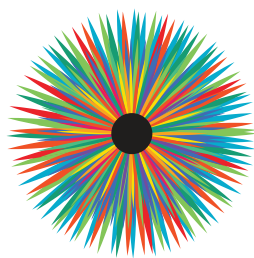


¿DE DÓNDE
VINIMOS?

¿QUIÉNES
SOMOS?

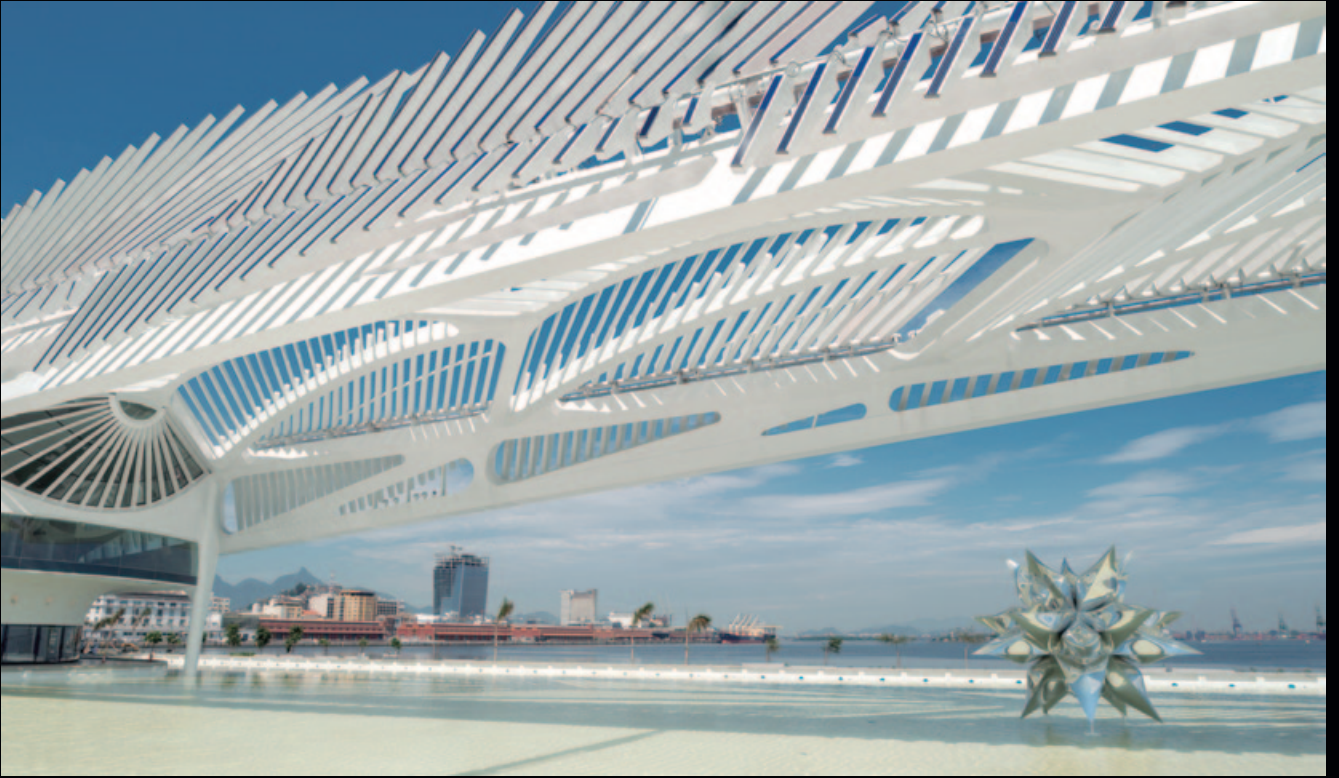


Museo del **Mañana**

¿DÓNDE
ESTAMOS?

¿HACIA DÓNDE
VAMOS?

● ¿CÓMO QUEREMOS IR?



UN MUSEO PARA RÍO Y SU NUEVO TIEMPO

Todos los que desembarcan en un puerto, cualquier puerto, tienen consciencia, o por lo menos tienen la visión, de un nuevo futuro que se aproxima. Y presienten que ese futuro no es algo lejano en el tiempo, abstracto: comienza ahora, siempre en el momento que los pies, antes sobre la cubierta del buque, en la incertidumbre (y en las posibilidades infinitas) del mar, tocan las piedras pisadas del muelle, como en la famosa samba.

Para gran parte de los hombres y de las mujeres que desembarcaron en el Puerto de Río de Janeiro a lo largo de la historia, el futuro y sus posibilidades muchas veces parecieron inciertos. Y, a pesar del escenario fatalmente nada prometedor, fueron esos hombres y esas mujeres que en gran parte construyeron la ciudad de Río, y dejaron un legado de arte, religión, ciencia, cultura, de todo lo que, en fin, el ingenio humano es capaz de crear.

Uno de los mayores legados de la revitalización de la región portuaria carioca es, ciertamente, la oportunidad de reexaminar esa historia. Hoy, gracias al minucioso trabajo arqueológico e histórico realizado en el muelle y sus alrededores, Río conoce más y mejor la trayectoria de gran parte de su población; sabe que fue el mayor puerto de llegada de esclavos africanos del mundo; tiene, a partir de esos hallazgos, la exacta conciencia de lo que puede representar el mañana y sus posibilidades. Y, principalmente, reconoce su fuerza creadora y transformadora.

Como un buque que atraca en el Muelle Mauá, el Museo del Mañana prosigue en esa condición de quien desembarca en el muelle: piensa, teme, sueña, proyecta, vislumbra las diversas posibilidades del futuro. Y lo hace desde el punto de vista de la ciencia. Es un museo de ciencia aplicada que parte de la urgencia del presente e incentiva la reflexión sobre las diversas posibilidades del mañana. Y, como consecuencia, provoca acciones para llegar al mañana que queremos.

Hoy vivimos en la Era del Antropoceno: la acción humana, sea individual o colectiva, genera impactos de dimensiones geológicas sobre el planeta. De acuerdo con ese concepto se ha construido el Museo del Mañana. Con esa conciencia es posible entender cómo la humanidad llegó hasta aquí y cuáles son los futuros posibles a partir de las acciones en este presente.

Erguido en un área con vocación histórica, situada en medio de un ambicioso proceso de renovación urbanística promovido por el Ayuntamiento de Río de Janeiro, el Museo del Mañana está insertado en la zona portuaria transformada en una especie de punto nodal, no solo de la red de transportes, sino que también está protagonizando un cambio en la ciudad: de cómo ella fue hasta ahora, en dirección a lo que pretende ser. En ese sentido, es un verdadero punto de articulación entre el pasado y el futuro.

“La revitalización de la región portuaria representa un rescate de nuestra historia. Es una ciudad que mira hacia el futuro, preservando el pasado. La nueva plaza Mauá es autoexplicativa, abierta, iluminada. Con el Museo de Arte de Río (MAR) y el Museo del Mañana, que agrega brillo al local, promoviendo la integración entre el carioca y el paisaje, la historia, la cultura y la recreación, delante del escenario único de la bahía de Guanabara, que es la razón de ser de esta ciudad”, afirma Eduardo Paes, alcalde de Río de Janeiro.

Proyectado originalmente para ocupar dos galpones vacíos, los almacenes número cinco y seis, los planes para el Museo del Mañana cambiaron cuando el ayuntamiento propuso que la Fundación Roberto Marinho transfiriese el proyecto para un nuevo local: el Muelle Mauá. No fue por acaso que surge frente al MAR, formando un arco cultural que abraza la nueva plaza Mauá reformada.

“En un mundo cada vez más urbano, uno de los grandes retos de la humanidad es la forma cómo ocupamos las ciudades. El Museo del Mañana simboliza la revitalización de una región de la importancia del Puerto de Río y, ya desde su construcción, nos lleva a reflexionar sobre lo que esperamos de la ciudad: un lugar más integrado y con espacio público más generoso”, explica el alcalde Eduardo Paes.

La Fundación Roberto Marinho concibió los dos museos, el MAR y el Museo del Mañana, justamente como anclas culturales del “rescate” de la región portuaria. Dos de las principales dimensiones del conocimiento humano, el arte y la ciencia, están simbólicamente juntas en el esfuerzo de revitalización de un área, más que obsoleta, hasta ese entonces degradada.

Es ese el sentido profundo que la Fundación Roberto Marinho da a una tarea aparentemente simple, la de “hacer un museo”. Hacer un museo en el contexto cultural brasileño significa mirar hacia un lugar que precisa ser recuperado, pensar su urbanismo y la propuesta arquitectónica más adecuada, escoger un tema y la mejor forma de transformarlo en una narración contemporánea, prever su sostenibilidad en el tiempo y en su relación con el ambiente y con la comunidad, y, finalmente, entregar un equipo cultural que ofrezca simultáneamente educación y entretenimiento. Concluido ese proyecto complejo, el museo abre sus puertas para cumplir la misión de cualquier museo: preservar y exhibir la “musa”, que en el caso del Museo del Mañana es nuestro propio mañana común, el mundo que queremos legar.

La vocación de la Fundación Roberto Marinho de crear museos se ha desarrollado durante casi cuarenta años de actividad, primeramente dedicada a restaurar el patrimonio construido y a preservar la herencia colonial. Poco a poco, la institución percibió que, para celebrar mejor la cultura brasileña, era necesario, trabajar, también, el patrimonio inmaterial.

“Constatamos que la mejor forma de preservar era dar nueva vida y acrecentar nuevos contenidos a esos edificios y monumentos públicos del país, conciliando patrimonio material e inmaterial, como fue el caso de la instalación del Museo de la Lengua Portuguesa en la antigua “Estação da Luz”, en São Paulo, recuerda José Roberto Marinho, presidente de la Fundación.

El Museo del Mañana
fue creado para ser
un organismo
vivo, en el que las
múltiples actividades
se encuentran,
se asocian y
se actualizan
constantemente,
para garantizar una
experiencia única
a cada visitante.

Aliada a instituciones públicas y privadas, la Fundación proyectó el primer museo del mundo dedicado a un idioma, el Museo de la Lengua Portuguesa; celebró el fútbol como fenómeno social vinculado con la historia y la cultura del país, en el Museo del Fútbol; con el Palacio del “Frevo”, homenajeó el ritmo, patrimonio inmaterial de la humanidad, como manifestación cultural merecedora de un espacio para festejar el Carnaval durante todo el año y no apenas en una época determinada; aproximó el arte y la educación con la osada concepción de un museo con una escuela a su lado (o una escuela con un museo a su lado), el MAR; y ahora, además de este Museo del Mañana, prepara, en la playa de Copacabana, el Museo de la Imagen y del Sonido para celebrar la cultura brasileña y la creatividad artística de Río de Janeiro.

“La Fundación Roberto Marinho concibió y realizó, y el Grupo Globo apoyó directamente la implantación de algunos de los principales museos y centros culturales del país durante los últimos años”, afirma Roberto Irineu Marinho, presidente del Grupo Globo. “Eso demuestra nuestro amor por la cultura brasileña, que está en todo lo que hacemos en nuestro día a día, en los periódicos, en la radio, TV, Internet, etc. En cualquier plataforma nuestro vínculo con la cultura brasileña es claro. En los museos tiene una dimensión aún mayor, ya que participamos en la concepción, en la cofinanciación, en la divulgación, en todas las etapas del proceso”. **En el** caso del Museo del Mañana, una de las premisas era desarrollar en Río de Janeiro un museo de ciencia nuevo, original. “Podemos decir que existen dos generaciones de museos de ciencia”, explica José Roberto Marinho, recordando que la primera es la de los museos de historia natural, dedicada a los vestigios del pasado. La segunda generación, que tiene como ejemplos más emblemáticos el museo de “La Villette”, en París, y el “Cosmo-Caixa”, de Barcelona, reproduce en escala de laboratorio los fenómenos de la naturaleza. “Un museo de tercera generación sería construido a partir de una colección de posibilidades. Entonces, pensamos: ¿por qué no enfocamos la perspectiva del futuro que deseamos para la civilización, para las relaciones entre los seres humanos y entre estos y la naturaleza? Nuestro objetivo fue ofrecer al visitante una reflexión ética sobre el mañana que queremos construir”, completa.

Para Hugo Barreto, secretario general de la Fundación Roberto Marinho, el Museo del Mañana es una invitación a la reflexión y a la transformación. “La simbiosis entre el MAR y el Museo del Mañana determina la regeneración de la plaza Mauá y valora la importancia de ese conjunto con el paseo creado al pie del cerro de São Bento y a lo largo del mar. Se está formado un ambiente que invita a las personas a un cambio de actitud en relación a la ciudad y a aquellos que viven en ella. Invita a un cambio de actitud en relación al propio planeta, o a nuestra propia forma de ‘estar’ en él”, observa Barreto.

La Fundación Roberto Marinho, que tiene como modelo actuar aliada a instituciones públicas y privadas, se unió al Ayuntamiento de Río de Janeiro para realizar ese conjunto de museos – el MAR, inaugurado en 2013, y este Museo del Mañana, dos años después. El proyecto cuenta también con el apoyo de los gobiernos del estado y federal, en diversos niveles.

El banco Santander y BG Brasil son los aliados privados fundamentales del proyecto, participando, no apenas, con recursos financieros, sino también con sus conocimientos especializados y redes de relaciones durante todo el proceso de concepción, realización y sostenibilidad del proyecto.

Inspirado en las bromelias del Jardín Botánico, el arquitecto español Santiago Calatrava creó un proyecto adecuado a la exuberancia del paisaje y a la importancia histórica de la región. “Tuvimos cuidado para que el museo fuese insertado de forma orgánica en el proceso creativo de formación y crecimiento de la ciudad”, dijo Lucia Basto, gerente general de Patrimonio y Cultura de la Fundación Roberto Marinho, al mencionar las dos construcciones que considera sobresalientes en las inmediaciones: el Monasterio de San Benito, declarado por la Unesco Patrimonio de la Humanidad en 2014, y el edificio del antiguo periódico “A Noite”, en la plaza Mauá, primer rascacielos de América Latina y sede histórica de la Radio Nacional.

El carácter singular del proyecto de Santiago Calatrava fue un reto en términos de ingeniería. A pesar de que la estructura de concreto presenta una simetría, las curvas no se repiten propiamente, y cada pieza parece única. Con los jardines proyectados para ocupar un área a lo largo del museo, encomendados al estudio de Burle Marx, el arquitecto pretendió recrear e integrar al espacio externo un poco de la Mata Atlántica. El área externa tiene 30 mil m², incluyendo jardines, un espejo de agua, ciclovía y un área de recreación.

El Museo del Mañana está destinado a transformarse en un puente entre la ciudad y el mundo y de la ciudad con su propio mañana.

Estructurado en dos niveles, totalizando 15 mil m² de área construida, el Museo del Mañana abriga, en su parte superior, un espacio destinado a la exposición principal, con 10 metros de altura. La exposición de larga duración está dividida en cinco áreas principales: Cosmos, Tierra, Antropoceno, Mañanas y Nosotros. Ellas resultan en más de cincuenta experiencias de inmersión, audiovisuales y juegos interactivos, integradas al Laboratorio de Actividades del Mañana, que une ciencia, tecnología y arte en un ambiente colectivo de experimentación, y al Observatorio del Mañana, que mediante un sistema llamado “Cerebro” recibe datos de instituciones científicas de todo el mundo.

Así como los otros museos concebidos por la Fundación Roberto Marinho y sus aliados, el Museo del Mañana fue creado para ser un organismo vivo, en el cual las múltiples actividades se encuentran, se asocian y se actualizan constantemente, para garantizar una experiencia única a cada visitante.

La atención con el medio ambiente nació junto con el museo. La estructura de acero que cubre la construcción tiene paneles que captan la energía solar y acompañan el movimiento del sol; los espejos de agua al lado del museo integran un sistema que filtra el agua del mar para ser usada en la refrigeración del edificio y después la devuelve a la bahía, ya limpia, en una pequeña cascada al final del muelle. “Quisimos destacar así un poco del deseo de un día contar con una bahía perfectamente limpia”, explica Lucía Basto.

Tanto por la arquitectura y contenido como por la localización, a orillas de la bahía, el Museo del Mañana está destinado a transformarse en un puente entre la ciudad y el mundo y de la ciudad con su propio mañana. Quienes desembarquen, a partir de ahora, en el Puerto de Río, viniendo de las incertidumbres del mar, y pisen en el muelle quizá no encuentren certezas, pero encontrarán un espacio en el que las dudas sobre el mañana pueden convertirse en pura energía transformadora. ●

¿DE DÓNDE
VINIMOS?

¿QUIÉNES
SOMOS?

¿DÓNDE
ESTAMOS?

¿HACIA
DÓNDE
VAMOS?

¿CÓMO
QUEREMOS IR?

UN MUSEO SINGULAR EN BUSCA DE UN FUTURO PLURAL

LUIZ ALBERTO OLIVEIRA

Cosmos

022 ... El Cosmos, un Universo de posibilidades
ALEXANDRE CHERMAN

Tierra

030 ... Cambios climáticos: el complejo
engranaje que desafía a la humanidad.
GILVAN SAMPAIO DE OLIVEIRA E CARLOS NOBRE

036 ... Los laberintos del ADN
MAYANA ZATZ E ELIANA DESSEN

040 ... Humanidad y biodiversidad: el riesgo de
extinción de especies en el ecosistema terrestre
MARIA ALICE DOS SANTOS ALVES

044 ... La bahía de Guanabara, una mirada sobre la historia
ELIANE CANEDO DE F. PINHEIRO

050 ... Viviendo con microorganismos
HENRIQUE LINS DE BARROS

054 ... Todo mañana emerge en la cultura
LUIZ FERNANDO DIAS DUARTE

Antropoceno

060 ... Viviendo en el Antropoceno:
incertidumbres, riesgos y oportunidades
JOSÉ AUGUSTO PÁDUA

066 ... El ser humano de todos los tiempos:
el imperativo de la sostenibilidad como
camino para un futuro posible
SÉRGIO BESSERMAN

Mañanas

072 ... Nuevas pirámides poblacionales:
las desafiantes reconfiguraciones
de 1961 a 2061, un siglo de transiciones
ALEXANDRE KALACHE

076 ... Ciudades conectadas: la polinización humana
ROGÉRIO DA COSTA

080 ... ¿Cómo seremos Mañana?
BENILTON BEZERRA JR.

084 ... ¿Adónde nos llevan las rutas tecnológicas de la energía?
NEILTON FIDELIS, LUIZ PINGUELLI ROSA E MARCIO GIANNINI PEREIRA

088 ... Océanos, la nueva frontera humana
DAVID ZEE

092 ... Cambio, incertidumbre y desconocimiento:
la biodiversidad brasileña en el siglo XXI
THOMAS LEWINSOHN

096 ... La forma del futuro
PAULO VAZ

100 ... El mañana de todos en el cerebro de cada uno
SUZANA HERCULANO-HOUZEL

Nosotros

105 ... Choza del conocimiento: el mañana empieza hoy

LAS FORMAS DEL TIEMPO

010 ...

020 ...

028 ...

058 ...

070 ...

104 ...

112 ...

UN MUSEO SINGULAR EN BUSCA DE UN FUTURO PLURAL

LUIZ ALBERTO OLIVEIRA

LUIZ ALBERTO OLIVEIRA es físico y curador del Museo del Mañana. Doctor en cosmología, título obtenido en el "Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas" (CBPF/MCTI), fue investigador del Instituto de "Cosmología, Relatividade e Astrofísica" (ICRA-BR) de la misma institución, donde también actuó como profesor de historia y filosofía de la ciencia. Es profesor, conferencista y consultor de diversas instituciones.

Estamos todos familiarizados con la imagen de la línea del tiempo, por lo menos con la que, generalmente, aparece en los libros de historia, en enciclopedias o en revistas. A lo largo de ella desfilan, organizadamente, los grandes acontecimientos y sus personajes más célebres, las invenciones y los genios que las crearon. Por esa línea, recta como la vía de un tren, todo lo que el futuro tiene que hacer es avanzar – inexorable y veloz como una locomotora, ese símbolo convencional del progreso en la imaginación del siglo XIX. Nada más reconfortante que la imagen del futuro como un punto en algún lugar más adelante, inmóvil, esperándonos para transformarse en realidad. Reconfortante – e ilusorio. El tiempo, claro está, no es una línea recta. El futuro tampoco es un punto fijo: en realidad aún no está en ningún lugar. La idea central sobre la cual se basa la narración propuesta por nuestro museo es justamente la de que el mañana es una construcción y de que esa construcción comienza hoy.

El Museo del Mañana también tiene, es verdad, su línea del tiempo, pero el conjunto de experiencias y vivencias que ofrece compone un trayecto tortuoso como la realidad, imprevisible como la vida. La línea de reflexión que proponemos al visitante puede tener muchos diseños, pero no puede ser recta. En las vueltas que da, recorre, sinuosa, el pasado, el presente y más de un futuro posible. Desciende al fondo de los océanos y se eleva hasta las nubes, explorando las transformaciones en nuestro clima; penetra entre materias concretas, como las estructuras del ADN y los circuitos de los dispositivos electrónicos, y también contorna y envuelve entidades inefables, como sentimientos y prejuicios, miedos y esperanzas, emociones y premoniciones.

La visión convencional sobre el tiempo no deja de estar unida a una visión igualmente superada de la ciencia. La revolución científica, desencadenada por las teorizaciones audaces de un Einstein o de un Bohr, tuvo su inicio en el comienzo del siglo XX. Desde entonces, experimentos decisivos y observaciones demoledoras acabaron implosionando los fundamentos de los paradigmas clásicos. A pesar de eso, las consecuencias de esa revolución iniciada hace un siglo, aún no forman parte de la imagen que la mayoría de las personas tiene sobre la ciencia. La visión de una ciencia como un conjunto de verdades acabadas solo poco a poco da lugar a la comprensión de que ella solamente puede aspirar a saberes transitorios, siempre sujetos a la superación y a la renovación. Las respuestas son siempre parciales. Encajar la última pieza del rompecabezas es al mismo tiempo recortar un nuevo conjunto de piezas.

Para proponer una nueva visión sobre el tiempo y el mañana, así como para estimular otra forma de encarar la ciencia, nada más apropiado que un nuevo tipo de museo. El Museo del Mañana fue idealizado como parte y – más que eso – como el ancla de un amplio proyecto de revitalización del área portuaria de Río de Janeiro, el más ambicioso plan de intervención urbanística en los últimos cincuenta años de la ciudad. La propuesta inicial, más modesta, de crear un museo dedicado al tema sostenibilidad, instalado en dos de los antiguos almacenes del puerto, recibió una nueva dimensión con la decisión de encomendar al español Santiago Calatrava un proyecto arquitectónico innovador, que funcionase como un ícono de la renovación que sería vivida por toda el área. La osadía del Museo del Mañana, con todo, no se limita a sus líneas arquitectónicas. Su objetivo es explorar la idea de que el mañana no es una fecha en el calendario, ni una fatalidad, tampoco un lugar al cual vamos a llegar: el mañana está siempre en producción.

OBSERVATORIO DEL MAÑANA

El tiempo, como dijo el poeta, no para. Y nuestro museo tampoco. Como un organismo que pretende estar, no apenas vivo sino alerta, mantendremos constantemente actualizado el conjunto de datos usado para elaborar los diferentes contenidos presentados al público. Sea una nueva foto captada por satélite, o los números más recientes acerca de la situación del Cerrado, o un nuevo informe de la ONU sobre la población, un sector específico del museo, llamado Observatorio del Mañana, va a recibir y filtrar esos datos para que la exposición permanente exhiba informaciones actualizadas, rigurosas, expuestas con claridad y articuladas entre sí. Los recursos macizos de tecnología de la información, compatibles con las necesidades de un equipo casi totalmente virtual, facilitan la absorción de ese flujo constante de datos, imágenes, gráficos y números producidos por entidades como la Nasa, el “Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais” (Inpe), el Panel Intergubernamental sobre Cambios del Clima (IPCC), el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y cerca de otras ochenta instituciones en todo el mundo, con las cuales el museo mantendrá una colaboración formal y permanente.

Además de administrar esa masa de informaciones que alimentará las experiencias expositivas del museo, el Observatorio del Mañana se destina a otras funciones. Mezcla de centro de ediciones y núcleo de debates, el Observatorio va a repercutir ese contenido, promoviendo la aproximación de diferentes sectores de la academia y de la sociedad para discutir, sobre todo, temas que pertenezcan a dos ejes éticos del museo: sostenibilidad y convivencia. Los usuarios podrán afiliarse al Observatorio para realizar investigaciones, utilizar los datos por medio de análisis y simulaciones, usar espacios para reuniones y participar, aún a distancia, de los seminarios y ciclos de conferencias realizados en nuestro auditorio.

Inscrito en una tradición reciente de museos experimentales, que apuestan en la interactividad – como en Brasil ya lo hacen el Museo del Fútbol o el Museo de la Lengua Portuguesa, ambos en São Paulo –, él también guarda una afinidad con la generación de museos de ciencia que se difundió por el mundo en las últimas dos o tres décadas. Si la primera generación de museos de ciencia natural trabajaba con un acervo físico, constituido de reliquias, fósiles, fragmentos y artefactos, en un momento siguiente la intención dejó de ser apenas ofrecer información al visitante o aún la mera fruición de un acervo, como sucede en los museos clásicos de bellas artes. Los museos de ciencia se propusieron intentar demostrar de qué modo las cosas funcionaban. ¿Cuáles son las leyes de la naturaleza? ¿Cómo los cuerpos caen? ¿Cómo las corrientes eléctricas encienden lámparas? Museos demostrativos, se proponen presentar los fenómenos y explicar las reglas por las cuáles se desarrollan.

En esa jornada, el Museo del Mañana pretende dar un paso adelante, yendo más allá de la contemplación y de la interactividad. Nuestro objetivo fue crear un museo de ciencia aplicada. Más que mostrar apenas cómo la ciencia funciona, cómo los científicos trabajan, elaboran las leyes, realizan sus descubrimientos, nuestro objetivo es usar los recursos que la ciencia desarrolló en los últimos tiempos para invitar al visitante a explorar caminos posibles para el futuro.

Si los antiguos museos de ciencias naturales eran organizados alrededor de una colección de objetos y especímenes muertos, el acervo esencial del Museo del Mañana está compuesto de posibilidades. Antes, vestigios del pasado; ahora, futuros posibles. En ese sentido, se trata de un museo totalmente original. De su concepto se destacan dos características complementarias. Además de ofrecer una experiencia enteramente inmaterial, que son los mañanas posibles, es también un museo claramente comprometido con una figura del tiempo: la figura del mañana.

Para dar a conocer una ciencia que es un conjunto de saberes transitorios en constante transformación y poder estudiar un mañana compuesto de futuros posibles, es vital que los contenidos del museo sean continuamente actualizados. Sus prospecciones, previsiones y estimativas, en los diferentes campos de la naturaleza y de la actividad humana, serán actualizadas siempre en la perspectiva de los cincuenta años siguientes. Así, por lo tanto, surge la opción de montar un museo enteramente digital, para poder proporcionarle al visitante la vivencia de algo que es inmaterial, algo que está en el campo de los posibles. Con excepción de algunos pocos objetos físicos, todo lo demás en el museo es virtual.

El fundamento conceptual del museo es la comprensión de que el mañana no es el futuro. Porque si el futuro es alguna cosa que estaría allá, que ya estaría allá, el mañana está aquí, y está siempre aconteciendo. Y esa construcción será realizada por el visitante, por las personas, por los ciudadanos, como cariocas, como brasileños, como integrantes de la especie humana.

El objetivo es construir una secuencia de experiencias en las cuales el visitante pueda, poco a poco, ir adquiriendo los medios y los recursos para experimentar las posibilidades del mañana que se abren hoy. Lo que el museo pretende, realmente, es ofrecer una experiencia de causalidades. Para hablar del futuro en otros términos, conviene recorrer no a la línea recta, sino a la imagen del laberinto, tan apreciada por el escritor argentino Jorge Luis Borges. Para el autor del cuento “El jardín de los senderos que se bifurcan”, el laberinto no es una trampa espacial que no lleva a ninguna parte, tiene su unidad fundamental en la encrucijada. Delante de ella, ¿qué caminos tomar? ¿Qué puertas abrir? La elección es imponderable. A cada camino seguido o puerta abierta, el dado del acaso rueda sobre la mesa de la necesidad. Un laberinto es una matriz de futuros.

Para guiarnos en ese laberinto, disponemos de algo más que del simple acaso: la ciencia aplicada nos ofrece recursos para saber que a cada decisión que tomemos corresponderá una consecuencia. Y esta, por su vez, lanzará su sombra sobre nosotros y sobre las próximas generaciones. Si optamos por determinadas acciones, ciertos escenarios serán más probables. Si acciones diferentes se emprenden, otros mañanas serán favorecidos. Nuestra antigua línea recta, tornada sinuosa como un río, a partir de un único “hoy”, se desdobra en cursos menores, formando un delta de mañanas posibles. Es esa la figura que el museo pretende explorar.

Para conseguirlo, elaboramos una narración en diferentes dimensiones. Decidimos que cada uno de los momentos de esa jornada tuviese elementos de museografía, ambientación y recursos específicos. O sea, en un total de cinco áreas, cada una de ellas conformando cierto tipo de vivencia espacial, o de un compartir, de desplazamiento y recorrido. La exposición principal del museo, una jornada compuesta por diferentes etapas, se adapta al espacio concebido por Calatrava, equivalente al de la gran nave de una catedral. Los cinco momentos de esa jornada de la visita coinciden aproximadamente con los ambientes definidos por las conformaciones del techo de la construcción.

Hay dos formas más directas de concebir las etapas de la visita. Una de ellas consiste en asociar las dimensiones a figuras del tiempo. Y la otra, es asociarlas a preguntas. Todos los contenidos del museo, sintetizados en más de cincuenta experiencias diferentes, concatenadas y distribuidas en esas cinco áreas, pretenden presentar grandes preguntas que la humanidad siempre se formuló. La idea es que el visitante explore esa secuencia de preguntas.

En la primera etapa, la cual llamamos “Cosmos”, la pregunta propuesta es “¿De dónde vinimos?”. Y la figura del tiempo es “Siempre”. En seguida viene “Tierra”, que busca provocar la cuestión “¿Quiénes somos?”, evocando la figura del tiempo “Ayer”. En el espacio que llamamos de “Antropoceno”, la pregunta es “¿Dónde estamos?”, y la unidad temporal es “Hoy”. En el espacio del “Mañana”, procuramos explorar la pregunta “¿Para dónde vamos?”. Finalmente, el recorrido termina en el espacio del “Nosotros”, en el cual la pregunta es “¿Cómo queremos ir?”, o sea, ¿con qué valores pretendemos seguir adelante?

Nuestro objetivo es que las personas sean arrebatadas de su vivencia cotidiana, de sus modos habituales de pensar, de sus lugares comunes para experimentar algo que no encuentran en casa, en la calle o en internet. Algo diferente, que van a vivir apenas aquí. Los contenidos son transmitidos a través de experiencias, como una de las ofrecidas en la primera etapa, aquella que gira alrededor de la pregunta “¿De dónde vinimos?”. En ella, el visitante se verá inmerso en la proyección en un domo de 360 grados, recorriendo galaxias, el corazón de los átomos y el interior del Sol. Verá la formación de la Tierra, el desarrollo de la vida y del pensamiento, manifestado por el arte. La idea es que el visitante pueda aprender dimensiones de nuestra existencia natural que no estamos acostumbrados a vivir sin recurrir a instrumentos científicos. De lo micro a lo macro, de las dimensiones astronómicas a las dimensiones subatómicas. Se trata de una experiencia sensorial, poética, motivadora, que nos prepara para ver el Cosmos como una totalidad evolutiva, que nos supera, nos abarca y nos constituye.

DE IRIS AL CEREBRO

Al entrar en el Museo del Mañana, cada visitante recibirá una tarjeta con un chip. Con él podrá identificarse con su correo electrónico y, si quisiera, con su nombre. Al conectarse en uno de los puestos de interacción distribuidos a lo largo de toda la nave principal, estará entrando en contacto con IRIS, un programa que personifica el contenido generado por el conjunto de los consultores que contribuyeron con el museo y que tiene la capacidad de identificar y dialogar con cada uno de los visitantes. Al conectarse, en otra visita al museo, IRIS sabrá, por ejemplo, en cuáles sectores o áreas la persona estuvo la última vez, o de cuáles actividades participó, pudiendo entonces sugerir nuevos recorridos de exploración o indicar contenidos a los que podría acceder en la nueva visita. IRIS también podrá dar informaciones o actualizaciones de datos a los visitantes a través de internet.

IRIS forma parte del sistema del museo, al cual se le dio el nombre de CEREBRO, que es capaz de almacenar, permitir análisis y distribuir la masa de informaciones asociada a los contenidos expuestos. Tiene, entre sus múltiples funciones paralelas, la de registrar los flujos de visita. El software desarrollado permitirá determinar en tiempo real los contenidos que tuvieron más accesos y las características de los visitantes. Es como si de esa forma el museo tuviese la capacidad de acompañar un poco de su propio metabolismo, contando con una imagen de sí mismo en funcionamiento.

El segundo momento es el de la Tierra, asociado a la pregunta “¿Quiénes somos?” y también a la dimensión del “Ayer”. Las experiencias, informaciones y vivencias en ese espacio nos colocarán delante de la constatación de que somos terráqueos. Somos síntesis o combinaciones de materia, vida y pensamiento, representados en esa etapa por tres grandes cubos que comparten esas tres dimensiones y actúan unas sobre las otras. Y la singularidad es que el pensamiento tiene la capacidad de reflexionar sobre sus bases orgánicas, investigar sus soportes materiales, abarcar el propio Cosmos de donde vinimos. Sabemos hoy que somos parte del Cosmos, y exactamente por eso también, él forma parte de nosotros.

Todos los cubos tendrán un contenido externo y otro interno. En Materia, por ejemplo, en el lado externo el visitante tendrá una visión unificada de la Tierra, tal como la vio el astronauta ruso Yuri Gagarin. Ella no estará fragmentada en países o continentes, sino en la perspectiva de un único astro. En esa experiencia, el visitante verá cerca de ciento ochenta fotografías de la Tierra muy ampliadas. Y en el interior del cubo se familiarizará con los diferentes ritmos que marcan el funcionamiento material del planeta. Diferentes flujos bautizados por nosotros, en términos metafóricos, como “océanos”. El movimiento muy lento de las placas tectónicas – de algunos centímetros por año –, el movimiento más rápido de las corrientes marinas, de decenas de kilómetros por hora, el movimiento mucho más veloz de los vientos por los aires y el movimiento rapidísimo de la luz del Sol. Esos cuatro ritmos se asocian para producir uno nuevo, que es el ritmo del clima, de la sucesión de las estaciones.

Seguidamente, tenemos el cubo de la Vida, cuya “piel” remite al soporte bioquímico del código básico que preside la composición y el desarrollo de todos los seres vivos, el ADN; ya el interior presenta la inmensa variedad de organismos, que se relacionan de múltiples modos y se integran formando ecosistemas. Presentaremos el ecosistema de la bahía de Guanabara, donde el museo se localiza, en sus variados estratos, desde la parte alta de la “Serra dos Órgãos” a los manglares de la costa, y también exhibiremos el ecosistema microbiano del cual cada uno de nosotros es portador, y del que depende nuestra salud.

El tercer cubo, en fin, presenta la dimensión del Pensamiento. En el exterior, tenemos otro elemento unificador: nuestro sistema nervioso, que es esencialmente el mismo en todos los seres humanos. De esa identidad fundamental resulta la increíble diversidad de las culturas, ilustrada por centenas de imágenes que retratan diferentes aspectos de nuestra vida, sentimientos y acciones – cómo habitamos, celebramos, conflictuamos, pertenecemos.

La etapa siguiente es el momento central: tanto espacialmente, ya que se encuentra en el medio del itinerario, como en términos conceptuales, porque discute nuestra condición y la del planeta. Antropoceno es un término formulado por Paul Crutzen, Premio Nobel de Química de 1995. El prefijo griego “antropo” significa hombre, humano; y el sufijo “ceno” denota las eras geológicas. Este es, por lo tanto, el momento en que nos encontramos: la Era de los Humanos. Aquella en que el *Homo Sapiens* constata que la civilización se transformó en una fuerza de alcance planetario y de duración y alcance geológico. En un proceso muy rápido, pasamos de pocos millares de individuos, cerca de 70 mil años atrás cuando comenzamos a diseminarnos por el planeta, para 7 millardos de personas. Desde el punto de vista biológico, se trata de un crecimiento equivalente al de una colonia de bacterias: un ritmo extremadamente explosivo, en un plazo muy corto. Nos “planetarizamos”: no existe hoy ninguna región que no sea afectada directa o indirectamente por el conjunto de la actividad humana. La pregunta explorada es: “¿Dónde estamos?”, y el tiempo es “Hoy”.

Para marcar físicamente esa conciencia acerca de este “hoy”, erguimos algo como un gran monumento, que tuvo su inspiración en los menhires de Stonehenge, Inglaterra. Con eso queremos llamar la atención para las consecuencias de la actividad humana. Son seis menhires, de diez metros de altura por 3,5 metros de ancho, cubiertos de luz. Fue la forma plástica que encontramos para anunciar, sin dejar dudas: es aquí que nos encontramos, en el Antropoceno. En cuatro de esos menhires tenemos cavernas, donde el visitante puede explorar y buscar más informaciones, más evidencias sobre el cuadro de la “planetarización”, una mayor comprensión que actualmente tenemos sobre ese proceso. Esa es la experiencia central del Museo del Mañana.

Si tenemos en cuenta que en un único siglo modificamos el nivel de sedimentación de todas las cuencas hidrográficas del mundo, en todos los continentes; que modificamos la composición de la atmósfera, porque estamos haciendo tres siglos consumiendo combustibles fósiles en una especie de incendio continuo; que estamos interfiriendo drásticamente en la distribución de la vida, en los biomas de la Tierra; que estamos modificando los regímenes del clima... Teniendo todo eso en cuenta, los geólogos del futuro que examinen nuestra época encontrarán vestigios y evidencias de que un nuevo agente con alcance planetario afectó a la Tierra en ese período geológico. Ese agente es la humanidad.

Esta es la causa de la fuerza del término Antropoceno: señala que estamos en una nueva era geológica, la era en que la acción humana afecta todos los dominios del planeta. Y, claro está, que afecta la continuidad de la propia humanidad. Es el momento en que las acciones humanas necesariamente traen consecuencias para su propio autor. Eso es característico de cierto tipo de sistema natural, que llamamos sistemas complejos. Su comportamiento es no lineal porque las acciones desencadenadas por ese agente recaen sobre sí mismo y modifican su propia naturaleza.

De ahora en adelante no viviremos más en el planeta en que nuestros ancestrales vivieron. A lo largo de eras enteras, la Tierra estuvo congelada; en otras, estuvo infernalmente caliente. Hubo entonces diversos momentos en que la Tierra fue un ambiente muy poco propicio para albergar una civilización. En los últimos 15 mil años, al contrario, después del último deshielo, la Tierra ha sido un planeta muy acogedor. Con todo, viviremos en un planeta diferente, profundamente modificado por nuestras propias acciones. Esa es la comprensión decisiva que el museo pretende ofrecer a sus visitantes. Esa comprensión, que marca el “Hoy”, va a moldar las alternativas que se encuentran delante de la humanidad.

LENGUAJES PARA TODOS

LOS PÚBLICOS

Conseguir que las nuevas generaciones comiencen a repensar su relación con el tiempo y con el planeta es uno de los grandes retos del Museo del Mañana. Los niños, aún aquellos que no están totalmente familiarizados con la escritura, son hoy parte importante del público de los museos en todo el mundo. Trabajando con contenidos de variados niveles de complejidad y sin pretender dejar de lado la calidad de la información, el museo decidió complementar el recorrido propuesto con una serie de actividades y vivencias.

Los “Mañanas” son el momento siguiente de la jornada, definido por la pregunta “¿Hacia dónde vamos?”. Las simulaciones, estimativas y proyecciones asociadas a esa etapa están dispuestas en un *origami*. En él están demarcadas tres áreas, presentando seis tendencias que van a moldar el futuro en las próximas décadas. Las áreas demarcadas tratan del convivir (sociedad), del vivir (planeta) y del ser (persona). Las seis tendencias son las modificaciones del clima, sobre las cuales no hay más dudas; el aumento de la población mundial en cerca de 3 millardos de personas en los próximos cincuenta años; la integración y diferenciación de los pueblos, regiones y personas; la alteración de los biomas; el aumento del número, de la capacidad y de la variedad de los artefactos producidos por nosotros; y, por último, la tendencia a la expansión del conocimiento.

Cada una de esas tendencias promete alterar profundamente nuestra vida en su sentido más cotidiano, confrontándonos siempre con cuestiones políticas y opciones éticas. La gran mayoría de esos nuevos 3 millardos de habitantes del planeta se sumará a la población del cinturón tropical, donde se encuentran los países más pobres del globo. Al lado de la cuestión ambiental, la desigualdad será uno de los grandes retos que la humanidad deberá enfrentar conjuntamente. Además de más numerosos, seremos también más longevos: en un hecho biológico decisivo, a cada cinco años a lo largo del siglo XX conquistamos un año de expectativa de vida. En un siglo, conquistamos 25 años. Contar con abuelos presentes y activos en la familia es hoy algo banal, pero durante la mayor parte de la historia de la humanidad fueron figuras raras. Esa extensión de la longevidad y el gran número de personas de edad a que corresponde, nos obligará a encarar una nueva realidad en lo que se refiere al mercado de trabajo, y toda la organización de nuestra vida productiva tendrá que ser modificada.

Las otras tendencias nos confrontarán con dilemas igualmente desafiantes. Si en un mundo cada vez más interconectado están establecidas hoy las condiciones para el surgimiento de una cultura planetaria, urbanizada, estructurada en torno de mega ciudades, ese contexto, por otro lado, llevará probablemente a una reacción de los que van a preferir recogerse a su propia cultura. ¿Cómo administrar esas tensiones? ¿Cómo administrar ciudades de 40 millones de habitantes o más? Los impactos sobre los biomas también ejercerán sobre la economía efectos que mal comenzamos a evaluar. La actual tendencia a la miniaturización de los componentes electrónicos es irreversible: por ejemplo, los circuitos de los dispositivos que hoy cargamos en los bolsillos en breve podrán ser tatuados en nuestra piel – ya se ha patentado la idea – y sus chips integrados directamente a nuestro sistema nervioso. Y la adquisición del conocimiento describe hoy una curva aceleradísima: la cantidad de datos que disponemos sobre varios campos del conocimiento se están acumulando exponencialmente. Los especialistas evalúan, por ejemplo, que a cada tres años, aproximadamente, dobla la cantidad de datos disponibles sobre química.

Con base en esas tendencias, los visitantes podrán visualizar diferentes escenarios futuros, cada uno de ellos siendo la probable consecuencia de un determinado curso de acción que adoptemos hoy. Nuestra opción al trazar el cuadro de perspectivas posibles fue adoptar una postura realista, evitando tanto un optimismo ingenuo y una visión catastrofista, que vería como irrelevante la intervención humana. Al contrario, creemos que – en medio a esa vasta tela formada por causas y consecuencias – existen alternativas, diversas y abiertas, y que estas pueden ser vislumbradas a partir de las contribuciones de los especialistas que colaboraron con el contenido presentado por el museo.

Sin olvidarnos que nuestro personaje central es la humanidad, procuramos presentar esas alternativas y posibilidades en una perspectiva histórica a través de juegos, entre ellos el Juego de las Civilizaciones, basado en un modelo estudiado por la Nasa. Examinando ejemplos del pasado, como las experiencias de la civilización Han, en China, los mayas o los vikingos, es posible interpretar la evolución de las civilizaciones a partir de variables como el consumo de los recursos, el tamaño de la población y la desigualdad. En el juego, tenemos el poder de controlar ciertos parámetros que pueden preservar o debilitar una civilización.

LABORATORIO DE ACTIVIDADES DEL MAÑANA

Plataforma de experimentación interdisciplinaria y de exhibición de proyectos innovadores.

El Museo del Mañana posee un área especialmente dedicada a la innovación y a la experimentación: el Laboratorio de Actividades del Mañana (LAA, LAM en español). Su misión es contribuir a que el museo sea vivo, en proceso de permanente reinención.

Espacio de encuentros interdisciplinarios para el arte, la ciencia y la tecnología, el LAA valora la introducción y la adopción de nuevas herramientas, nuevos procesos e innovaciones de ideas e iniciativas. Provoca al público para que de un simple consumidor se transforme en un creador: seres capaces de producir prototipos de soluciones de impacto para su vida y para el mundo, y así inventar futuros posibles. Lanzando un puente entre el pensar y el hacer, entre el imaginar y el realizar, el Laboratorio de Actividades del Mañana explora oportunidades y retos en un universo de cambios continuos y cada vez más acentuados.

Compuesto por un espacio dedicado a la producción y experimentación colectiva, que cuenta con variados recursos y equipos de apoyo para la creación, posee un ambiente para exposiciones, presentación de proyectos y exhibición de prototipos, el LAA también se apropia de locales dentro y fuera del museo como desdoblamientos expandidos de su programación.

El emprendedorismo, el impacto de las «tecnologías exponenciales» – como inteligencia artificial, internet de las cosas, robótica, genómica, impresión 3D, nano y biotecnología – y la exploración de escenarios futuros son los temas centrales del LAA. Su actuación incluye cuatro frentes: educación (cursos y talleres), actividades (llamadas creativas y proyectos de ‘ciencia ciudadana’, entre otras), programa de residencia creativa y exposiciones.

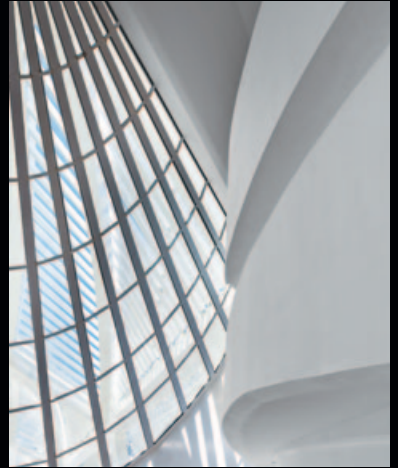
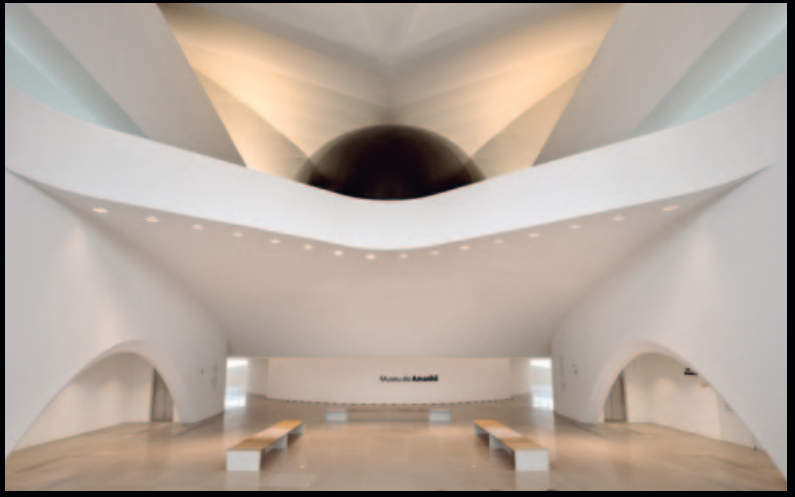
La última etapa del trayecto es “Nosotros”, estructurada alrededor del ambiente de una choza, que simboliza una casa del conocimiento indígena, en la cual los miembros de las familias y clanes de la tribu se reúnen y donde los más antiguos repiten para los más jóvenes las leyendas, las narraciones, las historias que componen el fundamento de su cultura. Después de tener esas vivencias de la inmensidad y de la variedad del Cosmos, de las informaciones y experiencias en torno de los dilemas que enfrentamos, es el momento de examinarnos a nosotros mismos para reflexionar sobre cómo queremos vivir con el mundo – por la sostenibilidad – y con los otros – por la convivencia. Aquí no se da énfasis a la información, sino a los valores que ofrecemos a la ponderación del visitante.

Es en este espacio, también, que el visitante encuentra uno de los pocos objetos físicos integrantes del acervo del museo: un *churinga*. Ese artefacto de los aborígenes australianos, de apariencia, para nosotros, enigmática, es, en realidad, una herramienta. Con todo, no sirve para agujerear o cortar: se trata de un utensilio simbólico. Sirve, para aquel pueblo, como una herramienta temporal, para asociar el pasado al futuro. Al morir, un integrante de la comunidad su alma es conservada en el *churinga*, donde permanece hasta que pueda encarnar en otro miembro del grupo. El *churinga* representa, así, la propia continuidad del pueblo y de su cultura. Por caminos y acasos misteriosos, el delgado objeto de madera labrada dejó en algún momento el árido desierto australiano en el siglo XIX para aterrizar en el muelle de la plaza Mauá, en pleno siglo XXI. Curiosamente, su diseño básico es bastante semejante a la forma concebida por el arquitecto Santiago Calatrava. Coincidencia, destino, forma: todo conspira, por lo tanto, para que ese sea un símbolo muy apropiado para la misión que se propone el Museo del Mañana: conectar en el presente, el pasado y el futuro. ●

Bienvenido a esta
jornada de la ciencia,
de las experiencias,
de las posibilidades.
Y recuerde: en algún lugar,
en este exacto momento,
ya está amaneciendo.

El amanecer
siempre vuelve,
es siempre el mismo,
pero cada vez
es siempre diferente.

EL MAÑANA COMIENZA **HOY.**



SIEMPRE Cosmos

¿DE DÓNDE VINIMOS?



Punto de partida del recorrido en el museo, pero también de un viaje que no tiene comienzo ni fin: el Universo es al mismo tiempo nuestro origen y nuestro destino. Desde las escalas más vastas a las más diminutas, desde las dimensiones astronómicas a las subatómicas, el Cosmos nos abarca, nos constituye y va más allá de nosotros: lo habitamos y él está en nosotros. La comprensión de ese doble pertenecer, exterior e interior, funciona como un pasaporte para embarcar en la jornada propuesta por el Museo del Mañana (Museo del Mañana). Los avances científicos nos ofrecen hoy una visión cada vez más clara de nuestro lugar en el Universo y del momento en que nos encontramos en esa evolución. Ese nuevo contexto global de nuestro existir exige duraciones, distancias, velocidades y densidades muy diferentes a las que estamos acostumbrados en la Tierra. En una experiencia poética y sensorial, llevada a cabo por una proyección en domo de 360 grados, se invitará al visitante a explorar los 13,7 billardos de años de existencia del Cosmos, viajando entre aglomerados de galaxias y sumergiéndose en núcleos atómicos, presenciando la formación del Sistema Solar, el surgimiento de la vida y del pensamiento, simbolizado por el arte. Nuestros dilemas y opciones pasan así a ser encarados desde otro punto de vista, en el cual la historia humana se arraiga en la gran historia de la vida, que, a su vez, se apoya en la inmensa historia del propio Cosmos.

EL COSMOS, UN UNIVERSO DE POSIBILIDADES

022 ...

ALEXANDRE CHERMAN

ALEXANDRE CHERMAN se graduó en astronomía en la “Universidade Federal do Rio de Janeiro” (UFRJ), y obtuvo el posgrado en ciencias físicas en el “Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas” (CBPF), donde concluyó su doctorado. Trabaja desde 1997 en la “Fundação Planetário” de la Ciudad de Río de Janeiro, en la que es gerente de astronomía. Escribió cinco libros de divulgación científica, entre los que se encuentran “Cosmo-o-quê? Uma introdução à cosmologia” (Fundação Planetário, 2000), “O tempo que o tempo tem: Por que o ano tem 12 meses e outras curiosidades sobre o calendário” (Zahar, 2008) y “Por que as coisas caem? Uma história da gravidade” (Zahar, 2010).

¿Qué es el Universo? ¿De dónde vino y hacia dónde va? Esas antiguas incógnitas que acompañan a la humanidad ya coleccionan un arsenal de respuestas dadas por la teología, la filosofía y ensayadas en otros tantos campos del saber.

Hay, sin embargo, un camino que nos interesa particularmente en esa historia y que busca entender ese campo: la física. Originalmente concebida en la Grecia Antigua como “la ciencia de la naturaleza”, la física, por definición, se propone abarcar la tarea de “investigar las leyes del Universo sobre la materia y la energía, cuáles son sus constituyentes, y sus interacciones”¹.

Ernest Rutherford, descubridor del núcleo atómico, dijo una vez: “Solo hay dos tipos de ciencia: la física y la filatelia”². Él llamaba nuestra atención sobre el carácter predominantemente explicativo de la física, intentando (aunque de forma arrogante y un poco infeliz) mostrarnos que todas las ciencias en algún momento utilizan la física para dar continuidad a sus descubrimientos.

La astronomía, por ejemplo, cuando separa las estrellas en colores, está practicando filatelia. Pero solo a partir de la comprensión de cómo ellas funcionan, cómo generan energía y cómo esa energía se distribuye en su superficie es posible entender el porqué de los colores y eso es física. Lo mismo se aplica a la geología y sus rocas, a la oceanografía y sus corrientes, a la meteorología y sus patrones climáticos, a la ingeniería, a la medicina, a la biología. De la mano con la astronomía, y sin olvidar la filosofía, la física estudia el Universo e intenta responder a tres preguntas fundamentales: ¿de dónde vinimos? (nuestro origen en el pasado); ¿quiénes somos? (nuestra permanencia en el presente); y ¿para dónde vamos? (nuestra existencia en el futuro). Para eso, crea dentro de sí un nuevo ramo: la cosmología, o el estudio del Cosmos.

¹ “Dicionário Houaiss da língua portuguesa”, Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. ² J.B. Birks (org.), Rutherford at Manchester, Londres: Heywood & Co., 1962.

¿Qué significa ese término creado por Pitágoras, el Cosmos? En su contexto original, el matemático griego reconoció la existencia de un orden celeste, intrínseco al cielo que lo rodeaba. Pues, para él, el orden es la fuente de belleza, y ese “Todo organizado” por él denominado “Cosmos” (o **κόσμος** palabra griega original que también está en la raíz de “cosmético”) sería “el más bello de los cuerpos”.³ Ese nombre, sin embargo, solo sería incorporado a nuestro vocabulario corriente después del trabajo del destacado geógrafo alemán Alexander von Humboldt, quien tomó el término como un préstamo lingüístico al bautizar su obra mayor, ya en el siglo XIX.⁴

El término “Universo”, que utilizamos cotidianamente como sinónimo de Cosmos, en verdad nace de un error conceptual. Originaria del latín *unus verterem*, “aquello que gira como una sola cosa”, esa palabra no representaría hoy el movimiento que define al Universo porque, definitivamente, él no gira como una cosa sola. Esa era una clara alusión a la concepción precopernicana, en la cual la Tierra era considerada como siendo un astro inmóvil en el centro del Cosmos, y todo lo demás giraba al unísono a su alrededor.

Superadas las antiguas definiciones, volvemos a preguntarnos: ¿qué se puede comprender como Universo? La respuesta es simple: es todo lo que existe, es la expresión que abarca toda existencia natural. Esa definición tiene en su simplicidad una mezcla de claridad y de oscuridad, es atrayente y misteriosa, no exige fronteras bien definidas. Si aceptamos que el Universo es todo lo que existe e incluimos en él todas las cosas, como objetos, dimensiones, realidades, y todo lo que ni siquiera podemos imaginar que existirá, entonces nada es más ambicioso que estudiarlo.

Nuestra definición podría ser aún más audaz si dijéramos que el Universo es no solo todo lo que existe, sino que también lo que existió y lo que existirá. De esa forma incorporamos a él nuestras divisiones temporales, el Ayer, el Hoy y el Mañana, retornando a las preguntas que angustian a la humanidad desde que el mundo es mundo: “¿de dónde vinimos?”; “¿quiénes somos?”; y “¿para dónde vamos?”.

¿De dónde vinimos? ¿Cómo sería el Universo en el pasado? ¿Existiría un pasado infinito? ¿O todo habría surgido a partir de un determinado momento?

Las dos últimas preguntas pueden ser aterradoras, y queda a criterio de cada uno elegir el camino más acogedor: ¿el Universo, habría existido desde siempre o habría surgido a partir de determinado momento?

Detrás de la primera opción encontramos lo infinito: el Universo existe desde siempre. En ese caso, nuestros cerebros finitos, transitorios y efímeros quizá no entiendan ese concepto. ¿Cómo concebir algo que no tiene un comienzo?

Detrás de la segunda opción está lo espontáneo: el Universo surgió en determinado momento. En esa hipótesis, la cuestión que surge es cómo enfrentar el hecho de que todo lo que ahí está, estuvo o estará se originó a partir de un “nada”.

Hay infinitos e infinitos, pues el Universo del pasado distante, aunque igualmente definible como infinito, ha aumentado continuamente de tamaño. En otras palabras, el infinito hoy es obviamente mayor que el del pasado.

³ William Smith, “Dictionary of Greek and Roman Biography and Mythology”, Boston: Little, 1870. ⁴ Alexander Von Humboldt, “Cosmos: A Sketch of a Physical Description of the Universe”, trad. E.O. Otté, Nueva York: Harper & Brothers, 1860.

La ciencia moderna no tiene la respuesta. Por lo menos aún no, y quizá jamás la tenga. Pero eso no impide reflexionar sobre el pasado, sobre un Universo muy joven y primordial. Desde el comienzo del siglo XX sabemos que el Universo se expande, y algo que se expande, necesariamente, aunque sea infinito por principio, aumenta de tamaño. Así, podemos decir que hay infinitos e infinitos, porque el Universo del pasado distante, aunque definible como infinito, ha aumentado de tamaño. En otras palabras, el infinito hoy es obviamente mayor que el del pasado.

El Universo remoto era menor de lo que es hoy, pero aun así ya contenía todo lo que existe, existió y existirá. Luego, la densidad de energía era mucho mayor que la actual. Todo lo que existe ahora ya existía antes, pero estaba más concentrado, más apretado, ocupando un volumen menor.

En ese contexto del Universo muy joven, cosas extrañas para nuestra comprensión, que ya no suceden normalmente en nuestro tiempo, podían ocurrir: la transformación de materia en energía y viceversa, era una de ellas. Hoy, la materia solo se transforma en energía en condiciones muy especiales: dentro de las estrellas o en bombas nucleares (eso para citar algunos de los casos más conocidos). Pero, antes, materia y energía eran intercambiables, o sea, tiene muy poco sentido hablar de una cosa o de otra cuando nos referimos al pasado remoto.

Materia y energía son como dos caras de una misma moneda. Eso es válido también para los días de hoy, pero en el presente todas (o casi todas) las “monedas” muestran apenas una de sus caras, revelándose apenas como cara o apenas como cruz. En el pasado, era como si todas (o casi todas) estuviesen en el aire, cara o cruz, indefinidas. Así era el Universo cuando muy joven.

Pero podríamos también hablar de un período anterior del cual sabemos muy poco. Es posible que nuestro Universo exista desde siempre y que la expansión descubierta en el siglo XX represente apenas la etapa dinámica actual del Cosmos, en que el Universo se expande para contraerse después. Se trataría de un movimiento cíclico: cuando estuviese muy pequeño nuevamente se expandiría, y así sucesiva y eternamente. En ese caso, la humanidad sería testigo de un momento de expansión apenas, que se repetirá innumerables veces. La otra hipótesis que debe ser considerada es aquella en la cual el Universo no es eterno, pero tuvo un comienzo bien definido. Desde ese punto de vista, en que todo lo que nace debe morir, el Universo también tendría un “plazo de caducidad”, conocido o no. Pero, las leyes de la física no están preparadas aún para discurrir sobre el surgimiento de sí propias, y la incógnita del origen del Universo aguarda una respuesta que quizá jamás alcancemos.

Lo que podemos afirmar como cierto es que en un determinado momento cerca de 14 millardos de años el Universo comenzó a expandirse. Y llamamos ese momento de *Big Bang*. En su formulación original, la expresión *Big Bang* representaba el instante en el cual el Universo nacía, hipótesis concebida por George Gamow y sus colaboradores en la década de 1940, y explicaba muy bien el Universo actual. Pero, establecía la cosmología como un poderoso paralelo con los mitos de creación teológicos (el más común en nuestra cultura es la génesis bíblica: “¡Hágase la Luz! Y la luz fue”).

Así aunque algunos científicos hayan rechazado esa teoría y es importante destacar que en su traducción literal *Big Bang* quiere decir “gran bum”, un nombre evidentemente poco digno de una hipótesis sobre el Universo, las alternativas propuestas tampoco presentaban soluciones completas. Dos cosas sobrevivieron de esa divergencia: el término *Big Bang*, creado por detractores para que se le diera poca importancia a la idea de Gamow; y la dicotomía que nos persigue hasta hoy, de un lado lo eterno y del otro lo finito.

La materia y la energía que conocemos bien, que hace menos de cincuenta años presumíamos ser todo lo que había en el Universo, componen apenas 4% de todo lo que existe. En números redondos y no muy precisos, la misteriosa “materia oscura” compone 27% del Universo y los 69% restantes (o sea, la mayor parte del Universo) están formados por la aún más misteriosa “energía oscura”.

En todo caso, fue cuando se inició la expansión que se destacó el “campo de Higgs”, pensado en la década de 1960 por Peter Higgs⁵. Ese campo de información, después tratado en el escopo de la mecánica cuántica (que dio lugar al ya famoso bosón de Higgs, la partícula que representa ese campo), permeaba el Universo primordial y nos proporcionó una información valiosa: algunas “monedas que estaban en el aire” serían cara (materia), otras, cruz (energía). Y, manteniendo esa analogía, el campo de Higgs designó valores para cada moneda: ¿es materia? ¿Qué tipo de materia? ¿Cuark? ¿Electrón? ¿Neutrino? ¿O es energía? ¿Fotón? ¿Gluon? Así comienza el Universo o, por lo menos, esta etapa actual del Universo, contenida en la pregunta originaria “¿de dónde vinimos?”.

Para discurrir sobre la pregunta siguiente, “¿quiénes somos?”, o “¿cómo es el Universo hoy?”, podemos dividir el Universo en tres grandes “bloques conceptuales”. La materia y la energía que conocemos bien sería el bloque 1; la “materia oscura”, el bloque 2; y la “energía oscura”, el bloque 3. Increíblemente, el bloque 1, que hace menos de cincuenta años presumíamos que era todo lo que había en el Universo, compone apenas 4% de todo lo que existe.

En números redondos y no muy precisos, la misteriosa “materia oscura” compone 27% del Universo y los 69% restantes (o sea, la mayor parte del Universo) están formados por la aún más misteriosa “energía oscura”. Una de las cuestiones centrales debatidas en la cosmología es la posibilidad de que el Universo se expanda para siempre: sabemos que la fuerza de gravedad tiene una actuación generalizada a distancia, siempre atractiva, y por más débil que sea en relación a las otras fuerzas del Universo, es la única con carácter acumulativo. A partir de eso, se concluye que, si hubiese tiempo suficiente, dos cuerpos (sin importar su masa total ni la distancia que los separa) siempre acabarían atrayéndose gravitacionalmente.

⁵ Peter W. Higgs, “Broken Symmetries and the Masses of Gauge Bosons”, *Physical Review Letters*, vol. 13, n° 16, oct. 1964, p. 508-509.

En vez de estudiar lo que hay en el Universo hoy, para entender lo que sucedería con él en el futuro, debíamos ver cómo evolucionó a lo largo del tiempo para descubrir lo que hay en él hoy. Fue así que surgieron los estudios para medir la variación de la tasa de expansión del Universo.

Esa conclusión es poderosa y nos lleva a la siguiente pregunta: ¿los cuerpos dispersos en el Universo conseguirán atraerse gravitacionalmente? O más aún: ¿conseguirán parar la expansión? ¿Hay gravedad suficiente en el Universo para que un día pare de expandirse?

A pesar de centrarnos en el futuro, la respuesta para esa última pregunta reside claramente en el presente, y para responderla debemos preguntarnos qué hay en el Universo hoy.

En el siglo XX, la pregunta era si había materia suficiente en el Universo para parar la expansión. Note aquí una fundamental distinción: la pregunta se refiere a parar la expansión, y no a frenarla. La diferencia sutil está en el hecho de que la acción de “frenar” puede ser tan débil que la expansión nunca se interrumpa, sino que sea cada vez más lenta. De acuerdo con la visión del siglo XX, no había dudas sobre la existencia de un freno gravitacional en la expansión del Universo, y lo que precisábamos era apenas saber si tal freno era fuerte o débil. Como no se obtuvo una respuesta conclusiva, ambos escenarios fueron contemplados. La expansión original, iniciada en el *Big Bang*, sería cada vez más lenta hasta que finalmente pararía y retrocedería. Con el pasar del tiempo el Universo sería menor, hasta que en algún momento del futuro distante todo se encontraría en una región de volumen mínimo, semejante a la situación del *Big Bang*.

¿Qué sucedería después? ¿Una nueva etapa de expansión, en un modelo de Universo Eterno, o el fin de todas las cosas? Ese escenario, en que el Universo densamente poblado poseería un freno fuerte, se conoce como *Big Crunch*, y encantó a los cosmólogos durante mucho tiempo. En él, el Universo hace cosas diferentes, en diferentes momentos de su existencia, mostrándose interesante y desafiador. La “muerte” del Universo sería un envolverse hacia su interior con temperaturas abrasadoras.

Ya la hipótesis de freno gravitacional débil concibe que quizá el Universo no sea denso y, en ese caso, en un Universo con poca materia y energía, la expansión, cada vez más lenta, nunca llegaría a parar y continuaría siempre. Ese escenario se conoce como *Big Chill*, y encantaba en especial a los astrofísicos. Un Universo que creciese para siempre, que nunca colapsase, permitiría que todos sus constituyentes vivieran sus ciclos de evolución completamente. En esa hipótesis, aunque el Universo pudiese ser considerado algo tedioso por hacer siempre lo que ya hace hoy, lo mismo no se podría decir al respecto de lo que sucedería en su interior.

Así, podemos pensar que las nebulosas dan origen a estrellas y planetas; que las estrellas tienen tiempo para vivir su vida por completo, muriendo como enanas blancas o supernovas, creando nebulosas planetarias, púlsares o agujeros negros, contaminando nuevas nubes de gas, cíclicamente, hasta que no haya más hidrógeno, el material primordial, y que nada nuevo pueda ser creado. En ese futuro, silencioso y solitario, la “muerte” del Universo sería fría y lenta.

Delante de esas hipótesis, los estudios científicos reconocen la gran necesidad de estimarse cuánta materia (y energía) existirían en el Universo. La cuestión dejó de ser simple a partir del descubrimiento de la materia oscura, concepto surgido en la década de 1930, con el astrónomo suizo Fritz Zwicky y sus estudios sobre la dinámica del cúmulo de galaxias de Coma.⁶ Impresionado con la diferencia entre los movimientos previstos y los observados, Zwicky sugirió la existencia de una materia que sería invisible, pero que aun así ejercería fuerza gravitacional, y la bautizó, entonces, de “materia oscura”.

Esa idea resurgiría con fuerza en la década de 1970, gracias al trabajo de la astrónoma americana Vera Rubin sobre la rotación de las galaxias, en especial la nuestra, aproximando el problema a una dimensión próxima de nosotros.⁷ La existencia de un tipo de materia no detectable parecía una buena solución para explicar la inusitada dinámica encontrada en las observaciones.

Así, la pregunta inicial sobre los componentes del Universo (la que nos daría también la respuesta sobre su futuro) se complicó. De repente, ya no era suficiente examinar el espacio profundo, investigando lo que había allá afuera. Algo allá, por definición, no sería observado. Y ese algo no observable, la materia oscura, tendría fuerte participación en los resultados buscados.

Delante de esas evidencias, el método seguro parecía ser el estudio directo de la tasa de variación de la expansión del Universo. O sea, comprender cómo la expansión del Universo se modifica a lo largo del tiempo es crucial no solo para entender el Mañana, sino también el Hoy. De ese modo, en vez de estudiar lo que hay en el Universo hoy, para entender lo que sucedería con él en el futuro, debíamos ver cómo evolucionó a lo largo del tiempo para descubrir lo que hay en él hoy. Fue así que surgieron los estudios para medir la variación de la tasa de expansión del Universo. Nacieron con un único objetivo: descubrir si el freno era fuerte (muchísima materia, incluida ahí la materia oscura) o débil.

Para sorpresa de todos, especialmente para los equipos de científicos involucrados en el descubrimiento, las observaciones mostraban algo impensado: ¡la expansión del Universo estaba acelerándose! No solo el freno no era fuerte, sino que había un acelerador, algo contrario a todos los modelos vigentes.

El descubrimiento, realizado al final del siglo XX, revolucionó la cosmología e introdujo un nuevo componente en nuestro modelo de Universo: la “energía oscura”. Diferente de la materia oscura, que carga ese adjetivo porque no puede ser vista, la energía oscura fue bautizada así porque es “extraña, misteriosa, inesperada”. Su sobrenombre original era “*funny energy*”, o “energía curiosa”⁸.

Hoy, casi dos décadas después del descubrimiento original, ya conseguimos dividir el Universo en tres bloques bien definidos, y sabemos que el mayor de ellos es el de la energía oscura, seguido por el de la materia oscura y, en un distante tercer lugar, todo lo que nos compone (la materia y la energía usuales). Con eso, podemos decir cómo será el futuro del Universo: una expansión acelerada que, finalmente, provocará la ruptura del propio espacio-tiempo un escenario conocido como *Big Rip*.

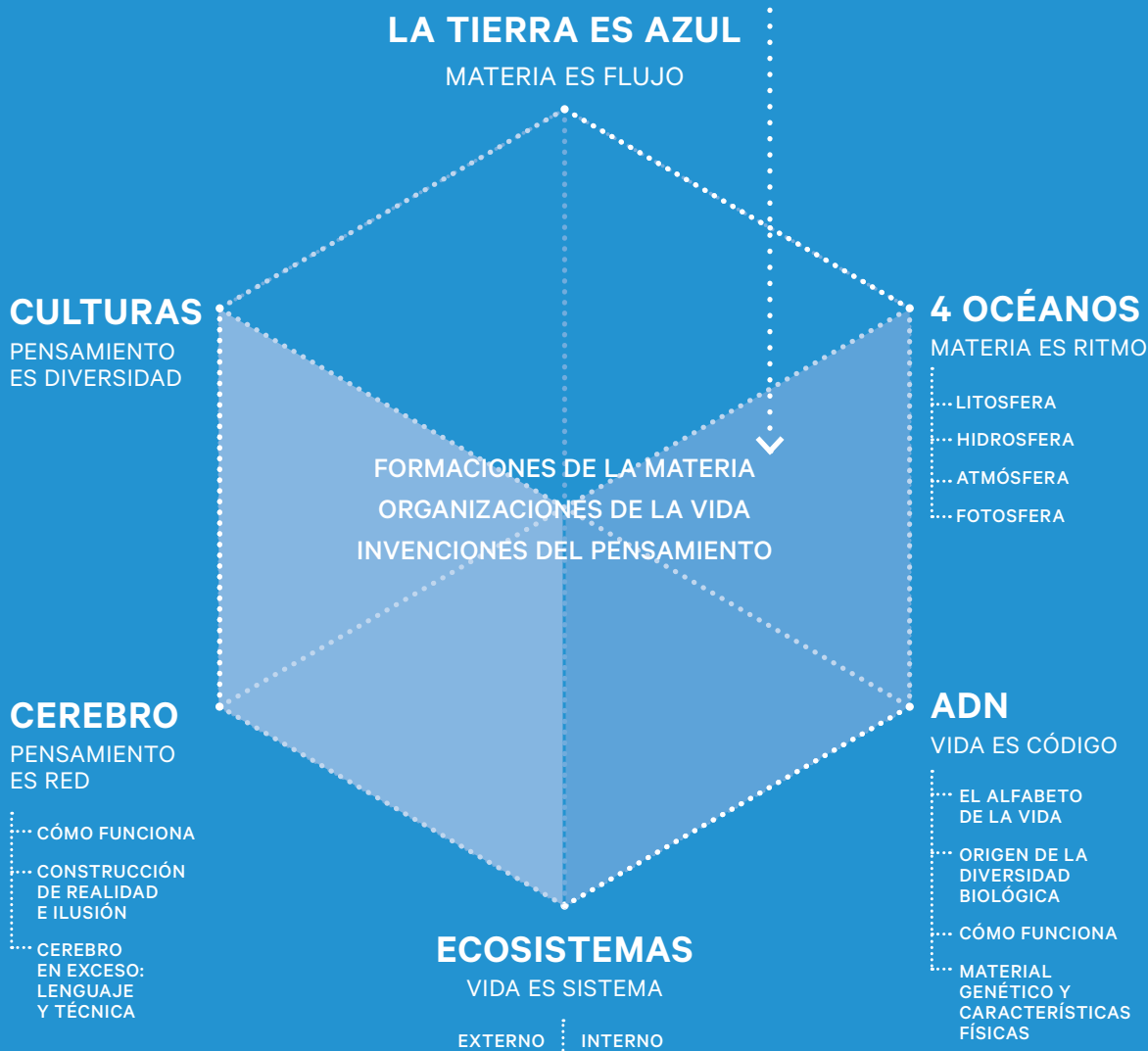
El Universo hace cosas inusitadas e interesantes. Y así como afirmamos sobre la propia definición del Cosmos, también el futuro de los estudios cosmológicos es brillante y misterioso, pleno de promesas. ●

⁶ Fritz Zwicky, “Die Rotverschiebung von extragalaktischen Nebeln”, *Helvetica Physica Acta*, vol. 6, 1933, p. 110-127. ⁷ Vera Rubin et al., “Rotational Properties of 21 Sc Galaxies with a Large Range of Luminosities and Radii from NGC 4605 (R = 4kpc) to UGC 2885 (R = 122kpc)”, *The Astrophysical Journal*, 1980, p. 238-471. ⁸ Según relato personal del físico Michael Turner, autor del término “energía oscura”.

Tierra

AYER

¿QUIÉNES SOMOS?



Constituidos de Materia, Vida y Pensamiento las dimensiones de nuestra existencia como seres terráqueos , formamos parte del sistema dinámico que es toda la Tierra. Para conocer ese sistema, es necesario abordarlo según dos puntos de vista distintos pero complementarios: el de la Unidad y el de la Multiplicidad. Se trata hoy, décadas después del vuelo pionero de Gagarin, de ver el planeta desde afuera, como un único astro, y comprender que los movimientos continuamente combinados de sus componentes, ya sea de los mares o de los continentes, de los aires o de la luz, dan lugar al ritmo básico del clima, la sucesión de las estaciones. Analizamos e identificamos los bloques básicos del código genético que, en el interior de todos los organismos preside el desarrollo y las características de cada especie, y nos admiramos con la extraordinaria complejidad de las redes de asociación entre innumerables especies al formar los ecosistemas, tanto los externos, en los cuales flora y fauna se relacionan, como los internos, cuando descubrimos que la salud de nuestro cuerpo depende de que abriguemos billones de otros organismos no humanos. Identificamos las tres mil sustancias químicas que componen nuestro sistema nervioso y apreciamos la similitud de estructura que hace que nuestro cerebro casi no se distinga de los otros, y percibimos que, a partir de esa identidad básica, inventamos los más variados modos de vivir, hablar, crear y sentir. Somos un eslabón de una cadena muy amplia, y nuestro futuro depende del mantenimiento de una vasta, compleja y dinámica red de equilibrios en el ambiente en que vivimos. Comprendemos, entonces, que somos parte de un Todo que es mucho más que la mera suma de sus partes.

CAMBIOS CLIMÁTICOS: EL COMPLEJO ENGRANAJE QUE DESAFÍA A LA HUMANIDAD

030 ...

GILVAN SAMPAIO DE OLIVEIRA Y CARLOS NOBRE

GILVAN SAMPAIO DE OLIVEIRA es investigador del Grupo de Interacciones Biosfera-Atmósfera del Centro de Ciencia del Sistema Terrestre (CCST) del “Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais” (Inpe). Graduado en meteorología en la Universidad de São Paulo (USP), obtuvo el posgrado y el doctorado en meteorología en el Inpe. Autor de libros sobre cambios climáticos y sobre los fenómenos El Niño y La Niña, publicó también diversos artículos científicos en revistas internacionales y nacionales.

CARLOS NOBRE es investigador jubilado del “Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais” (Inpe), ejerce el cargo de presidente de la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (Capes) y es coordinador del “Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas”. Se graduó en ingeniería electrónica en el Instituto Tecnológico de la Aeronáutica y obtuvo el doctorado en meteorología en “Massachusetts Institute of Technology”. Participó como autor de varios informes del Panel Intergubernamental de Cambios Climáticos (IPCC), destacándose su participación en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, el cual, en 2007, recibió el Premio Nobel de la Paz, junto con Al Gore. Es miembro de la “Academia Brasileira de Ciências”, de la “Academia de Ciências para as Nações em Desenvolvimento” (TWAS) y miembro extranjero de la Academia de Ciências de Estados Unidos.

El planeta es un sistema complejo (denominado sistema terrestre), en el cual muchas variables - externas, internas, incluyendo acciones antrópicas de efecto global - se combinan para producir las condiciones climáticas que observamos. Como sucede en el mecanismo de funcionamiento de un reloj, los componentes del sistema terrestre interactúan como si fueran un engranaje, de manera constante, siendo difícil separar la influencia de cada uno de ellos.

Cuando la radiación solar llega a la Tierra, es recibida por la atmósfera y por la superficie y convertida en calor y otras formas de energía, produciendo, por ejemplo, la circulación de los vientos y las corrientes marítimas. Al mismo tiempo, los diferentes tipos de superficie ejercen un papel fundamental en la cantidad de radiación solar que será absorbida o reflejada, ya sean ellas cubiertas por vegetación, desiertos o agua, nieve y hielo.

Establecidos los patrones climáticos de cada región, especialmente los relacionados con temperatura, precipitación y humedad, ellos determinan los tipos de organismos vivos que proliferarán en las diferentes áreas del planeta. De forma recíproca, los seres vivos también van a afectar decisivamente el clima a medida que reciben y emiten gases del efecto invernadero principalmente las plantas, entre otras influencias que ejercen sobre el medio ambiente. Los seres humanos con la agricultura y las industrias surgen en medio de ese complejo sistema provocando presión sobre el medio ambiente. Cada uno de esos factores, y todos al mismo tiempo, tienen su parcela de influencia sobre las configuraciones climáticas de la Tierra.

Para entender el funcionamiento de ese complejo sistema planetario se creó el campo de estudio llamado "ciencia del sistema terrestre",¹ en el cual se integran las ciencias ambientales, sociales y otras en un contexto único. La meta es comprender la dinámica de la compleja interacción de sistemas naturales y sociales, estando de un lado la biogeofísica, la biogeoquímica y la biodiversidad y, del otro, los sistemas humanos, como la política, la cultura, la economía, demografía etc. Para observar mejor los elementos físicos que componen el objeto de estudio de esa ciencia, los especialistas suelen clasificar las diferentes partes del sistema terrestre en las siguientes esferas, que se sobreponen y que interactúan unas con las otras: fotosfera, atmósfera, hidrosfera, biosfera, criosfera y litosfera.

La hidrosfera está compuesta por el agua, la sustancia más abundante en el planeta que ocupa cerca de 77% de su superficie. La mayor parte está formada por los océanos, donde la dinámica de las corrientes marinas distribuye el calor por el globo y posibilita que diversas regiones sean habitables. Los océanos son, también, los mayores proveedores de vapor de agua de la atmósfera que, a su vez, lo transporta para los continentes, donde se transforma en nubes y lluvia que abastecerán ríos y lagos, además de contribuir decisivamente a la vida en todo el planeta.

Toda el agua congelada existente en la Tierra, llamada criosfera que forma parte de la hidrosfera ejerce gran influencia sobre el clima. El hielo, debido a su color claro (blanco), es un excelente reflector de los rayos solares, pero, cuando el hielo existente sobre el océano se derrite (debido al aumento de la temperatura de la Tierra, por ejemplo), los rayos solares que antes eran reflejados son absorbidos por el océano, debido a su coloración más oscura. Esa absorción de la radiación solar favorece el aumento de la temperatura del aire en aquella región, causando cada vez más el derretimiento del hielo, un ciclo que acelera la reducción del área cubierta por él.

Otra esfera importante es la atmósfera, capa de gases que envuelve la Tierra, cuya composición es uno de los elementos-clave del clima. Las sustancias más comunes son el nitrógeno (cerca de 78% del volumen total de gases) y el oxígeno (aproximadamente 21%). Otras, como vapor de agua, dióxido de carbono, metano y ozono, a pesar de aparecer en pequeña concentración, ejercen un papel central sobre el clima, porque inducen el calentamiento natural de la superficie del planeta y de la troposfera que es la capa más baja y densa de la atmósfera a partir del conocido fenómeno llamado efecto invernadero: cuanto mayor es la concentración de esos gases, más fuerte es el calentamiento.

¹ La idea cobró fuerza en la década de 1980 en Estados Unidos, donde surgió ese nombre, y a partir de ese momento se formaron varios centros de investigación que comenzaron a trabajar con la perspectiva de la integración. En Brasil, ese campo de investigación solo conquistó su espacio a partir de la última década.

Así como podemos encontrar cenizas de quemas de la Amazonia en plena Antártida, si alteramos las condiciones de determinada región (en virtud de deforestaciones y quemas, por ejemplo), seguramente, estaremos induciendo alteraciones en otras partes del globo. El planeta está totalmente interconectado por la atmósfera y por los océanos.

Mediante la dinámica de las masas de aire, la atmósfera es la principal responsable de la distribución del calor y de las lluvias, porque el movimiento de los gases no tiene fronteras y su influencia se ejerce sobre todo el globo. El ejemplo clásico de esa cuestión es el fenómeno El Niño (el calentamiento de las aguas del océano Pacífico en las proximidades de la línea del Ecuador), que tiene reflejos en el clima de todo el planeta, incluso en Brasil. Así como podemos encontrar cenizas de quemas de la Amazonia en plena Antártida, si alteramos las condiciones de una determinada región (en virtud de deforestaciones y quemas, por ejemplo), seguramente, estaremos induciendo alteraciones en otras partes del globo. El planeta está totalmente interconectado por la atmósfera y por los océanos.

Conjuntamente con la hidrosfera y la atmósfera, el tercer componente primordial del sistema terrestre es la biosfera, que incluye la vida en sus diferentes formas: plantas, animales, organismos marinos y terrestres, macroscópicos y microscópicos. Grandes selvas, como la Amazonia, por ejemplo, ejercen un papel fundamental en el proceso de absorción del agua por el suelo y su evaporación para la atmósfera, lo que contribuye a la formación de nubes y de lluvias. Su influencia también es notable en las concentraciones de dióxido de carbono, que las plantas absorben del aire y transforman en oxígeno, durante la fotosíntesis.

Finalmente, se destaca el papel de la litosfera, la capa sólida y externa del planeta, que también tiene importancia, sobre todo, porque libera enormes cantidades de energía, gases y aerosoles provenientes de fenómenos como las erupciones volcánicas. Además, el movimiento de las placas que forman la costra terrestre es responsable de configurar, a lo largo de centenas de millones de años, la organización de los continentes, impactando en las corrientes oceánicas, los patrones climáticos globales, el ambiente, la composición y distribución de las especies.

Considerando también la acción antrópica sobre la naturaleza, se configura finalmente el enorme reto para la comunidad científica mundial de responder la siguiente pregunta: ¿qué está sucediendo con el clima? ¿Cómo esos cambios podrán afectar nuestra vida, nuestra alimentación, nuestra salud y al ambiente que nos rodea? ¿Hay algo que podamos hacer para minimizar los impactos negativos de esos cambios?

Hace poco más de veinte años atrás, la mayoría de los países adhirió a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio del Clima, un tratado internacional² para reducir los riesgos del calentamiento global y tratar del inevitable impacto del aumento de temperatura. En 1997, decenas de naciones aprobaron un adicional al tratado, el Protocolo de Kioto, que reconoció la responsabilidad de los países desarrollados en relación a los altos niveles de emisión de gases del efecto invernadero por sus actividades industriales y agrícolas y determinó objetivos concretos para reducir esa emisión en el período comprendido entre 2008 y 2012 posteriormente prorrogado hasta 2020.

Esas medidas políticas son una respuesta a los diferentes estudios climáticos realizados en todo el planeta y a la presión de la comunidad científica mundial sobre la importancia de minimizar las consecuencias de la acción humana sobre los cambios climáticos. Para el público lego, la iniciativa internacional más conocida en el área es, probablemente, la del Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos de la ONU (IPCC) por su sigla en inglés, un cuerpo de especialistas que se dedica a compilar datos científicos y a sintetizar el avance del conocimiento sobre cambios climáticos para fundamentar la toma de decisiones relativas al tema. Ese órgano, IPCC, muy conocido en los medios de comunicación, ha pautado la discusión mundial sobre el clima, sus impactos y las actitudes que podemos tomar para enfrentar las cuestiones climáticas.

En Brasil, el interés en el tema de los cambios globales fue motivado, inicial y principalmente, por la importancia de la selva amazónica para el clima del planeta, porque era necesario comprender las consecuencias de esos cambios para la selva y para el clima. A partir de la década de 1980, parte de la comunidad científica mundial demostró interés en la región. Hasta mediados de los años 90, la mayoría de los proyectos de investigación allí realizados eran liderados por grupos extranjeros, pero posteriormente los investigadores brasileños consiguieron instrumentalizarse para levantar su propio vuelo, emprendiendo proyectos exitosos sobre el tema.

Alguns estudos indicam que parte da Amazônia poderá passar, até meados do século XXI, por um processo de substituição da floresta tropical por savana ou por floresta semidecídua –, o que pode significar um empobrecimento do ponto de vista biológico.

El empeño de la comunidad científica internacional en los estudios sobre la Amazonia no es mero acaso, claro. La región genera grandes recelos cuando se proyectan los potenciales impactos globales a partir del gradual desaparición de la selva. La Amazonia guarda la mayor parcela remanente de selva tropical del mundo, desempeñando un papel fundamental en la regulación hidrológica y del clima de una vasta área de América del Sur, además de poseer un gran *stock* de carbono y una excepcional biodiversidad.³ A pesar de eso, se sabe que más de 18% de la selva nativa ya fue destruida. Algunos estudios indican que parte de la Amazonia podrá pasar, hasta mediados del siglo XXI, por un proceso de sustitución de la selva tropical por sabana o por bosque semidecuido, lo que puede significar un empobrecimiento del punto de vista biológico. Sin embargo, aún hoy existen pocos análisis sobre los efectos de los cambios climáticos sobre la biodiversidad. Se sabe que grandes áreas deforestadas podrían modificar el ciclo hidrológico, lo que ocasionaría cambios climáticos regionales hacia un clima más caluroso y seco. Eso favorecería posibles incendios con consecuencias graves para la naturaleza y para las comunidades locales.

Además de la degradación de la selva amazónica, otro tema palpitante en los estudios climáticos es el comportamiento de los océanos. Aunque el cambio en esa dinámica fuera, aparentemente pequeño, podría producir grandes variaciones climáticas en muchas áreas del planeta.

² Para acceder al informe de la Conferencia de las Naciones Unidas acerca de los Cambios Climáticos, de 1994, cf. <http://unfccc.int/essential_background/convention/items/2627.php>. Acceso: 16 ago 2015. ³ Philip M. Fearnside, "Biodiversity as an Environmental Service in Brazil's Amazonian Forests: Risks, Value and Conservation", *Environmental Conservation*, vol. 26, n° 4, 1999, p. 305-321.

Una de las mayores preocupaciones es la expansión de las aguas a medida que se calienten. La temperatura de las capas superficiales del océano ya aumentó cerca de 0,6°C durante los últimos cincuenta años, y el calentamiento va penetrando lentamente en las áreas más profundas. Ese calentamiento causa la expansión térmica del agua y sumado al volumen proveniente del derretimiento de los glaciares (que penetra en los océanos), eleva el nivel del mar causando un preocupante aumento de cerca de dos a tres milímetros por año. Si ese valor puede parecer insignificante para algunos, científicamente representa, al cabo de algunas décadas, un aumento bastante importante. Sus consecuencias incluyen la pérdida de ecosistemas, inundaciones más frecuentes en ciudades del litoral y el aumento de la vulnerabilidad a tempestades severas.

Además, los océanos son responsables, también, de absorber cerca de un tercio de todas las emisiones de carbono debidas a la acción humana, reduciendo el dióxido de carbono atmosférico de la Tierra, asociado con el calentamiento del planeta. No obstante, estudios evidencian que los cambios climáticos están afectando negativamente la absorción de carbono por parte de los océanos⁴ porque el agua más caliente no es capaz de mantener tanto dióxido de carbono como la más fría, el calentamiento de los océanos posiblemente causará un aumento aún mayor en las concentraciones del gas en la atmósfera. O sea, no se sabe aún durante cuánto tiempo los océanos continuarán a secuestrar el carbono antrópico en los niveles actuales. Aún más preocupante es el hecho de que la absorción del gas carbónico por los océanos cause un aumento del grado de acidez de las aguas. La acidificación de los océanos podrá causar serios riesgos a la vida marina.

Delante de las evidencias de los cambios climáticos en el mundo, debemos evaluar en el presente en qué medida es posible contener ese proceso o por lo menos la mayor parte del mismo que ocurre en consecuencia de acciones humanas, y, por otro lado, cómo debemos organizarnos para enfrentar las consecuencias del calentamiento global. Debemos considerar cómo los países o ciudades podrán pasar por desastres naturales más frecuentes, que incluyen tempestades severas, crecidas e inundaciones, secas prolongadas; cómo tratar enfermedades causadas por las nuevas configuraciones climáticas y cómo adaptar la agricultura a las nuevas condiciones.

Estudios evidencian que los cambios climáticos están afectando negativamente la absorción de carbono por parte de los océanos porque el agua más caliente no consigue mantener tanto dióxido de carbono como la más fría, el calentamiento de los océanos posiblemente causará un aumento aún mayor en las concentraciones del gas en la atmósfera

⁴ Galen A. McKinley et al., "Convergence of Atmospheric and North Atlantic Carbon Dioxide Trends on Multidecadal Timescales, *Nature Geoscience*", vol. 4, 2011, p. 606-610.

En ese contexto, un concepto importante es el de vulnerabilidad a los efectos del clima “la capacidad de un grupo social o de un individuo de enfrentar, anticipar y recuperarse de los impactos de desastres”.⁵ Proyectos de investigación en esa área consideran que diferentes poblaciones tienen grados mayores o menores de vulnerabilidad, dependiendo de factores como renta, cultura, educación y poder político.

En Brasil, un estudio de la vulnerabilidad de las diferentes regiones al impacto de los cambios climáticos⁶ mostró, por ejemplo, que la región Nordeste está entre las que más sufrirán con las consecuencias no solo ambientales, sino también epidemiológicas y socioeconómicas de esos cambios. La proyección es que se agraven problemas como enfermedades infecciosas endémicas (paludismo, leishmaniasis, leptospirosis, dengue), accidentes por desastres naturales y extremos del clima (deslizamiento de tierra, tempestades, inundaciones), disminución de la producción agrícola y desnutrición en áreas ya afectadas por la inseguridad alimenticia.

Desde el punto de vista de la economía brasileña, los resultados preliminares sugieren que el cambio climático tendrá efectos negativos sobre el crecimiento del país y sobre el bienestar humano, aunque algunos sectores y regiones puedan ser positivamente afectados. Además, una cuestión que debe ser seriamente considerada es que los cambios climáticos podrán reforzar las desigualdades económicas regionales en Brasil.

Estudios sugieren que esos cambios deben ser analizados en conjunto con la globalización (aumento de las conexiones entre las personas en el comercio y en la información), con los cambios ambientales (degradación de los ecosistemas, reducción de la biodiversidad y acúmulo de sustancias tóxicas en el medio ambiente) y con el debilitamiento de los sistemas de gobernanza (como reducción de inversiones en la salud, aumento de la dependencia de los mercados y aumento de las desigualdades sociales), ya que todos esos factores interactúan fuertemente y de forma compleja.

Prepararse y adaptarse a los cambios climáticos globales, a los impactos que causan y mitigar sus efectos, no es responsabilidad apenas de las altas cúpulas gubernamentales. Los científicos creen que para disminuir los impactos causados por los cambios climáticos es necesario cortar las emisiones de gases del efecto invernadero reduciéndolas a la mitad hasta 2050 y eliminándolas hasta fines del siglo. Una meta osada, pero que puede contar con la contribución de la población. Algunas iniciativas importantes serían: reducir el consumo de energía, aumentando la eficiencia energética, introduciendo más fuentes de energía renovable y limpia, como la solar y la eólica y utilizando el transporte público o las bicicletas; capturar carbono debajo del suelo practicando una agricultura sostenible; y preservando las selvas que realizan la absorción del carbono en los suelos y a través de los árboles. Se estima que cerca de un tercio de las emisiones pueden ser reducidas hasta 2030 si se adoptan tales prácticas.

Otras actitudes que están al alcance de todos son: evitar la quema de compuestos orgánicos o de los residuos de un modo general; plantar más árboles y cultivar áreas verdes; reducir y reciclar los residuos; hacer inspecciones constantes en los vehículos; economizar agua; escoger productos biodegradables; consumir menos carne; disminuir el uso de embalajes; evitar productos desechables; consumir alimentos orgánicos... La lista es larga y, seguramente, el ciudadano consciente encontrará la forma de cumplir con su parte. ●

⁵ Piers Macleod Blaikie et al., “At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters”, Londres: Routledge, 1994. ⁶ Ulisses Eugenio Cavalcanti Confalonieri, “Mudança climática global e saúde”, “Com Ciência”, vol. 85, 2007, p. 5.

LOS LABERINTOS DEL ADN

036 ...

MAYANA ZATZ Y ELIANA DESSEN

¿Le gustaría saber todo lo que está escrito en su ADN? ¿Testear cuáles son las enfermedades genéticas que pueden afectar su salud y quizá, en el futuro, determinen su tiempo de vida? ¿Y escoger cuáles genes preferiría transmitir a su hijo y cuáles deberían ser retirados del mapa?

¿Qué haría si descifrarse las informaciones contenidas en su genoma?

MAYANA ZATZ es profesora titular de genética del Instituto de Biociencias de la “Universidade de São Paulo” (USP), donde también actuó como decana pro-rectora de Investigación. Obtuvo graduación y posgrado en ciencias biológicas (biología genética) y doctorado en genética en la misma universidad, además de posdoctorado en genética humana y médica obtenido en la Universidad de California. Es coordinadora del “Centro de Pesquisa sobre o Genoma Humano e Células-Tronco” y del “Instituto Nacional de Células-Tronco en enfermedades genéticas”. Publicó centenas de artículos científicos, fue columnista de la revista *Veja* e integró el cuerpo de revisores de la revista *Science*. Es autora del libro “*GenÉTICA: Escolhas que nossos avós não faziam*” (Globo, 2011).

ELIANA M. BELUZZO DESSEN es profesora del Departamento de Genética y Biología Evolutiva en el “Instituto de Biociências” de la Universidad de São Paulo (USP) y coordinadora del área de difusión del “Centro de Pesquisa sobre el Genoma Humano e Células-Tronco”. Graduada en ciencias biológicas en la USP, obtuvo el posgrado y el doctorado en Genética en el “Instituto de Biociências” de la misma universidad. Es coordinadora de educación/difusión del “Centro de Pesquisa sobre o Genoma Humano e Células-Tronco”. Actúa en diversos proyectos cuyo objetivo es desarrollar nuevas metodologías facilitadoras de la enseñanza de la genética tanto en la universidad como en las escuelas preparatorias de acceso a la universidad y en la educación continuada de los profesores de biología de escuelas públicas. Es editora de la revista “*Genética na Escola*”.

Todos los días, los genetistas trabajan sobre la tenue línea del equilibrio: si no osan lo suficiente, no acceden a los nuevos campos de la ciencia vislumbrados a partir de la secuenciación del ADN; si osan demás, superan los límites de la ética.

Diferentemente de los resultados encontrados en exámenes clínicos, como los que miden la tasa de colesterol o de glucosa en la sangre, las alteraciones encontradas en un test de ADN no se modifican. Son marcas para toda la vida. Así, el resultado de un examen genético puede causar un gran impacto en nuestra vida, afectando relaciones familiares y decisiones sobre reproducción. Antes de divulgar un diagnóstico o anunciar una condición genética, por lo tanto, es fundamental discutir las implicaciones de ese saber, el porqué de querer saber el resultado, qué se hará con las informaciones obtenidas.

Para eso es necesario considerar, en primer lugar, cuáles de nuestras características dependen de nuestros genes y cuáles del ambiente. Para algunas, los genes son determinantes, o sea, no sufren influencia del ambiente (la definición del grupo sanguíneo, por ejemplo). Para otras, el ambiente es determinante (la alfabetización, por ejemplo). Pero para la mayoría de las características hay una interacción entre los genes y el ambiente, activando o silenciando genes. Entender el papel de cada uno es crucial para interpretar un test genético, manipular el ambiente (por ejemplo a través de la dieta en personas con tendencia a diabetes) y, en el futuro, los genes, para alcanzar las metas deseadas.

Como dice el biólogo estadounidense Edward O. Wilson, “padre” del término “biodiversidad”, la biología no es una ciencia lineal, sino tridimensional.¹ Y en tres dimensiones también debe hacerse la lectura del código de la vida, el ADN. De acuerdo con el científico, “la primera dimensión es el estudio de cada especie en todos los niveles de organización biológica: de la célula a los organismos, de las poblaciones al ecosistema. La segunda dimensión es la diversidad de todas las especies de la biosfera. Y la tercera dimensión es la historia de cada especie, comprendiendo tanto su evolución genética como los cambios ambientales que orquestaron la evolución”.

Gran parte del futuro de la biología depende de una propuesta interdisciplinaria que nos permita viajar por esas tres dimensiones. El punto de partida no es simple, ni aun cuando se examina una célula. Diferente de una “bolsa de moléculas”, una célula es un sistema biológico en funcionamiento, tiene componentes básicos como ADN, ARN y proteínas y las interacciones entre esos componentes y de los mismos con el ambiente. La propiedad emergente de ese sistema biológico definida a seguir es la vida.

Esa consciencia de un todo mayor que la suma de las partes marca la biología del siglo XXI. Al contrario de las teorías reduccionistas del pasado, hoy emerge una biología de sistemas, cuyo objetivo es explicar cómo surgen los comportamientos complejos a partir de colecciones de componentes más simples. Tal conocimiento posibilita, a su vez, la biología sintética, cuya meta es recrear un sistema químico no natural con propiedades de sistemas vivos, incluyendo la herencia genética y la evolución.

Todos los sistemas biológicos son complejos, son como laberintos vivos, pirámides llenas de corredores, salones y secretos para descifrar. Los sistemas no son lineales y, cuando sus componentes individuales interactúan, crean propiedades y funciones denominadas emergentes. Esas propiedades solo pueden manifestarse si se observa el organismo como un todo, caso contrario sería como perderse en el laberinto tridimensional, sin percibir la pirámide.

Aún las formas más simples de vida tienen propiedades emergentes imprevisibles, presentando enigmas para la ingeniería tradicional. La comprensión del comportamiento de los sistemas biológicos, en sus varios niveles de organización, depende del estudio de las complejas interacciones dinámicas entre sus componentes. Eso pide modelos matemáticos detallados de la estructura bioquímica y biofísica de los sistemas, para experimentar simulaciones que quizá lleguen a las previsiones anheladas.

En 2001, se publicó el primer bosquejo del genoma humano. En 2003, dos años antes de lo previsto, Francis Collins y Craig Venter anunciaron el fin de la secuenciación del genoma humano, aunque aún haya nuevos genes siendo descubiertos.

En 2001, se publicó el primer bosquejo del genoma humano. En 2003, dos años antes de lo previsto, Francis Collins y Craig Venter anunciaron el fin de la secuenciación del genoma humano, aunque aún haya nuevos genes siendo descubiertos. Pero, entender cómo funcionan los genes, cómo interactúan entre sí y con el ambiente, es una investigación que llevará más de cien años.

La definición de los genes que entran en funcionamiento o son silenciados, por ejemplo, depende de varios factores denominados epigenéticos que aún son objeto de muchos estudios. Ellos pueden variar de acuerdo con el tipo de célula o con la edad. Genes que se expresan en la vida embrionaria o en fases de crecimiento, por ejemplo, pueden estar silenciados en la fase adulta. La misma mutación genética puede determinar una enfermedad genética en un individuo, y en otro las condiciones para activar ese gen quizá nunca ocurran. Entender lo que protege a algunas personas de los efectos dañosos de una mutación es de gran interés porque podrá dar origen a nuevos tratamientos.

¹ Edward O. Wilson, “Systematics and the Future of Biology”, Proc Natl Acad Sci, vol. 102, sup. 1, 2005, p. 6520-6521. (Este trabajo es el resultado del Coloquio Arthur M. Sackler de la *National Academy of Sciences*, “Systematics and the Origin of Species: On Ernst Mayr’s 100th Anniversary”, ocurrido el 16-18 diciembre de 2004, en “Arnold and Mabel Beckman Center of the National Academies of Science and Engineering” en Irvine, CA.).

Personas con la misma mutación responsable de una enfermedad genética pueden presentar cuadros clínicos totalmente diferentes y, en otra escala de tiempo, en la espiral de la evolución, ancestrales comunes dieron origen a especies muy diversas. La fuente primaria que origina la diversidad es la mutación, o sea, la alteración de la secuencia del ADN, que puede ser producida por eventos que ocurren durante la duplicación del ADN o causada por agentes mutágenos, como la radioactividad, los rayos ultravioleta (UV), drogas cancerígenas.

Sobre las nuevas secuencias, generadas por mutación, actúa la selección natural: la diversidad de las formas de vida en la Tierra se originó a partir de mutaciones seleccionadas por la mayor capacidad reproductiva en el tiempo. Del ADN de la célula original surgió la infinidad de formas de vida con las cuales compartimos la Tierra, por medio de los mecanismos de mutación y recombinación.

La dimensión temporal la historia evolutiva nos muestra como todos los seres vivos son, en mayor o menor grado, emparentados entre sí. Algunos porcentajes de semejanza entre las secuencias del genoma humano y de otras especies son impresionantes: tenemos 95% en común con los chimpancés, 89% con ratones; 45% con las moscas de las frutas y hasta 9% con *Escherichia coli*, la bacteria de nuestros intestinos.² Esa semejanza indica un origen común de todos los seres vivos y posibilita el análisis de las divergencias de una especie para otra.

² Obtuvimos los porcentajes presentados en este texto en la exposición científica *Genomic Revolution*, concebida por el Museo de Historia Natural de Nueva York y adaptada para su exhibición en Brasil en el Instituto Sangari (Revolución genómica). Pero, la mayor parte de las veces los porcentajes obtenidos no pueden ser comparados directamente. Eso porque las comparaciones de los genomas de diferentes organismos (genómica comparada) se realizan en diferentes niveles, dependiendo, en general, del tiempo en que los dos organismos comparados divergieron de su ancestral común. Las comparaciones no son, por lo tanto, equivalentes. Muchas veces se hacen inferencias sobre los resultados brutos de una secuencia para las comparaciones más equivalentes. Sin embargo, para fines de información del gran público, los detalles de cómo se hacen las comparaciones suelen ser dejados de lado. Una explicación detallada de los tipos de comparaciones realizadas puede obtenerse en Ross C. Hardison, "Comparative Genomics", *Plos Biology*, vol. 1, n° 2, 2003, p. 156. Para las fuentes de comparación complementarias, cf. M.D. Adams, "The Genome Sequence of *Drosophila melanogaster*", *Science*, vol. 287, 2000, p. 2185; Frederick R. Blattner et al., "The Complete Genome Sequence of *Escherichia coli* K-12", *Science*, vol. 277, 1977, p. 1453; Eric S. Lander et al., "Initial Sequencing and Analysis of the Human Genome", *Nature*, v. 409, 2001, p. 860; Laurie J. Mullins, "Insights from the Rat Genome Sequence", *Genome Biology*, vol. 5, 2004, p. 221; Gerald M. Rubin et al., "Comparative Genomics of the Eukaryotes", *Science*, vol. 287, 2000, p. 2204; "The Chimpanzee Sequencing and Analysis Consortium: Initial Sequence of the Chimpanzee Genome and Comparison with the Human Genome", *Nature*, vol. 437, 2005, p. 69-87; Ajit Varki e Tasha K. Altheide, "Comparing the Human and Chimpanzee Genomes: Searching for Needles in a Haystack", *Genome Research*, vol. 5, 2005, p. 1746-1758; John Craig Venter et al., "The Sequence of the Human Genome", *Science*, vol. 291, 2001, p. 1304.

La secuenciación del genoma es una manera de "leer" el orden en que las bases ("letras") se disponen en la molécula. Conocida la secuencia de bases el mensaje contenido en la molécula se inicia un largo y complejo estudio para analizar y entender su significado. Los bioinformáticos utilizan computadoras y programas especiales para predecir la localización de los genes, o sea, los trechos de la secuencia correspondientes a la información para la síntesis de proteínas.

El paso siguiente es predecir la función de los genes, lo que se realiza comparando la nueva secuencia obtenida con los organismos-modelo ya estudiados. La comparación de genes de especies diferentes permite también inferir el parentesco entre esas especies, establecer las relaciones evolutivas entre ellas y determinar la importancia de los genes esenciales, conservados a través de la evolución. Tal comparación también puede hacerse entre individuos de la misma especie, pero con funciones diferentes, como insectos sociales organizados en castas, hormigas y abejas, por ejemplo.

Algunas especies llegan a constituir un superorganismo formado por organismos interdependientes, que se reúnen para cooperar en la resolución de problemas de supervivencia. La inteligencia individual de las hormigas guerreras es mínima pero, juntas forman uno de esos superorganismos. Con inteligencia colectiva, marchan por la selva, creando sus propias vías, matando y devorando todo lo que aparece en su camino. Al iniciarse la noche, las hormigas operarias se amontonan formando un escudo que protege a las larvas jóvenes y a la reina que permanecen en el centro. Al amanecer, la bola viva se deshace y el ciclo se inicia nuevamente. No hay un controlador central: la inteligencia colectiva crea patrones, usa informaciones y evoluciona. En ese caso, la secuencia de ADN de cada hormiga es la misma, pero los individuos de cada casta asumen características distintas, a partir de alteraciones epigenéticas, o sea, el ADN adquiere "marcas" y algunos genes pueden ser silenciados o activados.

Los seres humanos también conviven con una población gigantesca de microorganismos (bacterias, hongos y virus), la microbiota. Tenemos diez veces más microbios que células que ya nacen con nosotros y nos acompañan durante la vida y que también forman con nosotros un "superorganismo". El papel de la microbiota, que influencia mucho nuestra salud, ha sido objeto de innumerables estudios. Comprender las relaciones entre la información contenida en el ADN (genotipo) y el fenotipo (característica) es un objetivo central en genética. El mayor reto está en nuestra capacidad de manipular, interpretar y traducir, en modelos predictivos, la cantidad enorme de datos generados por las nuevas tecnologías de análisis molecular (next generation sequencing). Eso requiere el desarrollo de la bioinformática y la creación de gigantesco bancos de datos.

En un futuro próximo, la bioingeniería permitirá fabricar o “reparar” órganos en laboratorios. (...) Tendremos “talleres” para reparar órganos.

Con el desarrollo del conocimiento y de la capacidad de analizar, la ciencia puede ir mucho más allá del diagnóstico. La experiencia de clonación de la oveja Dolly en 1996, por investigadores escoceses, demostró por primera vez que una célula adulta de mamífero podría ser reprogramada, volver a la etapa embrionaria y dar origen a una copia un clon de aquel animal. La gran revolución posterior a Dolly abrió camino para las investigaciones con células-troncales (CT), el futuro de la medicina regenerativa.

Células troncales adultas, encontradas en el tejido adiposo, cordón umbilical, pulpa dental y en la médula ósea, entre otros, tienen potencial para formar gordura, cartílago y hueso. Cuando son inyectadas en modelos animales, se han mostrado clínicamente benéficas por su papel inmunomodulador, disminuyendo la inflamación, mejorando la circulación sanguínea y el ambiente de los tejidos del organismo receptor.

Más aún: células adultas maduras, retiradas de humanos u otros animales, pueden ser reprogramadas para transformarse en células troncales pluripotentes inducidas (iPS). Ellas tienen la capacidad de dar origen a todos los tipos de tejidos. Son muy semejantes a las células troncales embrionarias, pero no son iguales, porque guardan “memoria” de donde fueron retiradas.

En un futuro próximo, la bioingeniería permitirá fabricar o “reparar” órganos en laboratorios. Personas con problemas cardíacos, por ejemplo, podrán tener su corazón retirado, “recauchutado” con tejidos o válvulas regenerados a partir de células troncales y, después, recolocado. Tendremos “talleres” de reparo de órganos.

En la agricultura, el mejoramiento genético de las plantas cultivadas ya es una enorme contribución a la producción de alimentos y al refuerzo de la resistencia contra adversidades climáticas, salinidad, plagas o enfermedades. La genética ahora trabaja para acelerar esos procesos, mediante marcadores moleculares, transgénicos, clonación y también genomas sintéticos.

Al manipular los genomas en ese nivel, los bioingenieros trabajan con decenas de millares de genes que componen el ADN de cada ser. En nuestro organismo, cerca de 20 mil genes permiten fabricar todas las proteínas. Sin embargo, juntos, ellos ocupan apenas 2% de la molécula de ADN humano. El resto, hasta muy recientemente, era tratado como “ADN basura”: secuencias genéticas “inútiles”, cuya función era desconocida.

Pero, al contrario, no son basura. El consorcio internacional Encode (Enciclopedia de Elementos de ADN) publicó más de treinta artículos demostrando la existencia de millones de “interruptores” en esos 98% del genoma humano. Ellos no codifican proteínas, pero sirven para encender y apagar los genes conforme el tipo de célula y la fase del desarrollo de los órganos y tejidos en que se encuentran. Componen un megapanel de control, dictando cuándo, dónde y en qué cantidades los genes deben fabricar las proteínas. Sin esos elementos reguladores de la actividad genética, nuestros 20 mil genes serían apenas fragmentos inertes.

Como vemos, el conocimiento puede dar saltos y presentarnos claves inesperadas para descifrar los secretos de las funciones biológicas. Con ese hecho deberíamos sentirnos más humildes: aunque sepamos mucho sobre el código de la vida, eso solo nos da una pálida idea de las infinitas posibilidades para hacer frente a los laberintos del ADN. ●

HUMANIDAD Y BIODIVERSIDAD: EL RIESGO DE EXTINCIÓN ESPECIES EN EL ECOSISTEMA TERRESTRE

040 ...

MARIA ALICE DOS SANTOS ALVES

MARIA ALICE DOS SANTOS ALVES es profesora asociada del Departamento de Ecología de la “Universidade do Estado de Rio de Janeiro” (Uerj), investigadora de “CNPq”, científica de “Nosso Estado da Faperj” y pro-científica de la Uerj. Se graduó en ciencias biológicas en la Universidad de Brasilia (UnB), obtuvo la maestría en ecología en la “Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)”, el doctorado en ecología en la “University of Stirling” (U.K.) y el posdoctorado en Duke University (EE.UU.). Integró la dirección de la Sociedad Brasileña de Ornitología, fue miembro del Comité de Asesoramiento de CNPq (ecología-limnología) y del “Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica” en el estado de Río de Janeiro.

Nuestro planeta Tierra, único en este inmenso Universo en el cual sabemos que existe vida, contiene una enorme multiplicidad de seres vivos, que llamamos de biodiversidad, o diversidad biológica. Para tener una idea de esta riqueza, basta pensar en las estimativas que muestran cerca de 10 millones de especies viviendo actualmente en la Tierra, excluyendo microbios y subestimando especies de pequeño tamaño, así como las que viven en locales de difícil acceso para los humanos, como los océanos. El total de especies identificadas y con nombres científicos gira en torno de 1,5 millones, siendo que algunas estimativas recientes indican 1,75 millones (incluyendo cerca de 100 mil vertebrados terrestres, plantas con flores e invertebrados con alas o conchas). De ese total, las aves y los mamíferos son relativamente los más conocidos, totalizando cerca de 10 mil y 4,3 mil especies, respectivamente, y nuevas especies continúan siendo descubiertas. En relación a las especies marinas, apenas 250 a 300 mil fueron descritas y aún faltan muchas por descubrir.¹

Ya en relación a nosotros, los seres humanos, aunque hayamos aparecido recientemente en la escala del tiempo evolutivo en este planeta, hemos ocupado prácticamente todos los ambientes terrestres. El proceso de cambios económicos y sociales de la Revolución Industrial (en los siglos XVIII y XIX), que tuvo como consecuencia el aumento de la productividad de alimentos y de la expectativa de vida, también desencadenó un elevado crecimiento de la población. En las últimas décadas, esa mayor presencia de los humanos en la Tierra provocó una intensificación de la acción humana sobre la naturaleza, incidiendo en una acelerada remoción y degradación ambiental, que se traducen en fuertes presiones para la pérdida de la biodiversidad.

Si consideramos los últimos quinientos años, 844 especies fueron consideradas extintas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (International Union for Conservation of Nature IUCN). De ese total, aunque durante las últimas dos décadas las extinciones también fueron frecuentes en el continente, la mayoría de las extinciones registradas ocurrió en islas oceánicas.²

Para constatar una extinción local, no precisamos ir muy lejos. Un ejemplo en el estado de Río de Janeiro es *Mimus gilvus*, conocido por su canto, muy apreciado por los humanos. Durante la colonización de Brasil, esa ave era encontrada a lo largo de toda la costa del estado, pero actualmente hay poblaciones establecidas en apenas cuatro áreas de restinga de la región, donde la especie está amenazada debido a la pérdida de su hábitat (restinga) y por la captura ilegal.³

Científicos consideran que la actual tasa de extinción de las especies es, en media, entre cien y mil veces mayor que en los niveles prehumanos, y está en vías de ser, en media, 10 mil veces más elevada.⁴ Esos valores, considerados muy altos, indican que la situación en los últimos años es de extinción rápida, con tendencia a la aceleración. Delante de esta realidad, se puede decir que la extinción de especies, aunque sea un evento que ocurra naturalmente y que es irreversible, se ha dado en una escala sin precedentes por presión humana.

La actual tasa de extinción de especies es, en media, entre cien y mil veces mayor que en los niveles prehumanos, y está en vías de ser, en media, 10 mil veces más elevada. Esos valores, considerados muy altos, indican que la situación en los últimos años es de extinción rápida, con tendencia a la aceleración.

¹ Para las estimativas mencionadas, ver Stuart Leonard Pimm et al., "What is Biodiversity?", in Eric Chivian y Aaron Bernstein (orgs.), *Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity*, Oxford: Oxford University Press, 2008, p. 3-27. ² Idem. ³ Mariana S. Zanon et. al., "Missing for the Last Twenty Years: The Case of the Southernmost Populations of the Tropical Mockingbird *Mimus gilvus* (Passeriformes: Mimidae)", in *Zoología*, vol. 32, 2015, p. 1-8. ⁴ Stuart Leonard Pimm et al., op. cit.

Además de los ya frecuentes tsunamis, tornados y huracanes, hemos sido testigos, de cada vez más, cambios climáticos resultantes de esas alteraciones ambientales propiciadas por los seres humanos, que causan desastres como crecidas y secas extremas. Además de la pérdida del hábitat (con su consecuente fragmentación) y de los cambios climáticos que amenazan varias especies (particularmente las endémicas),⁵ existe otro factor agravante, la gran amenaza hoy en día: las especies exóticas e invasoras. Ellas pueden tener un impacto muy negativo para la sobrevivencia de varias especies, particularmente las nativas y con hábitat restringido.

Como se sabe, un ecosistema es críticamente dependiente de la biodiversidad, o sea, de las especies y poblaciones que lo constituyen, y su buen funcionamiento es vital para mantener las especies en el planeta, porque determina que ellas puedan proveer bienes y servicios ambientales. Cuando una especie se extingue, es probable que suceda lo mismo con muchas otras, las cuales interactúan en los ecosistemas formando redes alimenticias, por ejemplo.

Para entender qué es un ecosistema, debemos tener en cuenta no solo el conjunto de seres vivos sino también las interacciones que establecen entre sí (como los efectos que las diversas poblaciones causan unas sobre las otras) y con el ambiente físico (como temperatura, precipitación o lluvia y viento). En otras palabras, los ecosistemas están formados por todas las partes del mundo físico y biológico en que interactúan.

Entre esas interacciones, las que se establecen entre organismos pueden ser consideradas positivas o negativas en el sentido de aumentar o disminuir los tamaños de las poblaciones, respectivamente. Por lo tanto, las interacciones entre especies (como competencia, acción depredadora, parasitismo, mutualismo y comensalismo) son múltiples y permiten que haya una red entre ellas. Son moldadas por la evolución y ocurren naturalmente en un ecosistema.

La mayor parte de las veces, las intervenciones positivas humanas procuran revertir o neutralizar intervenciones negativas realizadas directa o indirectamente por los propios seres humanos, como la destrucción y la degradación ambiental, que lleva especies a la amenaza de extinción y, por lo tanto, a la pérdida de la biodiversidad.

⁵ Especies endémicas son aquellas restringidas a determinado hábitat y, por lo tanto, más susceptibles de extinción.

También las intervenciones externas, como las que han realizado los seres humanos, pueden ser positivas o negativas. Sin embargo, la realidad es que la mayor parte de las veces las intervenciones humanas positivas procuran revertir o neutralizar intervenciones negativas realizadas directa o indirectamente por los propios seres humanos, como la destrucción y la degradación ambiental que amenazan de extinción a varias especies y, por lo tanto, causan pérdida de biodiversidad. Un ejemplo de intervención positiva con que se intenta revertir ese cuadro negativo es el manejo que permite incrementar el tamaño poblacional de alguna especie amenazada, o aún disminuir o controlar una especie exótica o invasora.

Si miramos hacia el futuro, situándonos delante del escenario actual de amenaza a la biodiversidad por la acción humana, podemos prever para los próximos 50 años cambios que pueden ser graduales o bruscos. Entre los cambios que pueden ocurrir gradualmente están las alteraciones de distribución de especies en función de cambios climáticos, como el aumento de la temperatura. Además, aún para especies con amplia distribución, puede haber pérdida de biodiversidad en los límites de sus distribuciones, mediante la extinción local (de parte de las poblaciones de una especie, con la consecuente pérdida de diversidad genética). Como la mayoría de los servicios ambientales o ecosistémicos (beneficios proporcionados por la naturaleza) depende de la biodiversidad, la pérdida de poblaciones locales puede causar una reducción de esos servicios, tales como la polinización y la dispersión de semillas realizadas por diferentes grupos animales, como aves y mamíferos.

En relación a los cambios bruscos, en las próximas cinco décadas podremos perder gran parte de las especies amenazadas y con distribución muy restricta. Eso puede ocurrir principalmente por la pérdida del hábitat, pero también debido a la introducción de especies exóticas e invasoras (cuyos efectos pueden ser devastadores) y a los cambios climáticos (aumento de temperatura y consecuente aumento del nivel de los océanos).

Aunque previsiones de extinción de especies sean de difícil realización debido a las innumerables variables involucradas, investigadores han mostrado que cambios climáticos globales resultarán en la extinción de un número considerable de especies en las próximas décadas. Para diversos grupos de plantas y animales investigados, existen estimativas de que 15% a 37% de esas especies se extingan como resultado de los efectos directos o indirectos (alteración del hábitat) del escenario de calentamiento previsto para 2050.⁶ Algunas especies de flora y fauna, particularmente endémicas y restrictas a pequeñas porciones de ambientes costaneros, por ejemplo, pueden ser susceptibles de extinción en este período.

Una de las cuestiones surgidas delante de este escenario es saber hasta cuándo nuestra especie vivirá de forma sostenible en este planeta si continuamos alterando la naturaleza como lo hacemos actualmente. Para revertir ese cuadro serían necesarias acciones como actividades de sensibilización de la sociedad sobre esas amenazas, programas gubernamentales para monitorizar las especies particularmente las amenazadas o endémicas y también actividades de manejo de especies exóticas e invasoras.

A la pregunta “¿cómo será el mañana?” podemos responder que será consecuencia de lo que hagamos hoy. Si reducimos las presiones negativas actuales, podremos evitar los escenarios más pesimistas de las previsiones científicas. Actitudes como pensar, planear y actuar localmente pueden resultar en acciones globales. Concienciar al ser humano para que se sienta como uno más entre los demás seres vivos es vital para que podamos preservar el patrimonio más precioso que tenemos en el planeta, que es la biodiversidad de la cual formamos parte. ●

⁶ Chris D. Thomas et al., “Extinction Risk from Climate Change”, *Nature*, vol. 427, 2004, p. 145-148.

LA BAHÍA DE GUANABARA, UNA MIRADA SOBRE LA HISTORIA

044 ...

ELIANE CANEDO DE F. PINHEIRO

Testigo vivo de nuestra historia, la bahía de Guanabara guarda registros que se remontan a millares de años. El descubrimiento de yacimientos arqueológicos en las proximidades de sus márgenes indica que esas aguas pueden haber sido utilizadas por el hombre prehistórico llamados hombres de los conchales (sambaquis).¹ En esos locales se identificaron fósiles de pequeños mamíferos marsupiales, moluscos terrestres, aves y reptiles, además de herramientas de piedra lascada y cerámicas, que nos cuentan un poco de esa historia.

ELIANE CANEDO DE F. PINHEIRO es investigadora, graduada en arquitectura y urbanismo en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la "Universidade Federal de Rio de Janeiro" (UFRJ) y posgraduada en planeamiento urbano y regional en "Institute for Housing Studies", Rotterdam, Holanda, y en el "Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional" de la UFRJ. Autora de diversos libros sobre la ciudad de Río de Janeiro, trabajó en programas municipales de reurbanización de favelas, fue analista ambiental en la "Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente", coordinadora del Programa de Descontaminación de la Bahía de Guanabara y subsecretaria de estado de Medio Ambiente de Río de Janeiro.

Otros estudios realizados por geógrafos y geólogos concluyeron que, hace millares de años, el nivel del mar estaba cerca de 130 metros por debajo del actual.² En esa época, por lo tanto, en una gran parte de la plataforma continental hoy sumergida, había restingas, acantilados y dunas donde habitaba una exuberante mega fauna, compuesta por animales como mastodontes, tigres dientes de sable, armadillos gigantes, megaterios y perezosos que llegaban a medir más de seis metros.³ La causa del desaparacimiento de esos animales aún es incierta: puede haber sido por la falta de alimento debida a la era glacial o por no haber conseguido sobrevivir cuando las aguas del océano Atlántico inundaron toda la zona costanera de la plataforma continental, ahogándose. De cualquier forma, se sabe que fue debido a esa inundación, ocurrida hace cerca de 12 mil años, que nació la bahía de Guanabara.⁴

¹ Alberto Ribeiro Lamego Filho, "O homem e a Guanabara", Rio de Janeiro: "Biblioteca Geográfica Brasileira", IBGE, 1964. ² Francis Ruellan, "A evolução geomorfológica da baía de Guanabara, Revista Brasileira de Geografia", ano IV, nº 4, out-dez 1944, apud Alberto Ribeiro Lamego Filho, op. cit. ³ Elmo Amador, "Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: Homem e natureza", Edição do Autor, 1997. ⁴ Colomb e Houlbert, "La geologie apud" Alberto Ribeiro Lamego Filho, op. cit.

Posteriormente, innumerables modificaciones en el trazado inicial de la orla de la bahía fueron provocadas por eventos climáticos y ambientales acompañados por sucesivas alteraciones en el nivel del mar, hasta que finalmente la bahía tomó la forma encontrada por los primeros portugueses que aquí llegaron en 1502.⁵ Ya estábamos en la Edad Moderna y los europeos solían registrar sus descubrimientos. Desde entonces la historia de la bahía puede ser reconstituida con mayor facilidad. Dibujos, mapas, textos y pinturas producidos por los colonizadores facilitaron el trabajo de los historiadores que reconstituyeron su trayectoria a lo largo de los últimos cinco siglos, registrando las transformaciones por las cuales ella continuó pasando.

La bahía actual no se compara con aquella de aguas límpidas, contornada y adornada por pequeñas ensenadas, playas y manglares, teniendo como fondo la densa selva tropical: una visión de un paraíso fascinante para los navegantes portugueses cuando la contemplaron por primera vez. Eran viajeros que, cumpliendo órdenes del rey D. Manuel, El Afortunado (O Venturoso), emprendían una misión de reconocimiento del litoral brasileño casi dos años después del descubrimiento. Al cruzar la barra, con los espléndidos macizos de granito, pensaron que estaban en la desembocadura de un gran río. Como era el día 1º de enero, la bautizaron como Río de Janeiro (enero, en español).

Pasada la decepción de no ser aquel el brazo de mar al que tanto anhelaban para llegar al océano Pacífico y desde allí al Oriente, rápidamente percibieron que estaban en un lugar lujurioso, diferente de todo lo que conocían. A partir de entonces, viajeros de todo el mundo no se cansaron de celebrar las bellezas de aquel paraíso virgen, de aguas límpidas y llenas de peces. El mar abierto y la bahía con sus islas e islotes, las bellas playas y la exuberante flora y fauna tropical ayudaban a componer el escenario de un paisaje con el cual, en aquella época, los europeos solían soñar como siendo los jardines de Edén.

Un imponente macizo montañoso cubierto por una densa selva tropical dominaba el paisaje, tocando, en su base, al océano Atlántico. Entre el mar y el macizo afloraban, aquí y allí, pequeñas colinas rodeadas de pantanos, lagunas y manglares. Árboles gigantescos, orquídeas, mariposas inmensas y mucha agua: en el mar, en la bahía, en las lagunas, en los ríos y en las cascadas. El denso manto verde de la floresta parecía, a veces, querer alcanzar el cielo con las copas de las palmeras que emergían del océano de hojas.

Los tonos fuertes y el perfume embriagador de las flores y de las frutas daban más vivacidad a la misteriosa naturaleza. La diversidad de la vegetación típica de las regiones de clima caluroso y húmedo encantó a los viajeros, acostumbrados a las dificultades del invierno y del frío europeo. La atención se dispersaba ante la visión caleidoscópica de colores y formas: nenúfares que flotaban plácidamente en las lagunas; ananás, pitangueros y acajús que milagrosamente botaban en las restingas; frondosos guarapurús repletos de una especie de cereza negra y muy dulce; y hasta bromelias que insistían en brotar en itaporapuãs, nombre dado por los indígenas a las grandes piedras redondas que afloraban, de forma inesperada, en las matas, en las aguas y en los arenales.

Papagayos, tucanes, garzas, guacamayos e ibis colorados volaban en grandes bandadas, pintando el cielo de innumerables colores. Felinos y otros mamíferos de pequeño porte guepardos, pecarís, carpinchos, pacas, tapires, ciervos, monos y titís se aproximaban calmamente y sin miedo, a beber en las aguas límpidas que descendían de las montañas, entre el bosque virgen, de donde sobresalían, por su colorido, las acacias, los jequitibás, hormiguillas (cecropias), los lapachos y las flores de cuaresma (quaresmeiras).

⁵ Elmo Amador, op. cit.

Durante los meses de invierno podían verse grupos de decenas de ballenas deslizando mansamente en las aguas de la bahía, después de pasar la barra buscando las aguas más tibias de la costa para tener sus crías.

Grandes cardúmenes de sardinas, corvinas, róbalos, lisas, cojinúas, (y otros peces que vivían en la bahía atraían hacia su interior, hasta las proximidades de la isla de Paquetá, grupos de delfines en busca de alimento. Durante los meses de invierno se veían grupos de decenas de ballenas deslizando mansamente en las aguas, después de pasar la barra buscando las aguas más tibias de la costa para tener sus crías. En las playas y en los manglares abundaban camarones, cangrejos, mejillones, ostras, mariscos, almejas y berberechos.⁶

Los primeros relatos escritos por los viajeros que aquí llegaron en el siglo XVI describieron en un lenguaje generalmente superlativo, el ambiente paradisíaco de la naturaleza que se extendía a lo largo de toda la costa brasileña, donde vivía, en las más perfecta sintonía con el medio ambiente, una población indígena bastante homogénea en términos lingüísticos y culturales: era la gran nación tupí-guaraní.

Este, quizá fuese aún el escenario de hoy si los europeos no hubiesen llegado a Brasil y los Tupinambás continuasen habitando las islas y la costa de la bahía, manteniéndola preservada y garantizando que su belleza salvaje permaneciese casi intacta. El proceso histórico fue, sin embargo, inexorable. La ocupación del territorio recién descubierto se realizó de acuerdo con los patrones de la época. Era incumbencia del colonizador, como en cualquier otra parte del mundo, explotar las riquezas de las tierras descubiertas.

En Brasil, como en innumerables otras colonias, el extractivismo fue la forma económica practicada durante los primeros siglos del dominio portugués. La extracción de pau-brasil, para fabricar tinturas, y la caza de las ballenas, cuyo organismo podía ser totalmente aprovechado, desde la alimentación hasta la construcción civil, eran actividades habituales. Además, los europeos pensaban que era necesario subyugar la naturaleza local, que, aunque deslumbrante, era extremadamente amenazadora y presentaba inúmeros peligros e incomodidades: indios enemigos, animales feroces y venenosos, tempestades aterradoras, calor abrasador, insectos incómodos y transmisores de las desconocidas enfermedades tropicales.

Pasados poco más de cinco siglos, desaparecieron los cardúmenes de ballenas y toninas que allí deslizaban mansamente. De las tribus indígenas que vivían en sus márgenes, restaron los relatos, unos pocos conchales (sambaquis) y los nombres primitivos en la lengua tupí-guaraní que continúan identificando los accidentes geográficos y los lugares en sus márgenes, comenzando por su propio nombre, Guanabara, el seno del mar: como Niterói, Jurujuba, Icaraí, Itapuca, además de muchas decenas de islas, como Jurubaíba, Paquetá, Brocoió y otras.⁷

La expansión de las ciudades brasileñas siguió un patrón de urbanización semejante al de casi todos los países sometidos al régimen colonial. A no ser por el aumento de la población de los habitantes originales, los indígenas, durante mucho tiempo la colonia convivió con un crecimiento modesto y disperso de la población extranjera en las pequeñas villas del litoral y en los asentamientos de extracción de minerales del interior.

Aumentaba lentamente la población portuguesa en la región alrededor de la bahía pero crecía, cada vez más vertiginosamente, la población formada por negros esclavos traídos de África. Los números para Río de Janeiro muestran que, entre los siglos XVII y XIX, los residentes de origen africana superaron en mucho a aquellos de origen europea, pero la ciudad exhibía números aún modestos si los comparamos con los de la población media de los centros urbanos europeos. La situación se mantendría así hasta el último cuarto del siglo XIX, cuando diversas leyes que culminarían con la abolición de la esclavitud en 1888 e incentivarían la inmigración extranjera provocaron una verdadera explosión poblacional en las ciudades, principalmente en Río de Janeiro.⁸

Luego después de la abolición de la esclavitud, un enorme contingente humano fue considerado como dispensable y comenzó a migrar de las regiones rurales para los centros urbanos, buscando nuevas posibilidades de trabajo. Los principales centros, aunque ya dispusiesen de algunos servicios de infraestructura, no estaban completamente preparados para abrigar ese flujo continuo de población que, apenas para citar el caso de Río de Janeiro, había llegado al final del siglo XVIII con cerca de 50 mil habitantes y pasara para alrededor de 500 mil a mediados del siglo XIX y para casi 1 millón en los primeros años del siglo XX.

Ese proceso se intensificaría aún más a partir de la década de 1930, con el inicio de la industrialización, y se consolidó, entre 1950-60, cuando el país adoptó definitivamente el modelo industrial de crecimiento en detrimento del desarrollo agrícola. Se invertía la relación campo-ciudad con predominancia de la población urbana sobre la rural. Las ciudades, sobre todo las mayores, comenzaron a ser ocupadas por inmensos bolsones de pobreza. Los nuevos habitantes, por falta de alternativas, ocuparon las áreas consideradas de riesgo o insalubres, tales como laderas inestables, márgenes de ríos y zonas inundables.

De un modo o de otro, asistimos, durante quinientos años, a un lento pero continuo proceso de uso y ocupación del territorio, como si los recursos naturales fuesen infinitos y toda aquella abundancia, eterna. Bosques enteros fueron casi totalmente destruidos, como la Mata Atlántica; sistemas hídricos, alterados; desmontes de cerros, manglares y márgenes del mar, aterrados; ríos canalizados y deyecciones lanzadas en las aguas (como lagos, lagunas y playas). Todo eso tuvo una influencia predatoria sobre la naturaleza, menospreciando las características del local original y sin tener en cuenta la importancia de la preservación los recursos naturales.

⁷ Lysia M.C. Bernardes e Maria Therezinha de S. Soares, "Rio de Janeiro: cidade e região, Rio de Janeiro": Biblioteca Carioca, 1987. ⁸ Francisco S. Verissimo et al., "Vida urbana: a evolução do cotidiano da cidade brasileira" Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.

Pero, ¿la historia podría haber seguido otro rumbo? ¿El hombre, que durante todo ese tiempo se sentía el centro del mundo, embriagado por la capacidad de expansión de sus conquistas territoriales y por su capacidad de acumular riquezas, podría haber modificado la trayectoria o haber sido sustituido por otro ser, más preocupado con la armonía del Universo? ¿Aún no había percibido que la naturaleza sobre la cual avanzaba para ajustarla a su visión de mundo era, en realidad, un sistema complejo, frágil y diversificado cuyo equilibrio, al ser irremediamente quebrado, podría causar enormes perjuicios a los sistemas productivos y, principalmente, serias amenazas a su propia sobrevivencia?

El hombre dominador se imponía sobre la naturaleza, pero es importante recordar que, a pesar de circunscriptas a pequeños grupos de científicos y estudiosos, algunas cuestiones relacionadas al desequilibrio del medio ambiente ya eran estudiadas, hace siglos. Se considera que Teofrasto de Éfeso, muerto en 287 AEC (Antes de la Era Común), sucesor inmediato de Aristóteles, fue el primer ser humano que se preocupó con la ecología, aunque esa palabra solo sería utilizada 1600 años después. Fue él quien describió las relaciones de los organismos entre sí y de los mismos con el medio.

Muchos siglos después, nuevos registros fueron encontrados. En el período seiscentista, por ejemplo, se descubrió un importante estudio sobre cómo se da la sucesión de especies después de las quemadas. De tales estudios dispersos por el mundo fue surgiendo, poco a poco, la idea de que no existían comunidades separadas de plantas y animales, formando todas ellas, de forma integrada, un único y singular sistema vivo. De acuerdo con la Encyclopaedia Britannica, apenas en 1866 el vocablo ecología fue finalmente creado por el naturalista alemán Ernst H. Haeckel para designar la “ciencia de la convivencia” concepto que muchos años después fue ampliado para “ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con el medio ambiente” o “sociología de la naturaleza”.⁹

Los principales centros, aunque ya dispusiesen de algunos servicios de infraestructura, no estaban nada preparados para atender a ese flujo continuo de población que, apenas para citar el caso de Río de Janeiro, había llegado al final del siglo XVIII con cerca de 50 mil habitantes, aumentara para cerca de 500 mil a mediados del siglo XIX y para casi 1 millón en los primeros años del siglo XX.

⁹ Eliane Canedo de F. Pinheiro, “Baía de Guanabara: biografía de uma paisagem”, “Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio”, 2005.

Mucho más tarde, sin embargo, apenas en la segunda mitad del siglo XX, el tema ecología entró en el dominio público y pasó a integrar la pauta de preocupaciones de casi todos los países. Y eso solo ocurrió porque, asociados al tan soñado progreso civilizatorio proporcionado por los avances tecnológicos, al intenso proceso de industrialización y a las ventajas del mundo urbanizado, señales evidentes de desequilibrios ambientales comenzaron a ser percibidas, cuyos daños, superando límites político territoriales, abarcaban regiones enteras hasta asumir proporciones de carácter global.¹⁰

Fue a partir de ese contexto, en la época aún muy incipiente, que en 1972 se promovió la I Conferencia Internacional de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano, en Estocolmo, Suecia reuniendo representantes de todos los países. El encuentro consiguió llamar la atención sobre los riesgos a los cuales el planeta estaría sujeto si la cuestión ambiental no se transformase en una prioridad que debía ser asumida no apenas por los dirigentes políticos sino también, en conjunto, por toda la sociedad.

La iniciativa de las Naciones Unidas tuvo resultados casi inmediatos. Varios temas, como contaminación atmosférica, lluvias ácidas, cambios climáticos, proceso de desertificación, contaminación de ríos y océanos y la amenaza nuclear, antes debatidos apenas por una minoría, aparecerían con insistencia en los medios de comunicación, en las universidades y en las manifestaciones de grupos ambientalistas. A partir de ese momento las cuestiones vinculadas con el medio ambiente se ampliaron y llegaron a las discusiones más cotidianas, siendo constantes en la vida moderna, incorporadas a los medios políticos y a los temas de los órganos ejecutivos, como plataformas electorales y políticas públicas.

Recordando ese dilatado pasado histórico debemos dirigir nuestras miradas hacia la bahía de Guanabara, observándola con atención para percibir desde el movimiento de sus aguas hasta sus matices de color. Si lo hacemos calmamente, podremos percibir un discreto ondular en la superficie de sus aguas, que indica la proximidad de un cardumen. Si tenemos suerte, quizá veamos bandadas de aves sobrevolando la región, buscando peces para alimentarse. Deslicemos la mirada a lo largo de las márgenes e imaginemos cómo serían en el pasado, sucesivamente ocupadas por chozas de indios, por fortalezas, por aldeas coloniales y así por delante, hasta llegar a la megalópolis en la cual vivimos. **Sí, vale** la pena dedicar atención a la bahía de Guanabara. Aunque haya sufrido innumerables agresiones debidas al proceso de colonización y de urbanización iniciado en el siglo XVI, resiste bravamente. Aún mantiene su majestad, consigue ser suficientemente generosa para cumplir su papel de abrigar el segundo más importante puerto del país, base de actividades económicas que generan trabajo y renta para la población fluminense. Manteniéndose viva, ejerce la función de criadero de fauna y flora marinas, responsable de proveer a muchas familias de pescadores que viven en sus márgenes. Y aún, democráticamente, ofrece algunos paisajes a todos aquellos que quieran descansar a la sombra de un árbol o tomar sol en sus playas.

Son muchas las razones para que la bahía de Guanabara sea mucho más que un mero accidente geográfico con el cual convivimos indiferentes, sin percibir que ella, como un cuerpo vivo y palpitante, está enfermándose, poco a poco pierde su encanto y puede morir.

Es importante conocer mejor ese lugar, revivir su historia, entender cómo son complejos y fascinantes los mecanismos de funcionamiento de la naturaleza, porque ese lugar, esa historia y ese ambiente determinan la vida y el futuro de las personas que allí viven y trabajan. La bahía refleja las condiciones de vida de la sociedad instalada a su alrededor. Luchar para que ella vuelva a ser brillante, luminosa y plena de vida significa, por lo tanto, invertir en nuestro mañana. ●

¹⁰ "The Study on Recuperation of the Guanabara Bay System: Main Report". *Kokusai Kogyo Co, mar 1994.*

VIVIENDO CON MICRORGA- NISMOS

050 ...

HENRIQUE LINS DE BARROS

Somos más de 7 millardos de seres humanos viviendo en la superficie de la Tierra, nuestro único hábitat. A pesar de las diferencias de género, creencias, cultura y hábitos, somos todos iguales y, al mismo tiempo, cada uno de nosotros es único. Somos capaces de adaptarnos a los cambios, de sentir los estímulos del medio en que vivimos, y a pesar de decir que tenemos apenas cinco sentidos (visión, audición, olfato, tacto y gusto), en realidad tenemos muchos más. Puede ser que no los percibamos conscientemente, pero de alguna forma sentimos los matices. Decimos que nuestros ojos son sensibles a una gama de colores que va del rojo profundo al violeta, “los siete colores” del arcoíris, pero nuestro cuerpo siente radiaciones infrarrojas y ultravioletas. Nuestro sistema auditivo, así como el olfato, el tacto o el gusto, es extremadamente sensible y nos da informaciones sobre el ambiente a nuestro alrededor. Estamos en permanente interacción con el mundo, intercambiando materia, energía e información.

HENRIQUE LINS DE BARROS es físico, investigador titular del “Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas” (CBPF), profesor acreditado del “Instituto Carlos Chagas” y del “Centro de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia” (HCTE), ambos de la “Universidade Federal do Rio de Janeiro” (UFRJ). Graduado y posgraduado en física atómica en la “Pontificia Universidad Católica do Rio de Janeiro” (PUC-Rio) y doctor en la CBPF. Fue director del “Museu de Astronomia e Ciências Afins” (Mast) y publicó artículos en revistas y libros de circulación nacional e internacional en las áreas de biofísica e historia de la técnica. Recibió las condecoraciones de la Orden Nacional del Mérito Científico (2001) y de la Orden del Mérito Aeronáutico (2004), entre otros premios..

Cada ser vivo que habita la Tierra está conectado con el mundo que lo cerca. No existe vida sin relación con todo el resto. El cuerpo humano no está aislado del ambiente en que vive y necesita del mismo para mantener su individualidad. Como todos los seres, los humanos están alterando el mundo, y para continuar vivos, precisan adaptar su cuerpo y mantener su integridad en un medio en constante transformación. Así, el cuerpo humano también vive en permanente desequilibrio interno, o mejor, en un equilibrio dinámico.

Tenemos algunos billones de células desarrolladas a partir de una única célula inicial, fertilizada cuando un espermatozoide encontró el óvulo materno, transformándolo en cigoto. Todas las células de nuestro cuerpo, que se renuevan constantemente, provienen del cigoto, esa célula primordial.

Cada uno de nosotros es el hábitat de un gran número de organismos microscópicos (microorganismos o microbios), que habitan nuestro cuerpo y son vitales para nosotros. Sin ellos no viviríamos, porque regulan muchos de nuestros procesos fisiológicos. Cada uno de esos microorganismos mide cerca de un milésimo de milímetro de diámetro un volumen cerca de mil veces menor que el de una de nuestras células, pero la cantidad de ellos en un ser humano es tan grande que pesa alrededor de dos kilos.

Esos diminutos organismos producen proteínas indispensables para nuestra sobrevivencia, participando de la digestión de varias sustancias y favoreciendo nuestro sistema inmunológico. Son ellos que producen vitaminas del complejo B-12, fibras solubles; limpian nuestra piel, nuestros ojos, y están presentes en varios otros procesos vitales. Todos los días eliminamos millones de esos microorganismos y los sustituimos por otros, porque su tasa de crecimiento es espantosamente alta. Esa enorme población de bacterias, arqueas etc. constituye nuestro “microbioma”, nuestro ecosistema interno. Son millares de especies diferentes que conviven con nosotros distribuidas en diferentes partes de nuestro cuerpo, como la boca, la nariz, los oídos, la garganta.

**Diminutos organismos producen proteínas indispensables para nuestra sobrevivencia (...).
Diariamente eliminamos millones de esos microorganismos y los sustituimos por otros, porque su tasa de crecimiento es espantosamente alta. Esa enorme población de bacterias, arqueas etc. constituye nuestro “microbioma”, nuestro ecosistema interno.**

Esos microorganismos tuvieron un importante papel en la historia de la evolución. La vida en la Tierra surgió algunos millones de años después del enfriamiento del planeta, hace 3,4 millardos de años, a partir de la combinación de los elementos químicos existentes. No hay un elemento específico de la vida, pero hay una organización en un ambiente propicio de estructuras moleculares complejas. Los primeros organismos eran microscópicos, con una única célula: precursores de las bacterias, eran capaces de metabolizar elementos inorgánicos, transformándolos en moléculas complejas. Cerca de 1,5 millardo de años surgieron los primeros organismos multicelulares. Así, la evolución de la vida ocurrió a través de varios saltos de complejidad creciente.

Esa historia está marcada por diversos períodos de grandes extinciones que amenazaron la vida en nuestro planeta.¹ La más conocida, pero no la mayor, ocurrió cerca de 65 millones de años atrás, poniendo fin al reinado de los dinosaurios, posiblemente debido al impacto de un meteorito en la península de Yucatán, en México. Otras extinciones ocurrieron en diversas ocasiones, pero las causas no son totalmente conocidas. Se estima que los cambios en el ambiente se deban a actividades volcánicas, terremotos, aumento o reducción de la temperatura, reducción del oxígeno en los océanos, la deriva continental que alteró por completo la superficie planetaria y creó un nuevo medio, no adecuado para algunas especies, que no consiguieron adaptarse. Varias hipótesis han sido formuladas y una de ellas trata del cambio del campo magnético terrestre.

La Tierra posee un campo magnético que la protege de las partículas eléctricamente cargadas, provenientes del Sol, que inciden sobre el planeta: el viento solar. Ese campo sirve de blindaje y sin él la Tierra sufriría los efectos de esa radiación de forma intensa, y la vida en su superficie no sería posible.

El descubrimiento de bacterias que producen cristales magnéticos diminutos y se orientan en dirección al campo magnético terrestre es un ejemplo de interacción entre los seres vivos y las condiciones ambientales. Los trabajos en esa área mostraron que existen organismos multicelulares procariontes, o sea, bacterias multicelulares, lo que corrobora la idea de que la evolución se da en forma saltos en la dirección de un aumento de la complejidad de la organización biológica, esencial para el mantenimiento de las condiciones adaptativas.

Estamos inmersos en un mundo de variados estímulos, y nuestro bioma se adapta al medio para mantener nuestra salud. De esa forma, sentimos las variaciones de diferentes factores que interactúan con nosotros y el campo magnético de la Tierra puede estar dándonos informaciones importantes para nuestro equilibrio dinámico.

Estudios realizados con grandes telescopios, sondas espaciales y un instrumental sofisticado han mostrado la existencia de una centena de planetas que orbitan estrellas diferentes del Sol, muchos con características semejantes a las de la Tierra. Esas observaciones nos llevan a formular la hipótesis de que sea posible encontrar vida en otros mundos. Estructuras organizadas, capaces de duplicarse, de metabolizar, de mantener su forma, a pesar de las incertidumbres del medio, quizá tengan un aspecto muy diferente de las que conocemos, y puedan ser consideradas vivas: pero otro tipo de vida.

Siempre que profundizamos en una determinada área del conocimiento, se abre un nuevo campo de mayor complejidad, en una secuencia que parece no tener fin. El propio origen de la vida en la Tierra es una cuestión abierta. Para algunos investigadores, dadas las condiciones propicias la vida brota en poco tiempo. Para otros, la vida es muy compleja y no surge por acaso de una combinación y organización de los elementos disponibles y, en ese sentido, la vida no se produce fácilmente.²

Una de las cuestiones fundamentales es que no sabemos cómo caracterizar un organismo vivo. Él está inmerso en el entorno y lucha para mantener su individualidad.

¹ Henrique Lins de Barros, "Biodiversidade em questão, Rio de Janeiro: Claro Enigma/Fiocruz, 2011". ² Cf. Charbel Niño El-Hani e António Augusto Passos Videira (orgs.), "O que é vida?" Rio de Janeiro, Relume Dumará, 2000.

Después de una prolongada historia, muchas especies desaparecieron, dando lugar a otras, porque el ambiente ya no era adecuado para su existencia. Pero, la vida continúa. Es la gran diversidad de formas vivas que garantiza su continuidad.

No sabemos, por lo tanto, definir qué es vida. Para algunos estudiosos, sería un sistema capaz de renovarse, de regular la propia composición y conservar sus límites.³ O sea, el ser vivo sería un sistema que mantiene la individualidad durante su existencia, a pesar de los cambios en el ambiente. Así, después de una prolongada historia, muchas especies desaparecieron, dando lugar a otras, porque el ambiente ya no era adecuado a su existencia. Pero, la vida continúa. Es la gran diversidad de formas vivas que garantiza su continuidad.

Nosotros, que nos autodenominamos Homo Sapiens Sapiens, aparecimos en el escenario de la Tierra hace menos de 100 mil años, lo que es muy poco comparado con el tiempo de existencia de muchas otras especies animales que habitaron el planeta por algunas decenas de millones de años. En los últimos siglos, desde la segunda Revolución Industrial, los cambios en el medio ambiente causados por el uso indiscriminado de tecnologías han producido alteraciones en la composición del aire, de las aguas, en el régimen de temperatura, en la incidencia de la radiación solar que llega a la superficie del planeta, lo que puede dar lugar a un ambiente inadecuado para nosotros y poner en riesgo nuestra sobrevivencia. Quizá estemos condenados a ser una de las especies que tuvieron poco tiempo de existencia.

Si podemos afirmar que somos individuos, dotados de un cuerpo único, es preciso recordar que somos un compuesto de muchos organismos invisibles a nuestros ojos, los cuales nos sostienen. El microbioma que cada uno de nosotros es, también se adapta a las condiciones exteriores y está en permanente transformación, en un proceso dinámico, mudable y elástico, pero que tiene sus límites. Si el mundo que nos cerca sufre alteraciones mayores, podremos dejar de ser viables. Es así la vida en la Tierra: nos cuenta una historia, pero no sabemos cuál será su fin. ●

³ Cf. Lynn Margulis e Dorion Sagan, "O que é vida?", Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

TODO MAÑANA EMERGE EN LA CULTURA

054 ...

LUIZ FERNANDO DIAS DUARTE

LUIZ FERNANDO DIAS DUARTE es antropólogo y profesor de antropología en la “Universidade Federal do Rio de Janeiro” (UFRJ). Graduado en derecho en la “Universidade do Estado do Rio de Janeiro” (UERJ), posgraduado en antropología social y doctor en ciencias humanas en el “Museu Nacional/UFRJ”. Obtuvo el posdoctorado en “Groupe de Sociologie Politique et Morale, da École des Hautes Études” en “Sciences Sociales”, París. Entre otros cargos académicos, fue director del “Museu Nacional da UFRJ” de 1998 a 2001. Fue profesor visitante en las Universidades de Brasilia (UnB), París X Nanterre, Buenos Aires, Liège y “Federal do Rio Grande del Norte” (UFRN). Entre sus principales publicaciones se destacan “Da vida nervosa nas classes trabalhadoras urbanas” (Jorge Zahar, 1986), y “Três famílias: identidades e trajetórias transgeracionais nas classes populares”, en colaboración con Edlaine Gomes (FGV, 2008).

¿Qué significa ser humano en el siglo XXI? Para que la imaginación de nuestro futuro próximo no sea estrecha, es necesario que incorporemos una visión abierta, amplia y reflexiva dentro del contexto de la cultura occidental moderna esta, en la que vivimos.

Sus mejores características dependen de la racionalización del sentido de la experiencia humana, de la expectativa de que la reflexión sistemática, continuada, pública, sobre todo lo que nos afecta pueda llevar a la condición humana a horizontes más amplios que aquellos a los que todos estamos acostumbrados.

La ciencia ha sido el principal camino de esa reflexión sistemática desde el siglo XVII. Sus informaciones y propuestas buscan, desde entonces, apoyarse en la experiencia empírica basada en una racionalidad formal, universalista. Eso es relativamente fácil de realizar en lo que se refiere a la estructura del mundo físico y al funcionamiento del mundo orgánico como lo comprueba el vertiginoso desarrollo del sistema tecnocientífico, o sea, el desarrollo de las ciencias físicas y naturales dedicadas a la transformación de las posibilidades de conocimiento y del uso humano de los recursos del mundo.

No es tan fácil, sin embargo, en lo que se refiere a las condiciones específicas de la experiencia social de la vida humana, enredada en la complejidad de los pensamientos, de las emociones, de los valores, de la historia. Las ciencias humanas se desarrollaron tardíamente en relación a las ciencias hard por enfrentar retos muy peculiares: ellas deben comprender cómo se organizan y se procesan las condiciones simbólicas y pragmáticas de la vida en aquellas cosas que escapan a la determinación directa de los fundamentos físicos y orgánicos de los seres humanos. Las propias bases de esa autonomía relativa del pensamiento, del lenguaje, de la voluntad, de la acción, de los sentimientos es materia de debate, ya que para muchos científicos todo eso no podría ser otra cosa que una emanación directa, lineal, de las propiedades biológicas de los sujetos (como en otras épocas pensaban los mecanicistas sobre los fenómenos de la vida orgánica). Las ciencias humanas exploran y analizan cómo se manifiestan y funcionan esas propiedades “emergentes”, o sea aquellas que, aunque dependen de la existencia de la realidad material subyacente, presentan características específicas, funcionan con lógicas propias, conllevan la intervención de la cognición, de la imaginación y de la voluntad en el rumbo de la historia.¹

Al hacerlo, las ciencias humanas deben enfrentar otro enorme reto: su materia de análisis no se encuentra distanciada, en la lente de una lupa, de un telescopio o de un espectrómetro de masa; sino que, está enterañada en la vida inmediata de toda la humanidad (tanto de los legos como de los investigadores). Estudian fenómenos como la familia y el parentesco, la religiosidad y los rituales, el gusto artístico y la disposición científica, los modos de hacer política y los de practicar deportes, los cuidados con la salud y las actividades bélicas, las formas de la sexualidad y las de la violencia, la experiencia del tiempo y la organización del espacio. Sobre todo eso cada cultura, cada colectividad social, tiene sus propias concepciones, sus propios procedimientos frecuentemente muy distintos de los nuestros.² Interpretando y comparando esas formas de manifestación de los fenómenos exclusivos del ser humano se construyen los saberes sociológico, antropológico, histórico, psicológico.

Esos saberes no sirven, fácilmente, para una utilización tecnológica, como la construcción de palancas hacia el futuro. Su mayor fuerza y su utilidad residen en la crítica que presentan; al revelar cómo se articulan los proyectos humanos y cómo son llevados a cabo en contextos de jerarquía o de poder, de diálogo o de dominación, de armonía o de depredación, de acogida o de exclusión.

En el contexto de un compromiso con los proyectos del futuro, el papel de las ciencias humanas debe ser más propiciar una consciencia general de las condiciones que desencadenan tal o cual transformación en la vida humana que ofrecer soluciones técnicas o prácticas para esos retos. Los violentos cambios climáticos que ya apremian a las poblaciones de todas partes serán seguramente acelerados en nuestro mañana, ya que no se alteraron las condiciones de uso de los recursos energéticos ni se moderaron las condiciones del desarrollo y de la producción económica. Pero las condiciones tecnocientíficas para enfrentar ese reto ya existen y estarían disponibles, caso la consciencia política global y la disposición para una reestructuración económica radical pareciesen viables. Los factores cruciales para enfrentar esa crisis son, por lo tanto, típicamente humanos, más amplios de lo que la racionalidad formal podría esperar: narcisismos nacionales, ganancias de clase, competición por poder, consumismo y hedonismo.

¹ Marshall Sahlins, “Cultura e razão prática”, Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003. ² Roque Laraiá, “Cultura: um conceito antropológico”, Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.

Las profundas alteraciones en la biodiversidad que nos cerca evolucionan con el mismo ritmo que el proceso de modificaciones climáticas. El peso de la actividad humana en la evolución de la biosfera contemporánea dio origen, incluso, a la propuesta de definición de una nueva era geológica: el Antropoceno. Entre el extinto pájaro dodo y el hipercontagioso virus ébola se extiende la marca del desequilibrio provocado por la acción humana, exacerbada por la potencia tecnocientífica contemporánea. ¿Qué podría contraponerse a eso? Apenas un cambio de valores, una radical reestructuración de las formas de la reproducción social humana, podría permitir un mañana menos asolador.

Entre las características de las nuevas condiciones de reproducción de la humanidad están el aumento del crecimiento absoluto de la población y la obtención de tasas crecientes de longevidad. Es claro que ese fenómeno dependió hasta hoy del desarrollo tecnocientífico general y sobre todo del desarrollo de la biomedicina. Pero no habría alcanzado las proporciones actuales si no fuese perseguido y promovido, sistemáticamente, por las políticas nacionales desde el siglo XVIII, interesadas en la ampliación numérica y en la sanidad cualitativa de sus poblaciones condiciones esenciales para el prestigio de los Estados.³ Alcanzados los niveles actuales, retos inmensos se presentan más allá de las vanidades del poder político: capacidad de alimentación, de vivienda y de saneamiento; mantenimiento de sistemas de seguridad social viables a largo plazo; seguridad pública entre tantos otros retos que nos son muy próximos.

Entre el extinto pájaro dodo y el hipercontagioso virus ébola se extiende la marca del desequilibrio provocado por la acción humana, exacerbada por la potencia tecnocientífica contemporánea. Apenas un cambio de valores, una radical reestructuración de las formas de la reproducción social humana, podría permitir un mañana menos asolador.

Los avances tecnocientíficos propiciaron una aceleración notable en las condiciones de articulación entre las diferentes unidades organizacionales humanas permitiendo una intensidad en los intercambios sociales (económicos, de informaciones, culturales) absolutamente incomparable a los del pasado. No se le ocurre a nadie disminuir la importancia de la llegada de la comunicación digital y virtual, que catapultó las posibilidades de comunicación a niveles exponenciales. Pero también, a nadie se le ocurre minimizar la escalada en la producción de diferencias y enfrentamientos que han acompañado el trayecto de la modernización planetaria. Esa tensión entre aproximación y distanciamiento es muy conocida por los antropólogos, que la describieron como el principio de la organización social de las sociedades tribales africanas y melanesias aún en los años 1930.⁴ El reto es comprender cómo esa dinámica se procesa en el mundo contemporáneo, en el cual el predominio de los valores de igualdad, diálogo y tolerancia, que parecía haber sido tan ampliamente reconocido, es con frecuencia negado. La política, la religión, la raza, y hasta el arte y la cultura de masa, todo parece conspirar para producir el enfrentamiento y la beligerancia, allí donde las condiciones técnicas y racionales podrían llevarnos a esperar que prevaleciera la paz universal.

Es a ese cuadro de retos y dudas cruciales, que no pueden ser respondidos por la racionalidad científica convencional, que la experiencia de las ciencias humanas puede dar alguna contribución destacando las propiedades universales de la condición humana, describiendo sus formas de presentación culturalmente específicas y sugiriendo qué tipo de valores puede permitir el enriquecimiento de las condiciones de la convivencia humana en las próximas décadas. Ninguna solución mágica, ninguna bala de plata sirve para eso porque la experiencia humana no se altera ni rápida ni radicalmente. Todo en ella depende de la socialización original de cada generación, que a su vez depende de los intercambios entre las sucesivas generaciones en un trabajo que exige atención a cada momento, la formación de cada sujeto el mismo nieto e hijo de sus ancestrales; papá y abuelo de sus descendientes.

³ Michel Foucault, "A política da saúde no século XVIII", in *Microfísica do poder*, Rio de Janeiro: Graal, 1979. ⁴ Alfred Reginald Radcliffe-Brown, "Estrutura e função na sociedade primitiva, Petrópolis": Vozes, 1973.

En una cultura como la nuestra, comprometida con valores individualistas y utilitarios, es cada vez más imperativa la pregunta “estar juntos ¿cómo hacerlo?”, que induce a la reflexión sobre valores como libertad, igualdad, tolerancia y solidaridad también, contradictoriamente, contruidos en nuestra cultura.

En la reflexión sobre las condiciones culturales de la construcción del futuro, hay tres categorías clave, sin las cuales nada se puede comprender sobre la vida humana: su “variedad”, “complejidad” y “sistematismo”. La variedad o diversidad cultural por ejemplo de las formas de parentesco y de la familia, la complejidad de las tramas relacionales en las que los sujetos se instalan al nacer, el sistematismo de los patrones y procesos en que esos fenómenos (que nos parecen tan privados y singulares) ocurren son condiciones inseparables de la vida social presente o futura. Nunca será demasiado el énfasis dado a la reflexión sobre el valor de la “convivencia” humana (de las personas entre sí, y entre ellas y sus ambientes). En una cultura como la nuestra, comprometida con valores individualistas y utilitarios, es cada vez más imperativa la pregunta “estar juntos ¿cómo hacerlo?”, que induce a la reflexión sobre valores como libertad, igualdad, tolerancia y solidaridad también, contradictoriamente, contruidos en nuestra cultura.⁵ Seguramente no todas las culturas comulgan con nuestros valores, pero, si son bien aplicados, podrán propiciar la oportunidad de una convivencia pacífica, útil para todos, aunque las diferencias continúen proliferando.

Comprender cómo se hace el “estar juntos” es pensar en la variedad, la complejidad y el sistematismo de las formas de asociación humana (los principios del intercambio simbólico, económico y matrimonial, instaurador del estado de humanidad por ejemplo), de interacción (las lenguas naturales, las diferentes formas y estrategias de la comunicación) y de simbolización (la integración cultural, la comunión de valores, la invención técnico-mágica y la creación artística). Y eso sin olvidarnos de la construcción de las formas de “mal-estar juntos”, los intercambios negativos involucrados en el conflicto, en la violencia, en la dominación, en el sufrimiento psicosocial fenómenos tan variados, complejos y sistemáticos como los del bienestar (además de mucho más frecuentes).

En fin, apenas tratándose de todo eso y de muchas más cosas que nuestra razón concibe y pone en práctica gracias a la imaginación social el futuro que diseñaremos podrá ser realmente el que queremos, cuando sepamos un poco más cómo y por qué queremos lo que queremos. A partir de reflexiones sistemáticas sobre el surgimiento del mañana, las ciencias humanas podrían desempeñar un papel más significativo para realizar la voluntad humana en el mundo. Nuestro común mañana depende de los valores, de los sentimientos, de las disposiciones culturales que hacen que la humanidad, aquí y allí, herede, invente, desvirtúe, destruya o perfeccione tal o cual instrumento, recurso, arma, máquina, gadget, ídolo, juguete... ●

Antropoceno

COMPRENSIÓN

HOY

¿DÓNDE
ESTAMOS?

EXPANSIÓN
HUMANA

EXPANSIÓN DEMOGRÁFICA
Y LINGÜÍSTICA

EXPANSIÓN DEL CONSUMO

CRECIMIENTO DE LAS CIUDADES

CONOCIMIENTO

IMPACTO
GLOBAL

ALTERACIÓN DE
LA BIODIVERSIDAD

CAMBIOS
CLIMÁTICOS

SEDIMENTACIÓN
DE LOS RÍOS

ALTERACIÓN
DE LA ATMÓSFERA

Nunca tantos cambios sucedieron en tan poco tiempo: durante los últimos 250 años las transformaciones sufridas por el mundo fueron mayores que las registradas en 200 mil años desde el surgimiento del *Homo Sapiens*. Nuestra especie es el principal agente de ese movimiento sintetizado por la expresión “la gran aceleración”. Fueron pocas centenas de generaciones desde el dominio de la agricultura y el surgimiento de las ciudades, pero en ese corto plazo logramos convertirnos en un contingente de millardos de individuos, empleando recursos naturales en escala creciente y generando una inmensa cantidad de residuos. El impacto de nuestra presencia sucedió de un modo muy desigual: pocos consumiendo mucho, muchos consumiendo poco. La capacidad de nuestra especie de afectar el sistema Tierra en escala global caracteriza, de acuerdo con los científicos, una nueva era geológica del planeta: el Antropoceno. En esa etapa de la jornada, el visitante se ve delante de un monumento con seis menhires, en cuyas superficies se presenta un resumen de las características que definen ese nuevo período de la Historia, y en el interior de cuatro de ellos el visitante puede encontrar más información sobre sus causas y las evidencias que lo sustentan. No viviremos en el mismo planeta que nuestros ancestrales, sino en un mundo profundamente modificado por nuestra propia actividad.

VIVIENDO EN EL ANTROPOCENO: INCERTIDUMBRES, RIESGOS Y OPORTUNIDADES

JOSÉ AUGUSTO PÁDUA

060 ...

En una entrevista concedida en 2005, cuando tenía 96 años, el antropólogo Claude Lévi-Strauss, de la Academia Francesa, realizó una observación que permite captar de forma muy concreta la dramática singularidad del momento histórico que estamos viviendo. Indagado sobre el futuro de la humanidad, respondió:

Estamos en un mundo al cual ya no pertenezco. El que conocí, el que amé, tenía 2,5 millardos de habitantes. El mundo actual tiene 6 millardos de seres humanos. Y el de mañana, poblado por 9 millardos de hombres y mujeres aunque sea el pico de la población, como nos aseguran para consolarnos, me prohíbe hacer cualquier previsión.¹

JOSÉ AUGUSTO PÁDUA es profesor del Instituto de Historia de la “Universidade Federal de Rio de Janeiro” (UFRJ), donde es uno de los coordinadores del Laboratorio de Historia y Naturaleza. Se graduó en historia en la “Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)” Obtuvo su doctorado en ciencia política en el “Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (IUPERJ)”, y el posdoctorado en historia en la “University of Oxford (Inglaterra)”. Fue coordinador del área de florestas y biodiversidad de “Greenpeace” en América Latina (1990-1996) y presidente de la “Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade” (2010-2015). Como especialista en historia ambiental y política ambiental, dictó cursos, profirió conferencias y participó de trabajos de campo en más de cuarenta países. Participa del Comité Editorial de Periódicos Nacionales e Internacionales y ya publicó diversos artículos y libros, entre los cuales se encuentran “O que é ecologia, Um sopro de destruição: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista” (Zahar, 2002) y “Environmental History: As If Nature Existed” (Oxford University Press, 2010).

La perspicacia de Lévi-Strauss va más allá de la nostalgia que se podría esperar de un hombre de edad que se lamenta sobre el presente al confrontarlo con los buenos tiempos de su juventud. No se trata, tampoco, de un discurso nostálgico genérico, que sería adecuado en diferentes momentos de la historia. En su visión, el antropólogo señala una cuestión mucho más profunda: en el período de su vida, de la vida de un único individuo, el mundo cambió de forma radical y continuará cambiando durante las próximas décadas. La velocidad y la escala de las transformaciones son tan intensas que cualquier intento de previsión está marcado por la incertidumbre. De hecho, estamos viviendo una época radicalmente diferente de todo lo que el ser humano vivió hasta aquí.

¹ Claude Lévi-Strauss, “Longe do Brasil”, São Paulo: Unesp, 2011, p. 57.

El tamaño de la población es apenas una de las variables que deben considerarse en ese contexto, a pesar de ser muy significativa. La marca de 1 millardo de habitantes fue alcanzada globalmente alrededor de 1810, después de cerca de 200 mil años de historia de nuestra especie, con el surgimiento del llamado *Homo Sapiens*. Aumentó para 3 millardos en 1950. Ese fue el mundo en que Lévi-Strauss vivió y el cual amó plenamente. En 2005, momento de la entrevista, la población avanzaba celeremente de la marca de 6 para 7 millardos (entre 2000 y 2010), con previsiones de alcanzar 9 millardos en 2050 y después, posiblemente, se estabilice en ese nivel (siendo que algunos analistas explican la posibilidad de que existan 12 millardos de personas alrededor del año 2100).²

Pero es necesario, como fue dicho anteriormente, considerar otras variables. La población no existe en el vacío, sino en el contexto de espacios geográficos, sistemas económicos y tecnológicos, instituciones, culturas. El mundo que Lévi-Strauss amó, siempre tomando 1950 como marco, tenía cerca de 40 millones de vehículos motorizados, la población urbana era aproximadamente de 30% y el número de ciudades con más de 1 millón de habitantes era 76. Actualmente, la cantidad de vehículos aumentó para más de 1 millardo, el porcentaje de la población urbana está en 54% y 417 ciudades tienen más de 1 millón de habitantes.³

Es importante observar las consecuencias sistémicas de las nuevas escalas de la vida humana en el planeta. La producción y circulación de vehículos, por ejemplo, consume grandes cantidades de acero, zinc, plomo, goma, aluminio y petróleo. El metabolismo de las grandes ciudades que constantemente interactúan en términos materiales y de informaciones, con extensos espacios no urbanos de agricultura, exploración forestal, minería exige un consumo colosal de agua, hierro, madera y otros recursos renovables y no renovables. Los residuos producidos en las áreas urbanas, por otro lado, incluyendo enormes cantidades de plástico, papel, desechos orgánicos y sustancias químicas, retornan para los ecosistemas del planeta, cobrando su precio en términos de degradación ecológica. En general, el establecimiento de una civilización urbano-industrial en escala global requiere la renovación cotidiana de gigantescos flujos de materia y energía. Flujos que no pueden cesar, porque su interrupción, aunque fuera momentánea, generaría una sucesión de crisis de diferentes grados de complejidad.

A partir de la década de 1970, se comenzó a hablar con más intensidad de la multiplicación de “problemas ambientales” en diferentes regiones del planeta (contaminaciones, accidentes industriales, deforestaciones, erosión de paisajes).⁴ Hoy está claro que tales problemas no deben ser entendidos como disfunciones o accidentes aislados. Representan síntomas o señales de algo mucho más profundo: estamos viviendo una nueva fase de la historia, un cambio en el nivel de la presencia humana en la Tierra. El crecimiento explosivo de la población, que nos llevó al nivel de 7 millardos de personas, con proyección actual de 10 millardos a mediados del siglo XXI, es una realidad histórico-social que tiene poco más de doscientos años.

Estamos viviendo una nueva fase de la historia, un cambio en el nivel de presencia humana en la Tierra. El crecimiento explosivo de la población, que nos llevó al nivel de 7 millardos de personas, con proyección actual de 10 millardos a mediados del siglo XXI, es una realidad histórico-social de poco más de doscientos años.

² Dan Smith, “The State of the World Atlas”, Oxford: New Internationalist, 2013, p. 22-23. ³ Paul Crutzen et al., “The Anthropocene: Conceptual and Historical Perspectives”, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, n.º. 369, 2011, p. 844; “United Nations, World Urbanization Prospects the 2014 Revision: Highlights”, Nova York: United Nations, 2014, p. 13. ⁴ Un marco en la difusión de ese debate fue la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano, realizada en Estocolmo (Suecia) en 1972.

La idea de “Antropoceno” difundida desde el inicio del presente siglo por Paul Crutzen (Premio Nobel de Química, 1995) se está transformando en el principal instrumento conceptual para comprender ese cambio histórico. En un artículo publicado en 2000 en el boletín de la red científica denominada “International Geosphere-Biosphere Programme”, en colaboración con Eugene F. Stoermer, Crutzen afirmó que el Antropoceno es una “nueva época geológica” que enfatiza el históricamente reciente “papel central de la humanidad en la geología y en la ecología”.⁵ En otras palabras, el término puede ser entendido como la época en que la especie humana deja de ser un animal como otro cualquiera, que vive de la apropiación de una fracción relativamente pequeña de los flujos naturales de materia y energía existentes en el planeta, y pasa a ser un agente geológico global. A partir del cambio de nivel aludido, la presencia humana pasó a impactar el “Sistema Tierra” como un todo, sobre todo la atmósfera, la biosfera (el conjunto de los seres vivos), el ciclo de las aguas y algunos ciclos biogeoquímicos en escala planetaria (como los ciclos del nitrógeno, del fósforo y del azufre).

Es importante situar el surgimiento del Antropoceno en los cuadros de una visión global en gran escala de la historia humana. Una cronología que abarca esa visión ha sido propuesta por historiadores como John McNeill,⁶ para quien esa nueva época tiene tres etapas.

La primera va desde 1800 a 1945, con la formación de la era industrial. La base energética para esa gran transformación, que continúa siendo ampliamente dominante en el presente, fue la expansión maciza del uso de combustibles fósiles (especialmente carbón y petróleo). Por ese motivo algunos estudiosos denominan ese nuevo momento de la historia como “Era Fosilista”. La extracción de combustibles fósiles localizados en el interior de la Tierra permitió una enorme expansión de las fuerzas productivas, promoviendo un crecimiento simultáneo y de intensidad inédita de la población, de las estructuras urbano-industriales y del consumo de los recursos naturales. Desde el año 1800, cuando el sistema industrial comenzó a expandirse más allá de Inglaterra, hasta el año 2000, la producción económica global aumentó cincuenta veces y el consumo de energía, cuarenta veces.

Fue el uso de los combustibles fósiles, de hecho, que permitió romper las escalas que antes delimitaban el espacio de la presencia humana en el planeta. El crecimiento de la población humana en la Tierra, por lo tanto, no puede ser visto como un proceso regular, homogéneo y meramente acumulativo, o sea, como un proceso apenas biológico. Pasó por rupturas radicales que están relacionadas con fuertes cambios en los planos socioeconómico, tecnológico y cultural.

Es importante demarcar, sin embargo, una segunda fase en el Antropoceno, que comienza alrededor de 1945 y que aún está en plena vigencia. Está siendo denominada “la gran aceleración”. Esa fase fue gestada en el contexto pos-segunda Guerra Mundial, cuando la disponibilidad de petróleo abundante y barato asociada con la ascensión de los productores árabes fue determinante para difundir tecnologías innovadoras. El proceso tuvo como consecuencia la explosión del consumo de masa (automóviles, teléfonos, televisores). Posteriormente, nuevas ondas tecnológicas continuaron contribuyendo a ampliar aún más el consumo en gran escala, como en el caso de las computadoras y de los teléfonos celulares. Algunos de los indicadores de esa “gran aceleración” ya fueron discutidos anteriormente, porque manifiestan exactamente el pasaje del mundo que Lévi-Strauss amó para el mundo donde él no se reconocía más.

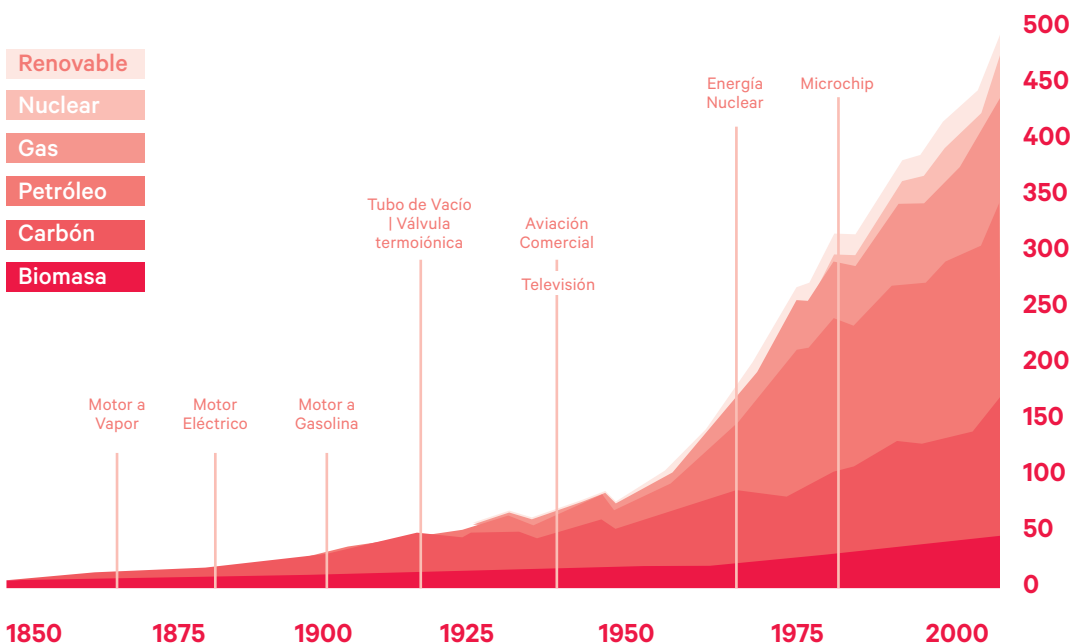
En relación a la historia de la era industrial o fosilista, cuyas bases estructurales continúan vigentes, la fase de la “gran aceleración” debe ser destacada por la enorme expansión cuantitativa de la producción y del consumo (y el consecuente cambio cualitativo de la presencia humana en la Tierra). La imagen es como la de un ventarrón transformado en un huracán: los vientos de las revoluciones industriales que a su vez ya representaban un gran cambio en relación a los patrones preindustriales de producción y consumo se transformaron en ráfagas capaces de multiplicar radicalmente las consecuencias socioambientales de la acción humana. La concentración de CO₂ en la atmósfera es un claro indicador de ese cambio de ritmo del Antropoceno: el crecimiento fue relativamente modesto entre 1900 y 1957, pasando de 297 para 316 ppm (partes por millón). ¡En 2010, sin embargo, ya había aumentado para 395 ppm!⁷

Una visión sintética de ese cambio de nivel ocurrido a mediados del siglo XX está representada en el siguiente cuadro de consumo global de energía entre 1850 y 2009.⁸ Se puede observar el extraordinario avance en el consumo de energía a partir de 1950, producido, principalmente, por la explosión del uso del petróleo y por la utilización de nuevas fuentes importantes (como la energía nuclear y el crecimiento del uso de la hidroelectricidad). Pero es importante observar que, en el contexto de la “gran aceleración”, otras fuentes que fueron muy importante en el pasado como la biomasa en el mundo preindustrial y el carbón mineral en los procesos de industrialización del siglo XIX continuaron presentando un crecimiento notable en su consumo a lo largo del siglo XX.

Delante de ese conjunto radical de cambios, ¿qué retos se presentan para el futuro de la humanidad en el tiempo del Antropoceno? En ese punto comienza la tercera fase, que podría ser llamada de “Antropoceno consciente de sí mismo”. Sería el momento en que la opinión pública global, en el contexto del propio surgimiento del concepto, pudiese reconocer que hubo un cambio en la escala de la presencia humana en el planeta. El reconocimiento de los riesgos inherentes a ese cambio que se manifiestan, por ejemplo, en las potenciales consecuencias dramáticas del calentamiento global y de la pérdida de la biodiversidad demandaría un debate consciente sobre nuestro futuro. Sería necesario reflexionar colectivamente sobre la nueva responsabilidad ética de los seres humanos, al mismo tiempo en que se buscan los caminos posibles para la sostenibilidad y el desarrollo social en los diferentes contextos socioeconómicos y culturales existentes en el mundo. No existe una salida única y monolítica. El enfrentamiento realista y duradero de la crisis global debe pasar por la coordinación inteligente de una diversidad de estrategias y políticas.

⁷ Christian Pfister, “The ‘1950s Syndrome and the Transition from Slow-Going to a Rapid Loss of Global Sustainability”, in Franck Uekoetter (org.), *The Turning Points of Environmental History*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2010, p. 90. ⁸ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, “The Great Green Technological Transformation”. Disponible en <www.un.org/en/development/desa/policy/wess_current/2011wess.pdf>. Acceso 26 sept 2015. ⁹ Idem.

HISTÓRICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR FUENTES EN EL MUNDO⁹



El gran objetivo para el futuro es enfrentar en conjunto la crisis ambiental y la desigualdad social en escala planetaria.

Debemos tener claro, también, que esa tercera fase representa, sobre todo, una voluntad o una posibilidad. En términos concretos, estamos viviendo en plena vigencia de la “gran aceleración”. El volumen total de bienes transportados por los océanos, incluyendo granos, petróleo y minerales, creció de 2,6 millardos de toneladas en 1970 para 9,1 millardos en 2012.¹⁰ Además, debemos tener en cuenta que los riesgos de la “gran aceleración” están cada vez más presentes en el debate internacional, especialmente en el plano ambiental, pero también que es notoria la dificultad para crear e implementar instituciones, leyes y políticas que, de hecho, sean eficaces en la búsqueda de la sostenibilidad. Aun así, aunque esa no sea hoy una realidad dominante, la próxima fase ya está gestándose en los innumerables encuentros, estudios y debates que se multiplican alrededor del planeta en busca de un futuro sostenible. Y también en los incontables conflictos que las comunidades o grupos sociales realizan para enfrentar el avance de la devastación ambiental. Un hecho positivo es que esa movilización no se limita a la resistencia, sino que también promueve una gran cantidad de proyectos y experimentos sociales en pro de formas sostenibles de vida y trabajo.

Finalmente, es necesario reconocer que estamos enfrentando realidades y problemas realmente inéditos. La situación política del nuevo escenario, por ese mismo motivo, aún presenta muchas incertidumbres. Es el caso de las dudas existentes en la comunidad científica internacional sobre el ritmo y las consecuencias biofísicas del calentamiento global aunque la gran mayoría de los científicos reconozca que él existe y que la acción humana tiene un peso importante en su manifestación.

El gran objetivo para el futuro es enfrentar en conjunto la crisis ambiental y la desigualdad social en escala planetaria. Gracias al fuerte avance en la colecta y procesamiento de informaciones, tenemos hoy una radiografía bastante precisa de la realidad desigual de las sociedades humanas. Existen diferentes castas globales en lo que se refiere al consumo de bienes, recursos y energía. Un grupo de 2 millardos de personas con renta muy alta o alta consume anualmente más de 80% de los recursos naturales transformados en bienes económicos, mientras 4 millardos de personas viven en la pobreza y 1 millardo en la miseria.¹¹ Desatar el nudo de esa desigualdad insostenible, realizando al mismo tiempo las reformas estructurales, tecnológicas y existenciales necesarias para enfrentar la crisis ambiental global, será el enorme reto de las próximas décadas.

¹⁰ United Nations Conference on Trade and Development, Review of Maritime Transport 2013, Nueva York y Ginebra: United Nations, 2013, p. 7.

¹¹ “The World of Seven Billion Map”, National Geographic, mar 2011.

Delante de la conjugación de tantas crisis sociales y ambientales que hoy observamos en el mundo, el potencial de caos y desagregación del orden internacional es bastante concreto. Existen, sin embargo, posibilidades y factores nuevos que pueden modificar los términos de la ecuación: uno de ellos es aquel que sociólogos como Anthony Giddens y Ulrich Beck llaman de “modernización reflexiva”.¹² Uno de los puntos esenciales de ese concepto trata del número cada vez mayor de personas alfabetizadas asociado a la velocidad de los medios de comunicación y al establecimiento de innumerables espacios para el confronto de opiniones elementos que han contribuido a la formación de sociedades capaces de discutir cada vez más su presente y su futuro, tanto a nivel internacional como en el interior de cada país y región. Nunca existió un número tan grande de personas habilitadas a leer y a escribir, y con facilidad para procesar informaciones y participar activamente de las discusiones sobre el destino de las sociedades. En nivel global, 82% de la población es considerado capaz de leer y escribir, aunque en gran parte de forma rudimentaria. Entre el millardo de personas más ricas de la humanidad, la tasa de alfabetización llega al nivel de 98%. Sin embargo, para sorpresa de muchos, la alfabetización básica ya alcanza el nivel de 66% en la faja de 1 millardo de personas más pobres.¹³

Ese aumento notable de la circulación de información y de la capacidad humana para incorporarla a su pensamiento y a su acción es uno de los aspectos positivos del contradictorio proceso histórico que dio origen al Antropoceno. Quizá sea también un dato decisivo, además de inédito, para establecer una nueva dinámica política internacional.

El conflicto colectivo de la humanidad con el planeta, aunque diferenciado por clases y regiones, es una realidad nueva y un reto que nos coloca en la encrucijada de nuestra propia historia.

Con los avances en la producción de conocimientos y de tecnologías de almacenamiento y distribución de informaciones, podemos hablar hoy en “humanidad” de una forma mucho más concreta que los primeros filósofos de la modernidad (como Locke, Smith y Marx). Podemos saber, mucho más precisamente, cómo nos distribuimos en el espacio del planeta; dónde están los ricos, los pobres y los miserables; cómo se reparten los medios técnicos y el consumo de energía y materia entre los individuos y las clases sociales. Además, a pesar de todas las incertidumbres, tenemos a disposición un conocimiento mucho más exacto sobre los sistemas ecológicos planetarios y sobre las consecuencias potenciales de nuestras acciones.

El conflicto colectivo de la humanidad con el planeta, aunque diferenciado por clases y regiones, es una realidad nueva y un reto que nos coloca en la encrucijada de nuestra propia historia. En el tiempo en que vivimos y en especial en las próximas décadas, precisamos tomar decisiones cruciales para el futuro de nuestra especie. La posibilidad de enfrentar esa tarea de forma consciente puede representar un verdadero salto de calidad para establecer una nueva política, tanto a nivel internacional como en los diferentes países, que se revele digna de los retos éticos que la vida en el Antropoceno presenta a toda la humanidad. ●

EL SER HUMANO DE TODOS LOS TIEMPOS: EL IMPERATIVO DE LA SOSTENIBILIDAD COMO CAMINO PARA UN FUTURO POSIBLE

066 ...

SÉRGIO BESSERMAN

SÉRGIO BESSERMAN es economista y ambientalista, presidente del “Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos” del Ayuntamiento de la Ciudad de Río de Janeiro, profesor del Departamento de Economía de la “Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro” (PUC-Rio), miembro del consejo director del WWF-Brasil y presidente de la Cámara Técnica de Desarrollo Sostenible y Gobernanza Metropolitana de Río de Janeiro. Comentarista de la sostenibilidad de GloboNews y de la ciudad en la Radio CBN, fue presidente del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) en 1999, época en que también era miembro de la Comisión Interministerial de Cambio Climático. Antes, ocupó diversos cargos en BNDES a partir de 1987, cuando fue jefe de Gabinete de la Presidencia, superintendente de Planeamiento y director del Área de Planeamiento.

¹ Sigmund Freud, “A pszichoanalízis egy nehézségéről” [Una dificultad en el camino del psicoanálisis], Nyugat, Budapest, ene 1917. ² Stephen Jay Gould, “¿Conseguiremos concluir a revolução darwiniana?”, in Dinossauro no palheiro, São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

Sigmund Freud cierta vez dijo que la humanidad crece cuando cae del pedestal, cuando la alcanzan sus heridas narcisistas.¹ De acuerdo con él, eso sucedió con Galileo Galilei (la Tierra es un pequeño punto entre millardos y millardos de galaxias), con Darwin, (somos parte de la historia de la evolución a través de la selección natural) y con el propio, Freud (el inconsciente nos mueve más que los procesos mentales conscientes).

Stephen Jay Gould, el gran paleontólogo y divulgador de la ciencia en el siglo XX, agregó: “Ahora estamos en el momento de caer de otro pedestal, con el descubrimiento del tiempo largo”.² De hecho, la humanidad es muy poderosa en su tiempo corto, pero no tiene ningún poder en el tiempo largo de la naturaleza o en el tiempo larguísimo del Cosmos. En la escala temporal del planeta, de centenas de millones de años, la humanidad es completamente impotente de generar daño significativo a la naturaleza. Para ilustrarlo, basta recordar que hace 65 millones de años, cuando el asteroide cayó en la península de Yucatán, en México, dando el golpe final al proceso de extinción de especies iniciado algunos millones de años antes, generó un impacto muchas y muchas veces superior a todo el arsenal nuclear existente hoy.

Pero esa no fue la única pérdida de biodiversidad en gran escala en la historia: entre las varias existentes, cinco son conocidas como las grandes extinciones. Esta, a la que nos referimos fue la gran extinción del término del Cretácico,³ famosa por haber sido su principal causa, el asteroide, y también por el conocido fin de los dinosaurios exceptuando sus descendientes voladores, las aves. Ahora, si comparamos los poderes destructivos de la humanidad a la gran extinción del fin del Pérmico, por ejemplo, que hace alrededor de 235 millones de años causó el desaparición de 10% de las especies marinas y 70% de los vertebrados terrestres, se nota cómo la fuerza humana es aún más reducida.⁴

Y si agregamos el hecho de estar en el tope de la cadena alimenticia, se deduce fácilmente cuál sería el desenlace para la humanidad en el caso hipotético de que ella presenciase cualquiera de esos eventos. Aún con todas las fuerzas y poderes de que disponemos hoy, ciertamente, no sobreviviríamos. Así, aunque la humanidad haya desarrollado un ingenuo sentimiento de omnipotencia, gracias al aumento de su poder sobre la naturaleza, en la escala del tiempo largo el *Homo Sapiens* no tiene fuerza o capacidad para generar un daño notable al planeta. Provocaríamos, como máximo, otra gran extinción, al final de la cual una nueva era, con una nueva biodiversidad, surgiría (se calcula entre 5 y 10 millones de años el tiempo de recuperación de la naturaleza después de cada una de las cinco grandes extinciones).⁵

La consciencia y la preocupación con el medio ambiente no deberían, por lo tanto, ser vistos como mera consecuencia de una postura paternalista en relación al medio natural, sino, al contrario, como fruto del reconocimiento de nuestra impotencia y dependencia con relación a la casa en la cual vivimos, la Tierra.⁶ El riesgo de extinción que pesa sobre el futuro se refiere menos a la naturaleza del planeta que a la humanidad.

Si nos preguntamos cuál es la extensión y la profundidad del riesgo a que está sujeta la civilización, la respuesta es limitada: hasta donde es posible saber, no se configura una perspectiva de apocalipsis o catástrofe insuperable. Pero es justamente por no saberse con certeza “hasta donde es posible saber” que no podemos tranquilizarnos.

La incertidumbre debería ser indicación suficiente de que estamos en un camino insostenible para el desarrollo de la especie humana. La evaluación que permitiría entender si el rumbo actual de la humanidad es o no sostenible debería hacerse en el contexto de un análisis de riesgo esencialmente igual al que cada individuo utiliza en su día a día, o igual al que empresarios utilizan al tomar decisiones relacionadas con sus negocios.

La perspectiva de la insostenibilidad se confirmaría no apenas por lo que sabemos, sino, sobre todo, por lo que no sabemos. En su dimensión conocida, las estadísticas demuestran que la crisis ambiental del siglo XXI es evidente. Indicadores sugieren escenarios con fuerte tendencia a la degradación de la capacidad de renovación natural de los servicios fundamentales para mantener la calidad de la vida humana a una velocidad proporcional a la de las tasas previstas para su utilización (clima, agua dulce, suelos fértiles, biodiversidad).

Sin embargo, poco sabemos sobre la liberación de metano que el calentamiento global puede provocar en el suelo congelado de Siberia, conocido como *permafrost*, donde son inmensos los *stocks* de ese poderoso gas del efecto invernadero. Tampoco conocemos a fondo la dinámica de los mantos de hielo de Groenlandia y de la Antártida, lo que es determinante para los escenarios de elevación del nivel del mar. También, somos ignorantes sobre la resiliencia del actual equilibrio ecológico y la tasa brutal de extinción de las especies. Como se ve, podemos estar generando procesos irreversibles que traerían consecuencias potencialmente catastróficas para la civilización y para la especie humana. Para cualquier mentalidad racional, el principio de la precaución es imperativo.

Por otro lado, se puede afirmar que el modelo de desarrollo actual es insostenible, porque no apenas desconocemos el verdadero significado del concepto de “desarrollo sostenible” sino porque no sabemos medir la noción de sostenibilidad con precisión. Hay muchos esfuerzos importantes siendo realizados para que nos aproximemos de las mejores medidas de ese concepto. La medida del Producto Interno Bruto (PIB) de los países está bajo implacable crítica por sus grandes fragilidades. La forma insuficiente y equivocada con que los recursos naturales son considerados en las cuentas nacionales es una de las principales razones de esa crítica. La Comisión de Estadística de las Naciones Unidas, también ha promovido, con instituciones nacionales, la elaboración de una familia de indicadores de desarrollo sostenible. Finalmente, muchos indicadores sintéticos y otras formas de evaluar la sostenibilidad del desarrollo actual están siendo perfeccionados.

³ El Cretácico es el último período de la era Mesozoica y está comprendido entre 145 millones y 65 millones 500 mil años atrás, aproximadamente. ⁴ Peter Ward, “O fim da evolução: extinções em massa e a preservação da biodiversidade”, Rio de Janeiro: Campus, 1997. ⁵ *Ibid.*, p. 321. ⁶ Sérgio Besserman, “Darwin e a consciência no século XXI”, in Charles Darwin: “Em um futuro não tão distante”, São Paulo: Instituto Sangari, 2009.

Por esos motivos, una reflexión profunda sobre la expresión “desarrollo sostenible de la humanidad” es la mayor riqueza que los seres humanos pueden tener hoy en sus mentes y corazones. Nos cabe problematizar esa expresión en todos sus términos humanidad, desarrollo y sostenible, ya que el concepto aún suena como una rica incógnita por explorar.

Del término “humanidad” se debe decir que solo existe en abstracto. Lo que existe en la realidad concreta y forma parte de la constitución, incluso genética, del *Homo Sapiens* son los clanes, las tribus, las naciones. Un hombre que piense, tome decisiones y actúe en función del destino futuro, no del inmediato, de la humanidad ya será un humano diferente, reconstruido por la cultura en relación a los humanos de hoy.

En cuanto al término “desarrollo”, recordemos que la identificación entre ese término y crecimiento económico, evaluado cuantitativamente, fue apenas el producto de una época histórica en fase de superación. La inclusión de objetivos más amplios en la perspectiva humana, como expresado en el Índice de Desarrollo Humano (IDH creado por el Premio Nobel de Economía Amartya Sen), es un gran avance, pero aún no incorpora los retos mayores de la cuestión del desarrollo sostenible.

Finalmente, el significado de “sostenible” va más allá de algo apenas duradero, como el sentido común suele entender, y significa mucho más que el compromiso con las futuras generaciones. Del mismo modo que la consciencia humana, el término “sostenible” se refiere al tiempo, no al tiempo corto el de la especie humana, sino a todos los tiempos, incluso al largo el del Cosmos. Y ¿qué distingue a los humanos en la naturaleza sino la consciencia?

La omnipotencia de una humanidad que vive aún su infancia y que desconoce, como sociedad, la existencia de límites, precisaría ser superada. La civilización humana precisaría ser más “consciente”.

Hasta hace poco tiempo, la expectativa de vida de los seres humanos era baja y nuestro impacto ecológico era restringido tanto en lo que se refiere al espacio como al tiempo. En el período anterior a la Revolución Industrial, cuando sucedieron los primeros impactos relevantes de la acción humana sobre el planeta, las consecuencias fueron locales: espacios insalubres, ríos contaminados, el aire de las ciudades contaminado. Con el crecimiento económico, las consecuencias son regionales: toda una cuenca hidrográfica perjudicada, un bioma entero (como la Mata Atlántica) devastado. Cerca de cinco décadas atrás esa escala se alteró y las agresiones ambientales se transformaron en planetarias. Ahora nuestro impacto es global y sus consecuencias se extienden por siglos. Hoy, por tamaña alteración en el paisaje del planeta debida a las acciones humanas, se consagra en ciencia el término Antropoceno para designar la actual era geológica.

Si en los últimos trescientos años hubo un desarrollo extraordinario que aumentó la expectativa de vida, redujo la mortalidad infantil, educó poblaciones, disminuyó la violencia y aumentó mucho el bienestar del ser humano, debemos estar atentos a los numerosos problemas no resueltos: la pobreza de millardos de personas, la enorme desigualdad, la permanencia de innumerables agresiones a los derechos humanos fundamentales, la existencia de países donde no hay libertad democrática y, aún, la permanencia de la discriminación étnica, por orientación sexual o por ideas, incluyendo creencias religiosas o ausencia de creencias.

En resumen, en esa balanza en la que se pesan avances extraordinarios y cuestiones fundamentales no resueltas, se agrega, finalmente, el otro tema que estará en el centro de la historia del siglo XXI: la crisis ecológica global y el reto de construir una civilización fundada en el desarrollo sostenible.

Hay muchos esfuerzos importantes siendo realizados para que nos aproximemos de mejores medidas de la idea de sostenibilidad. La medida del Producto Interno Bruto (PIB) de los países está bajo implacable crítica por sus grandes fragilidades.

La opción es nuestra
y debemos hacerla
ahora: seremos
una humanidad
que permanecerá
en la desmedida
y en el egoísmo
de la “infancia”
o ampliaremos
nuestra consciencia
en el tiempo,
generando una
revolución del
pensamiento como
aquella que el
Renacimiento
representó para
la historia.

Debido al impacto de la crisis ecológica global sobre la economía mundial, principalmente, sobre el bienestar y la libertad de las personas, en especial de las centenas de millones más pobres, vulnerables y sin recursos para defenderse, la especie humana enfrentará retos, durante las próximas dos décadas, que pueden ser considerados inéditos, si tuviéramos en vista los términos del horizonte temporal en que haremos nuestras opciones. ¿Cuántos grados aumentaremos la temperatura media del planeta en el futuro (entre 2 y 5 grados Celsius)?; ¿provocaremos inmensos cambios climáticos?; ¿qué porcentaje (entre 10 y 30%) de las especies vivas en el planeta serán extintas para siempre?

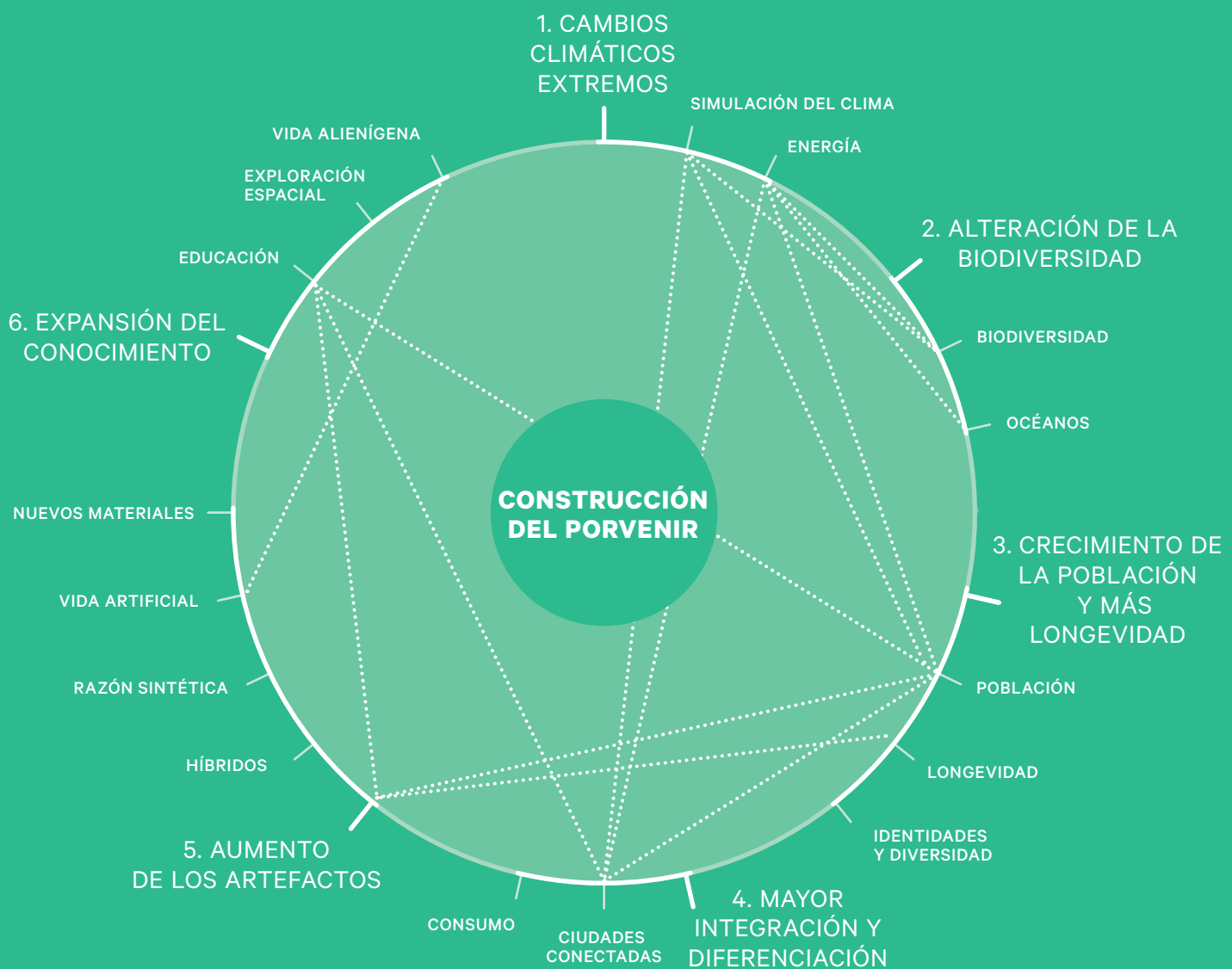
La opción es nuestra y debemos hacerla ahora: seremos una humanidad que permanecerá en la desmedida y en el egoísmo de la “infancia” o ampliaremos nuestra consciencia en el tiempo, generando una revolución del pensamiento como aquella que el Renacimiento representó para la historia.

El concepto de sostenibilidad nos remite así a la necesaria expansión de las fronteras del tiempo, a la ampliación de las categorías temporales con los que solemos considerar a las generaciones del futuro, aun las más distantes. Como observó notablemente el escritor Jean-Claude Carrière, el término “desarrollo” es etimológicamente inequívoco en varias lenguas.⁷ *Desenvolver*, no significa apenas “ampliar, crecer”, sino “des (*fazer*) lo que está envuelto”; o “des (arrollar) lo que está enrollado”; o aún, en francés e inglés, “*développer/to develop*”, o sea, “*des-envelopar*”. Se trata, por lo tanto, de un proceso en el cual un potencial que está contenido, preso en determinadas circunstancias de la historia, es libertado. O sea, se trata de un proceso definido por el tiempo.

Para San Agustín existirían tres tiempos: el tiempo presente de las cosas presentes, el tiempo presente de las cosas pasadas y el tiempo presente de las cosas futuras.⁸ Nuestra especie debe enfrentar ahora el mayor reto del siglo XXI: construir un ser humano capaz de ser, ver y actuar en todos esos tiempos.

La cuestión del desarrollo sostenible se confunde entonces con la cuestión de la consciencia humana. La pregunta “¿Qué es el desarrollo sostenible?” podría ser leída también en la pregunta “¿Quién es el ser humano?”. Y la respuesta dada para la pregunta sobre el desarrollo sostenible podría ser también la respuesta sobre quién será el humano del mañana que el propio ser humano construirá. ●

¿HACIA DÓNDE VAMOS?



Mañanas

¿Cómo será el mundo dentro de cincuenta años?

Las ciencias contemporáneas nos permiten identificar algunas grandes tendencias que deberán moldar nuestro estar en el mundo durante las próximas décadas. Seremos más numerosos y viviremos por más tiempo en un planeta con el clima en modificación y un ambiente natural menos diverso. Los océanos deberán ser la próxima frontera agrícola, pero sus sistemas biológicos básicos ya exhiben preocupantes señales de desgaste. ¿Cómo esa paradoja afectará nuestra vida? Nuestras ciudades crecerán y las culturas y los pueblos estarán aún más conectados; por esa misma razón, algunos grupos recusarán esa proximidad y buscarán reafirmar los fundamentos de sus identidades particulares. ¿Viviremos más próximos o más alejados? Los artefactos técnicos serán más abundantes y cada vez más avanzados, más cooperativos y más integrados con nuestros cuerpos y mentes. ¿Seremos aun las mismas personas? El Sistema Solar incita nuestro espíritu de investigación y expansión. ¿Cómo la humanidad recibiría la noticia de que se ha descubierto vida alienígena, organismos fuera de la Tierra? Las opciones que hagamos en cada paso del camino definirán el escenario futuro al cual llegaremos. Juegos interactivos permiten que el visitante relacione el impacto de decisiones individuales y colectivas, las opciones éticas y políticas sobre las condiciones de vida en el planeta. ¿Cómo queremos vivir?

NUEVAS PIRÁMIDES POBLACIONALES: LAS DESAFIADORAS RECONFIGURACIONES DESDE 1961 A 2061, UN SIGLO DE TRANSICIONES

ALEXANDRE KALACHE

ALEXANDRE KALACHE es copresidente de la Alianza Global de los Centros Internacionales de Longevidad (ILC) y presidente del "ILC-Brasil". Obtuvo la graduación en medicina en la "Universidade Federal do Rio de Janeiro" (UFRJ) el posgrado y el doctorado en Salud Pública en la University of Oxford, donde también fue profesor. Dirigió, entre 1995 y 2008, el "Departamento de Envelhecimento" y el Curso de Vida de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y fue el fundador de la Unidad de Epidemiología del Envejecimiento en la "London School of Hygiene and Tropical Medicine", donde fue profesor desde 1984 a 1995. Entre sus publicaciones, se destacan "Epidemiology in Old Age" (*British Medical Journal Books*, 1996) y "Active Ageing: A Policy Framework" (*World Health Organization*, 2003).

¹ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, World Population Prospects: The 2012 Revision, DVD Edition, 2013. ² Idem.

El mundo vive hoy contrastes demográficos extraordinarios que se intensificarán a lo largo de los próximos cincuenta años. Si por un lado hay países que envejecerán con una rapidez sin precedentes, otros verán su población aumentar vertiginosamente. Esas realidades disonantes tendrán repercusiones en todos los aspectos de la sociedad.

En 1960, Noruega era el país con la más alta expectativa de vida al nacer (73,49 años), seguida por los otros países escandinavos y de Europa del Norte, Australia y Canadá.¹ Todas las otras naciones no alcanzaban la marca simbólica de la expectativa de vida de setenta años hoy alcanzada por más de 121 países, gran parte de ellos considerados en desarrollo.

Actualmente, más de 25 países tienen expectativa de vida por encima de los ochenta años, siendo Japón el país con la marca más alta (83 años).² Sin embargo, de acuerdo con proyecciones, podemos afirmar que en 2060 algunos países ya habrán superado la marca de noventa años de expectativa de vida, como es el caso de Corea del Sur y de Hong Kong. En otros países como Japón, Suiza, Singapur, Australia y España nacerán, dentro de cincuenta años, niños que esperarán vivir, en media, más de 88 años.

072 ...

En relación a la expectativa de vida a los sesenta años (EV60), o sea, la media del tiempo que se vive después de esa edad, esa también aumentó significativamente en las últimas cinco décadas. En 1961, un sexagenario no vivía más que veinte años después de esa edad en ningún país; hoy la perspectiva supera los 23,8 años en los diez países con la más alta perspectiva estimada, llegando a 25,51 años en Japón.³ Ciertamente ganancias adicionales son previsibles, pero con los progresos de la tecnología para la salud (a través del diagnóstico precoz de enfermedades no transmisibles) y métodos de tratamiento cada vez más eficaces (como intervenciones quirúrgicas y nuevos medicamentos), las proyecciones para dentro de cincuenta años son particularmente riesgosas.

En 1960, entre los diez países más envejecidos del mundo no había sorpresas: todos se situaban en Europa Central y del Norte con Noruega apareciendo otra vez en primer lugar. Ya en 2010, aunque Japón sea disparado, el país más envejecido, con más de 30% de su población formada por personas con más de sesenta años, países europeos relativamente pobres, como Bulgaria, Grecia, Letonia, Croacia y Portugal, pasan a figurar entre los diez más envejecidos.⁴

Un dato comparativo interesante está en el hecho de Japón haber sido el primer país en que la proporción de personas de edad superó a la de menores de quince años una realidad a partir de 1960. Entre otros países de gran población, Alemania y Rusia repitieron esa experiencia en 1980 y 2000, respectivamente. Estados Unidos deberá alcanzar esa misma proporción en 2015, seguidos de China (2025) y de Brasil (2030) mientras India lo hará en 2055, año en que la experiencia tiende a transformarse en global.⁵

En contraste con el envejecimiento de la gran mayoría de los países en los que el crecimiento poblacional durante los próximos cincuenta años será pequeño o despreciable quizá negativo, los países de Oriente Medio y de África continuarán experimentando un aumentopoblacional de más de seis veces.

Pero el envejecimiento poblacional de un país no depende solamente del número de personas que llegan a la “vejez” (sesenta años de edad, de acuerdo con la definición de las Naciones Unidas). Su rapidez depende aún más de la disminución de las Tasas Totales de Fecundidad (TTF), o sea, del número medio de hijos que una mujer espera tener hasta el final de su vida reproductiva. Cincuenta años atrás, apenas cinco países (Estonia, Letonia, Japón, Hungría y Ucrania) habían llegado a una TTF por debajo del límite inferior de reposición menos de dos hijos por mujer (2,1), lo que significa en la práctica no haber reposición de la pareja que los generó. Alrededor de 1980, había apenas veinte países en esa condición. Actualmente son más de ochenta, y en 2060 se estima que el total sea de 153 países.

Si hoy un creciente número de países (como Japón, Alemania, Italia, España, Rusia y otros del Este Europeo) se preocupa con la disminución de la población, en los años 1960 la discusión predominante entre demógrafos y la sociedad se centraba en la llamada “explosión demográfica”. Esa inversión de perspectiva repercutió en alteraciones en la lista de los países con las diez mayores poblaciones mundiales. Así, Paquistán y Nigeria sustituyeron a Alemania y al Reino Unido, y en 2060 se proyecta la salida de Rusia y de Japón, dando lugar a Etiopía y Filipinas. Se indica que el *ranking* también se alterará con India superando a China (en más de 300 millones de habitantes) como el país de mayor población, y Nigeria más que triplicando su población pasando a 537 millones. Finalmente, se debe mencionar, aún, el caso de Etiopía, que podrá tener casi tantos habitantes como Brasil, a pesar de ser un país mucho menor que el nuestro (Brasil).⁶

En contraste con el envejecimiento de la gran mayoría de los países en los que el crecimiento poblacional durante los próximos cincuenta años será pequeño o despreciable quizá negativo, los países de Oriente Medio y de África continuarán experimentando un aumento poblacional de más de seis veces. Comparando la demografía de los diez países de África subsahariana con mayor población en los años 2010 y la proyección realizada para 2060, no hay duda de que la población de esa región creció casi cuatro veces entre 1960 y 2010, pasando un poco de 220 millones para algo alrededor de 831 millones.⁷ Las estimativas de las Naciones Unidas para 2060 en esa región son de un crecimiento un poco menor, de cerca de tres veces previendo una población de casi 2,5 millardos. Si tal número se confirma, las implicaciones sociopolítico-económicas serán inmensas, porque justamente la región más pobre del mundo estaría sometida a una presión demográfica de inmensa magnitud. **Pero, en** cinco décadas pueden suceder muchas cosas, y así como no se previó, en 1960, una disminución tan acelerada de las Tasas Totales de Fecundidad en tantos países, se puede especular que no se confirmen las proyecciones para África y Oriente Medio, tal como sucedió con Brasil en las últimas décadas y como ya señalan algunos países de aquellas regiones, como Egipto, Túnez, África del Sur, Gana y Botsuana.

Hasta hace muy poco tiempo, el envejecimiento poblacional contaba una historia muy diferente que la actual: países desarrollados enriquecían primero para después, a lo largo de un período más extenso que el que vemos hoy, envejecer. Ya países como Brasil están envejeciendo muy rápidamente y en un contexto de relativa pobreza.

Hasta hace muy poco tiempo, el envejecimiento poblacional contaba una historia muy diferente que la actual: países desarrollados enriquecían primero para después, a lo largo de un período más extenso que el que vemos hoy, envejecer. Ya países como Brasil están envejeciendo muy rápidamente y en un contexto de relativa pobreza. Una comparación con Canadá muestra eso con claridad. Actualmente Canadá tiene una proporción de personas de edad (24%) cerca de dos veces mayor que la de Brasil, pero hasta 2060 los canadienses deberán tener una proporción de personas con más de sesenta años menor que la nuestra.

En 1960 la población total de Brasil no llegaba a 73 millones. Cincuenta años después, llega a más de 195 millones alcanzando un total 2,5 veces mayor. Las estimativas para 2060 son de 228 millones de personas o sea, menos de 20% de aumento. Eso refleja la acentuada disminución de las Tasas Totales de Fecundidad. Brasil, en cincuenta años, salió de un contexto de explosión demográfica para uno de bajo crecimiento poblacional, debiendo comenzar un proceso de disminución de la población en los próximos treinta años.⁸ En paralelo, la proporción de personas de edad aumentó de 5,4% en 1960 para 10,2% en 2010 debiendo superar los niveles del Japón actual (país más envejecido) antes de 2060, cuando la estimativa es de que tengamos 32,9% de personas de edad uno de cada tres habitantes tendrán más que sesenta años. Aún más pronunciado será el aumento de la población con más de ochenta años: de solamente 0,4% en 1960, y cerca de 1,5% en 2010, la proyección actual es de 9% en 2060. Así, el país joven de 1960, cuando 43,3% de la población tenía menos de quince años, verá la proporción de esa edad caer para 14,5% en 2060.

⁷ Idem. ⁸ Las TTF pasaron de 6,2, en 1960, a 1,9 en 2005. Y la última estimativa, realizada en 2013, indicaba 1,77, debiendo, de acuerdo con las proyecciones actuales, permanecer en ese nivel hasta 2060.

Un punto interesante en la decreciente natalidad de Brasil es la posibilidad de que un nuevo modelo social se genere en pro de la valoración de las personas de edad como mano de obra cualificada, promoviendo una revitalización de la sociedad. Envejecer es revitalizarse desde que la sociedad lo permita.

Merece destaque el concepto de “capacidad funcional” o “edad funcional” en contraposición con la edad cronológica.⁹ Llegar a los 85 años con vitalidad y productividad será cada vez más común. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, el envejecimiento activo es el proceso para optimizar las oportunidades de salud, educación continuada, participación y seguridad para aumentar la calidad de vida a medida que se envejece. Ciudades “amigas de las personas de edad” deben evitar la disminución rápida de los individuos por debajo del límite de incapacidad funcional, manteniéndolos activos física, intelectual y económicamente el mayor tiempo posible. La solidaridad intergeneracional deberá generar una meta de longevidad productiva desde la infancia para obtener mejores resultados en la tercera edad (incluyendo la protección para aquellos que, por motivos de salud, caigan por debajo del índice de capacidad funcional). Tener salud y conocimientos garantiza la participación plena en la vida de la comunidad.

La tecnología también tiene un papel decisivo para ayudar a todos en el envejecimiento activo y en la compensación para los que necesiten de apoyo (sea referente al uso de artefactos que aumenten el índice de capacidad, sea manipulando el genoma lo que podrá disminuir drásticamente el número de portadores de, por ejemplo, la enfermedad de Alzheimer o de Parkinson). Así, es importante introducir el concepto de *Health Adjusted Life Expectancy*¹⁰ (HALE, indicador sugerido por la OMS). En contraste con la expectativa de vida convencional, que considera todos los años como iguales, en el cálculo de HALE los años de vida son ponderados por el estado de salud y por la calidad de vida del individuo. Finalmente, es necesario tener en cuenta que las personas de edad, por haber acumulado una enorme variedad de experiencias a lo largo de la vida, presentan una heterogeneidad mayor que, por ejemplo, un grupo de adolescentes.

En regiones semidesérticas, ¿cómo proveer agua potable para tantos? ¿Qué contribuciones traerá la tecnología desarrollando, por ejemplo, técnicas menos caras para la desalinización del agua del mar?

Así, innumerables cuestiones se imponen para los próximos años. ¿Cuáles son las implicaciones para el medio ambiente de una África subsahariana con una población enormemente más densa? En regiones semidesérticas, ¿cómo proveer agua potable para tantos? ¿Qué contribuciones traerá la tecnología desarrollando, por ejemplo, técnicas menos caras para la desalinización del agua del mar? Bastaría ese ejemplo para ilustrar las interconexiones necesarias entre los estudios de ciencia y tecnología, de la población y del medio ambiente. Pero la lista es inmensamente mayor y podemos preguntarnos qué presiones habrá en las regiones que ya están experimentando la disminución de poblaciones en los países vecinos.

Desde el punto de vista poblacional, ¿cuál será el aumento en términos internacionales de la población de inmigrantes, que en 2010 llegaba a 250 millones? Si Japón, por ejemplo, adoptase políticas que estimularan proporcionalmente la entrada de tantos inmigrantes *per cápita*, como Australia o Canadá, ¿cómo sería su pirámide etaria en 2060? ¿La economía de los países muy envejecidos continuará creciendo? ¿Cuáles son las políticas necesarias para que eso pueda ser llevado a la práctica? Por otro lado, las mujeres están participando activamente del mercado de trabajo remunerado en un número creciente de países y sus economías pasarán a depender aún más de esa contribución. ¿La sostenibilidad entre países será más interdependiente? ¿Cómo desarrollar y estimular una cultura de contratos sociales intergeneracionales, de sociedades más solidarias?

Una de las grandes contribuciones del siglo XX fue sumar más de treinta años a la expectativa de vida de la población en la mayoría de los países. La del siglo XXI será traer mayor calidad de vida para todas las edades. Finalmente, es preciso reconocer que la pirámide poblacional de cada país no es rígida y que la demografía no es un destino dado, sino una realidad actual a partir de la cual podemos crear soluciones que tengan como meta el buen planeamiento del futuro. ●

⁹ Alexandre Kalache e Ilona Kickbusch, “A Global Strategy for Healthy Ageing, World Health”, vol. 5, 1997, nº 4, p. 4-5. ¹⁰ Expectativa de Vida Ajustada para la Salud.

CIUDADES CONECTADAS: LA POLINIZACIÓN HUMANA

ROGÉRIO DA COSTA

ROGÉRIO DA COSTA es coordinador del Programa de Posgrado en Comunicación y Semiótica de la "Pontificia Universidade Católica de São Paulo" (PUC-SP), donde dirigió el área de tecnología de 2004 a 2005. Doctor en historia de la filosofía en la "Université de Paris IV (Paris-Sorbonne)", posgraduado en filosofía en la Universidad de São Paulo (USP) y graduado en ingeniería de sistemas y computación en la "Universidade do Estado do Rio de Janeiro" (Uerj), actualmente dirige el Laboratorio de Inteligencia Colectiva (LinC). Entre 2010 y 2011 integró el Consejo de Orientación Artística y Cultural del Museo de la Imagen y del Sonido de São Paulo (MIS-SP).

¹ Federico Casalegno e William J. Mitchell, "Connected Sustainable Cities", Massachusetts: MIT Press, 2008. Disponible en <<http://mobile.mit.edu>>.

² Lewis Mumford, "A cidade na história", São Paulo: Martins, 2001.

³ Steven Johnson, "Emergence, Nova York: Scribner", 2001, p. 107.

Las metáforas son innumerables: las ciudades como hormigueros, laberintos, fortalezas, un superorganismo, cerebro, red de redes, caos... Ellas son todo eso al mismo tiempo, pero en el futuro necesitarán ser, sobre todo, inteligentes.

Las grandes ciudades fueron organizándose, a lo largo de la historia, en forma de redes y sistemas cada vez más complejos, como fruto de la interconexión de las personas, de las transacciones comerciales, de las tecnologías e informaciones. Ellas están atravesadas por redes de comercio y transporte, de infraestructura, máquinas, además de sistemas de energía eléctrica y de comunicación.¹ Una frase del historiador Lewis Mumford, en su libro *La ciudad en la historia*, nos recuerda que los aglomerados urbanos no pueden dejar de ser vistos como "una estructura especialmente equipada para almacenar y transmitir los bienes de la civilización".² Pero esos bienes solo pudieron ser producidos porque las ciudades se transformaron, en las palabras del científico Steven Johnson, en una especie de interfaz que permitió que los individuos pusieran sus inteligencias en contacto, en un tipo de *polinización cruzada*.³ Eso posibilitó no apenas el aumento del flujo de ideas, sino también la preservación de aquellas que serían esenciales para el desarrollo de la civilización. Ya durante los dos primeros siglos de las antiguas poblaciones urbanas es posible encontrar invenciones que fueron cruciales para el desarrollo de nuestra civilización, tales como el cultivo de granos, el arado, el torno de alfarero, el velero, el telar, la metalurgia del cobre, la matemática abstracta, la observación astronómica, el calendario. Las ciudades almacenan y transmiten nuevas ideas para toda la población, asegurando que, una vez inventadas, las nuevas tecnologías no desaparecerán.

Pero, si las ciudades pueden ser vistas como fuente de recursos e información, también no dejan de ser un espacio privilegiado para vivir y convivir. Ocurre que los patrones actuales de crecimiento económico han generado un enorme descompás entre la búsqueda, siempre creciente de los individuos por recursos e información, y, simultáneamente, la capacidad de toda la infraestructura de las ciudades para sostener esa demanda. Eso acaba impactando varias dimensiones de la vida y del medio ambiente. Los procesos migratorios, el crecimiento demográfico, la producción, la distribución y el consumo de bienes materiales industrializados y de recursos naturales son factores que afectan directamente el equilibrio de las ciudades. Además, el modelo de gestión de las metrópolis, basado en administraciones centralizadas, ha sido el mismo durante siglos. Con todo, ya es visible, sobre todo en las megalópolis, el agotamiento del modelo de gobernabilidad que conocemos, tal es la complejidad alcanzada por ese superorganismo al iniciarse el siglo XXI y, con eso, los enormes retos de gestión de todos los procesos humanos y materiales.

Las ciudades evolucionaron de estructuras simples para organismos complejos. Pero esos organismos, a pesar de haber llegado al final del siglo XX disponiendo de un avanzado “sistema nervioso” digital, representado por la informática y la internet, aún no habían alcanzado la producción metafórica del “pensamiento”. Eso significa que las ciudades, en el futuro próximo, no apenas serán capaces de almacenar y transmitir informaciones para su población sus “células”, sino que también serán capaces de formarse una idea al respecto de sí mismas, una especie de consciencia de su estado actual. Las cosas, los lugares, la atmósfera, los transportes deberán recibir un sistema digital que les dará informaciones sobre cómo las personas están interactuando con todo lo que está a su alrededor, y cómo cada una de esas cosas pueden intercambiar señales para indicar su situación presente. Con eso, ellas deben precisar cada vez menos (pero no prescindir) de un sistema de gestión centralizado. Progresivamente, se deben alcanzar niveles de autogestión de varios procesos que circulan por sus vías: la distribución de recursos como agua y energía, la emisión de contaminantes en la atmósfera, de residuos en el medio ambiente, el desplazamiento de personas en la ciudad, la logística de entrega de mercancías. Simultáneamente, los individuos podrán estar cada vez más conscientes de los efectos de sus acciones sobre la ciudad como un todo. Ellos conseguirán percibir los impactos causados por sus decisiones personales en niveles ambientales, sociales y políticos.

Ejemplos de ciudades inteligentes ya pueden ser encontrados en algunos países. Uno de ellos es el Distrito de Negocios Internacionales de Songdo, proyecto que está en marcha en Corea del Sur. Actualmente tiene 70 mil habitantes, los residuos de las casas son enviados directamente por una red de túneles subterráneos hasta las estaciones de tratamiento. Los automóviles poseen chips conectados a una central que detecta si muchos harán un recorrido semejante, y toma providencias para evitar embotellamientos. Otro ejemplo de ciudad inteligente es Dongtan, en China, país donde se prevé que en 2050 serán 1,12 millardo de habitantes en áreas urbanas. Cuenta con energía renovable, transportes que emiten cero carbono, tratamiento y reciclaje del agua, entre otras iniciativas sostenibles. Un tercer ejemplo es Masdar, en Abu Dabi, ciudad proyectada para ser totalmente sostenible, con 100% de energía renovable, cero de emisión de carbono y un sistema de transporte eléctrico que opera en el subsuelo.

El número de migrantes climáticos sería de por lo menos 200 millones hasta 2050, pudiendo llegar a 700 millones en los peores escenarios. Caso no hagamos nada, esa podrá ser la mayor migración humana ya registrada en la historia. Sin grandes inversiones en cuestiones relacionadas con la migración, como vivienda, educación y servicios de salud, los problemas de integración de los migrantes en otros países serán más agudos que hoy.

Pero si las visiones de futuro indican ciudades sostenibles, con sistemas de autorregulación de sus procesos por todas partes, con áreas verdes equilibrando los espacios construidos, con todo lo que podríamos imaginar de inteligente para un espacio urbano, varios informes de organizaciones internacionales muestran que la previsión para la ciudad del mañana no sigue esa dirección.

Los flujos migratorios que afectan las estructuras de las ciudades y, simultáneamente, las transforman en lugares multiculturales están entre los factores que más deben contribuir para aumentar la complejidad de las megalópolis. De acuerdo con los datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD),⁴ el crecimiento de la población global esperado para 2050 debe alcanzar cerca de 9,3 millardos de personas, siendo que 97% de ese aumento será en países en desarrollo. En ese mismo año, más de 70% de la población mundial estará viviendo en centros urbanos. Migrantes que cruzan fronteras buscando trabajo y una vida mejor pueden exceder los 400 millones, 7% de la población actual del globo, hasta 2050. Las informaciones son parte de un informe divulgado por la Organización Internacional para la Migración (IOM),⁵ con sede en Ginebra, que afirma que ese aumento es una tendencia inexorable e inevitable, con números crecientes de personas disputando pocos empleos en países en desarrollo y huyendo de los efectos de los cambios del clima.

En ese último caso, un informe de la misma institución explica que los movimientos poblacionales ya comenzaron y pueden ser mucho mayores de lo se estimó originalmente. El número de migrantes climáticos sería de por lo menos 200 millones hasta 2050, pudiendo llegar a 700 millones en los peores escenarios. Caso no hagamos nada, esa podrá ser la mayor migración humana ya registrada en la historia. Sin grandes inversiones en cuestiones relacionadas con la migración, como vivienda, educación y servicios de salud, los problemas de integración de los migrantes en otros países serán más agudos que en la actualidad.

Todo ese desplazamiento humano, fruto de las migraciones resultantes de los factores más diversos, acaba favoreciendo el crecimiento de las metrópolis rumbo a la formación de mega regiones, o el surgimiento de la llamada “ciudad sin fin”, fenómeno que parece irreversible actualmente. Hoy en día, más de la mitad de la población global vive en regiones urbanas. Como ya se dijo, en 2050, 70% de la población estará viviendo en zonas urbanizadas. De acuerdo con esa tendencia de la ciudad sin fin, y según el informe de 2010 de la Agencia para los Asentamientos Humanos (UN-Habitat), intitulado “State of the World's Cities”,⁶ las mega ciudades mundiales están fundiéndose para formar vastas “mega regiones” que pueden extenderse por centenas de kilómetros entre los países, acumulando más de 100 millones de personas. Ese fenómeno podría ser uno de los más significativos en relación al desarrollo y a los problemas de la forma cómo las personas van a vivir y cómo las economías deberán crecer nos próximos 50 años.

Las mayores mega regiones, que están en la vanguardia de la rápida urbanización que asola al mundo, son Hong Kong-Shenhzen-Guangzhou, en China, donde viven cerca de 120 millones de personas; Nagoya, Osaka-Kioto-Kobe, en Japón, que debe llegar a 60 millones de personas en 2015; y Río de Janeiro-São Paulo, región con 43 millones de personas en Brasil. El crecimiento de las mega regiones y municipios está provocando una inédita expansión urbana, con el surgimiento de nuevas favelas, el desarrollo desequilibrado y la desigualdad de renta, ya que más y más personas están mudándose para ciudades-satélite o dormitorio. Ese fenómeno, debido a las aglomeraciones urbanas, debe acentuarse en los próximos cuarenta años, ya que la tendencia de la formación de megalópolis es considerada irreversible.

Finalmente, es necesario destacar el complejo desdoblamiento cultural que el flujo poblacional, conjuntamente con la enorme expansión urbana prevista para las próximas décadas, traerá consigo, posibilitando una amplia interconexión cultural. Un informe de Unesco⁷ sobre las tendencias en el siglo XXI indica importantes aspectos que deben pesar en la relación entre las diversas culturas del planeta. La intolerancia, la xenofobia, el racismo y la discriminación vuelven a aparecer, a veces de forma violenta, incluso con genocidios que son justificados en nombre de la pertenencia religiosa, nacional, cultural y lingüística.

Las mayores mega regiones, que están en la vanguardia de la rápida urbanización que asola el mundo, son Hong Kong Shenhzen-Guangzhou, en China, donde viven cerca de 120 millones de personas; Nagoya, Osaka-Kioto Kobe, en Japón, que debe llegar a 60 millones de personas en 2015; y Río de Janeiro-São Paulo, región con 43 millones de personas en Brasil.

El crecimiento urbano en la mayoría de las megalópolis y de las metrópolis en 2050, puede causar enormes impactos en la vida urbana, en el consumo de recursos y bienes y también, del punto de vista social, en el acceso al trabajo, en la exclusión de minorías y en los derechos humanos. Esos varios escenarios de la vida urbana en 2050, nos llevan a cuestionar si caminamos rumbo al choque o a la mezcla cultural y étnica. En la ciudad del mañana, ¿habrá hegemonía de una cultura sobre las otras? En las ciudades inteligentes o en los hormigueros humanos, debemos preguntarnos siempre si la ciudad favorecerá el pluralismo cultural, el diálogo y el encuentro entre las culturas. ●

079 ...

⁶ Cf. UN-Habitat, “Relatório sobre Megarregiões”. Disponible en <<http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2562>>.
⁷ Cf. Unesco. Disponible en <<http://www.unesco.org>>.

¿CÓMO SEREMOS MAÑANA?

BENILTON BEZERRA JR.

Somos los únicos seres naturales cuya existencia no está determinada únicamente por normas y límites del orden vital, porque incorporamos continuamente a nuestra propia naturaleza los efectos de todo lo que hacemos. Creamos objetos, tecnologías, valores morales y reglas culturales que configuran el ambiente físico y social en que vivimos, expanden las capacidades de nuestro organismo y moldean nuestra subjetividad. A medida que se alteran las condiciones materiales y simbólicas que sostienen nuestra vida cotidiana, se modifica la percepción que tenemos del mundo, de los otros y de nosotros mismos. Lo que somos está en constante mutación, y es esa apertura en nuestra propia naturaleza que resulta nuestra marca esencial.

Algunas de las transformaciones que nos afectarán en las próximas décadas pueden entrecruzarse en el horizonte, otras no. El impacto producido por la internet difícilmente podría haber sido anticipado, por ejemplo, y en pocos años cambió profundamente nuestro modo de ser en el mundo. La percepción del espacio y del tiempo, la forma en que entendemos la información y la memoria, la organización del trabajo, las redes de nuestras relaciones personales, las relaciones entre lo local y lo global, lo individual y lo colectivo son ejemplos de patrones que han sido profundamente alterados por la relación del hombre con la tecnología.

BENILTON BEZERRA JR. es psicoanalista, psiquiatra y profesor asociado en el Instituto de Medicina Social de la "Universidade do Estado do Rio de Janeiro" (UERJ), investigador del "Programa de Estudos e Pesquisas sobre Ação e Sujeito" (Pepas) do IMS/Uerj.

La internet será ubicua, invisible, dejando de ser percibida como tecnología que afecta la vida para asumir una dimensión de la propia realidad, en la cual nosotros y los objetos estaremos inmediata y permanentemente insertados, sin que precisemos conectarnos.

Como ocurre con toda tecnología, claro, sus efectos son complejos. Si por un lado la internet transformó el mundo en un lugar más accesible, compartido y solidario, por otro también precipitó el surgimiento de modalidades inéditas de violencia y criminalidad, control y opresión ataques digitales a sistemas de seguridad, espionaje cibernético, golpes dirigidos a individuos, censura estatal de informaciones, por ejemplo.¹ En ese sentido, debemos recordar que el progreso científico y tecnológico debe ser acompañado de reflexiones éticas y acciones políticas que controlen sus efectos y los pongan a servicio de nuestros ideales.

En pocos años más, la internet será ubicua, invisible, dejando de ser percibida como tecnología que afecta la vida para asumir una dimensión de la propia realidad, en la cual nosotros y los objetos estaremos inmediata y permanentemente insertados, cuando precisemos conectarnos.

Combinadas con las tecnologías de realidad virtual, la internet y las redes sociales nos mantendrán intercomunicados no solo por la palabra y por la imagen, sino también sensorialmente² - por ejemplo, para compartir experiencias táctiles u olfativas, o vivencias de inmersión en ambientes virtuales compartidos.³

Partes crecientes de la vida cotidiana sucederán en ese espacio virtual. Por eso podemos imaginar que el acceso a esa esfera de la existencia entre para la lista de los derechos universales. En ese proceso, las poblaciones que permanezcan excluidas de la revolución digital difícilmente evitarán la marginalidad económica y social.

Entre los incluidos, nuevos patrones de relaciones personales ya emergen en el horizonte. La experiencia psicológica y social de distancia y proximidad está dejando de ser anclada exclusivamente en el espacio físico. El papel del factor geográfico tiende a ser cada vez menor en la constitución de las relaciones de trabajo, redes de amistad, relaciones amorosas y asociaciones políticas y científicas. Nada estará condenado a la marginación por encontrarse físicamente distante o psicológicamente fuera de los patrones de la mayoría. En ese escenario, una cantidad extraordinaria de informaciones estará más accesible para cada individuo. Por otro lado, el secreto, la soledad y el silencio precisarán ser conquistados.⁴

¹ Marc Goodman, "Future Crimes: Everything Is Connected, Everyone Is Vulnerable and What We Can Do About It", Nueva York: Doubleday, 2015.

² Adrian David Cheok e James Teh Keng Soon, "Haptics and Touch for Novel Internet Multisensory Communication", S.I.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. ³ "European Commission, Community Research and Development Information Service", "Enabling Audiovisual User Interfaces for Multisensory Interaction". Disponible en <http://cordis.europa.eu/project/rcn/188128_en.html>. ⁴ John Fredette et al., "The Promise and Peril of Hyperconnectivity for Organizations and Societies", in The Global Information Technology Report 2012: "Living in a Hyperconnected World, World Economic Forum", 2012. Disponible en <<http://reports.weforum.org/global-information-technology-2012/>>.

Junto con la internet, el avance exponencial de las tecnologías de comunicación y computación ampliará los espacios de ejercicio del poder por parte de los individuos. El acceso cada vez mayor a informaciones de todo tipo atenuará las diferencias entre *experts* y legos. La disminución progresiva de las tecnologías digitales y la universalización de la internet prometen posibilitar saltos en la difusión del conocimiento para todos, resultando en un mayor poder de influencia de los individuos y de los grupos organizados.⁵ Actos locales tendrán cada vez más la posibilidad de producir efectos globales. Un único individuo, en cualquier lugar que esté, podrá ser visto y oído por millones en todo el planeta. El ejercicio de la autonomía individual podrá expandirse. Barreras lingüísticas se superarán progresivamente con más facilidad debido al desarrollo de dispositivos de traducción instantánea cada vez más eficaces.⁶ Así, las tecnologías, además de ser instrumentos fantásticos de difusión universal del conocimiento, podrán servir, también, para promover la tolerancia y la equidad en escala global y, en consecuencia, mayor tolerancia entre las diversas culturas.

La expansión acelerada de las biotecnologías está dejando para atrás los límites naturales de la condición humana (...); el concepto y la experiencia de paternidad, maternidad, parentesco y filiación serán significativamente más complejos e inciertos, exigiendo redefiniciones culturales constantes.

Por otro lado, la reducción de la privacidad y el control sobre los individuos tiende a expandirse exponencialmente. Informaciones sobre correspondencias personales, movimientos financieros, registros médicos, preferencias estéticas, políticas, morales, estilos de vida, redes de contacto, desplazamientos geográficos, casi todo será registrado por sistemas de vigilancia y monitorización por parte del Estado, la medicina y por las corporaciones comerciales. Entre los temas que deben ocupar un lugar crucial en la agenda política futura, ciertamente estarán la tensión entre la búsqueda de seguridad y la preservación de la libertad, y la lucha por el control de las informaciones sobre los individuos.

La expansión acelerada de las biotecnologías está dejando para atrás los límites naturales de la condición humana.⁷ Con las múltiples variedades de contribución biológica de los genitores, y el surgimiento de inéditas formas de uniones conyugales y familiares, el concepto y la experiencia de paternidad, maternidad, parentesco y filiación serán cada vez más complejos, inciertos, exigiendo redefiniciones culturales constantes. **Con la** ampliación de las posibilidades de intervención sobre la anatomía y la fisiología, la polarización tradicional entre masculino y femenino cederá más espacio, en el imaginario social, a las visiones espectrales de la sexualidad: una gama plural de configuraciones corporales e identidades de género serán cada vez más accesibles y legítimas.

Con la biónica, la nanotecnología, la bioingeniería genética y las interfaces entre cerebros y máquinas, otras clásicas polarizaciones entre natural y artificial, entre biológico y cultural sufrirán una reducción progresiva de su relevancia. Las formas biológicas, incluso la humana, estarán cada vez más moldadas biotecnológicamente en función de opciones y decisiones humanas morales, estéticas, políticas, comerciales. Produciremos interfaces entre organismos y dispositivos tecnológicos crecientemente complejos y amigables, lo que ampliará mucho nuestras capacidades cognitivas, sensoriales, comunicacionales, la forma de percibir nuestro cuerpo y de constituirnos como sujetos sociales, como ya se preveía hace algunos años.⁸

⁵ Lauren Rhue e Arun Sundararajan, "Digital Access, Political Networks and the Diffusion of Democracy", *Social Networks*, vol. 36, jan 2014.
⁶ Amy Neustein e Judith A. Markowitz (orgs.), "Mobile Speech and Advanced Natural Language Solutions", Nueva York: Springer, 2013; Douglas Jones et al., "Machine Translation for Government Applications", *LincIn Laboratory Journal (MIT)*, vol. 18, nº 1, 2009. ⁷ Francis Fukuyama, "Nosso futuro pós-humano", Rio de Janeiro: Rocco, 2003. ⁸ Donna J. Haraway, *Simians, "Cyborgs and Women The Reinvention of Nature"*, Nueva York: Routledge, Chapman and Hall Inc., 1991.

La posibilidad de superación de límites e imposiciones naturales mediante prácticas de perfeccionamiento de varios aspectos de la vida biológica y psicológica de los individuos (memoria, humor, cognición, sueño, apetito, sexo) ha ganado el imaginario social.⁹ Ya no se discute más *si*, sino *cómo* se usarán las tecnologías de regulación de la vida psíquica y social y el perfeccionamiento del desempeño corporal y subjetivo. **Nuevas formas** híbridas de vida, al mismo tiempo, naturales y artificiales, vendrán a luz. El control y la regulación tecnológica de las condiciones biológicas, psicológicas y sociales de la vida traerán consigo innumerables retos éticos y políticos. Las fronteras entre la normalidad, la mera diferencia, y la anormalidad o patología, en los campos del funcionamiento biológico, psicológico y social, serán objeto de intensas disputas culturales y científicas.¹⁰ El malestar, trazo inherente a la condición humana, podrá manifestarse de formas inéditas: nuevas modalidades de sufrimiento, nuevos síntomas, referidos a los nuevos ideales y a las nuevas exigencias de bienestar surgidos en ese escenario futuro.

La aceleración del proceso de globalización aumentará la interacción entre diferentes poblaciones y sociedades, ya sea por el comercio, por la circulación de la información o por los movimientos migratorios. Ese proceso podrá crear condiciones para un mayor conocimiento y acogida de la variedad de las culturas humanas, promoviendo la expansión de la tolerancia y la preservación de tradiciones antes amenazadas por el aislamiento. Por otro lado, probablemente causará presiones en dirección de una homogeneidad cultural cuyo desarrollo quizá resulte en el agravamiento de conflictos interétnicos, interculturales e interreligiosos.¹¹

¿Qué escenarios el futuro nos reserva? Solo podemos especular sobre ellos. La combinación de transformaciones políticas, movimientos culturales, descubrimientos científicos y avances tecnológicos seguramente modificará profundamente nuestra forma de vivir, pero el mundo que resultará de esa combinación aún será definido. ¿Será más ecuánime e inclusivo o más injusto y excluyente? ¿Conseguiremos crear un mundo más tolerante y compartido o veremos la desigualdad y la violencia persistir en formas inéditas?

No tenemos como decir con certeza cómo seremos mañana. Pero podemos y precisamos decir con claridad cómo queremos ser mañana, porque esa es la forma de participar de la construcción de lo que vendrá. La mejor forma de enfrentar el futuro es darnos cuenta de que lo comenzamos a inventar con las intenciones y con los gestos que producimos en el mundo hoy. ●

⁹ Steven Hyman, "Cognitive Enhancement: Promises and Perils", *Neuron* n° 69, 24 feb 2011. ¹⁰ Nicolas Rose, "The Politics of Life Itself: Biomedicine, Power, and Subjectivity in the TwentyFirstCentury", Princeton: Princeton University Press, 2007. ¹¹ Amartya Sen, "How to Judge Globalism: Global Links Have Spread Knowledge and Raised Average Living Standards. But the Present Version of Globalism Needlessly Harms the World's Poorest", *The American Prospect*, vol. 13, 1 ene. 2002; Amy Chua, "World on Fire: How Exporting Free-Market Democracy Breeds Ethnic Hatred & Global Instability", Nova York: Anchor Books, 2004.

¿ADÓNDE NOS LLEVAN LAS RUTAS TECNOLÓGICAS DE LA ENERGÍA?

NEILTON FIDELIS | LUIZ PINGUELLI ROSA
MARCIO GIANNINI PEREIRA

NEILTON FIDELIS DA SILVA es profesor del “Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia” de Río Grande do Norte (Ifern). Obtuvo su graduación en ingeniería eléctrica en la “Universidade Federal do Rio Grande do Norte” (UFRN) y el posgrado en electricidad en la “Universidade Tecnológica Federal do Paraná” (UTFPR), el posgrado en ingeniería eléctrica en la UFRN y el doctorado en planeamiento energético en la “Universidade Federal do Rio de Janeiro” (UFRJ). Actualmente asesora a la Secretaría Ejecutiva del Fórum Brasileño de Cambios Climáticos y actúa como investigador del “Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais” (IVIG/Coppe-UFRJ).

LUIZ PINGUELLI ROSA es profesor del Programa de Planeamiento Energético de la “Universidade Federal do Rio de Janeiro” (UFRJ), donde dirige el “Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia”, y es secretario ejecutivo del “Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas”. Obtuvo la graduación en física en la UFRJ, el posgrado en ingeniería nuclear en la Coppe/UFRJ y el doctorado en física en la “Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro” (PUC-Rio). Expresidente de Eletrobras, fue también miembro del Consejo do Pugwash y ha participado del Panel Intergubernamental de Cambios del Clima (IPCC).

MARCIO GIANNINI PEREIRA es investigador del “Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Eletrobras Cepel)”, consultor/conferencista en el área de sostenibilidad y energía, miembro del consejo editorial de la “Revista Brasileira de Tecnologia e Negócios em Petróleo” (TN Petróleo) y “Fellow Research of the University of California” (Berkeley Renewable & Appropriate Energy Laboratory RAEL). Obtuvo la graduación en economía en el “Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro” (UFRJ) y el posgrado y el doctorado en planeamiento energético en la Coppe/UFRJ. Publicó diversos artículos en periódicos especializados y trabajos en anales de eventos nacionales e internacionales. Escribe el blog “Energia, Sociedade e Mudanças Climáticas”.

Imagine el mundo con la población actual de 7,3 billardos de personas, pero sin la diversidad de fuentes de energía que hoy disponemos. Si aún viviéramos en la era del trabajo a base, solamente, de nuestros propios músculos y del calor producido por la quema de *biomasa*, seguramente faltarían alimentos y leña para tanta gente; la expectativa de vida sería mucho menor la población no tendría, probablemente, el contingente de hoy; y no disfrutaríamos del confort y de la productividad que la tecnología nos ofrece.

Todo el proceso de desarrollo humano se relaciona estrechamente con la evolución del dominio y del uso de las fuentes de energía disponibles en la naturaleza, y nuestra relación con esas fuentes se vincula fuertemente con las estructuras de producción y con el consumo de los bienes y servicios. Desarrolladas a lo largo del tiempo, las diferentes tecnologías de conversión de energía condicionaron diversas formas de uso, con distintos rendimientos, que, a su vez, ocasionaron múltiples impactos en el medio socioeconómico y ambiental.

Hoy debemos preguntarnos cómo seguir adelante. ¿Qué caminos elegiremos? ¿Cuáles serán nuestras opciones tecnológicas? ¿Movidas a qué tipo de energía? Aunque parte de la población mundial apueste en tecnologías de conversión más eficientes (que amplían el uso de la energía con menor consumo de recursos naturales y menos impactos ambientales), el uso de las técnicas anteriores a la máquina a vapor es aún muy importante en el planeta. Así, a pesar de los avances tecnológicos recientemente conquistados, y de los que aún vendrán, en varias regiones el futuro energético continúa vinculado a las opciones del pasado.

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA EN EL TIEMPO¹

Para comprender esa historia, es necesario comenzar recordando que, en cualquier tiempo o lugar, el más complejo sistema convertidor de energía que el ser humano utiliza es su propio cuerpo. Mediante la digestión se procesa la conversión de la energía química, presente en los alimentos, en calor, energía muscular y cerebral. Al transferir para fuera de su cuerpo la necesaria producción de trabajo, el ser humano dispone de dos formas básicas de conversión de energía: la orgánica (uso del trabajo animal para producir energía mecánica, leña etc.) y la inorgánica (ruedas hidráulicas, molinos de viento, máquinas eléctricas, motores de combustión interna, entre otros).

El ser humano evolucionó cambiando los convertidores orgánicos por los inorgánicos. La tracción humana y animal en la producción de bienes cedió el paso a la industria mecanizada, movida primero a vapor, después con la electricidad. En las residencias, el aprovechamiento de la biomasa natural para cocinar y garantizar la calefacción fue progresivamente sustituido por cocinas, calentadores y otros aparatos domésticos, fruto de los avances técnico-científicos que posibilitaron el uso de fuentes de energía antes inaccesibles. Aumentó enormemente el empleo del carbón, del gas, del petróleo, de la electricidad y de la energía nuclear. Así, cada fuente de energía pasó a ocupar su nicho diferenciado, expandiendo el uso y el aprovechamiento de los recursos energéticos.

Ese proceso, demuestra que la evolución de la humanidad se construyó con la mecanización y sustitución de la fuerza de trabajo rural, cuyo efecto fue la migración de gran parte de los trabajadores agrícolas para el sector de servicios, y la ampliación no solo de los intercambios comerciales, sino también de los bienes culturales. Esos cambios generaron enormes ganancias para la población, ya sea con la reducción o sustitución del trabajo fatigante, o con la mejora de la salud, de la educación, con el aumento de la seguridad, de la longevidad y de la renta. Además, con el aumento de la tasa de energía controlada, los avances extrapolaron tanto el universo doméstico como la producción agrícola e industrial, alcanzando la navegación, a las vías de ferrocarril, al transporte individual y colectivo, beneficiando nuevos sectores de la producción cuyas bases eran la energía mecánica y térmica.

Tal cual se puede acompañar en la línea del tiempo esquematizada al lado, el consumo de la energía creció de forma acelerada a partir del final del siglo XIX y aún más intensamente a partir de la segunda mitad del siglo XX.

1700

CONSUMO MUNDIAL PREDOMINANTEMENTE RENOVABLE. (LEÑA Y DERIVADOS)

1800

EL CONSUMO CRECIÓ 25% EN ESE SIGLO.

1850

EN MEDIO SIGLO (1800-1850) EL CONSUMO MUNDIAL CRECIÓ 47%.

1900

ENTRE 1850 Y 1900 EL CONSUMO MUNDIAL CASI DUPLICÓ. EL USO DE LA LEÑA DISMINUYÓ, EL CARBÓN SIENDO LA MAYOR FUENTE COMERCIAL. EL PETRÓLEO, EL GAS NATURAL Y LA ELECTRICIDAD PASARON A FORMAR PARTE DE LA CESTA DE LAS FUENTES COMERCIALES. (JUNTAS RESPONDEN POR APENAS 2%)

1950

EN EL PERÍODO DE 1900 A 1950, EL CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA CRECIÓ CASI DOS VECES Y MEDIA. PETRÓLEO 24% | GAS NATURAL 8%

1970

ENTRE 1950 Y 1970 EL CONSUMO MUNDIAL DE PETRÓLEO, GAS NATURAL Y ELECTRICIDAD CASI TRIPLICÓ. EL CHOQUE DEL PETRÓLEO IMPULSÓ LA INVESTIGACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE ENERGÍA.

1990

ENTRE 1970 Y 1990 EL CRECIMIENTO DEL CONSUMO SE RESTRINGIÓ A POCO MENOS DEL 35%. ACCIDENTES EN LAS USINAS NUCLEARES. ACCIONES SOBRE LA DEMANDA Y OFERTA DEBIDO AL CHOQUE DEL PETRÓLEO.

2000

EL SIGLO TERMINÓ CON LOS COMBUSTIBLES FÓSILES TOTALIZANDO 80% DE TODO EL CONSUMO ENERGÉTICO. CONFLICTOS (ESCASEZ Y RESTRICCIONES DE ACCESO A LAS FUENTES).

En la primera fase evolutiva, el carbón mineral fue el principal combustible de las máquinas a vapor, ampliando rápidamente su frontera de uso para las más diversas industrias. Después se transformó en el símbolo energético de la Revolución Industrial. A partir de ese momento, la generalización del uso macizo de los combustibles fósiles por parte de la humanidad constituye una nueva etapa del aprovechamiento de los procesos naturales de acumulación y concentración de energía.

Como sabemos, los combustibles fósiles se originan en la energía solar acumulada en las plantas o animales sometidos a una serie de procesos de concentración y compactación, de millones de años de duración. No hay, por lo tanto, posibilidad de recarga en la escala del tiempo económico exigido por la sociedad. Así, cuando el uso de carbón mineral se expandió y causó la utilización del petróleo y del gas natural, la humanidad ingresó en la era del consumo de los *stocks* naturales no renovables de energía.

En la etapa inicial de esa era, el petróleo fue usado apenas para la iluminación y para generar calor, mediante el uso del querosén. Muchos cambios ocurrieron en función de nuevos dominios tecnológicos y se pasó a utilizar el petróleo para generar energía mecánica en su forma directa, transformándose muy rápidamente en la principal fuente de energía para el transporte.

Con el gas natural, la evolución fue más lenta. Inicialmente era considerado un obstáculo para la producción de petróleo. Los descubrimientos de reservas gigantescas y, sobre todo, el continuo crecimiento de las necesidades y la multiplicación de los usos energéticos fueron decisivos para el desarrollo de la industria de gas natural. Superadas las barreras impuestas por los costes de transporte, el gas natural pasó a ser, incluso, considerado un combustible noble.

La segunda fase evolutiva comienza con el desarrollo de una serie de tecnologías surgidas a fines del siglo XIX y comienzo del siglo XX, que facilitaron la difusión del uso de la electricidad. Al mismo tiempo, la invención del generador eléctrico de corriente alterna y de los transformadores eléctricos de inducción permitió que el aprovechamiento de la energía hidráulica fuese nuevamente considerado en el planeamiento de la expansión del mercado de energía. Las redes de transmisión de energía eléctrica tuvieron un papel importante en esa retomada, permitiendo el transporte a grandes distancias de la energía hidráulica disponible en las represas.

Todos esos descubrimientos permitieron utilizar simultáneamente múltiples fuentes de energía (leña, carbón, petróleo, energía hidráulica) de forma muy flexible, con rendimientos más elevados y de mejor calidad. Tal diversidad de fuentes energéticas disponibles, combinada con la acumulación de nuevas tecnologías, posibilitó el desarrollo del complejo sistema energético que disponemos hoy.

Paralelamente, el dominio del proceso de Fisión Nuclear Controlada hizo posible la transformación tecnológica de la materia en energía. Así, parecía comenzar la tercera fase del aprovechamiento energético, ya que, además de los menores costes, se estimaba que esa fuente de energía era ilimitada. Sin embargo, aunque la energía nuclear responde por 9,7% de la oferta de energía primaria en el planeta, con sistemas instalados y en funcionamiento, el debate sobre su viabilidad es recurrente, porque se revelaron problemas económicos y ambientales, mereciendo destaque los riesgos que amenazan la seguridad de la población.

Aunque la energía nuclear responde por 9,7% de la oferta de energía primaria en el planeta, con sistemas instalados y en funcionamiento, el debate sobre su viabilidad es recurrente, porque se revelaron problemas económicos y ambientales, mereciendo destaque los riesgos que amenazan la seguridad de la población.

La sociedad industrial es llevada a redescubrir flujos energéticos que se basen en recursos naturales renovables y a buscar procesos más armonizados con la vida humana y con capacidad de dar soporte a los ecosistemas.

Otro destaque importante, y más reciente, es la exploración en gran escala del gas de esquisto, un gas natural encontrado en el interior de un tipo de roca porosa conocida como esquisto arcilloso. Para retirar el gas de la roca se utiliza el proceso de fractura hidráulica, inyectando agua, arena y productos químicos. La posibilidad de contaminar el agua de abastecimiento de la población es grande y algunos estudios asocian tal proceso a temblores de tierra. A pesar del riesgo, la producción del gas de esquisto crece rápidamente desde el año 2000, sobre todo en Estados Unidos, donde la expectativa es alcanzar la marca de 50% del total americano de gas natural a mediados de la década de 2030.

El actual escenario mundial, por lo tanto, está marcado por una extrema dependencia de la producción y del uso de energía de origen fósil y por emprendimientos relacionados con la cadena energética que causan elevados impactos en el ambiente natural, alimentando una creciente desconfianza del consumidor al uso de fuentes no renovables de energía. Eso ha llevado a la sociedad industrial a redescubrir flujos energéticos que se basen en recursos naturales renovables y a buscar procesos más armonizados con la vida humana y con capacidad de dar soporte a los ecosistemas. Tales flujos, asociados a nuevos desarrollos tecnológicos y de la organización productiva, pueden viabilizar el aumento de la oferta de energía, al sustituir la dependencia mundial de combustibles fósiles y nucleares.

Entre las nuevas tecnologías renovables, se registran los avances tecnológicos obtenidos a nivel internacional con el uso de energía solar térmica, solar fotovoltaica, bioenergía, además de los aprovechamientos eólicos y de residuos sólidos para generar electricidad.

El desarrollo de las técnicas de producción alternativa de energía basada en recursos renovables viabilizará el establecimiento de sistemas energéticos múltiples y flexibles, que aprovechen de forma integral, coordinada y descentralizada, las diversas fuentes energéticas y las tecnologías disponibles, sin dispensar la eficiencia energética. Así, cuando utilizada dentro de ciertos parámetros, la nueva producción podrá contribuir para minimizar los impactos ambientales resultantes del funcionamiento del mercado mundial de energía atendiendo las exigencias de una sociedad preocupada con la sostenibilidad. **Finalmente, debemos** también considerar, especialmente, el reciente debate sobre el registro y sobre los escenarios de elevación de la temperatura media del planeta, debido al aumento de las concentraciones de los gases que intensifican el efecto invernadero, cuya principal fuente es el uso de combustibles fósiles. Muchos científicos tienden a concordar con las evidencias que indican relaciones estrechas entre la producción y el uso de la energía y el denominado calentamiento global.²

Entre otras estrategias, las fuentes renovables de energía le ofrecen al planeta la oportunidad de reducir las emisiones de carbono y de retomar la trayectoria de desarrollo económico inclusivo, alineada con el equilibrio ambiental que otrora formaba parte del proceso civilizatorio de la humanidad, porque se basaba en la generación de energía renovable. ●

² IPCC "The Intergovernmental Panel on Climate Change", "Fourth Assessment Report: Synthesis Report", Cambridge, Reino Unido e Nova York: Cambridge University Press, 2007.

OCÉANOS, LA NUEVA FRONTERA HUMANA

DAVID ZEE

La Tierra con una población superior a 7 millardos de habitantes ya presenta señales preocupantes de sobreexplotación de sus recursos naturales, considerados hoy próximos a agotarse. La humanidad busca nuevas fuentes de recursos y consigue “estirar” un poco más su tiempo en el planeta usando la tecnología y la creatividad en su beneficio e, infelizmente, también el factor de la desigualdad social.

En ese contexto, delante de los límites de los recursos naturales, el futuro impone la necesidad imperativa de nuevas opciones de fuentes de recursos. En ese horizonte, los mares son las principales fuentes para la continuidad de la especie humana porque están a nuestro alcance y mucho más disponibles que los otros planetas, que aún deben ser explorados.

Para tener una idea de cómo los océanos son un verdadero universo a ser explorado, basta pensar que el ser humano ya llegó más veces a la Luna que a las profundidades oceánicas superiores a 3 mil metros. Más de 80% del área del océano Pacífico tiene profundidades superiores a esa y poquísimas veces las alcanzamos. Se estima que aún desconocemos más de 750 mil especies marinas, o sea, tres veces más de las que conocemos actualmente.

DAVID MAN WAI ZEE es profesor adjunto de la Facultad de Oceanografía de la “Universidade do Estado do Rio de Janeiro” (UERJ). Se graduó en ingeniería civil en la “Universidade Presbiteriana Mackenzie”, Maestría en “Coastal and Oceanographic Engineering” en University of Florida y doctor en geografía ambiental, título obtenido en la “Universidade Federal do Rio de Janeiro” (UFRJ). Es presidente del Consejo Consultivo de la ONG Defensores de la Tierra y vicepresidente de la Cámara Comunitaria de Barra da Tijuca-RJ.

Ya que aún no sabemos cuál es el potencial de los océanos, mantener los servicios ambientales importantes provistos por el mar como producción de oxígeno, fijación de carbono, producción de alimentos, distribución del calor en el planeta depende de cómo vamos a convivir con ellos. Hasta este momento, aún tenemos una deuda, porque los impactos producidos son significativos.

Los próximos cincuenta años nos parecen decisivos para que el ser humano aprenda a abrir caminos más amigables para relacionarse con los océanos. La humanidad no debe perder la gran oportunidad que se le presenta ahora para desarrollar nuevas tecnologías y no cometer, en el mar, los mismos errores cometidos en los continentes. El uso de los recursos marinos con justicia social en el futuro depende, por lo tanto, de la capacidad humana de saber respetar los límites de uso y los ciclos de los elementos naturales.¹

En los días actuales ya es posible notar diversos cambios en los océanos: la elevación del nivel del mar y de la temperatura, la acidificación y la contaminación de las aguas del litoral. Esas transformaciones graduales pueden no afectarnos en un primer momento, pero debemos tener en cuenta que ellas son las causas de posibles cambios. La mayor frecuencia e intensidad de mareas meteorológicas, ciclones, lluvias intensas, resacas y zonas muertas en ambientes costeros evidencia la agresividad potencial de los mares. Con base en esos datos surge nuestra preocupación con la degradación de los océanos. En ese sentido, las próximas décadas pueden ser vistas como un período decisivo para recuperar el pasivo ambiental acumulado en el siglo pasado (entre los diversos elementos que componen ese pasivo están el efecto invernadero, la sobrepesca, el acúmulo gradual y creciente de los contaminantes lanzados).

Una mejor comprensión de los ciclos naturales de los océanos sería fundamental para promover un cambio de actitud sobre nuestra relación con el mar. Además de los perjuicios que casi siempre suceden, esos fenómenos puntuales y extremos pueden interferir en la seguridad del ser humano y en su relación futura con el mar. Sumando esfuerzos en las investigaciones, por ejemplo, sería posible actuar para corregir errores del pasado y concretar la implementación de nuevas tecnologías.

Uno de los primeros pasos en dirección a un cambio de actitud sería percibir cuáles reacciones de los océanos evidencian daños y por lo tanto merecen mayor atención. Una observación importante que afecta a las edificaciones costeras, a los puertos y también a las plataformas marinas en creciente amenaza de colapso es que el trazado de nuestro litoral está siendo alterado expresivamente, debido a la sedimentación o erosión lo que se ha observado en varios locales. También ya es una realidad el riesgo de inundaciones en las planicies de la costa, provocadas por fluctuaciones bruscas y puntuales del nivel del mar debido a resacas y mareas meteorológicas.

Para proponernos una nueva actitud, las normas técnicas de construcción y de seguridad deben ser actualizadas de acuerdo con el nuevo escenario climático y oceanográfico que se configura. A medio plazo también debemos observar con atención el agresivo porcentaje salino de las aguas que deteriora más aceleradamente las edificaciones del litoral.

¹ Justicia social aquí se entiende como la capacidad humana para desarrollar múltiples y concomitantes usos de los beneficios provenientes de la pesca, de la explotación de los recursos minerales, de la navegación, del deporte, de las fuentes de alimentos, de la recreación, del ciclo de la materia orgánica, entre otros, para un mayor número posible de actores sociales presentes en el espacio marino.

Vean, por ejemplo, las playas urbanas, que son ambientes frágiles debido a la ocupación humana y a las fluctuaciones climáticas y oceanográficas. El litoral de Río de Janeiro ha sufrido un aumento gradual de los impactos de resacas significativas.² A lo largo de 21 años (de 1991 a 2011) se observó un aumento sustancial del promedio anual de resacas para períodos de tres años. De la misma forma se constató un aumento del número de días con resacas significativas, lo que indica una creciente presión sobre esas playas.

Los impactos son diversos habiéndose observado, también, una saturación a lo largo de los años, que se estabilizó en el máximo durante los últimos años (de 2006 a 2011). En función de los impactos observados, se recomiendan procedimientos preventivos para evitar la pérdida de la resiliencia de las playas como estructuras de protección contra las resacas. La renaturalización con el aumento o con la regeneración de la vegetación, también es una estrategia recomendada.

En Brasil, las frágiles áreas costaneras del Sur (Santa Catarina), Sudeste (Río de Janeiro) y Nordeste (Pernambuco), debido a la densa ocupación antrópica, van a sufrir impactos significativos.³ Es necesaria, por lo tanto, la adaptación de tales áreas costaneras para resistir a ese nuevo escenario climático y oceanográfico. Entre los principales impactos relacionados con la erosión de la costa están la reducción en el ancho de la playa; el retroceso de la línea de la costa; la desaparición de la zona vecina a la playa; la pérdida de hábitats naturales, como playas, dunas, manglares, restingas; y el aumento de la frecuencia y magnitud de inundaciones de la costa causadas por resacas o eventos de mareas muy elevadas.⁴

Los principales usos de las playas son el uso recreativo y de protección de la costa.⁵ En esos casos, es necesario establecer anchos mínimos que posibiliten mayor resistencia a la erosión causada por las olas y para evitar que ellas se aproximen al mobiliario urbano (rambla, puesto salvavidas, quioscos, avenidas costaneras). Entre las medidas preventivas (anticipatorias) que se recomiendan están el aumento artificial de las playas y la recomposición de la vegetación de restinga. Macumba y Arpoador, en Río de Janeiro, son ejemplos de playas del litoral carioca que fueron perjudicadas por la ocupación antrópica y el avance del mar. En ese sentido, se percibe la importancia del mantenimiento de las playas como elemento de adaptación del litoral para enfrentar los cambios climáticos.

Las áreas del litoral de Río de Janeiro han sufrido un aumento gradual de los impactos debido a resacas significativas. Durante 21 años (de 1991 a 2011) se observó un aumento sustancial del número medio anual de resacas en períodos de tres años. De la misma forma fue constatado un aumento del número de días con resacas significativas, lo que indica una creciente presión sobre las playas urbanas.

² Resacas significativas son eventos oceanográficos extremos que causan algún tipo de trastorno en la funcionalidad urbana o que son dignas de ser notadas. ³ David Man Wai Zee, "Elevação do nível do mar e adaptação em grandes cidades costeiras do Brasil", in "Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil", Rio de Janeiro: "Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável", 2010, p. 52-71. ⁴ Celia Regina de Gouveia Souza, "A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil", "Revista de Gestão Costeira Integrada", 2009. ⁵ Alan P. R. Frampton, "A Review of Amenity Beach Management", "Journal of Coastal Research", vol. 26, nº 6", 2010, p. 1112-1122.

Uno de los principales parámetros, tenidos en cuenta para las playas como elemento de protección, es su ancho.⁶ En el caso de las playas urbanas, como las del litoral carioca, es fundamental que se formulen políticas públicas de uso del suelo, además de intervenciones a largo plazo para mantener esos sistemas costaneros.

Otro elemento importante es el uso y el consumo de las aguas. Actualmente el ser humano usufructúa de los océanos para eliminar efluentes antrópicos, para explotar el petróleo y como fuente de alimento, además de utilizarlo para el transporte. Nuevos usos, como la producción de energía, minería y producción de fármacos, son posibilidades que deben ser consideradas. La salinización de la capa freática y de las zonas costaneras debida al desequilibrio climático impediría el aprovechamiento de los manantiales subterráneos de agua, agravando la situación de falta de agua potable.

El escenario oceanográfico que se proyecta desafía a la humanidad a invertir financiera y políticamente en estudios de punta y también en planeamiento y desarrollo de estrategias para potenciar el aprovechamiento de los recursos naturales. Para dejar de percibir el océano como un local para eliminar residuos, sería interesante desarrollar sus otros usos benéficos y prepararse no apenas para ocuparlo, sino también para estudiar nuevas formas de ocupación sostenible.

Una buena forma de aumentar la resiliencia de las ciudades del futuro y del ambiente natural en su entorno sería desarrollar estrategias de gestión costanera cuyo objetivo sería aprovechar mejor el uso del suelo, respetando las fragilidades del litoral y usufructuando con sabiduría sus potencialidades. Otra estrategia fundamental es la monitorización de la evolución y del comportamiento de los océanos para entender mejor los intercambios de energía entre las diferentes esferas del planeta: hidrosfera (océanos), litosfera (continente), atmósfera (aire).

Contamos hoy con algún conocimiento al respecto de los cambios del planeta causados por el ser humano. Es nuestra incumbencia buscar los medios necesarios para revertir ese proceso degenerativo en las próximas décadas. En ese sentido, es necesario asumir un punto de vista cuestionador, reflexivo y constructivo. Transformar todos esos datos en información útil y comprensible para la sociedad, incentivar su participación y responsabilidad en el proceso, es extremadamente relevante, porque favorece el cambio de actitud en relación a la naturaleza.

Quizá los océanos nos estén dando la oportunidad de acertar y corregir errores cometidos en la superficie del planeta, y esta, quizá, sea una de nuestras mejores alternativas. La existencia de la humanidad en el planeta puede adoptar formas sostenibles si respetamos la naturaleza y la consideramos una aliada en nuestra jornada. A fin de cuentas, no se trata de salvar el planeta, nosotros precisamos salvarnos de lo que hicimos hasta hoy. ●

CAMBIO, INCERTIDUMBRE Y DESCONOCIMIENTO: LA BIODIVERSIDAD BRASILEÑA EN EL SIGLO XXI

THOMAS LEWINSOHN

Los científicos no tienen bola de cristal para prever el futuro, pero aun así pueden hacer previsiones o proyecciones. Previsiones científicas sobre la biodiversidad pueden ser producidas, básicamente, de dos formas. Es posible examinar la relación de diversos factores clima, radiación solar u otros con alteraciones de la diversidad en el pasado y proyectar esa relación para las condiciones de esos factores en el futuro. O entonces, suponiendo cómo determinados factores provocan modificaciones en la biodiversidad, podemos construir un modelo de relaciones de causa y efecto, con el cual hacer previsiones de alteraciones futuras.

Antes de considerar el futuro de la diversidad biológica, pensemos en el clima. La calidad de los servicios de previsión del tiempo mejoró mucho durante el siglo XX. Previsiones realizadas con cinco días de anticipación son, hoy, muy confiables. Por otro lado, prever los cambios climáticos para las próximas décadas es muy incierto, y los científicos elaboran diferentes modelos (o escenarios) para explorar posibles alternativas, sin asegurar que uno de ellos sea más “verdadero”, o confiable, que los otros.

Si existe incertidumbre sobre el futuro del clima del planeta, ella es mucho mayor en relación a fenómenos aún más complejos, como la diversidad biológica. Es necesario, por lo tanto, entender las razones de la incertidumbre para saber si ella puede ser superada o contornada.

THOMAS LEWINSOHN es biólogo, profesor titular del Instituto de Biología de la Universidad de Campinas” (Unicamp), donde coordinó el Programa de Posgrado en Ecología (2006-2008). Es licenciado en ecología en la Universidade Federal de Rio de Janeiro (UFRJ) y doctor en Ecología en la Unicamp. Fue consultor científico de las principales agencias financiadoras de Brasil, la European Science Foundation” y la “Global Environmental Facility del Banco Mundial. Es uno de los autores de la primera Evaluación Global de Biodiversidad (ONU) y coordinó la Evaluación del Conocimiento de la Biodiversidad Brasileña para el Ministerio del Medio Ambiente. Fue el primer presidente de la Asociación Brasileña de Ciencia Ecológica y Conservación (Abeco).

La primera cuestión que enfrentamos es el desconocimiento. Brasil es uno de los países con mayor diversidad biológica del planeta; por eso nuestro conocimiento sobre cuántas y cuáles especies viven aquí es evidentemente incompleto.¹ Esa ignorancia es especialmente grave en relación a los animales invertebrados y microorganismos. Ni siquiera conocemos todas las especies brasileñas de los organismos más estudiados, como los animales de mayor tamaño (mamíferos y aves, por ejemplo) o de los árboles. El desconocimiento es aún más severo en relación a la distribución geográfica de las especies. No existen mapas de distribución completos para la gran mayoría, porque hay áreas inmensas de Brasil en que ningún estudio o análisis biológico fue realizado, sobre todo en el Centro y en el Norte.

Pocos perciben que la extinción alcanza más fuertemente una multitud silenciosa de pequeños organismos, poco visibles y que viven en ambientes restringidos. La dificultad mayor para evaluar la vulnerabilidad de esa casi incontable cantidad de especies es que ellas están desapareciendo sin que lleguemos a conocerlas, siquiera incluirlas en las listas de las especies amenazadas de extinción.

Otra dimensión de la biodiversidad brasileña, cuyo desconocimiento es menos visible pero que quizá sea aún más comprometedor, es la forma de organización de las especies en los ecosistemas. Debemos comprender esa organización para resolver los dilemas ambientales del Brasil actual y también para tomar decisiones esenciales para el futuro. Sin saber cuáles animales visitan y polinizan plantas en el campo, por ejemplo, no podremos comprender ni prever el desarrollo de la crisis de los polinizadores, que ya perjudica muchas culturas agrícolas en Brasil y en el mundo.²

Además de los problemas de desconocimiento, también enfrentamos incertidumbres para proyectar tendencias del pasado en el futuro. Conocemos menos el pasado de la biodiversidad brasileña que su condición actual eso vale tanto para los tiempos remotos (lo que incluye grandes cambios durante eras geológicas) como para los recientes (en que alteraciones son causadas por la creciente ocupación y modificación humana). Por supuesto, es difícil proyectar tendencias para el futuro a partir de un pasado poco comprendido. Además, toda proyección presupone que los efectos futuros serán semejantes a los del pasado, y hay buenas razones para dudar de que eso suceda en relación a la biodiversidad.

Las previsiones producidas a partir de modelos de causa y efecto dependen de la identificación de los factores de mayor importancia en determinado proceso y, seguidamente, de la formulación de cómo ellos actúan en conjunto. Así, por ejemplo, en los cambios climáticos previstos para las próximas décadas, es probable que las alteraciones de los regímenes de lluvia y seca afecten más fuertemente los ecosistemas brasileños que las alteraciones de temperatura recordando, sin embargo, que la temperatura y la precipitación o humedad actúan combinadamente sobre los organismos vivos.

Tales incertidumbres deben ser incluidas en los modelos científicos, para que se evalúen todas las opciones plausibles de acuerdo con nuestro conocimiento actual. Debemos también considerar los intervalos de confianza para cada previsión, en vez de presentar proyecciones supuestamente exactas. Tales franjas de variación no indican incompetencia por parte de los científicos. Al contrario, son la forma correcta de enfrentar la incertidumbre inherente a sistemas tan complejos como los ambientales, a partir de un conocimiento incompleto.

¹ Thomas M. Lewinsohn y Paulo Inácio Prado, "Quantas espécies há no Brasil", Megadiversidade, vol. 1, 2005, p. 36-42. ² Brasil MMA, Funbio, Proyecto "Polinizadores do Brasil". Disponible en <www.polinizadores-brasil.org.br/index.php/en/>. Acceso en 25 mar 2015.

Delante de esas consideraciones sobre las cuestiones climáticas, ¿cómo abordar el futuro de la diversidad biológica? La lista brasileña oficial de especies amenazadas de extinción contiene 464 especies de vertebrados terrestres, además de ocho especies dadas como extintas en Brasil.³ Para peces y animales invertebrados, esa lista es mucho más incompleta, porque en la mayoría de esos grupos el riesgo de extinción no puede, siquiera, ser evaluado, debido a la falta de conocimiento específico. Ya la lista brasileña de plantas incluye ahora 2113 especies amenazadas.⁴ Algunas de esas especies solo sobreviven en poblaciones muy pequeñas y dependen de las condiciones especiales de ambientes que también están desapareciendo. Así, parece algo inevitable que ciertas especies que constan de las listas oficiales desaparezcan, de hecho, en un futuro no muy lejano.

No podemos afirmar que cada especie tenga una función única en el ecosistema. La extinción de determinada especie de bromelia o ave, por ejemplo, puede no tener consecuencias evidentes para el funcionamiento de los ecosistemas en que viven. Sin embargo, con su ausencia el mundo se torna un local mucho más pobre para vivir, aun para la vasta mayoría de los que viven en grandes ciudades y prácticamente no tienen contacto directo con la naturaleza más conservada.

La mayoría de las especies no es capaz de migrar para lugares distantes, a no ser paso a paso, y eso exige ambientes favorables más o menos continuos. Campos cultivados, pastizales extensos y ciudades limitan, cada vez más, los ecosistemas naturales a áreas pequeñas y aisladas.

³ Brasil MMA, 2014, "Lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção1". "Portaria 444 de 17 dez 2014". "Diário Oficial da União", 18 dic 2014, sec. 1: p. 121-126. Revisão válida hasta 2014. ⁴ Brasil MMA, 2014, "Lista nacional oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção". "Portaria 443 de 17 dez 2014. Diário Oficial da União, 18 dez 2014, sec. 1: p. 110-121. ⁵ "Associação Mico-Leão Dourado" (2015). Disponible en <www.micoleao.org.br/images/mico_leao_dourado/ficha_bicho_linhadotempo.jpg>. Acceso el 15 ago 2015. ⁶ Jean Ricardo Simões y Letícia Pavani Pozenato, "Homogeneização biótica: Misturando organismos em um mundo pequeno e globalizado", "Estudos de Biologia, Ambiente e Diversidade", n° 34, 2012, p. 239-245. Disponible en <www2.pucpr.br/reol/index.php/BS?dd1=7336&dd99=view>. Acceso el 15 ago 2015.

Las iniciativas para revertir extinciones inminentes, en algunos casos, han sido exitosas. El ejemplo más conocido en Brasil quizá sea el del tití león dorado, que, a pesar de aún estar amenazado, salió de la condición de "críticamente amenazado" en 2003 y sus poblaciones continúan aumentando.⁵ La recuperación de una sola especie exige enormes esfuerzos, incluyendo recursos humanos y materiales, que no podrán repetirse para la gran cantidad de especies relacionadas como amenazadas. Sin embargo, pocas personas perciben que la extinción alcanza más fuertemente a una multitud silenciosa de pequeños organismos, poco visibles que viven en ambientes y locales restringidos. La mayor dificultad para evaluar la vulnerabilidad de esa infinidad de especies reside en que ellas están desapareciendo no solo antes que lleguemos a conocerlas, sino antes aún que las incluyamos en las listas de especies amenazadas de extinción.

Pero, además de la preocupación con la extinción de determinadas especies, debemos esperar otras alteraciones en la biodiversidad brasileña, que de un modo o de otro, afectarán a la mayoría de los organismos vivos. Modificaciones del clima forzarán el desplazamiento de especies para regiones donde las nuevas condiciones les sean más favorables. Esos desplazamientos podrán exigir recorridos pequeños, como entre hábitats adyacentes o a lo largo de declives. Al contrario, podrán necesitar migraciones más extensas.

Pero esos desplazamientos no deben suceder de forma simple y fácil: la mayoría de las especies no es capaz de migrar para lugares lejanos, a no ser paso a paso, y eso exige ambientes favorables más o menos continuos. Campos cultivados, pastizales extensos y ciudades limitan cada vez más los ecosistemas naturales a áreas pequeñas y aisladas. Además, nuevas regiones más favorables, de acuerdo con el clima alterado, ya están ocupadas por habitaciones o áreas cultivadas, lo que impide o dificulta que se destinen a la protección de la biodiversidad, además de exigir un proceso de restauración ecológica.

Una consecuencia previsible de los desplazamientos de especies inducidos por alteraciones climáticas, o directamente promovidos por actividades humanas, es la expansión de algunas especies ecológicamente agresivas o muy favorecidas por perturbaciones ambientales. Además de alterar procesos importantes en los ecosistemas, el establecimiento de especies exóticas en nuevas regiones transforma al mundo en un lugar ecológicamente más uniforme, un proceso llamado homogeneización biótica.⁶

Como ya afirmamos, la desaparición de especies interesantes empobrece al mundo. Pero la desorganización del funcionamiento de los ecosistemas tiene consecuencias más amplias y graves, porque afecta de muchas formas la integridad ambiental y la propia calidad de la vida humana. El funcionamiento de los ecosistemas, y muchos de los servicios que ellos prestan al bienestar humano, dependen principalmente de la enorme variedad de pequeños organismos, como insectos, algas o microorganismos, que existen en todos los ambientes naturales o modificados. Por esa razón, es necesario invertir en la integridad de la biodiversidad, no solo preservando los ecosistemas en condiciones más naturales en áreas protegidas, sino también estar atentos a la diversidad y a la organización ecológica de los organismos que viven en paisajes agrícolas y urbanos.

Un ejemplo ya citado es la importancia de especies nativas de animales como agentes de polinización de cultivos agrícolas y huertos. En ese sentido, la disminución de poblaciones de abejas nativas causa preocupación, porque compromete un servicio ecosistémico de gran importancia agrícola y cuya sustitución es difícil y cara.

Otros factores que complican aún más la actual situación son la propagación y los desdoblamientos de los efectos de las alteraciones de los ecosistemas, que pueden interferir en diferentes funciones y generar consecuencias en otras áreas en gran escala. Así, no sabemos aún toda la extensión de los efectos de la deforestación que volvió a acelerarse en el sur y sudeste de la Amazonia. Además de alterar los ecosistemas de la propia región, es cada vez más evidente que la deforestación, combinada con la extensa ocupación agrícola de la ecorregión del Cerrado, han contribuido a aumentar la temperatura y a disminuir las lluvias en el Sudeste del país. Entre muchas otras consecuencias, eso compromete al mismo tiempo la salud humana, la producción de energía hidroeléctrica, el transporte fluvial y la producción agrícola.

El funcionamiento de ecosistemas, y de muchos de los servicios que ellos prestan al bienestar humano, depende, principalmente, de la enorme variedad de pequeños organismos, como insectos, algas o microorganismos, que existen en todos los ambientes naturales y modificados. Por esa razón, es necesario invertir en la integridad de la biodiversidad.

Finalmente, una última razón multiplica aún más la incertidumbre sobre el futuro de la biodiversidad brasileña. Esa, sin embargo, nos inspira algún optimismo, aunque sea cauteloso. Brasil es uno de los pocos países que aún tiene un margen amplio de posibilidades en relación a su futuro ambiental, incluida ahí la diversidad biológica. Tal hecho se debe a la combinación de grandes espacios, a la enorme biodiversidad nativa y a la población humana relativamente pequeña en gran parte de su territorio (aunque críticamente alta en áreas urbanas de expansión continua, sobre todo en las regiones de la Mata Atlántica y del Cerrado).

Todo depende de que el gobierno y los ciudadanos comprendan que, en última instancia, la calidad de vida y el bienestar, la producción sostenible y una economía sólida son indisolubles de la integridad y del buen funcionamiento de los ecosistemas. La vida será más segura y saludable, más protegida de extremos en paisajes que asocien la producción agrícola y la habitación humana a la preservación de los ecosistemas. Solo nos beneficiaremos con la potenciación de los beneficios de esa preservación para todas las demandas y actividades humanas.

Sin embargo, el tiempo para tomar decisiones está agotándose rápidamente y, debido a la incertidumbre actual, no debemos esperar que llegue un aviso previo del momento en que, quizá, no tengamos más margen para hacer opciones. ●

LA FORMA DEL FUTURO

PAULO VAZ

A lo largo del siglo XIX y durante la mayor parte del siglo XX, la intensa curiosidad social sobre el futuro era atendida por filósofos y científicos sociales. Se creía que ellos eran capaces de anticipar el futuro de la sociedad a partir de los acontecimientos del presente. Como la anticipación era predominantemente positiva, se pensaba también que filósofos y científicos sociales les podían decir a los individuos modernos qué deberían hacer para construir la “buena sociedad”. Físicos, químicos y biólogos, a su vez, nada decían sobre el futuro; se preocupaban, con la formulación de las leyes de la naturaleza, de mucha mayor permanencia que las creencias y los valores de las sociedades humanas.

En las tres últimas décadas, hubo un cambio en la procedencia institucional de aquellos que nuestra sociedad instituyó como capaces de estimar lo que sucederá. Debido a la conjunción entre el inmenso avance tecnológico promovido y prometido por la computación, la ingeniería genética y la neurología de un lado y, del otro, la desesperanza existente en relación a las transformaciones estructurales en el modo de organización de las prácticas de producción y consumo de nuestra sociedad, raramente vemos filósofos y científicos sociales arriesgando algún pronóstico sobre nuestro futuro.

PAULO VAZ ées profesor asociado de la “Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)” e investigador del “CNPq”. Posgraduado en filosofía en la Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)” y doctor en Comunicación en la ECO-UFRJ, concluyó su posdoctorado en la “Universidade de Illinois Chicago”. Sus cursos investigan el papel de las tecnologías de la información y de la comunicación para pasar de la modernidad a la posmodernidad. Entre los artículos y libros publicados, se destaca “O inconsciente artificial” (Unimarco, 1997).

La formulación de las leyes de la naturaleza por la ciencia moderna permitió que los seres humanos utilizaran diversos procesos naturales. Varios descubrimientos contribuyeron a eso: la constitución de los átomos y el apareamiento subsiguiente de la energía nuclear; el código genético orientando la síntesis de proteínas; el surgimiento de medicamentos que alteran la cognición y el afecto, entre otros. Así, lo que nos hace pensar hoy en el futuro no es más la transformación social violenta, producida por fuerzas políticas, sino el inmenso poder de la acción humana desencadenado por los objetos técnicos asociados a nuestro conocimiento y control de procesos naturales.

Aunque haya sucedido un cambio en la procedencia institucional de los que están autorizados a hablar sobre el futuro, las ciencias humanas deben formular algunas cuestiones esenciales sobre las anticipaciones catastróficas que los científicos de la naturaleza han realizado. ¿De qué forma se realiza esa anticipación del futuro en los días actuales? ¿En qué medida esa forma subestima el papel de las ideas y de la estructura social en la formación efectiva del futuro? Y ¿por qué la forma predominante de concebir el futuro limita las posibilidades de acción en el presente, en pro de un futuro deseado?

Al fijar el debate social en la anticipación de un futuro catastrófico, y en los medios aún disponibles para evitarlo, en vez de invitarnos a pensar en lo que sería posible y deseable, muchos científicos restringen la discusión a la necesidad de mantener el presente, y no piensan en la posibilidad de cambiarlo. Tendemos así a suscitar el deseo de permanencia del presente y a vincular nuestro deseo a lo inmediato, dejando poco espacio para la discusión sobre el futuro que podemos y queremos construir.

Tendemos a suscitar el deseo de permanencia del presente y a vincular nuestro deseo a lo inmediato, dejando poco espacio para la discusión sobre el futuro que podemos y queremos construir.

La forma predominante de esa anticipación consiste, básicamente, en una operación de simulación. Eso supone, en primer lugar, la identificación de los campos tecnológicos que presentan dinamismo para transformar el presente.¹ A partir de eso, se mide el ritmo en que avanzan el conocimiento científico y sus aplicaciones tecnológicas, para entonces extrapolar, en proyecciones, la superación de los límites actuales y también de la condición humana.

Apoyados en la certeza de la continuidad y del desarrollo de la investigación científica, los estudiosos toman nuestras limitaciones como mero obstáculo técnico. Así, la lógica sucede del siguiente modo: al clonar un mamífero, por ejemplo, se indica la aproximación de la clonación de los seres humanos; del mismo modo, con el continuo aumento de la capacidad de procesamiento de las computadoras se sugiere que, dentro de algunos años, las máquinas serán más inteligentes que los humanos. También la correlación entre un estado mental y una disposición de neuronas sirve para afirmar que, en el futuro, gracias al avance de estudios, seremos capaces de alterar químicamente, con precisión, nuestros estados mentales.

Esa práctica de simulación debe ser problematizada, sobre todo, cuando pensamos que tales ejercicios subestiman la propia sociedad y los valores que caracterizan a las culturas occidentales contemporáneas. Valores culturales no pueden ser tratados como “meros obstáculos”, ya que definen no solo cuáles objetos técnicos² serán aceptados, sino también, y más profundamente, las decisiones sobre lo que se investigará. Dicho de otro modo: muchos productos están siendo investigados, pero ¿cuáles de ellos serán aceptados, dados los valores de la sociedad? Y ¿cuáles serán investigados, si los estudios son cada vez más orientados por el mercado?

Reconociendo la importancia de ese aspecto, podemos destacar cinco valores presentes muy tempranamente en las culturas occidentales que aún hoy orientan la discusión social sobre la legitimidad del uso de objetos técnicos. Como se verá, las decisiones sobre la adopción de tecnologías son relativamente descentralizadas. Siguiendo la lógica del mercado, los objetos técnicos son también mercancías que se consumirán.

El primer valor consiste en la separación entre lo que es saludable y lo enfermizo. La enfermedad es entendida como un alejamiento de la normalidad, siendo al mismo tiempo un distanciamiento de lo natural. Así, en pocas palabras, es ese alejamiento que requiere y autoriza la intervención artificial para restablecer un estado natural.³ Si la legitimidad de una intervención tecnológica depende de la preexistencia de una anomalía, podemos, con alguna ironía, notar que una sociedad que use cada vez más objetos técnicos y medicamentos son un objeto técnico será también aquella que multiplica el número de enfermedades y de enfermos que precisan de intervención para restablecer el bienestar.

El segundo valor es un principio muy arcaico, probablemente anterior al surgimiento de la cultura occidental, la creencia de que es necesario realizar un esfuerzo individual para tener placer, o que un beneficio solo es legítimo si tiene un coste. Cuando la anomalía autoriza una intervención, el principio del esfuerzo o sufrimiento “necesario” problematiza el uso de objetos que proporcionan “indebidamente” algún bienestar. Ese valor se encuentra aplicado, por ejemplo, en la crítica a los medicamentos que producen estados mentales agradables, y en la crítica al uso de las drogas que son vistas como paraísos artificiales porque proporcionan placer sin esfuerzo. Pero la preocupación con el tema es antigua, y el diálogo Gorgias, de Platón, ya presentaba una formulación inicial bastante precisa:⁴ en un pasaje, el autor distingue la belleza conquistada con la gimnasia y otra obtenida utilizando cosméticos; y propone también que una punición purificaría al alma que cometió un crimen. Así, el esfuerzo para alcanzar un objetivo o el castigo para redimir una inmoralidad son como un sufrimiento que, si infligido por “buenas” razones, se transforma en la condición necesaria para tener un beneficio.

¹ Como fue mencionado anteriormente, los campos de mayor dinamismo son las tecnologías de la información y de la comunicación, la genética y la neurología. ² En una definición amplia, objeto técnico es todo producto que requiera intención, saber y transformación de la naturaleza para su existencia. De ese modo, la definición incluye desde las varetas que los chimpancés usan actualmente para “pescar” termitas y las piedras pulidas de nuestros antepasados hasta los objetos técnicos que marcaron y marcan las sociedades modernas y contemporáneas, como la prensa, el automóvil, el avión, la televisión, los medicamentos, las computadoras y los celulares. ³ El debate social sobre las cirugías estéticas aclara inmediatamente lo que está en juego. Típicamente, una intervención quirúrgica correctiva no genera ninguna reacción social contraria. Ya las cirugías electivas estéticas, por ejemplo no tienen la misma suerte. ⁴ Cf. Platón, Gorgias, 463c-465e; 477a-478c.

El tercer valor, que también tiende a aparecer en la crítica al uso de objetos técnicos, está bastante enraizado culturalmente y se asemeja al que condiciona el placer al sufrimiento. Se trata del valor de la igualdad aplicada a las condiciones de una prueba, de una competición. En cualquier situación social que pueda ser descripta como una prueba que evalúa el desempeño de los individuos, la igualdad aparecerá como valor empleado para cuestionar el uso de objetos técnicos (un ejemplo inmediato de ese tipo de crítica sería el dopaje en el deporte). Si observamos la crítica al uso de medicamentos que aumentan el desempeño cognitivo en escuelas y universidades, y en el trabajo, por ejemplo, es posible identificar ese valor de igualdad con el anterior, el del placer sin coste.

El cuarto valor es la autonomía y uno de sus opuestos, la dependencia. La autonomía durante mucho tiempo fue elaborada en términos de independencia de un individuo en relación a otros seres humanos, sobre todo como capacidad de cuestionar sus creencias y comandos. Pero, actualmente, también se piensa en la relación entre un individuo y los objetos técnicos. De ese valor deriva, por ejemplo, la inquietud con el acceso a la internet o el uso de drogas y de diversos medicamentos que afectan nuestros humores (como antidepresivos y ansiolíticos) y por *gadgets* que pasan a ser parte integrante de la vida del individuo.⁵

El quinto valor trata del dilema sobre experiencias con potencial para afectar la condición humana y articula la matriz cristiana de la cultura occidental con el hecho de que las nuevas tecnologías son capaces de afectar directamente el pensamiento y la existencia de nuestra especie. La sospecha de que seres humanos estén invadiendo el dominio de lo sagrado o de la Creación genera un temor que podría ser observado en dos dimensiones: la primera es de aspecto ético que sería la interdicción de que el ser humano desempeñe el papel de Dios aunque las nuevas tecnologías nos den poder sobre el futuro de los seres vivos e incluso sobre nosotros mismos. Tememos perder el control de ese dominio, creando, por ejemplo, con la manipulación genética, organismos que destruyan la vida humana.

⁵ Aunque el primer *smartphone* haya surgido en 2002, es común hoy oír a las personas hablando que sus vidas son impensables sin esos aparatos. En poco más de diez años, ese producto parece haber pasado del estatus de accesorio a objeto indispensable para la sociabilidad de los individuos. ⁶ Narciso es el personaje de la mitología griega que se apasiona por la propia imagen reflejada en el agua. Para la relación entre conocimiento y autoimagen de los seres humanos, lo que importa en ese mito no es el amor a sí mismo en detrimento de compromisos con los otros. Interesa, sí, la indiferencia en relación a lo que existe, el hecho de que, de todo lo que hay en el mundo, Narciso solo ve a sí mismo. Como relación de conocimiento, narcisismo significa, entonces, reducir lo que el mundo puede ser a las dimensiones del deseo humano, o aún, narcisismo es la limitación de nuestro conocimiento debido a que pensamos que el mundo es el mero espejo de nuestros deseos. Cf. Bruce Mazlich, "The Fourth Discontinuity", New Haven: Yale University Press, 1995.

La segunda dimensión se caracteriza por una cuarta herida narcisista,⁶ provocada por el desarrollo de la ciencia moderna: después que Copérnico propuso que el mundo no giraba alrededor de la Tierra, después que Darwin mostró que el ser humano era apenas un animal y después que Freud concibió que nuestras acciones no eran dictadas por nuestra consciencia, sentimos ahora angustia con la posible indistinción entre los vivos y las máquinas, provocada por las nuevas tecnologías.

Cada vez más la tecnología nos lleva a creer que la vida y el pensamiento son mera materia organizada y que las máquinas se parecen, cada vez más, con los seres vivos. Y, de hecho, cada vez más radicalmente es posible concebir el pensamiento como algo programado por la selección natural, porque es más frecuente ver que las máquinas son capaces de simular procesos mentales que pensábamos que eran inherentes a los seres humanos.

Al analizar las concepciones contemporáneas sobre el origen y el destino del pensamiento, la referencia inmediata es el apareamiento de la computadora y del ADN. Lo que nos inquieta, ahora, es nuestra capacidad de construir máquinas que simulan nuestro pensamiento. Aunque aún de forma modesta, las computadoras pueden simular procesos cognitivos como memoria, solución de problemas, escoger y prever, capacidades mentales que antes nos hacían creer que nuestra mente era una esfera metafísica para siempre separada de la física, o que no tenía equivalente en el mundo animal por ser fruto de la cultura. Lo inquietante no es apenas que la máquina parezca ser tan humana; sino lo que nos muestran la ingeniería genética, la neurología y las nuevas teorías sobre el proceso de selección natural: cómo podemos ser parecidos con las máquinas.

Lo inquietante no es apenas que la máquina parezca ser tan humana; sino lo que nos muestran la ingeniería genética, la neurología y las nuevas teorías sobre el proceso de selección natural: cómo podemos ser parecidos con las máquinas.

La discusión sobre el pensamiento se transforma así, inevitablemente, en un debate ético sobre los límites y la legitimidad de la atribución humana del pensamiento a los no humanos. La cuestión “¿qué es pensar?” está hoy indisolublemente vinculada a la cuestión “¿quién piensa?”. No basta la introspección o el estudio de otras culturas; lo que está en juego es la atribución de pensamiento a los no humanos por parte de un observador humano. ¿Estaríamos siendo antropomórficos si recusáramos la existencia de pensamiento en las máquinas o en otros seres vivos? O ¿estaríamos perdiendo lo que distingue al pensamiento la comprensión o la experiencia cualitativa del mundo propiciada por la consciencia si le atribuimos pensamiento a las máquinas? ¿Debemos continuar pensando en los no humanos a partir de la certeza de la consciencia de sí mismo, que nos singulariza en relación a los otros seres vivos, o debemos aprovechar la oportunidad de sorprendernos con el pensamiento humano por aproximar su funcionamiento al de las computadoras, pensando que en nuestro origen están los robots, que somos constituidos por robots y que, bajo cierto punto de vista, somos apenas robots que pasaron de “saber cómo” al “saber qué”?

Gran parte de las interrogaciones y acciones que conformarán nuestro futuro incluyen valores culturales y éticos que utilizamos en las decisiones cotidianas en las que pesan los intereses y la felicidad de cada individuo. La legitimidad, necesidad y atracción de los objetos técnicos pasan, por lo tanto, por los discursos sociales que articulan creencias y valores y nos orientan en nuestras estimativas sobre lo que somos, podemos y debemos ser.

Pero, a pesar de todos los esfuerzos intelectuales, poco sabemos y sabremos sobre cómo será el futuro. ¿Qué serán capaces los seres humanos de ser y de hacer valiéndose de la genética, de la neurología y de la computación? Hay dos razones para ese desconocimiento constitutivo. Una forma parte de la condición humana; hay siempre un resto de incertidumbre en el futuro que es imposible de erradicar. La otra razón caracteriza nuestra cultura. Cada vez más nuestras previsiones tienen un contenido catastrófico y son, por lo tanto, realizadas con la esperanza de que no se concreten. Así, en vez de reducirla, las previsiones componen la incertidumbre.

Las previsiones son parciales y efímeras. Ya la forma del futuro es mucho más duradera, porque no se define por un contenido cualquiera, sino por la forma cómo determinada cultura privilegia un modo de conocer el futuro, ese lugar de irreductible incertidumbre, y estipula si sus contornos responden a deseos utópicos. En ese sentido, podemos concluir que la forma del futuro es el elemento esencial y determinante del modo cómo una cultura se relaciona con el tiempo.

Durante cerca de dos milenios, desde Platón hasta por lo menos el siglo XVII, la ruptura temporal que ordenó la experiencia en Occidente fue la separación entre lo efímero y lo eterno. Sin embargo, desde finales del siglo XVIII hasta mediados del siglo XX, la ruptura temporal que pasó a ordenar la experiencia humana está entre el presente y el futuro. Concebida a partir de los conceptos de progreso, revolución y liberación, esa forma cultural de relacionarse con el tiempo instituía el presente como algo limitado; el pasado como algo a ser superado; y el futuro era, un lugar de realización, al menos una apertura, como la posibilidad de dejar de ser lo que aún somos, y de libertarnos.

Hoy, la forma de ver el porvenir que emergió en la década de 1960 y se tornó hegemónica a fines de la década de 1980 también privilegia la ruptura temporal entre presente y futuro. Este, sin embargo, es anticipado como catástrofe probable si le diéramos continuidad a nuestras prácticas. Además de no concebirlo como limitado, nuestro presente es visto como aquello que debe permanecer. La orientación utópica abandona el futuro y echa ancla en el presente, pensado ahora como el lugar donde todos los individuos pueden ser felices, como el lugar donde el sufrimiento no debería existir.

La preservación y la idealización de lo que existe es la otra fase del futuro como riesgo. Es nuestra responsabilidad incluir el cuestionamiento del presente, la necesidad de reflexionar sobre el futuro que queremos construir, y reforzar el vínculo, ora debilitado, entre nuestro deseo y el futuro. ●

EL MAÑANA DE TODOS EN EL CEREBRO DE CADA UNO

SUZANA HERCULANO-HOUZEL

“**Quién vive** del pasado es un museo” La expresión, de tenor peyorativo, se usa en nuestra cultura para condenar el apego al pasado, la supervaloración de lo que ya pasó y la dificultad de seguir adelante. Para quien suele usar mucho la frase, una advertencia: todos nosotros vivimos del pasado. Y eso es positivo. Más que positivo: la capacidad que tenemos de visitar constantemente el pasado, a partir de nuestras memorias, es fundamental para vivir el presente y proyectar el futuro. De acuerdo con esa proyección para el mañana, basada en el ayer, tomamos mejores decisiones hoy.

Esa capacidad de representar el pasado, el presente y el futuro es obra del córtex cerebral humano, con su notable número de neuronas inigualado en la naturaleza y organizado en una arquitectura compleja, que nos dota de habilidades cognitivas admirables y nos permite mucho más que reaccionar a estímulos. Gracias a él, tenemos no solo pasado y futuro sino que también somos capaces de representar al otro, sus sentimientos, emociones e intenciones, lo que nos permite vivir en sociedad y vislumbrar un mañana común.

SUZANA HERCULANO-HOUZEL es neuróloga y profesora asociada de la “Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)”, donde dirige el Laboratorio de Neuroanatomía Comparada. Graduada en biología en UFRJ, obtuvo su posgrado en “Case Western Reserve” (EE.UU), su doctorado en “Pierre et Marie Curie” (Francia) y posdoctorado en el “Instituto Max Planck” (Alemania), en neurociencias. Es autora de varios libros para el público general y de artículos científicos, además de colaborar en el periódico “Folha de S.Paulo”.

Pero ¿cuál es la base de esas habilidades? ¿Cómo funcionan? ¿Cómo las usamos? ¿Con qué objetivos y resultados? ¿Qué futuro podemos construir a partir de ellas?

En la línea del tiempo, lo que tenemos de más palpable es el presente, nuestra experiencia empírica del aquí y ahora. El presente es obra de los sentidos, que mantiene el cerebro actualizado sobre lo que sucede en nuestro cuerpo y a nuestro alrededor, y así, permite construir y reconstruir constantemente una representación de la realidad en el tiempo presente.

Ese proceso ocurre en varios niveles, de forma simultánea. Los órganos de los sentidos, sensibles a las variaciones de energía en el ambiente y en el cuerpo, procesan y transmiten al cerebro informaciones sobre ellas. Las regiones sensoriales representan esas variaciones construyendo verdaderos mapas del ambiente y del cuerpo que se combinan con otras regiones del cerebro, para crear un mapa único, que guía nuestros movimientos y comportamientos. Es así que nuestras acciones se ajustan bien al momento, a las circunstancias actuales, al presente. Otras regiones del cerebro utilizan esas representaciones de la realidad para hacer una “representación de la representación”, que es como creamos los conceptos: la silla para la que estamos de espaldas, el rostro de quién ya se fue. Esos conceptos pueden ser activados con los objetos externos ausentes, tenemos aquí la base para el pensamiento abstracto y también para la evocación del pasado y del futuro.

Nuestra “realidad” es una versión particular, personalizada, del mundo real, construida por el cerebro de acuerdo con la representación del ambiente sensorial.

Las representaciones del mundo exterior que construimos, no son perfectas porque están necesariamente limitadas por los propios sentidos e influenciadas por nuestras expectativas y experiencias anteriores. Abejas ven la luz ultravioleta, a la cual nuestros ojos son insensibles. Serpientes detectan la radiación infrarroja, ya nosotros precisamos de lentes de visión nocturna. Campos electromagnéticos interactúan con nuestro cuerpo, pero no los registramos sensorialmente, como lo hacen los peces eléctricos y los pájaros. O sea, solo captamos parte de la información sensorial del mundo exterior. Además, la interpretación de esas informaciones sensoriales depende de la experiencia previa y del estado mental. Una misma frase puede ser interpretada de formas diferentes por personas diferentes, dependiendo de su humor y expectativas; un mismo objeto puede ser reconocido más o menos rápido, y con más o menos detalles, por personas diferentes, dependiendo de su mayor o menor familiaridad con ellos.

Además, nuestras experiencias pasadas, nuestro estado emocional presente y nuestro objetivo para el futuro distorsionan el mundo real, al cual, de hecho, nunca tenemos acceso. Nuestra “realidad” es, en verdad, una versión particular, personalizada, del mundo real, construida por el cerebro de acuerdo con la representación del ambiente sensorial. Siendo así, aun viviendo en un mismo mundo, personas diferentes comparten realidades y presentes diferentes.

A primera vista, el hecho de nuestro sistema sensorial ser limitado e influenciado puede parecer una desventaja. Pero no lo es. Detectar estímulos del ambiente y a ellos responder objetivamente es una cosa tan simple que hasta bacterias y amebas pueden hacerlo, y con una sola célula. Pero ese no es el tipo de vida que llevamos. Nuestras acciones son dirigidas, y no apenas responsivas. Un individuo que solo detectase estímulos y a ellos respondiese, aunque de forma coordinada y organizada, viviría eternamente en el presente, incapaz de mirar para atrás o para adelante en el tiempo. No tendría la menor capacidad de revivir experiencias del pasado y mucho menos de usar esas experiencias para hacer planes para el futuro. Peor aún, pasaría el tiempo corriendo atrás de los acontecimientos, ya que la representación que el cerebro crea a partir de las sensaciones es necesariamente desfasada, en al menos, un décimo de segundo.¹

La vida nos presenta una serie de experiencias y eventos, algunos más, otros menos sobresalientes. Lo que sucede es que la propia activación de las neuronas que representan esas experiencias en el cerebro modifica las neuronas activadas y sus conexiones, sobre todo cuando los acontecimientos representados son emocionalmente significativos. La consecuencia es que el cerebro retiene una memoria de aquel evento en su nuevo patrón levemente alterado en sus conexiones y activación. Cada acontecimiento tiene potencial para modificar el cerebro. Ese proceso de modificación de acuerdo con la experiencia es el aprendizaje; su consecuencia, la evidencia de que hubo aprendizaje, es la memoria.

Las memorias, son de varios tipos y poseen tiempos diferentes de almacenaje. Muchas, generadas por acontecimientos poco sobresalientes son consideradas poco útiles y borradas casi instantáneamente, abriendo espacio para nuevas memorias. Otras, sin embargo, sobre todo aquellas que se asocian a otros factores importantes de nuestro repertorio y a las que accedemos con más frecuencia, pueden durar toda la vida. Recordar es más que vivir; recordar es reforzar las memorias, es ser cada vez más nosotros mismos.²

¹ Daniel Wegner, “The Illusion of Conscious Will”, Cambridge: MIT Press, 2002. ² Daniel L. Schacter, “Os sete pecados da memória: como a gente esquece e lembra”, Rio de Janeiro: Rocco, 2001.

Tenemos un “pasado” gracias a la capacidad del cerebro de aprender y formar memorias. Pero la memoria es mucho más que un banco de datos. La acumulación de registros del pasado nos transforma en individuos únicos, dotados de personalidad, autobiografía y valores propios. Cuando perdemos los registros importantes de nuestro pasado, perdemos la esencia de nuestra individualidad. En la enfermedad de Alzheimer, por ejemplo, se pierde la memoria autobiográfica, se deshace la historia personal y, así, se disuelve el individuo. El paciente no tiene un pasado del cual vivir, ni tiene un futuro para proyectar. Le resta, apenas, un presente sin sentido, en el cual hasta sus parientes, desprovistos de un ancla cerebral en su pasado, dejan de ser familiares.

La capacidad de proyectar el mañana, o mejor, diferentes posibilidades de mañanas, da sentido al presente y es crucial para orientar nuestras decisiones. Evocamos el pasado cuando tenemos que reaccionar a los estímulos en el presente; pasado y presente moldean nuestra anticipación de los eventos futuros.

Anticipación es fundamental, porque si esperaríamos que los eventos sucediesen para solo entonces reaccionar, muchas veces actuaríamos muy tardíamente. Porteros de fútbol lo saben muy bien. Con cerca de medio segundo para reaccionar a un penalti, ellos deben anticiparse al lanzamiento del jugador si quieren atajar la pelota. Un tenista también se anticipa al saque del adversario, colocándose, instantes antes del saque, en el lugar donde estima que la pelota va a llegar. Ese “poder” de anticipación no es exclusividad de los atletas: anticipamos eventos siempre en nuestro día a día, y como un tenista o portero entrenado lo hacemos de forma tan automática que ni lo percibimos. Unos lo llaman intuición, la neurociencia lo denomina predicción del futuro con base en el pasado.

La acumulación de registros del pasado nos transforma en individuos únicos, dotados de personalidad, autobiografía y valores propios. Cuando perdemos los registros importantes de nuestro pasado, perdemos la esencia de nuestra individualidad.

Tenemos un cerebro totalmente equipado para desear un mañana mejor y actuar en pro del mismo. Pero eso no basta. Sin un plan de acción, un objetivo no es nada más que un deseo.

Para tomar decisiones más complejas, el cerebro consigue ir más allá de la anticipación automática. Los acontecimientos tienen valor emocional que sirve como peso en la balanza de las decisiones. El hipocampo, con acceso a varias partes del córtex cerebral, genera una “memoria del futuro” a partir de proyecciones de memorias pasadas. Otras partes del cerebro acceden a esas proyecciones y las representan como objetivos y metas; otras, entonces, trazan estrategias de acción. En el cerebro, el futuro empieza en el pasado.

Las posibilidades de un evento terminar mal como la reprobación en un examen, por ejemplo, o inundaciones cada vez más graves y constantes nos afligen gracias a la capacidad que el cerebro tiene de aprender y actualizar probabilidades y calcular anticipadamente la posibilidad de errores, problemas y conflictos. Esa aprehensión anticipada es la ansiedad: la capacidad que tenemos de preocuparnos desde hoy con lo que quizá será un problema mañana. El lado malo de la ansiedad es la posibilidad de perder el control emocional y sentirnos sofocados y paralizados por expectativas negativas. Pero el lado bueno es que, anticipando acontecimientos malos, podemos actuar para evitar que se concreten, o, por lo menos, prepararnos mejor para enfrentarlos si ellos, de hecho, suceden.

Expectativas positivas son realmente motivadoras incluso la expectativa de resolver un problema anticipado. Proyecciones positivas accionan el modo de recompensa del cerebro, responsable de la sensación de placer que, asociada a una idea, la transforma en deseo. Los deseos, a su vez, son la base de la formulación de los objetivos. O sea, vislumbrar cosas buenas nos motiva a actuar, a ir atrás de nuestros deseos y a ponernos en acción.³

Conseguimos colocarnos en el lugar de los otros gracias a la empatía: la capacidad del cerebro de representar automáticamente y sentir las emociones ajenas, permitiendo que nuestro cerebro las tenga en cuenta.

Tenemos un cerebro totalmente equipado para desear un mañana mejor y para actuar en su favor para conseguirlo. Pero eso no basta. Sin un plan de acción, un objetivo no es nada más que un deseo. Sin las tres cosas bien alineadas, no somos más capaces o libres que las amebas reaccionando al sabor de los acontecimientos. Necesitamos deseos para tener objetivos; objetivos para guiar nuestro comportamiento; y estrategias adecuadas para actuar hoy en favor del objetivo deseado. Para eso también es fundamental encontrar motivación en el mañana, o sea, vislumbrar algo de positivo que haga que el esfuerzo valga la pena.

Pero aún hay un detalle: objetivos, estrategias y acciones individuales no garantizan un mañana mejor para todos. La sociedad precisa estar en armonía en relación a sus deseos y motivaciones para planear un futuro común.

Es también gracias a un cerebro que procesa no apenas nuestro estado emocional sino también el de los otros que conseguimos vivir en armonía y preocupados con el mañana de nuestros semejantes. Nuestras decisiones tienen en cuenta no apenas el impacto anticipado de las opciones sobre nuestro propio futuro inmediato y lejano, sino también sobre los otros y sus emociones.

Conseguimos colocarnos en el lugar de los otros gracias a la empatía: la capacidad del cerebro de representar automáticamente y sentir las emociones ajenas, lo que permite que nuestro cerebro las tenga en cuenta. Observar la expresión de emociones en el rostro ajeno ya basta para que nuestro cerebro imite interiormente la emoción del otro y la identifique.

Pero proyectar la reacción emocional del otro en nuestras propias acciones también funciona, activando las mismas áreas del córtex que representan emociones nuestras y ajenas. Aquí, una diferencia ¡qué hace toda la diferencia! es que, mientras la empatía es automática, colocarse sistemáticamente en el lugar del otro antes de tomar una decisión es algo que podemos esforzarnos para transformar en un hábito. Pensar en los otros es algo que nuestro cerebro siempre puede hacer, pero hacer de hecho es algo que se puede escoger y facilita enormemente la buena convivencia social.

Y, con un poco más de esfuerzo, podemos ir aún más allá. Estructuras localizadas en el lobo temporal del córtex cerebral nos hacen sentir capaces de formar una representación del punto de vista ajeno y, a partir de eso, inferir sus intenciones: formar una “teoría de la mente ajena”, extremadamente importante para el juicio social (evaluación de las acciones ajenas como correctas o erradas) y para la vida en sociedad en general. Es gracias a la capacidad de tener en cuenta las intenciones de los otros que alcanzamos la tolerancia, entendiendo el motivo por el cual alguien actuó o pensó de determinada forma, y creyendo que otras personas comparten objetivos con nosotros podemos actuar teniendo en vista un objetivo común.

Vivir en sociedad es complejo afortunadamente. Personas diferentes tienen temperamentos, gustos, historias de vida y creencias morales, políticas y religiosas diferentes. La diversidad es enriquecedora y también crea una multiplicidad de futuros posibles. Actuar en favor de un mañana armonioso y positivo para el mayor número posible de personas involucra, necesariamente, el cultivo en el presente de los buenos hábitos de pensar en el prójimo, adoptar su punto de vista y comprender sus intenciones. Así como no vivimos solos, tampoco construimos nuestro mañana solos. Todos tenemos algo en común: la capacidad de usar nuestro pasado para actuar en pro de un futuro mejor. ●

¿CÓMO QUEREMOS IR?

Delante de la extensión casi infinita del “tiempo profundo”, que rige el Cosmos y marca los ritmos de la vida en la Tierra, con su escala de millones de años, el primer choque: el de nuestra insignificancia. Delante de los cambios que promovimos en el planeta apenas en los últimos doscientos años, nuevo choque: el de nuestra importancia. Porque en el período de tiempo correspondiente a algunas pocas generaciones alteramos la realidad de nuestro planeta, desde el fondo de los mares hasta la atmósfera, de una forma que nuestros antepasados jamás habrían podido imaginarlo. Algunos de esos cambios son, quizá, irreversibles. Otros aspectos de la realidad, en el mundo y en nosotros mismos, aún pueden ser definidos. Varios caminos se abren en el laberinto de posibilidades que se desenrolla delante de nosotros. ¿Cuáles puertas precisamos abrir y cuáles debemos cerrar? El futuro que construiremos depende de las opciones que hagamos. Y el momento de escogerlas es siempre ahora.

AHORA
Nosotros

CHOZA¹ DEL CONOCIMIENTO: EL MAÑANA EMPIEZA HOY

■ ¿Cómo queremos ir?

Para entender cómo queremos vivir,
con el mundo y unos con los otros.

Si nuestro museo tiene “Mañana” en el nombre y cada etapa del recorrido está asociada a una figura del tiempo (Siempre, Ayer, Hoy...), ¿por qué debería culminar justamente con “Nosotros”? Es inminente el encuentro entre la primera persona del plural y el futuro. ¿Qué será que el futuro nos presagia de bueno o de malo?

Todos estamos familiarizados con el concepto de una máquina del tiempo. Del romance de H. G. Wells a los filmes de ficción científica, nos acostumbramos a acompañar, fascinados, personajes que son lanzados después de etapas intermedias para un futuro de mil, 5 mil o 1 millón de años hacia adelante. Son de cierta forma catapultados de un ahora presente para un ahora extemporáneo, fuera del tiempo. En esas representaciones, la “nave” en que viajamos generalmente tiene su camino predeterminado para recorrer esa línea recta en la cual, en algún punto, el futuro fue arbitrariamente fijado.

Otras representaciones menos obvias exploran alternativas como, por ejemplo, la opción de hacer desvíos laterales. En vez de seguir en línea recta, nuestro héroe aparece súbitamente allá adelante y otra sorpresa podría regresar, en la contramano del tiempo, saliendo de un ahora-ahora para un ahora ya pasado. Todas esas visiones tienen, sin embargo, algunos trazos en común. En ellas el tiempo es visto generalmente como una figura que se desdobra en el plano del espacio. Además, nuestro aventurero es siempre un héroe individual. Lo que no debería provocar espanto: la humanidad estaría apretada en el asiento de esos vehículos futuristas.

Más que una idea ingenua, accionada por un número mayor o menor de palancas y emprendida por científicos, más o menos despeinados, lo que estimula nuestra imaginación en esas fantasías es una posibilidad fascinante. Posibilidad expandida y muy estudiada por la ciencia a partir del siglo XX, porque hoy concebimos el tiempo de una forma muy diferente. La Teoría de la Relatividad, por ejemplo, trata de curvas del tiempo como se fuesen cerradas, en las cuales marchamos siempre hacia adelante, no hacemos ningún desvío y, sin embargo, de forma paradójica, desembocamos en el punto de partida.

De una forma más compleja que aquella adoptada por nuestro reloj mecánico, lo que está siendo trabajado aquí es la dimensión del mañana, de un ahora aún no vivido, de un ahora puramente conjetural: un tiempo que solo existe en la imaginación.

Poco más de dos siglos atrás un dispositivo extraordinario empezó a adueñarse de nuestras vidas: el reloj mecánico. De cierta forma, también él es una máquina del tiempo, ya que nos permite experimentar cierto tipo de temporalidad. Nos dice, a cada momento, en cuál lugar del camino del tiempo nos encontramos. En un determinado instante estamos en el punto que señala el mediodía, más tarde estaremos en el que marca las dos, algo como dos kilómetros más adelante, de la misma forma que antes estábamos dos kilómetros atrás.

Pero, le falta a esa temporalidad una cierta calidad. Calidad que encontramos, por ejemplo, en un objeto de marfil esculpido, descubierto por arqueólogos en el interior de Francia y producido 30 mil años atrás. Lo que llama la atención en aquel artefacto es su aparente inutilidad. No sirve para golpear, agujerear o cortar, ninguna de aquellas funciones que entenderíamos como esenciales para un habitante del Pleistoceno. Sin embargo, cuidadosa y trabajosamente, se inscribieron en su superficie marcas regulares. ¿Por qué esa acción tan deliberada? ¿Cuál es la función de esas marcas? Estudiosos finalmente percibieron que se trataba de una representación de los ciclos de la Luna. En su reverso se trazaron dibujos elementales: ondulaciones, el contorno de un pez y la forma de una foca. En ese dispositivo extraordinario, regularidades en el tiempo - los ciclos de la Luna y las migraciones de los cardúmenes - están registradas y asociadas con regularidades espaciales. O sea, es un artefacto que convierte tiempo en espacio. Usándolo, el artesano preserva y comparte con la comunidad el conocimiento acumulado a partir de innumerables observaciones sobre las fases de la Luna, las mareas, la estación en que los salmones suben por los ríos trayendo atrás de sí a las focas. De un modo más complejo que el adoptado por el reloj mecánico, lo que está siendo realizado aquí es la idea de un presente aún no vivido, de un tiempo que es todavía, puramente, conjetural: una variedad de posibles porvenires, que solo existen en la imaginación. La dimensión del mañana.

Diversas tipos de “mañanas” estuvieron, hasta poco tiempo atrás, fuera de nuestro campo de percepción, ya que nuestros sentidos solo nos permiten percibir objetos de dimensión media. Lo que era muy diminuto o muy breve; o, al contrario, lo que era muy vasto o muy duradero no estaba en nuestro horizonte. Quedaban excluidas, así, tanto la dimensión microscópica como la superestructural; tanto lo que es efímero, o muy rápido, como lo que es perpetuo, o infinitamente grandioso. Hasta ese entonces era como si estuviésemos observando el mundo por una ventana muy estrecha, dejando fuera de nuestro campo de visión muchas de las modalidades que abarca la palabra “Mañana”. Por ejemplo, gracias a los recursos de la ciencia, convivimos hoy con objetos de duración extrema, que aun recientemente eran ignorados por nosotros.

Vivimos, por lo tanto, un momento singular, sin precedentes, en toda nuestra historia. Como dijo el poeta y ensayista francés Paul Valéry en otro contexto, sobre el choque producido por la gran masacre ocurrida en la Primera Guerra Mundial, “el futuro no es más lo que era”. En verdad, esa frase tiene aún más sentido para nosotros, la primera generación que convive con los nuevos objetos que fueron incluidos en las fronteras de lo que consideramos el mundo: objetos de vasta dimensión, como el calentamiento global. Se trata de un fenómeno que no puede ser aprehendido a través de los sentidos. Sin embargo, nuestros sensores, distribuidos en satélites, son capaces de decirnos que existe un proceso en curso en escala planetaria. Podemos decir lo mismo de la visión del astronauta ruso Yuri Gagarin, cuando compartió con nosotros, la visión inédita de la Tierra observada desde el espacio.

Poseyendo ese nuevo conocimiento, volvemos los ojos para el pasado y vemos que eventos de larga duración, de carácter geológico, tuvieron consecuencias históricas, como la erupción volcánica y el tsunami que ella causó, destruyendo la magnífica civilización cretense e inspirando el mito de Atlántida. La geología actuaba sobre la historia: siempre se insertaba lo excesivo, como inesperado, imprevisto, accidental.

Ahora, nos vemos delante de algo muy diferente. Es la historia que se transforma en geología. Cuando explotamos la primera bomba nuclear, y cuando detonamos las que se siguieron hasta los años 1970, nuestra especie produjo un depósito de materiales radioactivos alrededor de la Tierra que es totalmente artificial y que allí permanecerá por muchos millares de años. Ningún proceso natural sería capaz de realizar ese depósito. Un gesto humano, un artefacto producido por nosotros, tuvo un efecto global. Por lo tanto, el ser humano practicó geología. El tiempo humano, tan breve, fue capaz de alcanzar esas vastas duraciones casi de carácter cósmico.

Entidades como esos depósitos radioactivos, como el calentamiento global o la visión de la Tierra como un sistema integrado, son objetos de gran duración, con los cuales de ahora en adelante tendremos de convivir. Este es nuestro tiempo. Esta es la era de los humanos, del Antropoceno. No viviremos más como nuestros antepasados, sino en un mundo muy diferente, que nosotros mismos construiremos.

La reflexión propuesta por nuestro museo busca demostrar que somos parte integrante del Universo y que la Tierra es un sistema complejo, cuyo equilibrio es fundamental para nuestra sobrevivencia. Y que en este momento estamos delante de un hecho típico de una nueva era: que nuestras acciones ejercen sobre la Tierra un impacto nunca visto. Más aún: que hoy ya es posible percibir varias tendencias en el desarrollo de nuestra especie y en su relación con el planeta señalando diferentes posibilidades y futuros. Delante de estas encrucijadas debemos hacer opciones.

En la última etapa de nuestro recorrido, no le damos énfasis a la información, sino a los valores. Esos están asociados a la forma de cómo queremos vivir: con el mundo, con sostenibilidad; con los otros, en pro de la convivencia. Y es en este espacio que encontramos uno de los pocos objetos físicos del museo, el *churinga*: un artefacto aborígen australiano cuya función es abrigar el alma de un integrante de la comunidad después de su muerte. Allí permanece hasta que esa alma pueda reencarnar en un niño. Promueve así, de forma simbólica, la conexión entre generaciones pasadas y futuras. Representa el espíritu colectivo, el sentido de pertenencia a un grupo y su propósito de seguir adelante. Pertenencia que para nosotros no se resume más a una pequeña aldea, sino que abarca todo el planeta y toda la humanidad, sellando un compromiso con la sostenibilidad de la vida y con la convivencia pacífica entre los seres humanos. El *churinga* representa los conocimientos que adquirimos y que pasamos adelante. Es nuestra incumbencia decidir qué hacer con esos conocimientos.

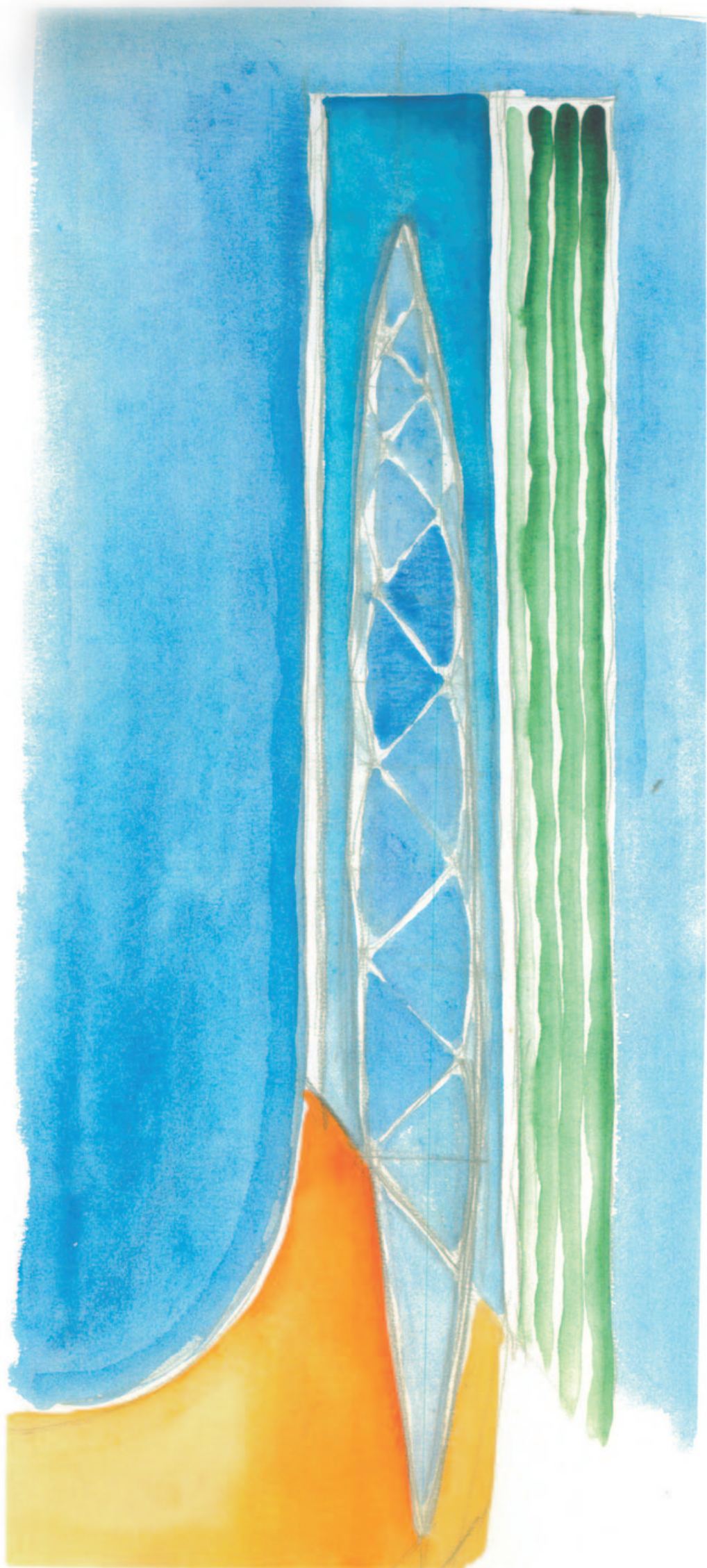
No es por acaso, que ese objeto está colocado en un espacio apropiado para rituales, en un ambiente que invita a la contemplación. Escogimos como escenario para esa reflexión un ambiente inspirado en una choza, una casa del conocimiento indígena, una estructura montada en el lenguaje material de la madera, donde se reúnen los integrantes de una determinada comunidad. Los antiguos narran a las nuevas generaciones los mitos, las leyendas sobre la formación y el surgimiento del pueblo, promoviendo la continuidad entre el pasado y el futuro. La Tierra es nuestra aldea, el mundo es nuestra comunidad. En ese espacio presentamos dos conceptos: el de que, en algún lugar, está amaneciendo, o sea, que en algún lugar ahora es mañana. Y la idea de que el mañana es siempre el mismo y, al mismo tiempo, es siempre diferente.

El último momento de nuestro recorrido en el museo debe corresponder al primer paso del visitante, que está pronto a retornar a su cotidiano. Delante del paisaje familiar de la bahía de Guanabara, puede abrazar otra visión de nuestra especie y de su papel en la construcción de un nuevo protagonista de este futuro, una comunidad planetaria, dispuesta a hacer opciones capaces de modificar la realidad. Este nuevo sujeto somos NOSOTROS y su tiempo es el ahora. ●

El *churinga*
representa los
conocimientos
que adquirimos
y que pasamos
adelante.
Es nuestra
incumbencia
decidir qué
hacer con esos
conocimientos.

La experiencia
de recorrer
la amplitud interna
del museo debe ser
la de atravesar
un solo espacio,
transformado,
a cada etapa,
por las diversas
formas creadas
para la exposición.





LAS FORMAS DEL TIEMPO



Para un museo, las metas son ambiciosas, tanto en términos de contenido como de valores e ideales. La narrativa del Museo del Mañana se propone presentar la infinita variedad del Universo, recorrer las bases de la vida y revelar el momento que estamos viviendo. Más aún, pretende inspirar una reflexión y hacer un llamado para que construyamos un futuro a partir de nuestras opciones para el mañana que queremos. ¿Qué espacio físico estaría a la altura de abrigar un emprendimiento como este? Y ¿cómo asegurarnos de que un mensaje de tal complejidad sea presentado de tal modo que cautive al público? Para hacer frente a ese reto, tanto la arquitectura como la museografía participantes del proyecto evitaron soluciones usuales y ya conocidas, prefiriendo caminos innovadores. Al hacerlo, el nuevo museo carioca se sumó a una serie de instituciones que, en el inicio del siglo XXI, han promovido en todo el mundo una verdadera revolución en las concepciones museológicas hasta entonces predominantes. El Museo del Mañana es un escenario privilegiado para los que deseen vivir ese debate y ponerse al corriente de los últimos capítulos de esta aventura científica, educacional y artística.

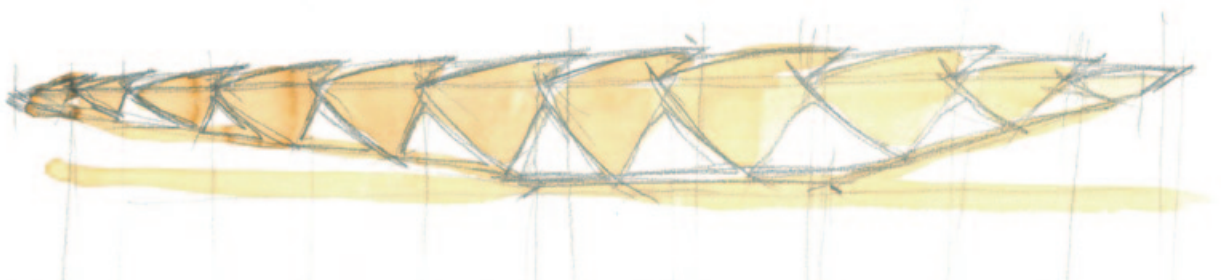
Liderando iniciativas innovadoras como el Museo de la Lengua Portuguesa, el Museo del Fútbol, el Palacio del “Frevo” y el Museo de Arte de Río (MAR), la Fundación Roberto Marinho acumuló una experiencia preciosa abriendo espacio en el país para un linaje de museos que buscan establecer de forma diferenciada su relación con los visitantes. Enfocando ese objetivo, los proyectos han buscado armonizar los tres pilares sobre los cuales se asienta la génesis de un museo: la arquitectura, la curaduría y la museografía.

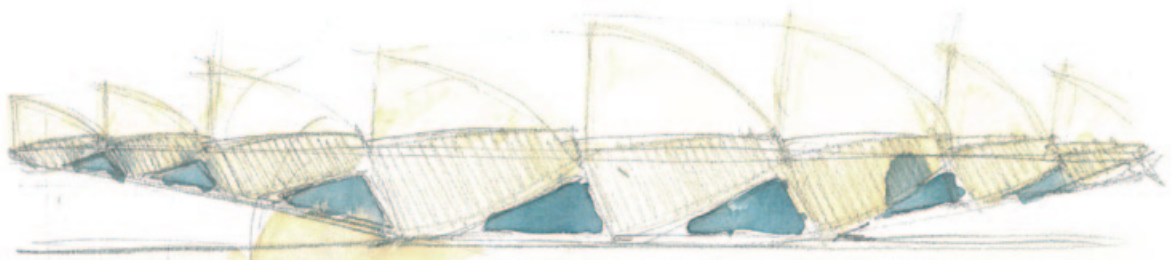
La invitación del Ayuntamiento de Río a la Fundación Roberto Marinho para ocupar el área del muelle de la plaza Mauá con el Museo del Mañana representó un reto diverso, porque, al contrario del Museo de la Lengua Portuguesa o del propio Museo de Arte de Río (MAR), no se trataba más de ocupar una construcción existente o de adaptarla, sino que, en cierto sentido, se trataba de volver a empezar. Y ese primer paso fue dado por el alcalde Eduardo Paes al sugerir el nombre del arquitecto Santiago Calatrava para concebir la estructura que abrigaría al nuevo museo.

Las negociaciones entre la Fundación y el arquitecto representaron el primer gesto de integración de los diferentes aspectos que compondrían el perfil del nuevo museo. Otro momento importante fue la invitación que recibió la Fundación Roberto Marinho para visitar el escritorio de la Fundación Ralph Appelbaum Associates, con sede en Nueva York, para definir y contratar la concepción museográfica. Su fundador, responsable de proyectos inspiradores como el Museo del Holocausto, en Washington, y de la renovación del Museo Americano de Historia Natural, promovió en las dos últimas décadas una profunda transformación en el ámbito de creación de museos y concepción de exposiciones, desarrollando trabajos en los cinco continentes, en países tan diferentes como Estados Unidos y Nigeria, Noruega y China. La determinación de proponerle al visitante la inmersión en determinado tema, siempre apoyada en una narrativa, es la característica que tienen en común todos los proyectos de ese escritorio galardonado, que ya había colaborado con la Fundación en el Museo de la Lengua Portuguesa. También en el Museo del Mañana prevalecería ese mismo objetivo: evocar una idea básica por medio de una historia, contada, no apenas a través del lenguaje, sino también a través de experiencias sensoriales sobre el tema.

Santiago Calatrava, responsable del vértice de la arquitectura en ese diálogo triangular con el contenido y la museografía, demostró sensibilidad y respeto por el paisaje y por la historia de la ciudad al insertar su proyecto en la zona portuaria. “Cuando quedó claro que iríamos intervenir en esa área, lo primero que deberíamos tener en cuenta era el hecho de que ya existían allí aquellos edificios”, dice el arquitecto aludiendo al Monasterio de San Benito, declarado por Unesco Patrimonio de la Humanidad en 2014, y al edificio del antiguo periódico “A Noite”, en la plaza Mauá: “Decidimos establecer una altura máxima para el museo de 15 m para que no obstruyese la visión de esas construcciones a partir del mar”. La situación del monasterio en el paisaje lleva al arquitecto a referirse a Lisboa. “Para mí, él ejerce un papel semejante al del Monasterio de los Jerónimos: era una imagen imponente que se veía al llegar por el mar. Nuestro museo es bajo y permite esa visión”, dice él, comentando la altura del edificio, que atiende una determinación del Instituto del Patrimonio Histórico Nacional.

El diálogo y la armonización con las construcciones del entorno una preocupación suya no surgieron por imitación, sino por contraste. Fue ese el caso, de acuerdo con él, del Monasterio de San Benito. Durante una entrevista, retira de su carpeta uno de sus cuadernos son millares, todos debidamente archivados por la esposa en la sede de su estudio y comienza a trazar un dibujo a lápiz. Con movimientos ágiles, esboza la silueta del cerro de San Benito, los trazos gruesos sugiriendo una masa pesada y bruta. A partir del cerro, las líneas trazadas por él levantan las formas rectas e imponentes del monasterio.





El arquitecto explica que, para el Museo del Mañana quiso hacer un edificio “que se proyectase en el futuro”. Y al explicar su esbozo del monasterio, comenta el vínculo del edificio histórico con el pasado: “Si nos detenemos para analizar, veremos al Monasterio de San Benito seguramente así: primeramente el cerro, antes de haber cualquier construcción, sería una gran piedra. Entonces el edificio del monasterio emerge como si estuviera saliendo de aquella roca, como si fuese parte de ella. Además, está construido también con piedras. Podríamos pensarlo, entonces, como perteneciente a un género de arquitectura, una arquitectura mineral”.

Su proyecto del Museo del Mañana, por lo tanto, es visto por él como un contrapunto a esa característica. “Delante de esa tipología, de algo salido de la roca, decidimos adoptar algo diferente, algo que, de tan ligero, dé la impresión que pretende volar. Si aquella arquitectura es mineral, la nuestra es aérea”. Calatrava observa que la cobertura del museo comporta una estructura metálica, una forma que nos hace pensar en alas que se mueven de acuerdo con la posición del Sol para captar la energía solar.

El hecho destaca otro aspecto de la contraposición trabajada por él. “El primer tipo de arquitectura el del monasterio es estático y transmite una idea de perennidad. Nuestro proyecto, con esos elementos móviles, pretende pasar la noción de algo dinámico, cambiante, ligero. Todo eso es importante para comprender esa contraposición” La suma de las calidades enumeradas por él casi equivale a un manifiesto. “Creo que la arquitectura a partir de ahora acabará siguiendo ese camino, buscando una naturaleza, quizá, atmosférica, asumiendo el carácter de un organismo vivo”.

El proyecto del Museo del Mañana dio, de acuerdo con él, un paso adelante en la evolución de su estilo. “De cierta forma revela un esfuerzo para renovar mi vocabulario. Hasta entonces trabajaba basándome en formas asociadas a la figura humana”, explica Calatrava, mientras traza en su bloc las líneas de un cuerpo de mujer.

Decidimos adoptar algo diferente, algo que, de tan ligero, dé la impresión que pretende volar.

Conocido por hacer decenas, a veces centenas, de acuarelas antes de encontrar la solución que se aplicará a un nuevo proyecto, el arquitecto vislumbró la posibilidad de un camino diferente durante una visita al Jardín Botánico de Río de Janeiro antes de comenzar a dibujar el Museo del Mañana, en 2010. Al observar algunas flores de la familia *Bromeliaceae*, típicas de la Mata Atlántica, se sintió intrigado con la complejidad de su forma. Era el primer paso que lo llevaría a cambiar el modelo del cuerpo humano por el de una planta. Trabajadas en una nueva serie de acuarelas, sus impresiones serían poco a poco digeridas y decantadas hasta transformarse en la semilla del proyecto del Museo del Mañana. “Aquello me influenció”, cuenta el arquitecto. “Hace una referencia clara al mundo de las plantas, al crecimiento orgánico. Como ocurre con mis esculturas, ese proyecto transmite un sentido de crecimiento. Esa serie de ritmos elementales tienen algo de las plantas”.

Calatrava es el primero que admite que el impacto, en términos plásticos, ejercido por su proyecto tiene algo de una escultura. En Río para una última visita a la obra del Museo del Mañana antes de su inauguración, el arquitecto aún estaba entusiasmado con la exposición al aire libre, en aquel verano, de siete enormes esculturas suyas en Park Avenue, en Nueva York grandes estructuras metálicas, algunas en colores vivos. “En las esculturas me expreso más libremente porque son creaciones plásticas. En la arquitectura, el proceso es, evidentemente, mucho más desafiador. Es una escultura que precisa ser funcional como museo”.

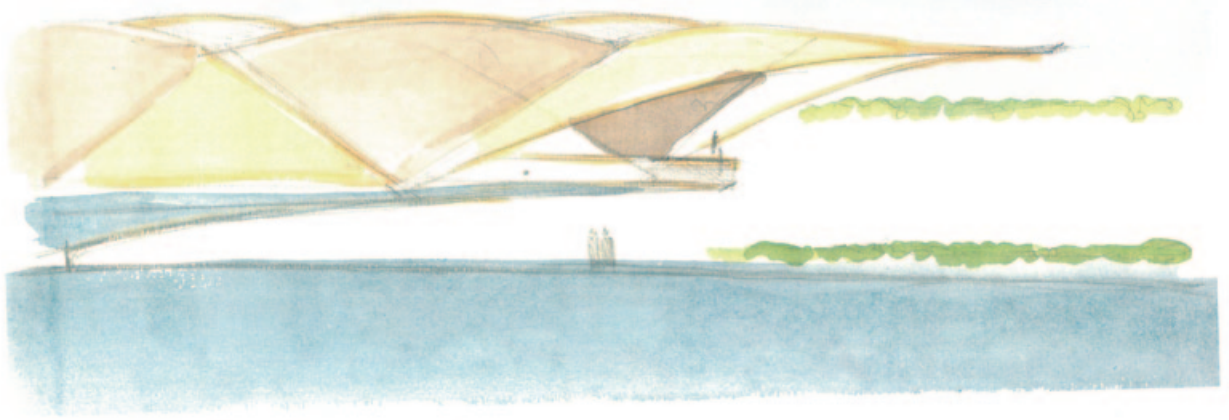
La experiencia acumulada por el arquitecto durante los últimos años, con un *portfolio* de grandes proyectos en países como España, Bélgica, Estados Unidos y China, confirmó su convicción en los poderes transformadores de la arquitectura en las ciudades en que ella se inserta. “Las grandes obras públicas son capaces de cambiar las ciudades, creando nuevos puntos espaciales de referencia. Pero no se trata apenas de crear edificios icónicos”, destaca.

Esa nueva forma
de concebir los
museos lleva a la
creación de un
ambiente en el cual
innumerables
recursos desde la
iluminación a la media
audiovisual, del apelo
a los sentidos a la
arquitectura interior
se emplean con
el objetivo de crear
vivencias para
los visitantes
sobre determinado
contenido o
información.

Es significativo el hecho de que en esas experiencias los museos hayan desempeñado un papel de destaque. Entre los muchos proyectos de impacto firmados por Calatrava están el Milwaukee Art Museum, en Estados Unidos, y la Ciudad de las Artes y las Ciencias, en Valencia, España, concluida en 2009. “Es necesario entender que esos proyectos no deben ser vistos aisladamente, sino en función de la ciudad. Los museos en particular, que viven un renacimiento hace algunos años, además de centros de irradiación de cultura ejercen el papel de mitos urbanos un poco como las grandes estaciones de tren de las capitales europeas en el siglo XIX que son capaces de transformar la urbe”.

De acuerdo con Calatrava, la experiencia de Valencia proyecto en el cual trabajó por cerca de veinte años es especialmente ilustrativa a ese respecto. “Creo que hemos conseguido realizar ese objetivo con el “Palau de las Artes” de Valencia, localizado en uno de los puntos hasta entonces más descuidados de la ciudad, en una zona próxima al puerto, de carácter posindustrial, en un sector obsoleto y degradado. El área es hoy uno de los lugares más visibles, más procurados para vivir. No apenas se ha transformado el paisaje urbano, sino que se creó también una nueva referencia para las personas y para la ciudad. Su imagen se transformó un poco para los visitantes y para los propios habitantes”

En el caso de Río, el indicio más evidente de esa transformación quizá sea el desaparecimiento del viaducto de la Perimetral del paisaje carioca. “Para mí, una de las mayores satisfacciones fue el reconocimiento de que la antigua Perimetral era obsoleta. Con su supresión, conseguimos recuperar la articulación entre los dos ejes, la avenida Río Branco y la plaza Mauá, con su monumento. Se creó un vínculo genuinamente urbano”, dice él, llamando la atención para la doble fila de árboles que corren a lo largo del museo.

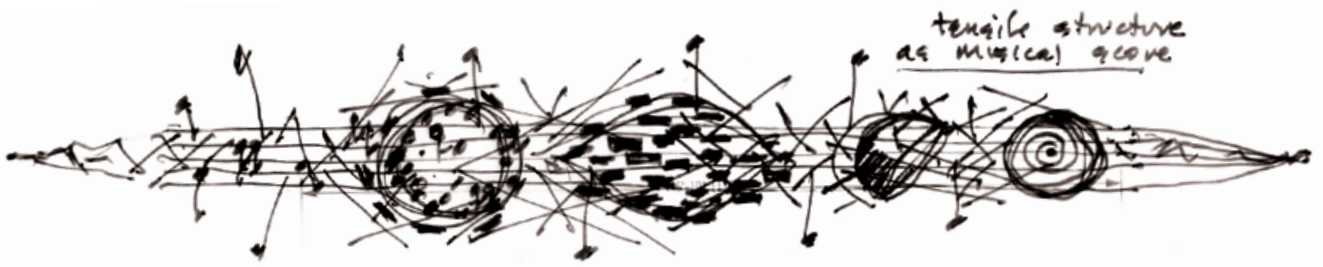


Los viaductos de ese tipo, solución muy en boga en los años 1960 y 1970, no son un problema apenas en Río, observa, recordando aquel que marca el paisaje del Bronx, en Nueva York. “Allí ellos producen un impacto brutal en las personas que llegan a la ciudad. Aquí en Río esa cuestión fue resuelta con mucha elegancia. Y, creo, que se trata de un trabajo pionero”, elogia, observando que la ausencia de algo, un espacio libre, el vacío, también tiene su significado en un proyecto arquitectónico o en un trazado urbano. “Como dicen los compositores, el silencio también forma parte de la música”.

Muchos recursos técnicos de ingeniería fueron puestos al servicio de la construcción, que, aunque es compleja, abriga un espacio que tiene algo de elemental: “El museo posee una planta muy arquetípica. Es casi una nave de catedral, abierta de los dos lados. Uso la imagen de la catedral no tanto por la atmósfera que se pretende crear en su interior, sino por la naturaleza de cierto tipo de edificio, de esos que pueden durar mil años, porque siguen parámetros muy elementales, sirviendo y adaptándose a múltiples funciones”.

La concepción y la apertura del Museo del Mañana ponen a Brasil en sintonía con una tendencia emergente en el escenario cultural mundial. Las recientes transformaciones por las cuales están pasando los museos internacionales tienen en Ralph Appelbaum su portavoz más representativo. Los museos tradicionales acabaron consolidando una fórmula con la cual varias generaciones se familiarizaron. Escalinatas imponentes, columnas clásicas y un zaguán central bajo una gran cúpula recibían visitantes en galerías en las cuales eran exhibidas colecciones de objetos, generalmente protegidos en cajas de vidrio. “Pero un ala o galería ni siempre se relacionaba con la siguiente. En ellas los visitantes solo eran observadores”, dice Appelbaum, para quien “museos deberían considerarse no como meros portales abiertos, sino que deben pensarse a sí mismos en su relación con los visitantes”. Animado por esa visión, se hizo conocido por su esfuerzo de mostrar en cada museo la idea básica, la narrativa que es capaz de dar unidad al conjunto de experiencias y contenidos proporcionados al público.

Para él, esa nueva forma de concebir los museos trae implícita la creación de un ambiente en el cual innumerables recursos desde la iluminación a la media audiovisual, del apelo a los sentidos a la arquitectura interior se emplean con el objetivo de crear vivencias para el visitante sobre determinado contenido o información. En ellos, el público sería estimulado no apenas a pensar, sino también a sentir; a servirse tanto de la razón como de la emoción. Los resultados se han revelado estimulantes en un mundo en que es cada vez más discutible trazar fronteras rígidas entre el entretenimiento y la educación. Las “grandes ideas” destinadas a sostener esas narrativas también trascienden el plano simplemente estético o pedagógico. De acuerdo con Appelbaum, los museos actuales “son, esencialmente, construcciones éticas”.



EN LA CONCEPCIÓN DE RALPH APPELBAUM, RESPONSABLE DE LA NARRACIÓN MUSEOGRÁFICA, LA EXPOSICIÓN OBEDECERÍA A UNA EVOLUCIÓN RÍTMICA, COMO EN UNA PARTITURA MUSICAL.

Fue suya la idea de determinar un ritmo para la narrativa propuesta para el Museo del Mañana, que se pautaría entre sístoles y diástoles, configurada por el modelo sugerido por una partitura musical. Esa intención básica se mantuvo durante las transformaciones por las cuales pasó la propuesta a lo largo de casi cinco años de preparación. Hasta la finalización del proceso prevaleció la concepción museográfica que ocupa la nave del edificio desdoblándose a lo largo de momentos de una misma narrativa. “Quisimos así evitar la lógica de un corredor, en el cual el visitante apenas avanza por salas expositivas, de un espacio para el otro”, explica Deca Farroco, gerente del proyecto.

Fue incumbencia del director de creación Andres Clerici conjuntamente con el equipo de curadores y museólogos, además de Vasco Caldeira, de Artificio Arquitetura e Exposições el reto de precisar con claridad la idea central del museo y aplicar concretamente esos principios generales al contenido de cada uno de los momentos en los cuales se divide la narración. Con experiencia de trabajar con lo que llama de “museos de ideas”, Clerici explica que, en un momento inicial, desempeña un papel que tiene algo de psicólogo y casi de médium al cuestionar al equipo de curadores y especialistas para descubrir, colectivamente, cual es la idea central que orientará al museo: “¿Cuál es la narración? ¿Qué se desea contar? Queremos transmitir ideas por medio de historias que incluyan al público en la discusión de determinados temas”. En el caso del Museo del Mañana, su narración puede ser sintetizada a través de la convicción de que llegamos a un momento único y singular de la civilización humana. El Antropoceno es una condición creada por nosotros. Nada más podrá ser como antes, pero el mañana que vendrá está siendo creado por nosotros ahora.

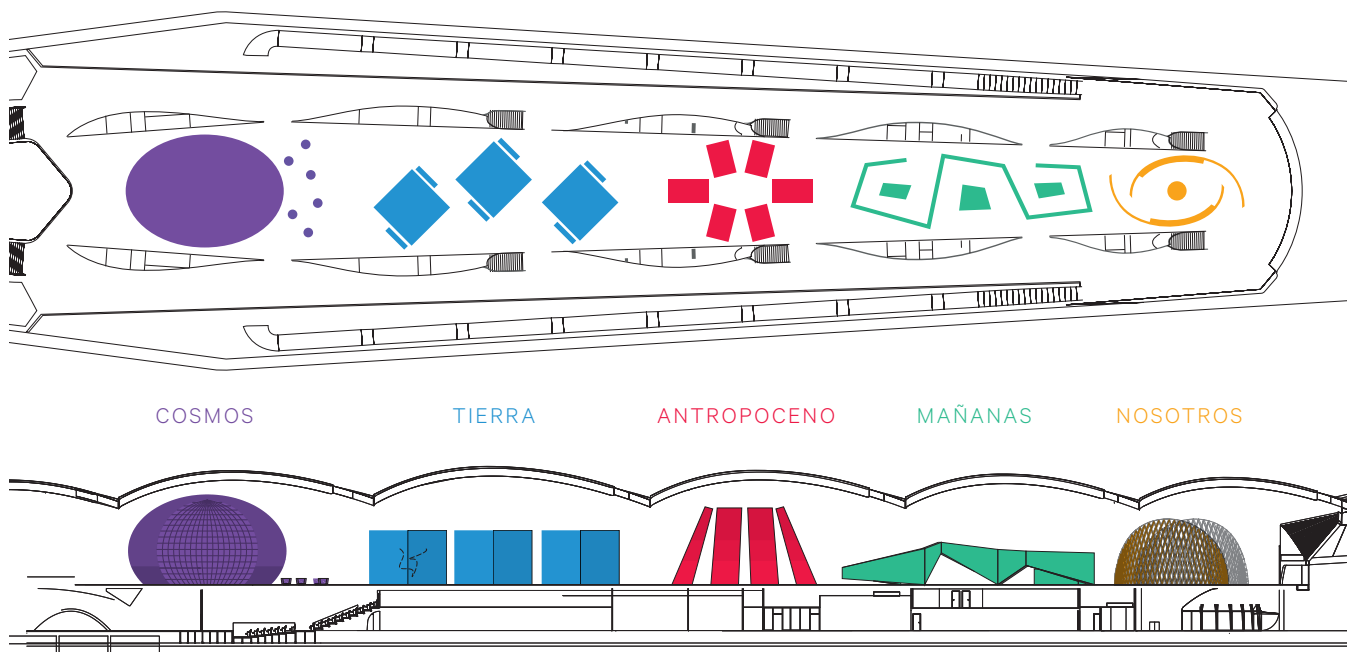
Definida la narración, faltaba saber cómo contar esa historia; encontrar la forma apropiada para transmitir ese contenido. Las ideas esenciales deben ser pasadas principalmente mediante vivencias en determinado espacio físico, siempre de una forma envolvente para el visitante. Son, en total, cerca de cincuenta experiencias ofrecidas, todas concatenadas y distribuidas a lo largo de las cinco áreas básicas, representando las grandes preguntas que la humanidad siempre se formuló. ¿De dónde vinimos? ¿Quiénes somos? ¿Dónde estamos? ¿Para dónde vamos? ¿Cómo queremos ir?, o sea, qué vida queremos construir? El objetivo es que el público tenga vivencias y explore esa secuencia de preguntas, todas relacionadas con diferentes conceptos y contenidos y representando determinadas figuras de tiempo.

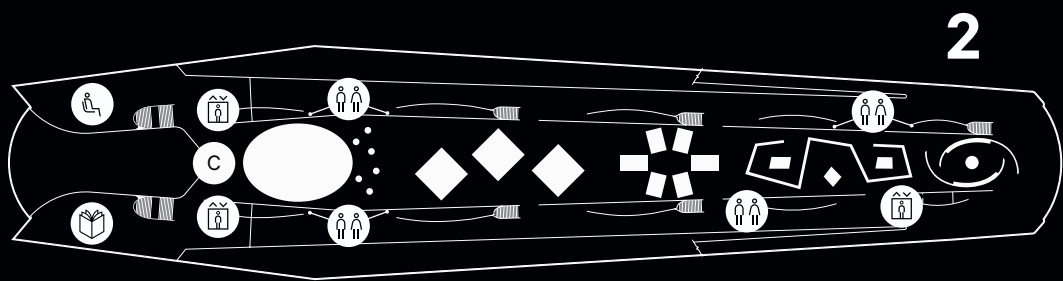
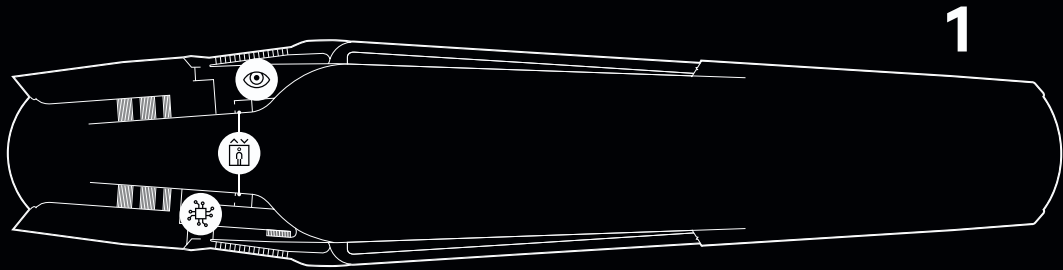
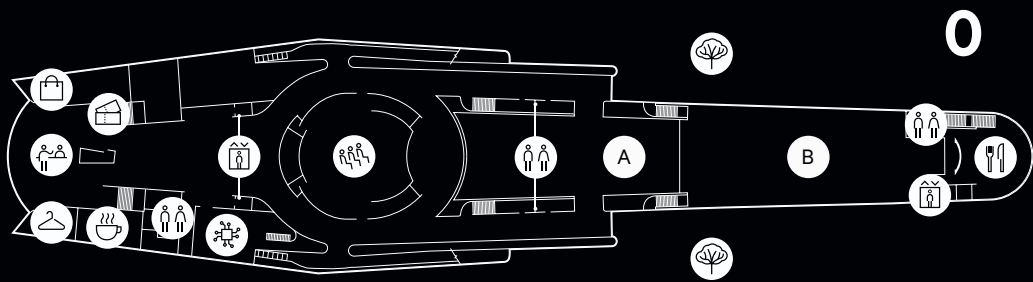
De acuerdo con la visión de Andres Clerici, el mayor riesgo del proyecto del museo sería caer en la “trampa” de una visión “futurista”. En el esfuerzo para transformar contenidos en experiencias, se busca evitar una visión que, aunque creada hoy, pareciese desfasada en pocos años. Buscando soluciones que resistiesen bien al paso del tiempo, la dirección artística prefirió las formas “clásicas” que, por ser elementales, no envejeciesen.

La primera experiencia del visitante del museo, por ejemplo, tiene como centro la figura de un gran huevo negro, representando la idea de origen y de pertenencia al Universo. Una forma simple e intemporal, que sobrevive bien al paso del tiempo. Siguiendo esa línea, se utilizaron cuadrados, cubos, formas geométricas elementales, que siempre serán reconocidas. Además del huevo negro que simboliza nuestros orígenes, son ejemplos de esas formas simples y concisas, pero plenas de significado, los tres grandes cubos de 7m cada uno, las Cajas del Conocimiento, que concentran informaciones sobre el planeta, la vida o la cultura. Ya en el momento dedicado al Mañana, se optó después de abandonar otras posibilidades, como la de una plaza por la forma de un *origami*, que presenta los contenidos de diferentes áreas de forma integrada.

Aún en relación al mundo de las formas, la museografía estableció un sentido para avanzar de lo sólido y cerrado rumbo a lo abierto y abstracto. “El huevo presente al comenzar la visita es una forma sólida. Ya la choza es abierta; no tiene techo, ni es cerrada”, explica Clerici. Instalada en el último momento de la narración, ofrece un espacio para que las personas piensen en su mañana. Al hacerlo, el ambiente estimula una nueva noción de pertenencia: no en el sentido de pertenecer a una ciudad o a un país, sino al Universo. La choza encarna una forma intemporal, como los tótems, también presentes en la exposición. Lo importante, para el director de creación, es que el visitante no vea todo eso desde afuera, como se estuviese viendo un filme, sino como parte de sí mismo. De esa forma se han configurado momentos que tienen algo de teatral.

Teatro, participación, vivencias... Un vocabulario que expresa la enorme gama de recursos a disposición de los artistas, teóricos y técnicos que repiensen los museos de hoy. Evitando el falso dilema que obliga a optar entre razón y sentimiento, reflexión y emoción, tanto la museografía como la arquitectura del Museo del Mañana parecen determinadas en una misma medida a asombrarnos y a hacernos pensar. ●





0

1



Entradas



Observatorio del Mañana



Información



Laboratorio de Actividades del Mañana



Tienda



Guarda volúmenes



Café

2



Auditorio



Punto de Encuentro



Exposición Temporal



Área Educativa



Administración



Exposición Principal



Restaurante



Jardín



Baños



Elevador

**AYUNTAMIENTO DE LA CIUDAD
DE RÍO DE JANEIRO**

ALCALDE
Eduardo Paes

SECRETARIO JEFE DE LA CASA CIVIL
Guilherme Nogueira Schleder

SECRETARIO MUNICIPAL DE CULTURA
Marcelo Calero

SECRETARIO DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS
Y CONCESIONES DE SERVICIOS PÚBLICOS
Y ALIANZAS PÚBLICO-PRIVADAS
Jorge Arraes

**COMPañÍA DE DESARROLLO URBANO DE LA REGIÓN
DEL PUERTO DE RÍO DE JANEIRO S.A - CDURP**

DIRECTOR PRESIDENTE
Alberto Gomes Silva

DIRECTOR ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO
Sergio Lopes Cabral

DIRECTOR DE OPERACIONES
Luiz Carlos de Souza Lobo

SUPERINTENDENTE DE DESARROLLO
ECONÓMICO Y SOCIAL
Rogério Machado Riscado

FUNDACIÓN ROBERTO MARINHO

PRESIDENTE
José Roberto Marinho

SECRETARIO GENERAL
Hugo Barreto

SUPERINTENDENTE EJECUTIVO
Nelson Savioli

GERENTE GENERAL DE PATRIMONIO Y CULTURA
Lucia Basto

GERENTE DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Flavia Constant

GERENTE DE PROYECTOS
Deca Farroco

MUSEO DEL MAÑANA

CONCEPCIÓN Y DESARROLLO

DIRECCIÓN GENERAL
Hugo Barreto
Lucia Basto

ARQUITECTURA
Santiago Calatrava

CURADORÍA
Luiz Alberto Oliveira

DIRECCIÓN DE CREACIÓN E IDENTIDAD VISUAL
Andres Clerici

COORDINACIÓN GENERAL
Deca Farroco

GERENCIA DEL PROYECTO DE ARQUITECTURA
Ruy Rezende
Filipe Jacopucci

PROYECTO MUSEOGRÁFICO
Vasco Caldeira

COORDINACIÓN DE CONTENIDO
Leonardo Menezes

CONCEPCIÓN CURATORIAL INICIAL
Luiz Alberto Oliveira
Leonel Kaz

CONCEPCIÓN MUSEOGRÁFICA INICIAL
Ralph Appelbaum

COORDINACIÓN TÉCNICA
Marcio Guerra
Ana Ribeiro
Taissa Thiry

CONSULTORES DE CONTENIDO

COSMOS Y TIERRA
Alexandre Cherman – Planetario de Río
Eliana Dessen – USP
Eliane Canedo de F. Pinheiro – Urbanista
Gilvan Sampaio de Oliveira – Inpe
Julia Reid – Inpe
Henrique Lins de Barros – CBPF
Luiz Fernando Dias Duarte – Museu Nacional/UFRJ
Maria Alice dos Santos Alves – Uerj
Mayana Zatz – USP

ANTROPOCENO Y MAÑANAS
Adriana Caúla – UFF
Alexandre Kalache – OMS
Andrew Hessel – Singularity University
Benilton Bezerra Jr. – Uerj
David Zee – Uerj
Fátima Portillo – UFRRJ
Jorge Lopes – INT
José Augusto Pádua – UFRJ
Luiz Pinguelli Rosa – Coppe/UFRJ
Marcelo Gleiser – Dartmouth College
Marcio Giannini Pereira – Coppe/UFRJ
Miguel Nicolelis – Duke University
Neilton Fidelis – Coppe/UFRJ
Paulo Vaz – UFRJ
Rogério da Costa – PUC-SP
Suzana Herculano-Houzel – UFRJ
Thomas Lewinsohn – Unicamp

AMANHÃS
Carlos Nobre – Inpe
Jorge Wagensberg – CosmoCaixa
Michio Kaku – NYU
Paulo Mendes da Rocha – Arquiteto
Sérgio Besserman – PUC-Rio

LABORATORIO DE ACTIVIDADES DEL MAÑANA

CONCEPCIÓN

Ronaldo Lemos
Alé Youssef
José Marcelo Zacchi

COLABORADORES

Alexandre Ribenboim
Leo Feijó
José Augusto Figueiredo

OBSERVATORIO DEL MAÑANA

Charles Kent
Mayra Nobre

FUNDACIÓN ROBERTO MARINHO

RELACIONES CON LOS ALADOS, COMUNICACIÓN Y ASESORÍA DE PRENSA

Hugo Sukman
Julia Ribeiro
Julianna Guimarães
Luciana Gondim
Renata Couto
Rodrigo Cobra

ADMINISTRACIÓN, SOPORTE TÉCNICO Y JURÍDICO

Ana Érika Marques
Ana Luíza Bernat
Aparecida Lacerda
Carlos Carletto
Carolina Xavier
Cassia de Oliveira
Christian Mouron
Eduardo Rogienfisz
Fábio Gomes
Fernanda Ruffo
Gustavo Bastos
Helayne Almada
Leandro Vieira
Letícia Barbosa
Lucia Madeira
Luís Augusto Ferreti Pinheiro
Luiz Henrique Cordeiro
Marco Francesco
Patrícia Sales
Regina de Paula Vasconcelos
Severino Jauhar
Solange Lemos
Vanessa Kronenberger

**COMPAÑÍA DE DESARROLLO URBANO
DE LA REGIÓN DEL PUERTO DE RÍO DE JANEIRO S.A. - CDURP**

FISCALIZACIÓN TÉCNICA

Arnaldo Camões
Fabiola Amaral
Walber Correa

ADMINISTRACIÓN Y SOPORTE JURÍDICO

Carlos Silva
Gabriela Beluomini Alves Cruzeiro

COMUNICACIÓN / ASESORÍA DE PRENSA

Clarice Tenório Barretto
Luciene Braga

GESTIÓN**INSTITUTO DE DESARROLLO Y GESTIÓN - IDG**

PRESIDENTE DEL CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN
Fred Arruda

DIRECTOR PRESIDENTE

Ricardo Piquet

CURADOR GENERAL

Luiz Alberto Oliveira

DIRECTOR DE PLANEAMIENTO Y GESTIÓN

Vinícius Capillé

DIRECTOR DE DESARROLLO DE PÚBLICOS

Alexandre Fernandes Filho

DIRECTOR DE OPERACIONES Y FINANCIERO

Henrique Oliveira

CAPTACIÓN DE RECURSOS

Renata Salles

CONTENIDO Y EDUCACIÓN

Alfredo Tolmasquim
Leonardo Menezes
Marcela Sabino
Melina Almada

DESARROLLO DE PÚBLICOS Y COMUNICACIÓN

Bruno Stehling
Dino Siwek
Juliana Tinoco
Laura Taves

TECNOLOGÍA Y OPERACIONES

Eric Ribeiro
Uli Rentschler

RECURSOS HUMANOS, GESTIÓN Y JURÍDICO

Ana Carolina Coelho
Maíra Costa
Marcia Carneiro

LIBRO MUSEO DEL MAÑANA

EDITORIA

Ana Cecilia Impellizieri Martins

COORDINACIÓN DE CONTENIDO

Andrea Margit

COORDINACIÓN DE TEXTOS

Maria de Andrade

TEXTOS EDITORIALES

Claudio Figueiredo

PREPARACIÓN DE TEXTOS

Leny Cordeiro

REVISIÓN

Kathia Ferreira

TRADUCCIÓN

Ana María Tappin Clive de Romero

PROYECTO GRÁFICO

Dupla Design

FOTOGRAFÍA

Cesar Barreto

IMPRESIÓN

IPSIS

CIP-BRASIL. CATALOGACIÓN EN LA PUBLICACIÓN
SINDICATO NACIONAL DE LOS EDITORES DE LIBROS, RJ

O48m

Oliveira, Luiz Alberto

Museu do amanhã / Luiz Alberto Oliveira. - 1. ed.

Rio de Janeiro : Edições de Janeiro, 2015.

ii.

ISBN 978-85-67854-88-5

1. **Museu do Amanhã** - Rio de Janeiro.

2. Museus - Rio de Janeiro. I. Título.

15-26481

CDD: 708.98153

CDU: 7.05:069(815.3)



DISEÑO Y REALIZACIÓN



CIDADE OLÍMPICA



PATROCINADOR MÁSTER



MANTENEDOR



APOYO



SECRETARIA DO AMBIENTE



INDICAR PROPOSTA