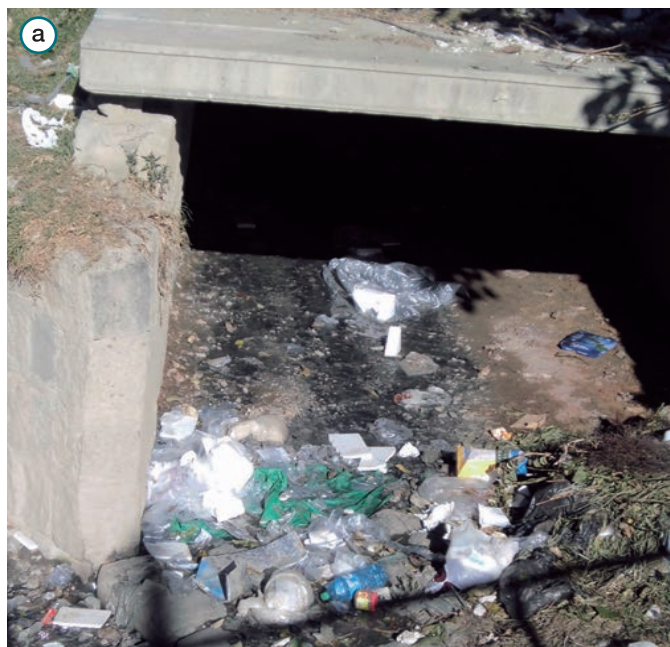
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La actitud de las personas en la ciudad de La Paz, como en todo el país, refleja una enorme irresponsabilidad respecto a la disposición de residuos sólidos. El resultado es una ciudad donde la basura diseminada en vías públicas, fragmentos

de vegetación, áreas naturales urbanas y periurbanas, ríos, quebradas y lagunas, es un componente permanente de la imagen urbana. Esto afecta la estética y salubridad de la urbe, y por ende a la salud física y psíquica de sus habitantes.

RAZONES QUE PROPICIAN O MANTIENEN EL PROBLEMA

- La falta de educación y concienciación real y efectiva de la población respecto a los perjuicios que ocasionan sus actitudes de disposición arbitraria de los residuos sólidos, tanto a los ciclos naturales y a la salud de las personas, como al uso público del entorno urbano.
- Si bien existen normas nacionales y estrategias municipales respecto a este problema, y la educación ambiental lleva varias décadas, el problema persiste porque no existen adecuados mecanismos de control y fiscalización que determinen la sanción efectiva.



Increíblemente en la ciudad de La Paz, aun cuando existe el servicio de recojo de basura y décadas de campañas de concientización, la gente sigue usando a los ríos como receptores de basura, este es un fenómeno que debe ser estudiado desde el punto de vista psicológico y social para comprender las razones y enfrentar mejor el problema (a). Por desgracia, también los escombros y material de excavación se depositan en los ríos incluso estando canalizados y bloqueando su curso (b), estas situaciones caen en la categoría de delito considerando la peligrosidad de los turbiones para todos los ciudadanos durante las crecidas de los ríos en época de lluvias. Si estas acciones no son controladas ni sancionadas por la Autoridad Municipal, continuarán realizándose impunemente para perjuicio de todos. Fotografías del autor.

ACCIONES PARA SOLUCIONARLO

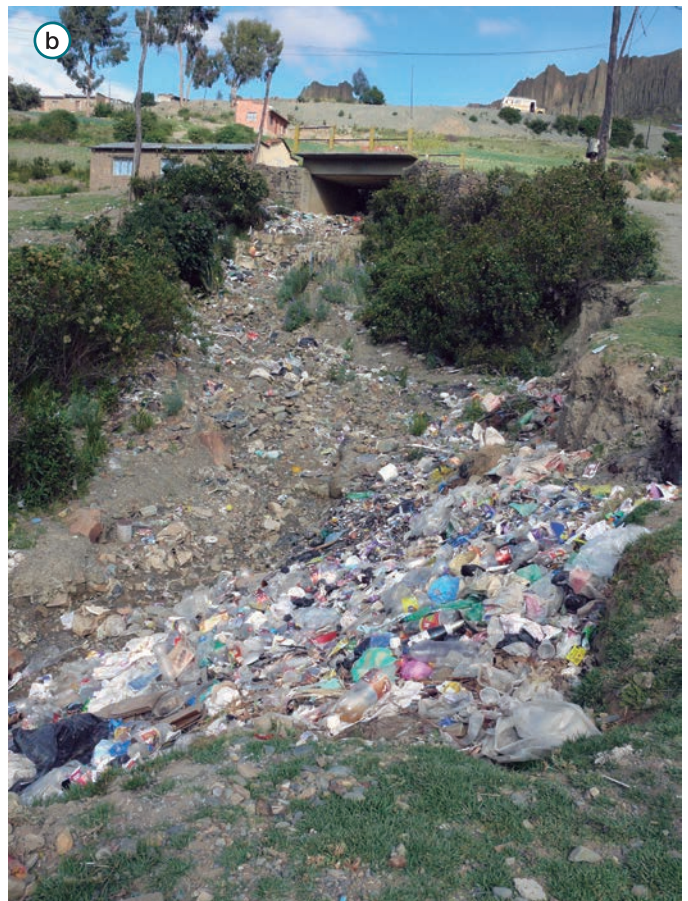
- Deben implementarse acciones más efectivas para que todo ciudadano pueda acceder con equidad a los mecanismos de disposición diferenciada de todos los tipos de residuos sólidos que genera, incluyendo los escombros de construcción. Estas acciones deben ser encaradas no sólo a nivel municipal sino metropolitana para que sean realmente efectivas.
- El municipio debe establecer áreas destinadas a la disposición y/o tratamiento final de todos los tipos de residuos sólidos generados en la urbe, lo cual incluye procesos como el compostaje, recuperación de áreas de depósito de escombros, reciclaje de papel, cartón, plásticos, vidrios y metales, inmovilización de tóxicos, etc.
- A la par de que se establecen e implementan los mecanismos de disposición y/o tratamiento final, deben establecerse los mecanismos de control y fiscalización, que eviten las transgresiones y fomenten las actitudes positivas.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

- La inmovilización final y el reciclaje de residuos sólidos ha generado muchísimo conocimiento y tecnología en otros países, los cuales deben ser adaptados a las particulares condiciones ambientales y sociales de nuestra ciudad. El objetivo que muchas ciudades persiguen debe ser también una meta en la nuestra: eliminar en el futuro la existencia de los rellenos sanitarios.
- La indiferencia de nuestra ciudadanía sobre la problemática de vivir rodeados de basura, y la negligencia para disponer de ella de una forma correcta, requiere investigar sobre las causales psicológicas y sociales para este fenómeno; comprenderlo con claridad permitirá trabajar mejor con los ciudadanos.



a) Una advertencia de sanción que no se hace efectiva genera un efecto contraproducente, pues los ciudadanos no sólo seguirán depositando la basura en estos sitios, sino que cometerán estas y otras acciones ilegales con mayor audacia. b) Las malas costumbres que se fomentan en la urbe por la falta de control y sanción, se reflejan en los comportamientos de los ciudadanos en el área rural, donde no existe el servicio de recojo de la basura y los efectos negativos son enormes. Fotografías del autor.



PÉRDIDA DE LOS ESPACIOS NATURALES URBANOS Y PERIURBANOS

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La expansión urbana descontrolada está destruyendo los espacios naturales periurbanos, y los remanentes naturales dentro de la urbe, con estas acciones se está perdiendo para siempre el patrimonio histórico y cultural, la posibilidad de

producción de alimentos, la biodiversidad local, y una enorme cantidad de servicios ecosistémicos, que van desde la provisión de agua hasta espacios para la recreación y el aprendizaje.

RAZONES QUE PROPICIAN O MANTIENEN EL PROBLEMA

- La principal razón es la falta de instrumentos jurídicos que definan los límites de expansión urbana horizontal (ver página 80), que eviten la autoconstrucción fuera de toda planificación urbana, y la falta de normas que precautelen la conservación de los espacios naturales.
- La ausencia de planes de ordenamiento territorial que definan las áreas de preservación de los espacios naturales.
- El GAMLP el año 2000 creó un sistema municipal de 27 áreas protegidas periurbanas, pero cediendo a presiones sociales se anuló su régimen de protección desde el año 2015 (Ver página 56, 116 y 120).
- La indiferencia y/o desconocimiento de la población respecto al valor patrimonial de los elementos naturales y culturales que se están perdiendo.



Al permitir la urbanización de la totalidad del entorno periurbano de la ciudad de La Paz se están eliminando para siempre innumerables servicios ecosistémicos naturales y culturales que eran el patrimonio de las futuras generaciones (ver figura 5.3). Si una ciudad no es capaz de proteger sus espacios naturales periurbanos, se condena a una mayor vulnerabilidad, menor resiliencia al cambio climático y no podrá alcanzar un desarrollo urbano sostenible. En la fotografía, grandes extensiones de serranías naturales de la antigua área protegida “Gran Jardín de la Revolución”, aplanadas para ser urbanizadas. Fotografía del autor.

ACCIONES PARA SOLUCIONARLO

- Debe generarse con urgencia un plan de ordenamiento territorial para el municipio de La Paz y el área metropolitana circundante, que sea vinculante con los instrumentos jurídicos necesarios, este plan debe definir sin ambigüedad el límite de crecimiento urbano y los límites de los espacios naturales protegidos.
- Debe generarse un plan de manejo de los espacios naturales protegidos, que incluyan los fragmentos silvestres dentro de la urbe, y todos los espacios periurbanos que proveen servicios ecosistémicos, a la vez de asegurar los recursos financieros y humanos que aseguren su implementación.
- La ciudadanía debe ser informada y educada sobre los beneficios que brindan los espacios naturales protegidos, para que se constituyan en actores clave para su conservación.


NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

- Identificar y delimitar todos los espacios naturales a ser protegidos con base al patrimonio natural y cultural que albergan y los servicios ecosistémicos que proveen. Estas acciones deben realizarse con la participación de todos los actores sociales.
- El manejo de espacios naturales protegidos urbanos ha generado muchísimo conocimiento en el mundo, se debe adaptar estas experiencias a las particulares condiciones ambientales y socio-económicas de nuestra ciudad para que funcionen efectivamente.
- Se debe generar conocimiento específico de los valores patrimoniales de todos los espacios naturales protegidos para hacerlos conocer a toda la ciudadanía, y que ésta pueda hacer uso de estos espacios y beneficiarse de los servicios ecosistémicos que proveen.



En esta imagen de Google Earth se observa la afectación (flecha) de la antigua Área Protegida “Cerros de Challaloma Cóndor” (las antiguas áreas protegidas están delimitadas por los polígonos rojos). Esta área afectada sobre un terreno de altísimo riesgo para la construcción, corresponde a las fotografías de la página 81, y su superficie es tan grande como todo el barrio de Obrajes.

Bibliografía



Molle y otra vegetación nativa en áreas verdes funcionales. Fotografía del autor.



- Alberti, M. 2008. *Advances in Urban Ecology: Integrating humans and ecological processes in urban ecosystems*. Springer-Verlag, New York.
- Andrade-Flores, R. 2015. Bioestratigrafía del Devónico inferior en el Valle de La Paz, págs. 723-748. En: M. I. Moya, R. I. Meneses y J. Sarmiento (Eds.) *Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz*. Segunda edición. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz.
- Aranda K. y C. Lémuz. 2010. Historia prehispánica del valle de La Paz y Hampaturi. Los primeros asentamientos Págs. 55-77 En: P. Ergueta y K. Aranda (Eds.). *Transitando la Diversidad: Paisajes Naturales y Culturales del Municipio de La Paz*. TROPICO/Municipio de La Paz/FUNDESNA, La Paz.
- Aronson, M. F. J. et al. 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proc. R. Soc. B* 281:20133330. DOI: 10.1098/rspb.2013.3330.
- Bedregal, F. 2013. *Tras el oro de Chuquiabo*. Concejo Municipal de La Paz, Fondo Editorial Municipal "Pensamiento Paceño", La Paz.
- Berger, L. R. et al. 2015. *Homo naledi*, a new species of the genus *Homo* from the Dinaledi Chamber, South Africa. *eLife* 2015;4:e09560. DOI: 10.7554/eLife.09560.
- Blair, R. 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications* 6: 506-519.
- Ceballos, G., P. R. Ehrlich, A. D. Barnosky, A. García, R. M. Pringle y T. M. Palmer. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci. Adv.* 2015;1:e1400253.
- Darwin, C. 1859. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. Watts, London.
- DEMOGRAPHIA, 2016. *Demographia World Urban Areas*. (<http://www.demographia.com/db-worldua.pdf>)
- Espinosa, F. 2015. Geología y geomorfología de un valle en los Andes, págs. 13-39. En: M. I. Moya, R. I. Meneses y J. Sarmiento (Eds.) *Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz*. Segunda edición. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz.
- Foley, S. F. et al. 2013. The Palaeoanthropocene- the beginnings of anthropogenic environmental change. *Anthropocene* 3:83-88.
- Forman, R. T. T. 2014. *Urban Ecology, Science of Cities*. Cambridge Univ. Press, New York.
- GAMLP, 2013. *Patrimonio arquitectónico y urbano de La Paz*. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, Oficialía Mayor de Culturas, La Paz.

- Garden, J., C. McAlpine, A. Peterson, D. Jones y H. Possingham. 2006. Review of the ecology of Australian urban fauna: A focus on spatially explicit processes. *Austral Ecology* 31: 126-148.
- Garitano-Zavala, A. y P. Gismondi. 2003. Variación de la riqueza y diversidad de la ornitofauna en áreas verdes urbanas de las ciudades de La Paz y El Alto (Bolivia). *Ecología en Bolivia* 38: 65-78.
- Garitano-Zavala, A. y M. I. Gómez. 2015. Aves del valle de La Paz. págs. 539-670. En: M. I. Moya, R. I. Meneses y J. Sarmiento (Eds.) *Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz*. Segunda edición. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz.
- Garitano-Zavala, A., J. Campos, P. Ascarrunz y Z. Chura. 2010. La ornitofauna de las áreas protegidas municipales y de otras áreas periurbanas del valle de La Paz: La importancia de los corredores ecológicos en la matriz urbana, págs. 435-444. En: S. Beck, N. Paniagua, R. P. López y N. Nagashiro (eds.) *Biodiversidad y Ecología en Bolivia. Memorias del Simposio XXX Aniversario del Instituto de Ecología*. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Gómez-Baggethun, E., R. de Groot, P. L. Lomas y C. Montes. 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics* 69: 1209-1218.
- Gómez-Baggethun, E. y D. N. Barton. 2013. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics* 86: 235-245.
- Haeckel, E. 1866. *Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Cahrles Darwin reformirte Descendenz-Theorie*. 2 vols. Reimer, Berlin.
- Hansen, J. E. 1988. *The Greenhouse Effect: Impacts on current global temperature and regional heat waves*. United States Senate, Committee on Energy and Natural Resources, Washington.
- Instituto Nacional de Estadística. 2012. Nota de Prensa 4. Áreas urbanas y rurales. Instituto Nacional de Estadística, Bolivia (www.ine.gob.bo).
- IUCN. 1980. *World Conservation Strategy. Living Resource Conservation for Sustainable Development*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN)/United Nations Environment Programme (UNEP) / World Wildlife Fund (WWF).
- IUCN 2016. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2016-1. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 30 June 2016.
- Leick, G. 2001. *Mesopotamia, the invention of the city*. Penguin Books, London.

- Lémuz, C. y K. Aranda. 2015. Ocupación Prehispánica y manejo de recursos en el Valle de La Paz, págs. 70-95. En: M. I. Moya, R. I. Meneses y J. Sarmiento (Eds.) *Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz*. Segunda edición. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz.
- Mamani, B. 2015. Paleofauna de mamíferos del Valle de La Paz, págs. 749-756. En: M. I. Moya, R. I. Meneses y J. Sarmiento (Eds.) *Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz*. Segunda edición. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz.
- Maslin, M. A., S. Shultz y M. H. Trauth. 2015. A synthesis of the theories and concepts of early human evolution. *Phil. Trans. R. Soc. B* 370:20140064.
- McDonnell, M. J. 2011. The history of urban ecology-an ecologist's perspective, págs. 5 - 13 En: J. Niemelä et al. (Eds.). *Urban Ecology, patterns, processes, and applications*, Oxford University Press, New York.
- McKinney, M. L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *Bioscience* 52: 883-890.
- McKinney, M. L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127: 247-260.
- Mesa, J. y T. Gisbert. 1965. *La Paz en el siglo XVII*. H.A.M., La Paz.
- Mesa Gisbert, C. 1990. El arquitecto más importante del siglo XX en Bolivia "Emilio Villanueva". Editorial Educacional, La Paz.
- Müller, N. y P. Werner. 2010. Urban biodiversity and the case for implementing the Convention on Biological Diversity in Towns and Cities, págs. 3-33. En: Müller, N., P. Werner y J. C. Kelcey (eds.) *Urban Biodiversity and Design*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Park, R. E., E. W. Burgess y R. McKenzie. 1925. *The city*. Chicago: University of Chicago Press.
- Pickett, S. T. A. y M. J. McDonnell. 1993. Humans as components of ecosystems: a synthesis, págs. 310 - 316. En: M. J. McDonnell y S. T. A. Pickett (Eds.). *Humans as components of ecosystems: subtle human effects and the ecology of populated areas*. Springer-Verlag, New York.
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. 2016. *La ciudad que necesitamos 2.0 Hacia un nuevo paradigma urbano*. Nairobi, Kenya (www.worldurbancampaign.org).
- Shanahan, D. F., M. W. Strohbach, P. S. Warre y R. A. Fuller. 2014. The challenges of urban living, págs. 3 - 20. En: D. Gil y H. Brumm (Eds.) *Avian Urban Ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- Sol, D., C. González-Lagos, D. Moreira, J. Maspons y O. Lapiedra. 2014. Urbanization tolerance and the loss of avian diversity. *Ecology Letters* 17: 942-950.

- Stringer, C. 2016. The origin and evolution of *Homo sapiens*. *Phil. Trans. R. Soc. B* 371: 20150237.
- Sukopp, H. 1973. The city as a subject for ecological research. Society for the Dissemination of Knowledge, Vienna.
- Sukopp, H., H. Blume y W. Kunick. 1979. The soil, flora and vegetation of Berlin's waste lands, págs. 115-134. En: I. C. Laurie (Ed.) *Nature in cities*. John Wiley & Sons, New York.
- Sukopp, H., S. Hejný y I. Kowarik. 1990. *Urban ecology: Plants and plant communities in urban environments*. SPB Publishing, The Hague.
- Tanner, C. B., et al. 2014. Urban ecology: advancing science and society. *Front. Ecol. Environ.* 12:571-581.
- United Nations. 2014. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (ST/ESA/SER.A/352). (<https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>).
- United Nations. 2015. *World Population Prospects: The 2015 Revision*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (web.archive.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/)
- U.S. Census Bureau. 2016. International Programs, International Data Base Version: Data:16.0804 Code:12.0321. (census.gov/population/international/data/worldpop/table_history.php) (Revisada: Agosto 2016).
- Villegas, M. y A. Garitano-Zavala. 2008. Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 43: 146-153.
- Villegas, M. y A. Garitano-Zavala. 2010. Bird community responses to different urban conditions in La Paz, Bolivia. *Urban Ecosystems* 13:375-391.
- WCED-UN. 1987. *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development-United Nations. Oxford University Press, Oxford.
- Weiland U. y M. Richter. 2011. Urban ecology-brief history and present challenges, págs. 3 - 12. En: M. Richter y U. Weiland (Eds.) *Applied Urban Ecology: a global framework*. Willey - Blackwell, Chichester.
- Wilson, E. O. 1985. The biological diversity crisis: A challenge to science. *Issues Sci. Technol.* 2: 20-29.
- Wilson, E. O. (Ed.). 1988. *Biodiversity*, National Academy of Sciences/Smithsonian Institution, Washington.
- Wu, J. 2014. Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning* 125: 209-221.

Índice



Cableado externo sobre el patrimonio arquitectónico. Fotografía del autor.



PLAZA
DE LOS
REYES

PLAZA DE LOS REYES
N.º 10
C.º 1.º
M.º 1.º

Índice

A

Adaptación	
al cambio climático	33, 34, 44, 52, 75
Biológica	14, 41, 48
Cultural	13, 42
ADN (Ácido Desoxirribonucleico)	11, 12
Agro-ecosistemas	25, 32, 33, 53
Alcantarillado	37, 88, 89
Altruismo	16
Anomalía térmica	34
Anti-servicios ecosistémicos	23-26, 28
Antropoceno	13, 14, 47
Arbolado urbano	65, 68-70, 90, 91
Áreas protegidas	25, 45, 56, 98, 99
Áreas verdes	27, 37, 48-50, 52, 69, 70, 75, 84, 85

B

Bienestar	14-17, 23, 24, 29, 31, 37, 39, 50, 52, 58, 74, 75
Biocenosis	19
Biodiversidad	23, 31, 33, 39, 41-52, 57, 72, 75, 89, 98
Biomasa	20-22, 27, 28
Biosfera	20, 21, 25, 30, 41
Biotopo	19
Bofedal	56, 57

C

Calentamiento global	17, 33-35
Cambio climático	33, 34, 35, 37, 41, 43, 45, 52, 75
Adaptación al	33, 34, 44, 52, 75
Mitigación de efectos	33, 34, 45, 52
Resiliencia al	33, 34
Capacidad de carga	14
Cárcavas	56
Ciclo (flujo) del agua	21, 23
Ciclo (flujo) del carbono	21
Ciclos (flujo) de nutrientes	21, 23, 75
Ciudad	
Definición	16, 25, 26
Eco-eficiente	35, 37, 38

Efectos de las	17, 18
Origen histórico	16
Habitable	29, 37-39, 57, 61-63
Inteligente	29, 38
Jardín	68, 69
Resiliente	33, 37, 38
Sostenible	19, 29, 32, 33, 35, 37-39, 41, 50, 51, 57, 58, 61-63, 74, 75

Coexistencia social	15, 37
Combustible fósil	14, 22, 23, 25, 34-36
Comunidad biológica	19-22, 25, 41, 46, 49
Condiciones ambientales	13-15, 48
Cóndor	56
Consumismo	15, 16, 30, 31
Contaminación ambiental	17, 32, 38, 39, 43, 44, 46, 74, 88, 89, 96, 97
COP (Conferencia de las Partes)	35
Crecimiento poblacional	14, 15, 17, 70
Crecimiento urbano espontáneo	31, 69, 70, 80, 81, 98
Cultura	11, 13-15, 23-26, 33, 42, 51, 53-59, 62

D

Damero español	63, 64
Declaración de Quito	38
Desarrollismo	30
Desarrollo sostenible	29, 30, 31, 35, 52, 59, 74
Desarrollo urbano sostenible	31, 32, 35, 38, 59, 76
Dióxido de carbono	14, 21, 22, 24, 25, 33, 35
Diversidad biológica	41-46

E

Eco-eficiencia	35-39, 76
Ecología de las ciudades	74, 75
Ecología del paisaje	74
Ecosistemas	19, 20, 23-26, 31, 32, 36, 41-46, 51, 55, 74, 75
Funciones de los	21, 23, 25, 52
Procesos de los	21, 23, 25
Propiedades de los	19, 20, 42

Resiliencia de los	20, 31, 45, 74	Huella ecológica	18, 32, 33, 39
Resistencia de los	20, 31, 32	Huertos urbanos	27, 33, 64, 69
Servicios de los	23, 24, 31-33, 42, 46, 48, 50, 52, 54, 57, 58, 74, 75	Identidad	24-26, 37, 39, 50, 53, 58, 59, 62,
Efecto invernadero	33, 34	I	
Energía limpia	32, 33, 35, 36	Imagen urbana	62, 70, 71, 82, 83, 94, 95
Escuela de Berlín	74	Individualismo	15, 16, 30
Escuela de Chicago	73, 74	Infraestructura verde	76, 92, 93
Especie exótica	44, 46, 48-50	Inmediatismo	15, 16, 30
Especie nativa	25, 31, 46-50, 52, 56, 70, 84, 85, 90, 91	Inteligente, ciudad	29, 38
Especies adaptables a la urbe	48	Interdisciplinario	62, 76
Especies especialistas	46, 48	J	
Especies explotadoras en la urbe	48	Jardines privados	48-50, 52, 64-69, 72, 86, 87
Especies generalistas	46, 47, 48, 49	Jardines verticales	33, 92, 93
Especies sensibles a la urbe	48, 49	K	
Especies sinantrópicas	48	Kioto, protocolo de	35
Estrés fisiológico	14	L	
Eucalipto	25, 46, 48	Listas rojas	45
Evolución	15, 38, 48, 75	M	
Evolución biológica	11, 16, 48	Metabolismo urbano circular	32, 35, 37, 70
Evolución cultural	13, 14, 16	Metrópolis	32, 33, 50
Expansión urbana horizontal	39, 70, 71, 80, 81, 98	Metropolización	32
Expansión urbana vertical	70, 71	Migraciones humanas	12, 17, 69
Extinción	14, 42, 43, 45	Mitigación al cambio climático	33, 34, 45, 52
Extinción masiva	42, 43, 44	Multidisciplinario	76
F		Muros verdes	37, 92, 93
Filtro ambiental	46	O	
Flujos de materia y energía	17, 19-22, 25, 26, 32, 35, 37, 74, 75	Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	30, 31, 33
Fragmentación	44, 46	P	
Funciones de ecosistemas	21, 23, 25, 52	Paisaje natural	24, 25, 26, 38, 48, 51, 55-58, 71, 98, 99
G		Paisaje urbano	25, 52, 54, 74, 82, 83, 94, 95
Gases de efecto invernadero	14, 17, 25, 26, 34, 35- 37		
Glaciar	21, 34, 35, 55, 56		
H			
Habitable, ciudad	29, 37-39, 57, 61-63		
<i>Homo sapiens</i>	11-13		
Homogenización de comunidades	46		

Paleoantropoceno	13, 14		74, 75
París, acuerdo de	35	Urbanos	26, 27, 28, 52, 70
Patrimonio	53, 57-59	Valoración de los SE	24
Arqueológico	54, 72	Valuación de los SE	24
Arquitectónico	55, 62, 82, 83	Simplificación de comunidades	46, 47
Cultural intangible	55, 58, 75	Sociedad sostenible	29-30
Cultural tangible	54, 55, 58, 62, 70, 71, 75	Sociedad ambientalmente educada	29-30
Histórico	62, 63, 71, 82, 83		
Natural	51, 54, -56, 58, 70, 71, 80, 81, 98, 99	T	
Pérdida de biodiversidad	23, 42, 43, 46	Techos verdes	37, 52, 92
Planificación urbana	26, 31, 32, 52, 61, 69, 75	Terrazas agrícolas	54, 55, 63
Población urbana	15, 17, 66	Tolerancia a la urbe	15, 47-49
Procesos de ecosistemas	21, 23, 25	Transdisciplinario	76
Producción primaria	21-23	Transporte urbano	26, 31, 33, 36, 45
Programa o agenda 21	30, 35, 38	Tres Rs	37
Propiedades de ecosistemas	19, 20, 42		
		U	
R		Urbanismo	31, 38, 73
Reciclaje	32, 35, 37		
Recursos ambientales	13-16	V	
Red trófica	21, 22	Variabilidad genética	45
Relleno sanitario	37, 97	Venado andino	56, 63
Reserva de la biosfera	25	Vivienda	13, 17, 23, 33, 38, 39, 69-71, 75, 94, 95
Residuos sólidos	17, 26, 27, 29, 37, 76, 88, 89, 96, 97	Vizcacha	56
Resiliencia	20, 31, 35, 51, 74	Vulnerabilidad urbana	31, 32, 35, 75
al cambio climático	33, 34		
de ecosistemas	20, 31, 45, 74		
Resistencia	15, 20		
de ecosistemas	20, 31, 32		
Revolución industrial	13, 14, 44		
Revolución neolítica	13, 16, 34		
Ríos	21, 27, 55-57, 64, 88, 89		
Riqueza biológica	20, 21, 48, 49, 73		
Rural	15-17, 47, 48, 64, 70		
S			
Servicios ambientales	23		
Servicios ecosistémicos (SE)	23, 24, 31-33, 42, 46, 48, 50, 52, 54, 57, 58,		

Anexo



Gaviota andina (*Larus serranus*) anidando en un parque urbano. Fotografía del autor.



ALGUNOS ESTUDIOS BIOLÓGICOS DE ECOLOGÍA URBANA REALIZADOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE LA PAZ

En este anexo presentamos los resúmenes de varias investigaciones sobre fauna nativa que se han realizado en la ciudad de La Paz, los ambientes periurbanos y los ambientes rurales aledaños. Estos estudios han sido realizados desde la perspectiva de la “Ecología en las ciudades”, pero los resultados de cada uno de ellos tienen importantes consideraciones para la planificación urbana sostenible, aspectos que comentamos brevemente. Si estás interesado en revisar a profundidad estos estudios, incluimos las fuentes, la posibilidad de descargarlos directamente de la red, o las direcciones de los autores a quien te puedes dirigir por más información.

1

Variación de la riqueza y diversidad de la ornitofauna en áreas verdes urbanas de las ciudades de La Paz y El Alto (Bolivia)

En este trabajo se analizaron los parámetros descriptivos de las comunidades de aves nativas (riqueza y diversidad) entre plazas y parques de La Paz y de la vecina ciudad de El Alto. El resultado fue que las comunidades son especialmente pobres cuando la superficie de la plaza o parque es muy pequeña y/o tiene poca cobertura vegetal. Lastimosamente, las plazas y parques de grandes extensiones en estas ciudades son muy escasos, por tanto, para optimizar la provisión de servicios ecosistémicos a la población humana, las plazas y parques de las ciudades de La Paz y El Alto deben dejarse de diseñar en pequeños espacios que quedan como “sobras” de la expansión urbana, o como pequeñas jardineras ornamentales de las obras de infraestructura. Debe tenerse la visión ambiciosa de contar con grandes áreas verdes urbanas públicas que estén en el orden de las 10 hectáreas de superficie, evitando superficies impermeables y maximizando la cobertura vegetal con especies nativas.

Fuente: Garitano-Zavala, A. y P. Gismondi. 2003. Variación de la riqueza y diversidad de ornitofauna en áreas verdes urbanas de las ciudades de La Paz y El Alto (Bolivia). *Ecología en Bolivia* 38(1): 65-78.

Se puede descargar gratuitamente de: https://www.researchgate.net/publication/230918235_Variacion_de_la_riqueza_y_diversidad_de_la_ornitofauna_en_areas_verdes_urbanas_de_las_ciudades_de_La_Paz_y_El_Alto_Bolivia



Fotografía del autor.

2

¿Qué nos dicen las comunidades de aves sobre el potencial del campus universitario de Cota Cota para brindar servicios de educación, conservación y monitoreo de la calidad ambiental en la ciudad de La Paz?

Este reporte recopila la diversidad de aves nativas en el campus universitario de Cota Cota de la Universidad Mayor de San Andrés. Con sus 62 hectáreas, y gran parte de su superficie aún no construida, el campus universitario alojaba hasta 75 especies de aves nativas, contándose entre ellas varias especies sensibles a la urbe. Esto confirma la potencialidad de que extensas áreas verdes en la ciudad pueden ofrecer valiosos servicios ecosistémicos a las personas, y posicionaba al campus universitario como un espacio ideal para conservar la biodiversidad nativa de La Paz y poder usarlo para la educación de toda la ciudadanía a la vez de construir una ciudad universitaria modelo en armonía con la naturaleza. Lastimosamente, actualmente la UMSA ha seguido un camino totalmente contrario a la conservación, se están construyendo las edificaciones universitarias sin considerar el impacto ambiental sobre los espacios naturales, se elimina la vegetación nativa, se dejan los materiales de construcción, escombros y excavaciones en el entorno, se vierten los escombros al río y no se planifican áreas verdes para el uso de la población universitaria. El campus universitario de la UMSA, en lugar de ser un ejemplo de desarrollo urbano sostenible, no es más que el reflejo de la ausencia de planificación urbana de la ciudad de La Paz.

Fuente: Garitano-Zavala, A., M. Villegas, P. Gismondi, y F. Montaña. 2006. ¿Qué nos dicen las comunidades de aves sobre el potencial del campus universitario de Cota Cota para brindar servicios de educación, conservación y monitoreo de la calidad ambiental en la ciudad de La Paz? *Revista Boliviana de Educación Superior en Ciencia* 6: 35-49.

Solicitar más información a: Álvaro Garitano-Zavala (agaritanozavala@umsa.bo)

3

Bird community responses to different urban conditions in La Paz, Bolivia [Respuestas de las comunidades de aves a diferentes condiciones urbanas en La Paz, Bolivia]

Este estudio, cuyos resultados se han presentado parcialmente en la página 47, demuestra la alta dependencia de las comunidades de aves nativas sobre la vegetación nativa. La vegetación nativa, y en general las áreas permeables con vegetación, han sido eliminadas en grandes extensiones de la ciudad (centro histórico, laderas oeste y este) y esto se observa como un empobrecimiento y simplificación de las comunidades de aves. Los aspectos negativos que evitan que una rica biodiversidad de aves se establezca en estos ambientes urbanos, están también afectando negativamente a las personas (tráfico vehicular, ruido, hacinamiento, contaminación, falta de áreas verdes para el descanso y el esparcimiento), haciendo que la mayor parte de la ciudad de La Paz no tenga las cualidades para considerarse una ciudad habitable.

Fuente: Villegas, M. y A. Garitano-Zavala. 2010. Bird community responses to different urban conditions in La Paz, Bolivia. *Urban Ecosystems* 13:375-391.

Se puede descargar gratuitamente de: https://www.researchgate.net/publication/226340517_Bird_community_responses_to_different_urban_conditions_in_La_Paz_Bolivia

4

Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia.

Esta es una propuesta para el uso de las comunidades de aves nativas de la ciudad de La Paz para el monitoreo de la calidad ambiental en relación a la urbanización. De acuerdo a los estudios precedentes, se comprende que las aves reaccionan de una forma clara al deterioro de la calidad ambiental de la urbe, de manera que algunas pocas especies estarán presentes en las peores condiciones ambientales y progresivamente se añadirán otras cuando las condiciones ambientales sean mejores. Esta propuesta de monitoreo podría ser utilizada para los programas de planificación urbana sostenible, usando a las aves como indicadores de si se alcanzan o no los adecuados parámetros de calidad ambiental y provisión de servicios ecosistémicos para las personas.

Fuente: Villegas, M. y A. Garitano-Zavala. 2008. Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 43:146-153.

Se puede descargar gratuitamente de: https://www.researchgate.net/publication/230918255_Las_comunidades_de_aves_como_indicadores_ecologicos_para_programas_de_monitoreo_ambiental_en_la_ciudad_de_La_Paz_Bolivia



5

La ornitofauna de las Áreas Protegidas Municipales y de otras áreas periurbanas del Valle de La Paz: la importancia de los corredores ecológicos en la matriz urbana

Este estudio se realizó cuando el Sistema Municipal de Áreas Protegidas con las 27 grandes áreas periurbanas aún no se había desafectado. Los resultados demostraron la enorme importancia que tenían estas áreas para la conservación de la biodiversidad, provisión de servicios ecosistémicos y posibilidad de contacto con la naturaleza para las personas. Resaltaba la posibilidad de lograr conectividad entre estas áreas a través de la ciudad utilizando y manejando adecuadamente las áreas verdes públicas, jardines privados y arbolado urbano, de manera que la rica diversidad de aves de los ambientes periurbanos pudiesen ingresar dentro de la matriz urbana para el beneficio de todos los ciudadanos. Este estudio justifica la importancia de proteger estos espacios periurbanos de la expansión urbana descontrolada como un adecuado sistema de áreas protegidas municipales.

Fuente: Garitano-Zavala, A., J. Campos, P. Ascarrunz y Z. Chura. 2010. La ornitofauna de las áreas protegidas municipales y de otras áreas periurbanas del valle de La Paz: La importancia de los corredores ecológicos en la matriz urbana. Págs. 435-444. En: Beck, S. G., N. Paniagua, R. P. López y N. Nagashiro (Eds.). *Biodiversidad y Ecología en Bolivia. Memorias del Simposio XXX Aniversario del Instituto de Ecología*. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.

Puede descargarse gratuitamente de: https://www.researchgate.net/publication/230918244_LA_ORNITOFAUNA_DE_LAS_AREAS_PROTEGIDAS_MUNICIPALES_Y_DE_OTRAS_AREAS_PERIURBANAS_DEL_VALLE_DE_LA_PAZ_LA_IMPORTANCIA_DE_LOS_CORREDORES_ECOLOGICOS_EN_LA_MATRIZ_URBANA

6

Desarrollo de un índice biológico de integridad, basado en comunidades de aves nativas en zonas urbanas y periurbanas de la ciudad de La Paz, Bolivia

En este estudio se ha desarrollado un Índice de Integridad Biológica” (IBI) basado en la composición de las especies de las comunidades de aves nativas, considerando además los gremios funcionales a los que pertenece cada especie. Este índice permite medir la integridad biológica de cada sitio urbano de la ciudad de La Paz, generando con los datos de comunidades de aves un valor numérico del 0 al 100 que indicaría cuán malo o bueno es cada sitio en cuanto su integridad biológica, y a partir de esto se deduce cuántos servicios ecosistémicos podría ofrecer potencialmente cada sitio a las personas. Al momento de implementar diferentes estrategias de planificación urbana sostenible, este índice permitiría evaluar si se recupera o no la funcionalidad ecológica en los sitios de intervención.

Fuente: Campos, P. J. 2010. Desarrollo de un índice biológico de integridad, basado en comunidades de aves nativas en zonas urbanas y periurbanas de la ciudad de La Paz, Bolivia. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Solicitar más información a: Jackeline Campos (jackeline.camposp@gmail.com)

7

Evaluación de la integridad biológica del agro-paisaje de Mecapaca (Dpto. La Paz) mediante el uso de comunidades de aves nativas en dos épocas del año, La Paz

Utilizando el índice de integridad biológica de Campos (2010), explicado en la nota anterior, se evaluó el nivel de integridad de los ambientes de cultivos y los matorrales silvestres aledaños a éstos en Mecapaca, y se llegó a la conclusión de que la producción agropecuaria tradicional promueve la funcionalidad ecológica, y existe una complementariedad entre los cultivos y los matorrales silvestres aledaños, por lo que resalta la importancia de conservar el mosaico de hábitats que componen al agro-paisaje de Mecapaca, y todos los servicios de producción agrícola que actualmente brindan los campos de cultivos, existiendo el enorme reto de evitar la avasalladora presión de extensión urbana no planificada.

Fuente: Ascarrunz, P. E. 2013. Evaluación de la integridad biológica del agro-paisaje de Mecapaca (Dpto. La Paz) mediante el uso de comunidades de aves nativas en dos épocas del año, La Paz, Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Se puede consultar la tesis en la biblioteca de la Carrera de Biología (UMSA).

8

Evaluación del efecto del ruido antropogénico sobre los parámetros del canto de *Turdus chiguanco* comparando sitios urbanos y periurbanos de la ciudad de La Paz-Bolivia

En varias ciudades del mundo se ha descrito que el ruido antropogénico de las ciudades es una fuerte presión selectiva para las aves urbanas, y que algunas de éstas pueden adaptarse al medio urbano modificando parámetros de sus cantos. Este estudio ha comparado varios parámetros de los cantos del Chiguanco (*Turdus chiguanco*) entre sitios urbanos sometidos a altos niveles de ruido, y sitios periurbanos con menores niveles de ruido. El resultado es que efectivamente, las poblaciones de chiguancos de los sitios urbanos han modificado su amplitud (cantan más fuerte) y su frecuencia (cantan más agudo). Esto demuestra que si las poblaciones de chiguancos se ven forzadas a modificar sus cantos para poder comunicarse en los ambientes ruidosos de la ciudad, es de esperar que las personas también se vean afectadas por los altos niveles de ruido urbano.

Fuente: Bustamante, N. E. 2014. Evaluación del efecto del ruido antropogénico sobre los parámetros del canto de *Turdus chiguanco* comparando sitios urbanos y periurbanos de la ciudad de La Paz-Bolivia, Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Se puede consultar la tesis en la biblioteca de la Carrera de Biología (UMSA).



Chiguanco (*Turdus chiguanco*).
Fotografía del autor.

Efecto de la urbanización sobre la depredación de nidos artificiales en un gradiente urbano-periurbano en el Valle de La Paz

El hecho de que las ciudades actúen como filtros ambientales para las especies de aves nativas (es decir, que algunas puedan sobrevivir en su interior y otras no), puede deberse a varios factores, como la falta de alimento o refugio, el incremento de contaminación de todo tipo, o también la modificación de la relación con los depredadores. En algunas ciudades se ha reportado que la tasa de depredación incrementa dentro de las urbes, afectando negativamente a muchas especies de aves, pero en otras ciudades se ha reportado lo contrario debido a que los depredadores naturales están ausentes. En este estudio se ha comparado la tasa de depredación de nidos artificiales entre ambientes urbanos y periurbanos de La Paz. Los resultados demostraron que existe sólo un depredador frecuente de huevos para ambos ambientes, que es el Chiguanco (*Turdus chiguanco*), y un destructor de nidos, que es el Chochín Criollo (*Troglodytes aedon*). El efecto de ambas especies de aves entre ambientes urbanos y periurbanos no varió, debido a que sus poblaciones tampoco varían en los dos tipos de ambientes. Los resultados permiten entender que la ausencia de muchas especies de aves en la ciudad de La Paz no se debe a un incremento de la tasa de depredación, sino a otros factores, principalmente la falta de recursos alimenticios y de hábitat.

Fuente: Salazar, A. C. 2014. Efecto de la urbanización sobre la depredación de nidos artificiales en un gradiente urbano-periurbano en el Valle de La Paz, Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Solicitar más información a: Andrea Salazar (salazar.pammo@gmail.com)

10

Evaluación de variables ambientales que determinan la presencia de la vizcacha de montaña (*Lagidium viscacia*) dentro de la matriz urbana de la ciudad de La Paz

Resulta asombroso que dentro de la ciudad de La Paz aún existan poblaciones de la vizcacha (*Lagidium viscacia*) asociadas exclusivamente a los fragmentos relictuales silvestres que existen dentro de la matriz urbana. El objetivo de este estudio fue el de comprender las razones que explican la presencia de esta especie en La Paz, con el fin de poder plantear acciones para su conservación. Los resultados demostraron que es más probable encontrar vizcachas si los fragmentos son grandes, y si estos ambientes son muy heterogéneos morfológicamente (cárcavas profundas, mayor altitud con varios niveles horizontales de sedimentos). Se demostró también que las vizcachas tienen una gran capacidad de adaptación a la urbe, pudiendo innovar en su dieta y soportar la presencia humana. Pero también se demostró que son las accio-

nes directas del avance urbano descontrolado que hace que la vizcacha se esté extinguiendo de la ciudad, cuando se construyen casas incluso en las pendientes más inverosímiles, y se tiran escombros, basura y materiales de excavación en las quebradas. Si deseamos que la vizcacha continúe acompañándonos en la ciudad, y que nuestros hijos tengan la dicha de poder observar estos fantásticos animales cerca de ellos, se debe frenar definitivamente la expansión urbana no planificada, y se debe actuar en la conservación de los fragmentos silvestres relictuales de la ciudad de La Paz.

Fuente: Zegarra, V. R. 2015. Evaluación de variables ambientales que determinan la presencia de la vizcacha de montaña (*Lagidium viscacia*) dentro de la matriz urbana de la ciudad de La Paz, Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Solicitar más información a: Verónica Zegarra (verito.zegarra@gmail.com)

11

Historia natural de un ave nectarívora (*Diglossa carbonaria*) en la ciudad de La Paz: Comprensión de sus características biológicas, ecológicas y comportamentales para la adaptación a ambientes urbanos

En la ciudad de La Paz pocas especies de aves nativas especialistas pueden adaptarse a las duras transformaciones de la urbanización, una de ellas es el Pinchaflor Carbonero (*Diglossa carbonaria*), especialista en el consumo de néctar. Con el fin de entender los mecanismos que permitan habitar a esta especie en un ambiente urbano se realizaron observaciones de historia natural en la matriz urbana de La Paz. Se determinó que esta especie es residente y que habita y se reproduce en la ciudad todo el año, una de las razones de su adaptabilidad es que pueden aprovechar el néctar no sólo de especies vegetales nativas, sino de muchas introducidas. Desde el punto de vista de manejo de áreas verdes urbanas, estos resultados resaltan la importancia de lograr una composición heterogénea de especies vegetales para incrementar los recursos para las aves silvestres, de esta forma se logrará dentro de la urbe una composición más rica de especies de aves, y mayores posibilidades de contacto con la naturaleza para todas las personas.

Fuente: Morales, D. A. 2015. Historia natural de un ave nectarívora (*Diglossa carbonaria*) en la ciudad de La Paz: Comprensión de sus características biológicas, ecológicas y comportamentales para la adaptación a ambientes urbanos, Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Solicitar más información a: Daniela Morales (da.moralesmoreno@gmail.com)

12

Evaluación de la variación en la distancia de escape entre poblaciones de aves nativas de interior y exterior de la matriz urbana de la ciudad de La Paz-Bolivia

Uno de los rasgos biológicos y comportamentales que se asume que puede determinar que las especies de aves se adapten a los ambientes urbanos es su capacidad de tolerar la presencia humana. Una forma de medir esto es midiendo la “Distancia de Iniciación de Vuelo” (FID) que es la distancia entre una persona acercándose y el ave en el momento que escapa volando. Se midió esta variables para cuatro aves nativas (*Zenaida auriculata*, *Turdus chiguanco*, *Phrygilus punensis* y *Zonotrichia capensis*) en ambientes urbanos y periurbanos. Los resultados mostraron que todas las poblaciones periurbanas de las cuatro especies escapan de la presencia humana mucho más antes, por tanto, la capacidad de tolerar la presencia humana es en parte responsable de que estas cuatro especies tengan poblaciones en los ambientes urbanos. Desde un punto de vista aplicado, esto significa que si se incrementa el tamaño de las áreas verdes en la ciudad de La Paz, se podría promover la presencia de más especies de aves, incluso las de menor tolerancia a la presencia humana.

Fuente: Calbimonte, R. 2016. Evaluación de la variación en la distancia de escape entre poblaciones de aves nativas de interior y exterior de la matriz urbana de la ciudad de La Paz-Bolivia, Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Se puede consultar la tesis en la biblioteca de la Carrera de Biología (UMSA).



Pinchaflor Carbonero (*Diglossa carbonaria*). Fotografía del autor.

13

Efecto del ruido urbano sobre las frecuencias de los cantos de cinco especies de aves del valle de La Paz

Luego de haberse obtenido los resultados de la adaptación de los cantos del Chiguanco (*Turdus chiguanco*) a los ambientes urbanos altamente ruidosos de La Paz, y con el fin de comprobar que el ruido urbano es el factor que determina la necesidad de adaptación de las aves urbanas, se evaluaron los parámetros de los cantos de cinco especies de aves nativas cuyas frecuencias normales de canto tienen distintas frecuencias, desde relativamente bajas a relativamente altas, en orden ascendente: *Saltator aurantiirostris*, *Troglodytes aedon*, *Zonotrichia capensis*, *Phrygilus punensis* y *Colibri coruscans*. Se compararon los parámetros de los cantos entre poblaciones de ambientes urbanos y periurbanos. Los resultados mostraron que para las especies cuyas frecuencias de canto se encuentran en la franja de ruido urbano de fondo (1500 a 4000 Hz), las poblaciones urbanas en comparación a las periurbanas se vieron forzadas a incrementar sus frecuencias con el fin de evitar el enmascaramiento del ruido, mientras que para la única especie que usa una frecuencia de canto más alta que el ruido urbano (*Colibri coruscans*), no se registraron diferencias entre ambientes urbanos y periurbanos. Esto confirma que en la urbe el ruido es muy intenso, y el hecho de que obligue a las aves residentes a adaptarse para poder comunicarse, implica también que es potencialmente nocivo para las personas, por lo que deberían usarse estrategias de planificación urbana para disminuir el ruido, principalmente del tráfico, utilizando barreras de vegetación y áreas verdes más extensas.

Fuente: Bascón, K. 2016. Efecto del ruido urbano sobre las frecuencias de los cantos de cinco especies de aves del valle de La Paz, Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Se puede consultar la tesis en la biblioteca de la Carrera de Biología (UMSA).

14

¿Es singular la diversidad biológica de las áreas protegidas municipales de la ciudad de La Paz?: lineamientos para su gestión basados en la avifauna

En este estudio se comparó la diversidad de aves nativas a nivel local (diversidad alfa) y la diversidad en gradiente (diversidad beta) en puntos de estudio ubicados en las áreas protegidas del antiguo Sistema Municipal de Áreas Protegidas de La Paz y puntos fuera de este sistema. Los resultados mostraron que a nivel local la diversidad de aves no varía entre puntos porque estén dentro o fuera de las áreas protegidas, sino que responde positivamente a la presencia del matorral nativo. Sin embargo, la diversidad de gradiente fue mucho mayor en las áreas

protegidas. Esto significa que el valor de conservación de las antiguas áreas protegidas radicaba en su gran extensión y la diversidad de paisajes que alojaba cada una, y que además, el conjunto total de las 27 áreas protegidas albergaba una alta riqueza y diversidad de aves, con más especies raras y de distintos gremios tróficos, lo cual es un indicador de la alta diversidad de todos los demás organismos (otros animales y plantas). La ciudad de La Paz tenía una enorme oportunidad para la conservación de la biodiversidad nativa y la provisión de innumerables servicios ecosistémicos, lo que demuestra la imperiosa necesidad de reconstituir con urgencia este antiguo sistema de áreas protegidas, con acciones de manejo y gestión, reales y efectivas, por parte del GAMLP y toda la ciudadanía.

Fuente: Campos, P. J. 2012. ¿Es singular la diversidad biológica de las áreas protegidas municipales de la ciudad de La Paz?: lineamientos para su gestión basados en la avifauna. Tesis de maestría, Universidad Menéndez Pelayo, Madrid, España.

Solicitar más información a: Jackeline Campos (jackeline.camposp@gmail.com)

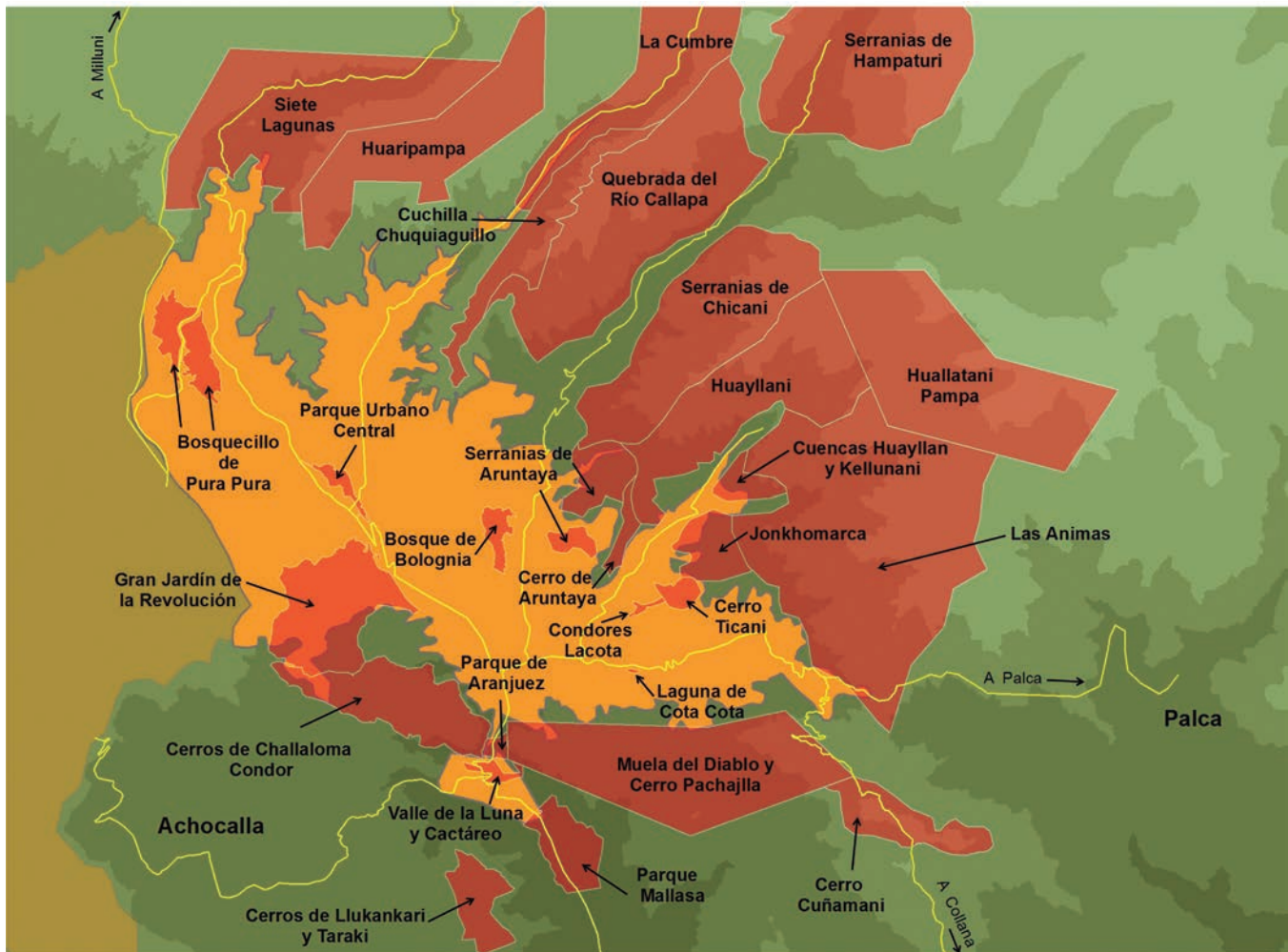
15

Manual del Naturalista Urbano


Este manual ha sido preparado para que todos los ciudadanos de La Paz tengan una guía de bolsillo que les permita reconocer y apreciar la rica biodiversidad que les rodea. Puede ser descargado en su formato digital gratuitamente del siguiente enlace: https://www.researchgate.net/publication/306391923_Manual_del_Naturalista_Urbano

O se puede solicitar una copia del libro impreso a la dirección: agaritanozavala@umsa.bo

Fuente: Garitano-Zavala, A., A. Salazar, J. Campos, M. Da Silva y V. Zegarra. 2016. Manual del naturalista urbano. Universidad Mayor de San Andrés/DIPGIS, La Paz, Bolivia.



Sistema Municipal de 27 áreas protegidas, creado el año 2000 y desafectado el año 2015. Extractado del Manual del naturalista urbano (Las áreas protegidas serranías de Hampaturi y la Cumbre eran mucho mayores de lo que el mapa muestra).



El siglo XXI impone retos sin precedentes a la humanidad, y Bolivia está particularmente mal preparada para enfrentarlos. Las ciudades principales e intermedias de Bolivia han crecido de una forma desordenada, la ausencia de toda lógica de planificación urbana ha propiciado que las ciudades sean simplemente la suma de miles de decisiones individuales, lo que las enfrenta a un elevado nivel de vulnerabilidad frente a los desastres naturales, al cambio climático, a la contaminación, al hacinamiento, al desempleo, a la delincuencia, y al agotamiento de los recursos imprescindibles como el agua, el alimento y la energía. Por otro lado, el consumismo, el uso insostenible de los recursos y la eliminación de toneladas de residuos sin tratamientos desde las ciudades bolivianas, genera una huella ecológica de enormes dimensiones sobre todo el país.

Los profesionales del siglo XXI deberán prepararse para dar soluciones a estos problemas, y empezar a construir algo que las generaciones precedentes no lo han hecho: una visión de futuro común. El presente texto está preparado para estudiantes universitarios y estudiantes de bachillerato, es el sincero anhelo del autor que sus jóvenes lectores se vean incentivados a buscar y desarrollar soluciones para coadyuvar a la construcción de ciudades sostenibles en Bolivia, las cuales además de ofrecer elevados niveles de habitabilidad, tengan un mínimo impacto negativo sobre los demás ecosistemas del país. El texto presenta fundamentalmente lo “que debería hacerse”, pero el “cómo debe hacerse” es una tarea que debemos empezar a construir entre todos.

Este texto es uno de los productos del proyecto “Formulación de modelos de conservación del patrimonio natural y cultural para la ciudad de La Paz”, financiado mediante recursos IDH de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), y ha sido escrito por Álvaro Garitano-Zavala Burgos, docente de la Carrera de Biología de la UMSA. Si tienes cualquier comentario, sugerencia o crítica, o si deseas un ejemplar digital o físico gratuito, por favor escribe a: agaritanozavala@umsa.bo.

