

POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Soluciones basadas en la naturaleza y la biomimesis para mejorar el metabolismo urbano y regenerar los edificios y las ciudades.

Original

Soluciones basadas en la naturaleza y la biomimesis para mejorar el metabolismo urbano y regenerar los edificios y las ciudades / Mele, Caterina. - ELETTRONICO. - 2:(2022), pp. 25-33.

Availability:

This version is available at: 11583/2976312 since: 2024-06-10T15:56:20Z

Publisher:

Red Internacional, Interuniversitaria e Interinstitucional de Estudios sobre Biomimesis

Published

DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)



AÑO 1- Nº 2
NOVIEMBRE 2022



REVISTA DE BIOMÍMESIS

TRANSDISCIPLINARIEDAD EN ARMONIA CON LA NATURALEZA

Red Internacional, Interuniversitaria e Interinstitucional de
estudios sobre Biomimesis RI3BIOMIMICRY NETWORK



REVISTA DE BIOMÍMESIS

TRANSDISCIPLINARIEDAD EN ARMONIA CON LA NATURALEZA

Imagen de tapa.

Foto color de la abeja: © Vasily Menshov/Solent News & Photo Agency CREDIT: © Vasily Menshov/Solent News & Photo.

Autores: Vasily Menshov.

Maquetación General y Diseño de Tapa.

Arq. Cabrera, Victor Hugo.



RED INTERNACIONAL,
INTERUNIVERSITARIA E
INTERINSTITUCIONAL
DE ESTUDIOS SOBRE
BIOMÍMESIS

EDITORES

Hernando Bernal Zamudio
Javier Collado Ruano
Caterine Mele
José Claudio Rocha
Carmen Sanfrancisco Millán
Daniel Edgardo Vedoya

NOVIEMBRE 2022

ISSN: 2938-0944







Volumen 2 de: “Revista de Biomimesis”

TRANSDISCIPLINARIEDAD EN ARMONIA CON LA NATURALEZA

DIRECTORES:

- **Hernando BERNAL ZAMUDIO.** Biomimetic Sciences Institute (BSI) & Asociación Amassunu, Universidad del País Vasco
- **Ludia Margarida CAGICA CARVALHO.** Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal
- **Josep Antoni GARAY.** Naciones Unidas (Ginebra)
- **Carmen SANFRANCISCO MILLÁN.** Biomimetic Sciences Institute (BSI)
- **Gloria Marlene DÍAZ MUÑOZ.** Universidad Externado de Colombia
- **Claudia Inés RIVERA CÁRDENAS.** Universidad Nacional Autónoma de México
- **José Claudio ROCHA.** Universidad del Estado de Baia, Brasil
- **Daniel Edgardo VEDOYA.** Universidad Nacional del Nordeste Argentina

COMITÉ CIENTÍFICO:

- **Ibone AMETZAGA ARREGI.** Universidad del País Vasco /Euskal Herriko Unibertsitatea /UPV/EHU).
- **Iker BANDIOLA ETXABURU.** Universidad del País Vasco /Euskal Herriko Unibertsitatea /UPV/EHU).
- **Jesús María BLANCO ILZARBE.** Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea /UPV/EHU).
- **Vincent BLOK.** Universidad de Wageningen
- **Vania Susana CALLE QUISPE.** Universidad San Mayor de Andrés, Bolivia
- **Javier COLLADO RUANO.** Universidad Nacional de Educación, Ecuador
- **Fernando Antônio CARVALHO DANTAS.** Universidad Federal de Goias
- **Armando CONTRERAS HERNÁNDEZ.** Instituto de Ecología México (INECOL)
- **Jorge Antônio Erick SAINZ CARDONA.** Universidad San Mayor de Andrés, Bolivia.
- **Erika LLANOS RISSO.** Universidad Amazónica de Pando, Bolivia
- **Caterina MELE.** Politécnico de Turin, Italia
- **Jairo Ricardo MORA DELGADO.** Universidad del Tolima, Colombia
- **David SANCHEZ RUANO.** Instituto Tecnológico de Monterrey.
- **Unai TAMAYO ORBEGOZO.** Universidad del País Vasco /Euskal Herriko Unibertsitatea /UPV/EHU)



Volumen 2 de: “Revista de Biomimesis”

TRANSDISCIPLINARIEDAD EN ARMONIA CON LA NATURALEZA

COMITÉ DE DISEÑO ARTÍSTICO Y COMUNICACIÓN:

- **Serena PISANO.** Museo de Roma
- **Ricardo CONTRERAS IGUARAN.** Instituto de Ecología México
- **Ludovica ROSSI.**
- **Jeison Andrés BERNAL CAÑÓN.**
- **Ivan DAVILA VELANDIA.** Universidad Nacional de Colombia
- **Diana Carolina RIAÑO**



ÍNDICE

AUTORES - TÍTULO	PÁG.
CRÉDITOS	I
COMITÉ EDITORIAL	III-IV
PRÓLOGO	01-04
Bernal Zamudio, H.- Vedoya, D.	
ARTÍCULOS	
Arriola Palomares, J.	07-15
<i>Las relaciones científicas entre la UE e Iberoamérica en el Amazonas: ¿cooperación o dominación?</i>	
Siordia Vásque, X.- Villagrán Villegas, Y.- Rojas Hernández, M. - Millán Tejeda, J.	17-24
<i>Biomimética para la previsión de colisiones en sistemas de navegación para robots autónomos: una optimización desde el enfoque neuroecológico de la abeja melífera (Apis mellífera).</i>	
Mele, C.	25-33
<i>Soluciones basadas en la naturaleza y la biomímesis para mejorar el metabolismo urbano y regenerar los edificios y las ciudades.</i>	
Santillana Ceballos, M.	35-42
<i>Innovación social y bioética.</i>	
Vedoya, D.	43-52
<i>Sostenible, Biomimética o Resiliente, tres propuestas para una misma Arquitectura .</i>	
ARTE BIONSPIRADO	
Tintoré, M.	54-55
<i>Senderos en el Jardín</i>	
NORMAS DE PUBLICACIÓN	
	57-59





REVISTA BIOMIMESIS

Nº 2

NOVIEMBRE 2022



PRÓLOGO



PRÓLOGO AL N° 2

De acuerdo a la hipótesis planteada y más aceptada por los científicos, el origen del universo se produjo hace unos 13.800 millones de años, inducido por el fenómeno del Big Bang, la Gran Explosión, en un proceso expansivo que demoró apenas tres tiempos de Plank (3×10^{-43} segundos). En cuanto a la Vía Láctea, su origen data de aproximadamente 13.000 millones de años, en función de la edad calculada de su estrella más antigua, e integra un grupo de unas 50 galaxias, llamado el “Grupo Local”, donde se encuentran además la galaxia de Andrómeda, junto a otras galaxias más pequeñas y la Gran Nube de Magallanes. Se calcula que nuestro Sistema Solar se formó hace aproximadamente 4.670 millones de años, y la edad del planeta Tierra se estima aproximadamente en 4.570 millones de años. Se estima que en nuestro planeta comenzaron a darse las condiciones necesarias para generar vida hace 3.850 millones de años. Entre diez y ocho millones de años antes de nuestra era se produjo la bifurcación de la línea genética de los primates y emergió el *homo*, en sus sucesivas versiones: *habilis*, *erectus* y *sapiens*, respectivamente. El *homo sapiens sapiens*, u “hombre moderno”, tal como se lo conoce actualmente, parte del África Subsahariana y data de entre los 140.000 y los 200.000 años.

Para entender la relación entre la edad de nuestro planeta y el momento en que el *homo sapiens sapiens* aparece sobre la faz de la Tierra, el científico estadounidense Carl Sagan nos presenta una interesante analogía, reduciendo los 4570 millones de años de la edad de la Tierra a un año calendario de 365 días. En este escenario, la presencia del *homo sapiens sapiens* se produce recién 15 minutos antes de que termine el año. Desde ese momento, en el planeta Tierra se percibe la humanización de los componentes de la Naturaleza, tanto sean éstos bióticos como abióticos, ya que la especie *Homo sapiens sapiens* es parte intrínseca de la coevolución de las especies, e intrínsecamente comparte esos mismos componentes que existen desde hace 3800 millones de años. No obstante, esa dinámica y armonía entre los humanos con la Naturaleza se encuentra hoy deterioradas generando desconcierto y caos, en especial durante el siglo XX y lo que ya ha transcurrido del siglo XXI, porque estos componentes de la Naturaleza se encuentran sometidos a una serie de presiones por parte de los humanos, desde su cultura, la política y la economía, relacionadas con la crematística en lo que hoy se denomina “era del Antropoceno”, que impiden su respectiva renovación y resiliencia en términos de circularidad de materiales, de energía y de información, con lo que se expone la materialización de la sexta extinción de las especies en la Biosfera. La novedad, en este caso, es que a diferencia de las cinco extinciones anteriores, debidas a fenómenos naturales, hoy es consecuencia del accionar del *homo sapiens sapiens*, llegando a la terrible conclusión de éste se constituye en artífice de su propia extinción

El colapso de los componentes de la Naturaleza, representado en esta denominada sexta extinción, y la poca frugalidad con relación al uso y manejo de los recursos abióticos, han configurado un determinado paisaje, tanto del mundo rural como del urbano, en el devenir histórico, tanto de la humanidad moderna como de la postmoderna. Entre esos factores y dinámicas antrópicas se puede establecer una relación con el crecimiento demográfico de carácter exponencial, las megaciudades alrededor del mundo, el descongelamiento del permafrost, como también de las masas de agua en los casquetes polares, la deforestación de los bosques tropicales, el aumento del proceso de desertificación, la contaminación marina por

micro plásticos y agentes radiactivos, los tecno-ecosistemas homogeneizantes a nivel rural, la concentración de la basura espacial en la órbita geostacionaria, entre otras dinámicas.

Todo ello catalizado por medio de una serie de crisis constantes del modelo de civilización imperante, con diferentes grados de envergadura y magnitud, siendo las crisis regionales de orden epidemiológico, como también geopolíticas, las más trágicas en los tiempos actuales. Este último, el geopolítico, por la apropiación de los recursos naturales estratégicos, es el que genera más incertidumbre y caos en la actual civilización, convirtiéndose localmente en un vector dinámico de conflagración convencional y no convencional de confluencia e influencia mundial; una guerra nuclear o biológica haría desaparecer la vida tal como la conocemos en el planeta tierra.

Todo ello por no reconocer la finitud de los recursos naturales que nos brinda nuestro planeta, como parte de una economía humana hegemónica, eminentemente crematística, que busca siempre un crecimiento ilimitado a través del tiempo y del espacio geográfico, pretendiendo ser de carácter global; una economía liderada por espacios territoriales hegemónicos de enclave en cada uno de los continentes, verdaderos satélites de las economías centrales industrializadas, que además son potencias económicas y de armamento. Este desconocimiento impide tener una perspectiva holística e integral de la realidad, donde predomina la complejidad, a partir de los fenómenos que acontecen en la Naturaleza, en una relación simbiótica con los humanos, ya que son interdependientes e interrelacionados, y en cierto modo también inconmensurables, pero que han logrado un equilibrio dinámico, mediando la resiliencia y la entropía, relacionado con la historia geológica de la tierra, del sistema solar, de la vía láctea y del mismo cosmos.

Se trata de desarrollar un sistema económico humano hegemónico a escala planetaria en este siglo XXI, en cuyo transcurso debemos hacer un giro radical en el uso de materiales, de la energía y de la información, acompañado de un cambio en sus postulados, enfocados a lograr una economía que emule la “economía” de la Naturaleza, en la que predomina la circularidad, donde todo funciona a partir de la radiación solar, y con una verdadera y decidida apuesta por la redistribución democrática de la riqueza, con el objeto de que la economía humana se implemente en una simbiosis con la Naturaleza, y se encamine hacia una economía y sociedad del conocimiento bioinspirado e inclusivo socialmente, e inter- e intra-generacionalmente.

El conocimiento tanto científico como tecnológico deben inspirarse en la Naturaleza, para que ésta sea considerada como Sujeto de Derecho, única vía para construir una civilización ecológica en armonía con la Naturaleza, prosiguiendo la evolución de las especies en la Biosfera. Resulta inconcebible e inaceptable, en la actual fase de progreso de la humanidad, la autodestrucción de la propia especie humana, en un momento de su historia en que se la cataloga como extraordinaria debido a los avances en el conocimiento de la materia y de la energía, tanto a nivel del microcosmos como del macrocosmos, y las leyes que las rigen; No obstante, resulta extraordinariamente peligrosa, por los desarreglos de la civilización actual, que ponen en riesgo de desaparición de la vida tal como la conocemos en el Planeta Tierra.

En el tiempo actual, el estado del conocimiento sobre la realidad por medio de la ciencia y la tecnología es muy relevante, como resultado de los sorprendentes avances en los campos específicos de la materia, de la energía y de la información del mundo conocido, como así

también de los hipotéticos multiversos, y todo aquello relacionado con el conocimiento de los nuevos estados de la materia a nivel cuántico, la exploración extra planetaria, donde el conocimiento científico y tecnológico abre un horizonte infinito de posibilidades para el progreso de la humanidad, y despierta la esperanza de vivir en armonía con la Naturaleza.

El número dos de la “Revista de Biomimesis: Transdisciplinariedad en Armonía con la Naturaleza”, que hoy se presenta al lector, expone un selecto conjunto de artículos identificados con la línea científica y filosófica del Concejo Editorial, la cual responde al conocimiento científico-tecnológico transdisciplinar, a través de la observación inteligente y responsable de los componentes de la Naturaleza, con el fin de ir transitando hacia una economía y sociedad del conocimiento bioinspirada en Armonía con la Naturaleza y el Cosmos. Imbuido de este espíritu, en este número dos se desarrollan los temas siguientes:

En el artículo desarrollado por Xochitl Siordia Vásquez , Luz Yazmin Villagrán Villegas , Miguel Ángel Rojas Hernández , José Omar Millán Tejeda, denominado “*Biomimética para la previsión de colisiones en sistemas de navegación para robots autónomos: una optimización desde el enfoque neuroecológico de la abeja melífera (Apis mellífera)*”, se propone un modelo neuroecológico, basado en la abeja melífera (*Apis mellífera*), para la previsión de colisiones, debido a la capacidad que ha demostrado tener su sistema sensorial para detectar objetos, al mismo tiempo que logra estimar las distancias en ambientes contenedores de contiene objetos tridimensionales, desconocidos y cambiantes.

El artículo elaborado por Caterina Mele, cuyo título es “*Soluciones basadas en la naturaleza y la biomimesis para mejorar el metabolismo urbano y regenerar los edificios y las ciudades*”, aborda el estudio de las ciudades contemporáneas, donde todas las grandes áreas urbanas del planeta tienen una huella ecológica extremadamente alta, que influye de diversas maneras en las relaciones entre los componentes biológicos y biofísicos del medio ambiente. Es allí donde las soluciones basadas en la Naturaleza se presentan como una herramienta válida para transformar el metabolismo urbano en un sentido circular, pudiendo ayudar a mejorar el confort de las zonas urbanas, controlar su gestión de riesgos y aumentar su resiliencia ante la adaptación y mitigación del cambio climático.

El artículo de Daniel Edgardo Vedoya titulado “Sostenible, Biomimética o Resiliente, tres propuestas para una misma Arquitectura”, se hace una referencia a las últimas resoluciones de las Naciones Unidas, deteniéndose en los ODS (Objetivos de Desarrollo sostenible) con el fin de establecer una relación con el compromiso asumido por la Arquitectura en general, frente a los acuciantes problemas que enfrenta nuestro planeta Tierra: calentamiento global, contaminación ambiental, desertificación, etc. Propone un enfoque basado en las formas, los sistemas y los procesos para estudiar, comprender y aprender de la naturaleza. Finalmente, presenta ejemplos de soluciones arquitectónicas que representan un aporte para la solución de estos problemas.

El artículo de María Eugenia Santillana Ceballos titulado “*Innovación social y bioética*”, se enfoca en establecer en qué medida, tanto el emprendimiento como la innovación, han considerado el componente bioético bajo un método cualitativo. Tiende una mirada de forma

integral sobre los límites bioéticos a la innovación, en lo concerniente en emprendimientos sociales, enfocados en la calidad de vida de las personas.

Por último, el artículo de Joaquín Arriola Palomares denominado titulado “*Las relaciones científicas entre la UE e Iberoamérica en el Amazonas: ¿cooperación o dominación?*”, analiza cómo para América Latina y el Caribe (ALC), lo relacionado con la ciencia y la tecnología constituyen una de las asignaturas pendientes, encontrándose entre las regiones del mundo menos dinámicas en esta materia. Resalta el hecho de la participación de los organismos de investigación de la región en los programas europeos de I+D, con frecuencia más simbólica que real, y hace un análisis crítico comparado para el caso de la investigación en la Amazonia, por medio del Programa Horizon 2020 de la Unión Europea, donde el diseño e implementación se define fuera de la región amazónica.

Los editores

Hernando Bernal Zamudio

Daniel Edgardo Vedoya



REVISTA BIOMIMESIS

Nº 2

NOVIEMBRE 2022



ARTÍCULOS

Las relaciones científicas entre la UE e Iberoamérica en el Amazonas: ¿cooperación o dominación?

Joaquín Arriola Palomares

Resumen:

La ciencia y la tecnología son una de las asignaturas pendientes de Iberoamérica, que se encuentra entre las regiones menos dinámicas en esta materia. La participación de los organismos de investigación de la región en los programas europeos de I+D es con frecuencia más simbólica que real, asociada a ganancias locales de prestigio, pero como se ilustra con el caso de la investigación en la Amazonia en el programa *Horizon 2020*, esta situación no puede ocultar la subordinación de la investigación y los investigadores locales a una agenda definida fuera de la región.

Palabras clave:

Ciencia, Conocimiento, Horizonte 2020, Amazonía.

Abstract:

Science and technology is one of the unfinished business in Ibero-America, which is among the least dynamic regions in this area. The participation of the region's research organizations in European R&D programs is often more symbolic than real, associated with local gains in prestige, but as illustrated by the case of Amazon research in the Horizon 2020 program, this situation cannot hide the subordination of local research and researchers to an agenda defined outside the region.

Keywords:

Science, Knowledge, Horizon 2020, Amazon.

1). Países líderes en innovaciones científicas y tecnológicas

Uno de los lugares comunes de cualquier propuesta política, de cualquier programa, independientemente del color político de la propuesta, es afirmar el compromiso con la ciencia, el conocimiento y la innovación.

Pero en la práctica, son muy pocos los casos en los que esa afirmación resulta en una política consistente, que atraviese la acción del gobierno al margen de su color político, como una auténtica política de estado.

Los países que aportan la mayor cantidad de innovaciones científicas y tecnológicas se caracterizan todos por realizar un esfuerzo en materia de investigación superior al dos por ciento del PIB, como se puede apreciar Esfuerzo en I+D en regiones seleccionadas (& del

PIB), como se puede apreciar en el cuadro (1). Con ese criterio de umbral entre los países con un compromiso real o no con la investigación y el desarrollo científico, resulta que, a finales del siglo pasado, solamente 10 países cumplían efectivamente con un compromiso real con la “I+D”, en orden decreciente: Israel, Corea del Sur, Suecia, Japón, Alemania, Dinamarca, Estados Unidos, Finlandia, Francia e Islandia. Veinte años después, esta lista se ha doblado: Austria, Bélgica, Holanda, China, Noruega, Eslovenia, Chequia Suiza y Singapur; como se puede ver en la figura (1).

	1999-2000	2019-2020
Mundo	2.0	2.2
América del Norte	2.5	2.7
Asia oriental	2.3	2.4
Unión Europea	1.7	2.2
Asia meridional	0.6	0.6
Iberoamérica	0.6	0.7
Países de renta alta	2.2	2.6
Países de renta media	0.6	1.6

Cuadro (1): Esfuerzo en I+D en regiones seleccionadas (& del PIB)
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (WDI)

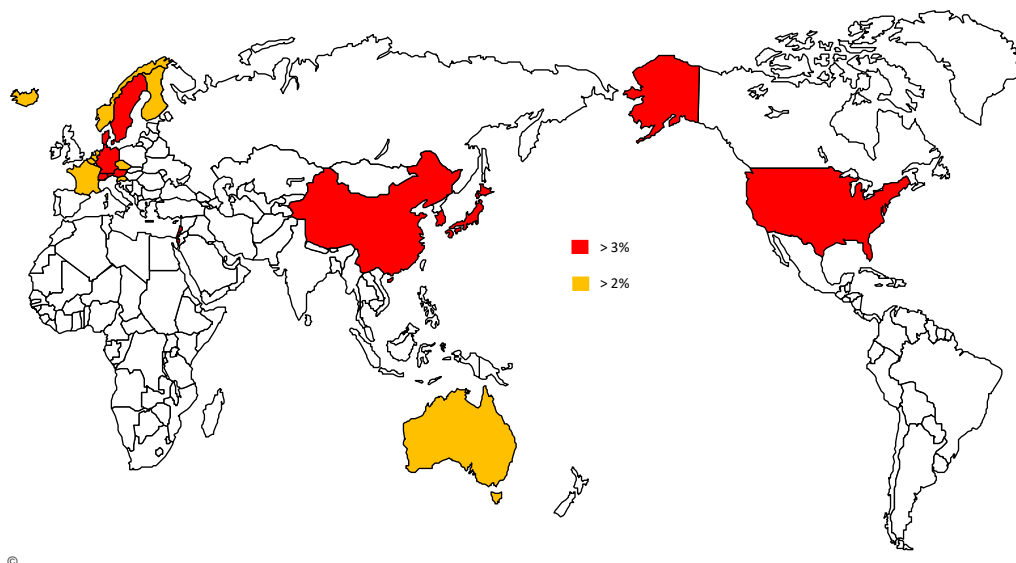


Figura (1): Países que destinan en 2020 más del 2% del PIB a actividades de I+D

El mapa se modifica ligeramente si en lugar de hablar del esfuerzo relativo, se analiza el volumen de inversión total realizada por los países. En este caso, solo cinco países, Estados Unidos, China, Japón, Alemania y Corea del Sur aparecen como superpotencias investigadoras, y otros países, como, India, Francia, Gran Bretaña, Rusia o Brasil se incorporan en una segunda división de los mayores inversores en ciencia del mundo. Pero aun así, la centralización de la actividad científica en el hemisferio norte del planeta, y sobre todo en América del Norte, Europa occidental y Asia oriental marca un perfil regional muy nítido; como se puede apreciar en la figura (2).

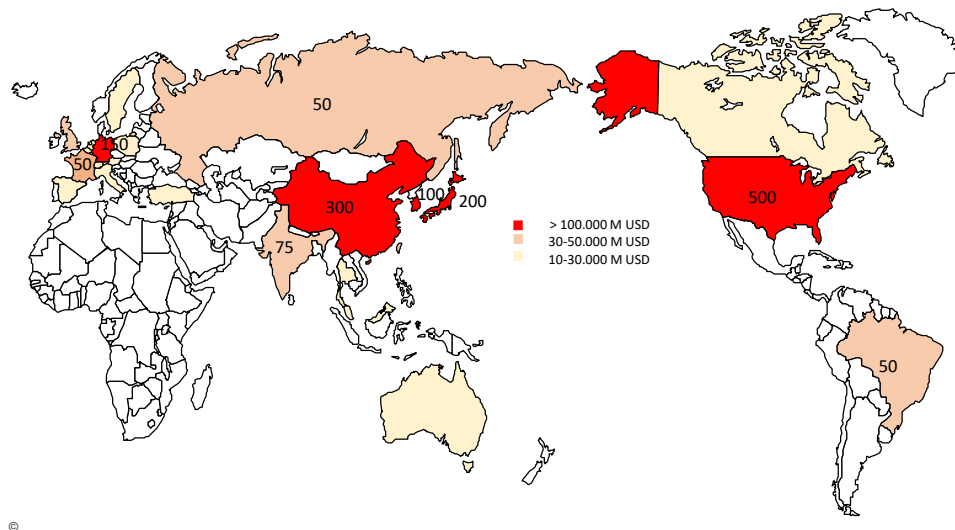


Figura (2): Países que realizan una inversión superior a los 10 mil millones de dólares anuales en actividades de I+D)

2). Iberoamérica en el contexto de la cooperación internacional de la ciencia y tecnología

En Iberoamérica, el difícil acceso a financiación suficiente aparece en casi todos los casos como una limitación principal en el desarrollo de estrategias exitosas de especialización inteligente. Y esto al margen del modelo de gestión que se pueda implementar. Si en Chile es la centralización de los recursos públicos lo que puede suponer una dificultad en el avance de las estrategias regionales, en otros casos, la dependencia de las estrategias de innovación de fondos internacionales (Colombia, Perú) o de fondos privados (México) para sus actividades científicas limita la continuidad y profundización de estrategias que se puedan consolidar en el largo plazo generando las esperadas economías externas e internas en el sistema productivo.

No es casualidad que sean los países europeos los que muestran un mayor dinamismo no solo para mantenerse en el liderazgo mundial de la innovación, sino para incorporar nuevos países con un compromiso real en la materia, pues salvo Singapur y el notable caso de China -único país de ingreso medio que forma parte del grupo de los líderes en I+D- los otros ocho nuevos países líderes son europeos, y participan de la política de investigación y desarrollo impulsada por la Unión Europea, el programa *Horizon* de investigación básica y aplicada (Suiza y Noruega, que no son parte de la UE, si participan en la financiación de dicho programa).

Durante los siete años del Séptimo Programa Marco de la UE (7PM), de 2007 a 2013, 707 socios latinoamericanos y caribeños recibieron apoyo en diversos proyectos, principalmente en las áreas de Medio Ambiente; Alimentación, Agricultura y Biotecnología; TIC y Salud. Se han concedido más de 100 millones de euros a 720 participantes de la CELAC para estas actividades. Además, ha habido más de 250 participaciones de instituciones de la región en acciones Marie Curie finalizadas o en curso, incluido el programa de intercambio de personal IRSES. La UE tiene incluso acuerdos formales de cooperación científica y tecnológica con cuatro países de la región: Argentina, Brasil, Chile y México.

La cooperación con estos países se suponía que iba a crecer bajo el nuevo Programa Marco de la UE, Horizonte 2020, (2014-2020). Pero los datos dicen que con un incremento en las participaciones hasta 992, sin embargo, la contribución financiera de la UE, 60 millones de euros, ha sido inferior a la del programa anterior; como se puede apreciar en el cuadro (2).

	Participaciones	Con aportación de presupuesto de la UE	Contribución UE (euros)
Brasil	244	75	15.907.488
Chile	150	49	9.627.794
Argentina	234	69	9.227.815
Colombia	91	49	8.702.954
Uruguay	31	23	3.834.975
Ecuador	30	19	3.398.318
Perú	35	15	2.372.265
Jamaica	8	7	1.752.558
Costa Rica	24	12	1.349.872
Anguila	5	5	1.234.684
México	89	8	1.074.554
Cuba	18	4	554.568
Bolivia	9	4	533.430
Nicaragua	1	1	330.000
Paraguay	6	2	264.594
República Dominicana	2	1	253.075
Guatemala	3	3	185.967
Panamá	3	3	134.120
Honduras	1	1	95.188
Granada	1	1	28.133
Belice	1	1	20.000
Venezuela	6	0	0
TOTAL ALC	992	352	60,882,351
% sobre el total Horizon 2020	0.6%		0.1%

Cuadro (2): Participaciones en el programa Horizon (2014-2020) de países de ALC.

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos Cordis, a fecha 10/2021. Un mismo organismo puede tener varias participaciones, y en un mismo proyecto pueden participar varios organismos de la región.

Con apenas el 0,6% de las participaciones y el 0,1% de la financiación, no es solo que la participación de Iberoamérica sea marginal en el programa de investigación de la UE – en comparación, organismos de investigación de Estados Unidos y Canadá tuvieron 2336 participaciones y recibieron 137 millones de euros de financiación comunitaria. Si atendemos a la participación cualitativa, la interpretación de la participación de las organizaciones de investigación de la región merece una calificación más problemática.

3). ¿Cooperación o dominación?

Para empezar, es sintomático que la mayor parte de las participaciones de organismos de investigación de Iberoamérica lo sea *ad honorem* en lo que se refiere a la recepción de fondos del programa europeo, pues solo uno de cada tres (35,4%) de las participaciones cuenta con financiación europea. Llama la atención el caso de México, donde solamente 9 de las 89 participaciones incluyen financiación comunitaria. Se puede pensar que las universidades, centros de investigación o empresas americanas que participan en estos proyectos europeos reciben una remuneración no monetaria, en forma de prestigio, conocimiento, etcétera, que les puede permitir disputar en mejores condiciones los magros recursos nacionales dedicados a la ciencia. Pero el argumento de la acumulación de ese *capital simbólico* (Bourdieu 1980, 1984) no sirve, cuando vemos que los equivalentes europeos de estos organismos si reciben financiación cuando participan en proyectos europeos. Luego el dinero mayor o menor recibido es una forma de reconocimiento del propio programa a la calidad, conocimientos o prestigio previos de los organismos concernidos

Tomemos el ejemplo de las investigaciones sobre la Amazonia. A estas alturas, nadie con un mínimo de formación científica puede dudar que la riqueza biológica y geológica de la región amazónica es un bien común de toda la humanidad, y si bien su preservación compete a los estados que ejercen la soberanía sobre su territorio, esta concierne también al resto de los países y sociedades.

La UE no es ajena a esa percepción (Cordis 2020), y de entrada comprobamos que los países de la Amazonia se encuentran entre los que mayor financiación europea reciben. Salvo en el caso de Venezuela, cuya exclusión de la financiación tiene claras connotaciones políticas que nada tienen que ver con la ciencia o la importancia del territorio venezolano para generar nuevo conocimiento, como se constata en que, a pesar de todo, hay seis participaciones no remuneradas de centros de investigación venezolanos en proyectos europeos.

Una rápida revisión de la información disponible en la base de datos del programa *Horizon 2020*, no necesariamente exhaustiva, nos permite identificar 17 proyectos concernidos directamente con la región amazónica; como se puede apreciar en el cuadro (3).

		Coste total	Contribución UE	Fecha de inicio	Fecha final
ASICA	Nuevas limitaciones en el balance de carbono amazónico a partir de observaciones aéreas de los isótopos estables del CO2	2.269.689	2.269.689	2015-09-01	2021-02-28
ECO	Animales y plantas en las producciones culturales sobre la cuenca del río Amazonas	1.999.291	1.999.291	2022-01-01	2026-12-31
SAPPHIRE	La historia de las poblaciones sudamericanas revisada: perspectivas multidisciplinares sobre el Alto Amazonas	1.993.378	1.993.378	2019-08-01	2024-07-31
ODYSSEA	Observatorio de la Dinámica de las interacciones entre las Sociedades y el Medio Ambiente en la Amazonia	1.849.500	1.705.500	2016-01-01	2019-12-31
JUSTAM	Justicia, Moral y Estado en la Amazonia	1.483.992	1.483.992	2017-04-01	2022-12-31

ALPHA	Evaluación de los legados de las actividades humanas del pasado en la Amazonia	1.481.378	1.481.378	2020-01-01	2024-12-31
AWAREFOREST	Redefinición de las luchas socioambientales: aportaciones de las mujeres indígenas de la Amazonia ecuatoriana	256.214	256.214	2021-09-01	2024-08-31
E FUNDIA	Función y diversidad de los ecosistemas en la Amazonia	251.858	251.858	2018-08-01	2022-01-14
Amazonart	La conquista de la autorrepresentación: Una aproximación colaborativa a la dimensión estético-política del arte contemporáneo amazónico	224.934	224.934	2019-09-01	2021-08-31
RESCATA	Respuestas de las especies al cambio climático en la región de la Amazonia a los Andes	212.934	212.934	2020-10-01	2023-03-16
ChildEmp	Comprender la empatía de los niños: un estudio etnográfico entre los indígenas runa de la Amazonia ecuatoriana	195.455	195.455	2018-01-12	2021-01-11
TRANSITION-FRICTION	Fricción de la transición en la Amazonía ecuatoriana: Una etnografía de la economía verde	195.455	195.455	2017-09-01	2019-08-31
NAMELESS-STORIES	Las mujeres invisibles: Historias sin nombre y olvidadas del auge del caucho (Amazonia boliviana, siglos XIX y XX)	183.473	183.473	2021-09-01	2023-08-31
MF-RADAR	Imágenes RADAR multifrecuencia para el análisis de la estructura de los bosques tropicales en la Amazonia	183.455	183.455	2016-01-01	2017-12-31
RESILIENCE	Comprender la resistencia de los ecosistemas de las llanuras aluviales de la Amazonia	171.461	171.461	2017-08-01	2019-07-31
EPP-Am	El poblamiento temprano de la Amazonia y el inicio de la domesticación de las plantas	170.122	170.122	2016-10-01	2018-09-30
Shelf.ai	Shelf.ai – Frenar a Amazon y Google en el mercado mundial de la venta al detalle de comestibles	71.429	50.000	2017-08-01	2018-01-31
TOTAL		13,194,018	12,978,639	2015	2026

Cuadro (3): Proyectos del programa Horizon 2020 concernidos directamente con el conocimiento de la Amazonia

Fuente: elaboración propia con datos de Cordis a fecha 10/21

Por tanto, la UE ha decidido dedicar casi 13 millones de euros sus presupuestos de 2014-2020 para llevar a cabo estudios de diversa índole en la selva amazónica. Proyectos cuya financiación depende exclusivamente del programa *Horizon*, que cubre el 98% del coste total. Algunos de estos proyectos van a continuar desarrollándose varios años después de finalizado el programa *Horizon 2020* y otros son susceptibles de recibir nueva financiación en la convocatoria actualmente vigente, que abarca el septenio 2021-2027.

En este listado de proyectos hay claramente dos categorías: los 6 que reciben en cifras redondas más 1,5 millones de euros de financiación, y los 11 que se encuentran por debajo de los 250.000 euros. Vamos a centrar la atención por tanto en los proyectos que la UE considera “importantes”; como se puede apreciar en el cuadro (4).

	Contribución UE	Participantes	Coordinación	País	Aportación UE al coordinador	Participación latinoamericana	Aportación UE
ASICA	2.269.689	5	Wageningen University	NL	827.975	Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais	BR 812.170
ECO	1.999.291	1	Centro De Estudos Sociais – Coimbra	PT	1.999.291		
SAPPHIRE	1.993.378	1	Universidad de Leiden	NL	1.993.378		

ODYSSEA	1.705.500	10	Institut de Recherche pour le Developpement	FR	522.000			
JUSTAM	1.483.992	1	London School of Economics	UK	1.483.992			
ALPHA	1.481.378	2	Universidad de Asterdam	NL	1.371.682			

Cuadro (4): Proyectos que la UE considera “importantes”.

Fuente: elaboración propia con datos de Cordis a fecha 10/21

Los seis proyectos han recibido 10,9 millones de euros de financiación comunitaria. Los coordinadores de los distintos proyectos (o en 3 casos, los participantes individuales en los mismos), reciben 8,2 millones de euros, y 2,7 millones se reparten entre los otros participantes del proyecto. Pero de los seis proyectos, solo uno, el proyecto ASICA, dedicado al estudio de la sequía y el cambio climático en la Amazonia, coordinado desde la Universidad holandesa de Wageningen, cuenta con una participación reconocida de un centro de investigación de Iberoamérica, y en este caso excepcional, hay que reconocer que la participación iberoamericana se establece en pie de igualdad con los otros cuatro participantes europeos en el proyecto.

En los demás, la investigación se plantea “a la Humboldt” es decir, son los investigadores europeos los que se desplazan a la Amazonia para desarrollar conocimientos diversos de lo que allí se encuentran, y acumularlo en sus carteras personales, institucionales y nacionales en Europa. Saber catalogado, construido y extraído de la Amazonia, al parecer sin que los propios investigadores locales tengan mucho que aportar, en opinión de los científicos y sociólogos europeos que lideran casi todos los proyectos mencionados.

Es interesante como el discurso con el que se rodea la actividad depredadora de estos científicos de calidad tratan de desdibujar el carácter de su actividad, tiñéndola de filantropía, de interés general o incluso de resultados para unos investigadores iberoamericanos invisibles. En la página de Cordis están disponibles los datos de todos los proyectos financiados por el programa Horizon (<https://cordis.europa.eu/projects/en>). Así en el resumen del proyecto ODYSSEA se afirma lo siguiente (las cursivas son nuestras):

Alcanzar una trayectoria de desarrollo sostenible en la Amazonia es uno de los principales retos a los que se enfrenta Brasil, y es también una importante preocupación internacional. ODYSSEA *reúne a un equipo multidisciplinar e intersectorial europeo y brasileño de renombre internacional*. Nuestro objetivo es producir ciencia fundamental y herramientas para construir un innovador observatorio multi e interdisciplinario para monitorear y evaluar las interacciones dinámicas entre las sociedades amazónicas y sus ambientes. *Este observatorio servirá de base para el desarrollo de políticas que integren las dimensiones social, medioambiental, político-económica y de salud humana*. Nuestra metodología sitúa a la sociedad en el centro del proceso de construcción del observatorio, implicando a las partes interesadas y a los responsables de la toma de decisiones en la investigación para favorecer el avance de sus objetivos y el compromiso con las cuestiones de desarrollo sostenible. *Partiendo de los conocimientos enmarcados en los proyectos bilaterales en curso*, ODYSSEA reúne a varias redes independientes de investigadores *internacionales y brasileños* que cuentan con una larga experiencia en la Amazonia en materia de investigación medioambiental y social, cada uno con su propio conjunto de competencias. Esperamos que se produzcan avances significativos en nuestra comprensión de las diferentes retroalimentaciones y vínculos entre la panoplia de presiones ejercidas sobre el medio ambiente,

los factores que determinan la vulnerabilidad de las poblaciones locales a las perturbaciones ambientales y en la evaluación de la gobernanza y los acuerdos institucionales destinados a promover la adaptación. *Nuestro objetivo es mejorar la capacidad de las instituciones brasileñas para evaluar y reducir la vulnerabilidad de las poblaciones de la Amazonia. ODYSSEA contribuirá a unificar un número cada vez mayor de acuerdos bilaterales de investigación e innovación entre los distintos países europeos y Brasil.* Aunque estas conexiones están resultando fructíferas por sí mismas, existe una oportunidad en gran medida desaprovechada para aumentar la intensidad y la diversidad de las conexiones entre Europa y Brasil en todos los niveles de educación, investigación y desarrollo.

Junto a los 10 socios europeos, el proyecto nombra hasta nueve organismos brasileños (universidades, fundaciones, centros de investigación) supuestamente asociados al proyecto. Pero ninguno de esos “investigadores brasileños de renombre” recibe financiación, cosa que si reciben los socios europeos del proyecto, incluidas las tres pymes... francesas. Son por tanto los europeos los que están llamados a “mejorar la capacidad de las instituciones brasileñas en materia de evaluación de vulnerabilidades”. El carácter dependiente del modelo de investigación propuesto, en este caso para los organismos brasileños de investigación, es patente.

El proyecto de investigación social ECO llama la atención por provenir de un centro con conocidos vínculos en la región iberoamericana, y por ser uno de los principales portadores en Europa del discurso de “descolonización del conocimiento” (de Sousa Santos 2008, 2010) y cosas así. El objetivo perseguido por el proyecto se expone como sigue (de nuevo, las cursivas son nuestras):

La selva amazónica es el mayor bosque tropical de la Tierra y tiene la mayor densidad de especies vegetales y animales del mundo. Durante siglos, la información sobre la Amazonia se ha difundido a través de la mitología, los cuentos populares, las canciones, los ensayos y la literatura, así como los escritos de viajes, el cine y las artes. El proyecto ECO, financiado por la UE, evaluará cómo las producciones culturales humanas sobre la Amazonia dan voz a los animales y las plantas. Para ello, *se basará en el pensamiento amazónico* y en el campo académico de la ecocrítica. En concreto, reunirá y analizará las fuentes que retratan a los animales y plantas amazónicos desde principios del siglo XX. *Los resultados de este proyecto aportarán una perspectiva amazónica a las humanidades ambientales.*

Pero teniendo en cuenta que el único organismo que se financia con el proyecto es el mencionado instituto portugués, queda claro que *el pensamiento amazónico* y la *perspectiva amazónica* no son los sujetos activos del proyecto, sino los objetos pasivos que serán conformados con el dinero de la Unión Europea desde... Portugal, que mantiene la “patente” (simbólica, no comercial) de su desarrollo.

O veamos el caso del proyecto ALPHA, de la Universidad de Ámsterdam:

El proyecto ALPHA, financiado por la UE, estudiará cómo las perturbaciones humanas, como el fuego y la deforestación, que fueron importantes en algunas zonas, modificaron la dinámica posterior de la vegetación. Centrándose en lugares clave de la Amazonia, el proyecto cuantificará el tiempo transcurrido desde el último incendio, la frecuencia, extensión e intensidad de los mismos, así como los cambios en la vegetación en el pasado en presencia y ausencia de actividad humana. El proyecto determinará hasta qué punto las perturbaciones pasadas crearon una sobreestimación del potencial de almacenamiento de carbono.

Se trata de un proyecto con la misma temática que el proyecto ASICA, desde la perspectiva específica del impacto de los incendios en el clima amazónico. Pero a diferencia del proyecto de la otra universidad holandesa, en este, como es habitual, solo ha hecho falta contar con otros socios europeos, en este caso la universidad británica de Leeds, pues al parecer la participación de centros de investigación de los propios países en los que se producen dichos incendios no es relevante para estos investigadores de calidad.

4). Conclusiones

De este vistazo a la participación iberoamericana en la investigación europea se pueden sacar varias conclusiones provisionales que sin duda un examen más detallado de todo el programa solo llevará a corroborarlas. La relación entre los centros de investigación de uno y otro subcontinente no se establece en pie de igualdad, sino en una clara relación de subordinación y dependencia de los organismos americanos, con frecuencia utilizados solo como adorno publicitario de los proyectos. Si bien una participación *ad honorem* puede tener importantes ventajas individuales para los investigadores u organismos iberoamericanos concernidos, una perspectiva global debe llevar a exigir un tratamiento político más adecuado de las capacidades científicas instaladas y potenciales del subcontinente americano. Pues en ausencia de un diálogo igualitario entre las partes, que necesariamente tiene que tener un efecto en la distribución de los recursos materiales para la investigación, no está garantizado que la investigación que tenga efectos de localización vinculados a la realidad iberoamericana vaya a ser la más relevante desde la perspectiva de los pueblos y los territorios concernidos.

Ciertamente el desafío principal es incrementar el esfuerzo interno en materia de I+D. Pero eso no significa que haya que renunciar a contribuir en la orientación y contenidos de la investigación financiada desde fuera y desarrollada en la propia región iberoamericana.

5). Referencia bibliográfica:

Pierre Bourdieu (1980): *El sentido práctico*. Madrid: Taurus, 1991.

Pierre Bourdieu (1984): *Homo Academicus*. Madrid: Siglo XXI, 2008

Cordis (2020): *Biodiversity: A New Deal for Nature*. Research*eu n° 92, mayo 2020

Boaventura de Sousa Santos (2008): *Conocer desde el Sur: Para una cultura política emancipatoria*. La Paz: Plural Editores 2008

Boaventura de Sousa Santos (2010): *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Uruguay: Trilce Editorial 2010.

Biomimética para la previsión de colisiones en sistemas de navegación para robots autónomos: una optimización desde el enfoque neuroecológico de la abeja melífera (*Apis mellífera*)

Biomimicry for collision forecasting in navigation system for autonomous robots: an optimization from the neuroecological approach of the honeybee (*Apis mellifera*)

Xochitl Siordia Vásquez¹, Luz Yazmin Villagrán Villegas², Miguel Ángel Rojas Hernández³, José Omar Millán Tejeda⁴.

Resumen

En el modelo neuroecológico de la abeja melífera (*Apis mellífera*) se han expuesto estrategias elegantes que inspiran a científicos a proponer modelos de control bioinspirado, para la previsión de colisiones, debido a la capacidad que ha demostrado tener el sistema sensorial de estos insectos para detectar objetos, y estimar la distancia que existe entre ellos, previniendo colisiones dentro de un ambiente que contiene objetos tridimensionales desconocidos y cambiantes. Dicho comportamiento es adaptativo y se efectúa en base a respuestas neurológicas rápidas, que ayudan al sistema de control de vuelo biológico, a determinar las acciones de cómo el animal se moverá en el entorno de navegación. Este documento, proporciona la visión general de cómo se emplea el enfoque neuroecológico en el diseño de un modelo bioinspirado, que imita el comportamiento adaptativo que aprovechan las abejas para la previsión de colisiones y su desempeño se comprueba en una plataforma robótica terrestre.

Palabras clave

Biomimicry, detección de obstáculos, prevención de colisiones, mapeo robótico robots bioinspirados

Abstract

The neuroecological model of the honeybee (*Apis mellifera*), elegant strategies have been exposed that inspire scientists to propose bio-inspired control models for collision prediction due to the demonstrated capability of the sensory system of these insects to detect objects and estimate the distance between them and prevent collisions within an environment containing unknown and changing three-dimensional objects. Such behavior is adaptive and is performed based on rapid neurological responses that help the biological flight control system determine the actions of how the animal will move in the navigation environment. This paper provides an

¹ Facultad de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, Universidad Veracruzana, Prolongación Venustiano Carranza, s/n, Col. Revolución, C.P.93390, Poza Rica, Veracruz, México. Email: xsjordia@uv.mx

² Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad Veracruzana, Prolongación Venustiano Carranza, s/n, Col. Revolución, C.P.93390, Poza Rica, Veracruz, México.

³ Facultad de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, Universidad Veracruzana, Prolongación Venustiano Carranza, s/n, Col. Revolución, C.P.93390, Poza Rica, Veracruz, México.

⁴ Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Luis Donaldo Colosio s/n, Ejido Arroyo del Maíz, 93230 Poza Rica, Veracruz, México.

overview of how the neuroecological approach is employed in the design of a bio-inspired model that mimics the adaptive behavior of bees for collision prediction and its performance is tested on a terrestrial robotic platform.

Keywords

Biomimicry, obstacle detection, collision prediction, robotic mapping, bioinspired robots

1. Modelo neuroecológico de la abeja melífera (*Apis mellifera*)

Las abejas son insectos sociales, que viven en comunidades constituidas con tres tipos de individuos: zánganos, reinas y obreras o recolectoras de la miel quienes son las encargadas de efectuar vuelos de supervisión alrededor del hábitad ecológico donde se halle el nido, navegando hasta por 23 kilómetros a la redonda para localizar flores minúsculas, (Wikelski, 2010), en densos bosques oscuros o en grandes campos abiertos llenos de sol y tienen además la capacidad para trazar un mapa de localización para retornar a casa, y comunicar, a través del lenguaje de la danza, información de la ubicación espacial donde se hallan las flores con mejor fuente de alimento. Este complejo modelo de navegación, requiere de un control de vuelo regulado por señales neurológicas rápidas y confiables, que sistematicen los movimientos de estos insectos dentro de un entorno ecológico. En este proceso, el controlador de vuelo debe detectar obstáculos, evadir colisiones, mapear la referencia del suelo, y calcular la distancia de los objetos cercanos, además debe deducir la velocidad para prevenir colisiones y lograr el aterrizaje en un entorno que contiene objetos tridimensionales (Wystrach, 2020) desconocidos y cambiantes. La ecología y la historia evolutiva dan la comprensión del modelo neuroecológico y explican cómo las 960,000 neuronas albergadas en un cerebro de 1 mm^3 , como se puede apreciar en la Figura (1), (A.H.Debevec, 2012) modelan tales acciones.

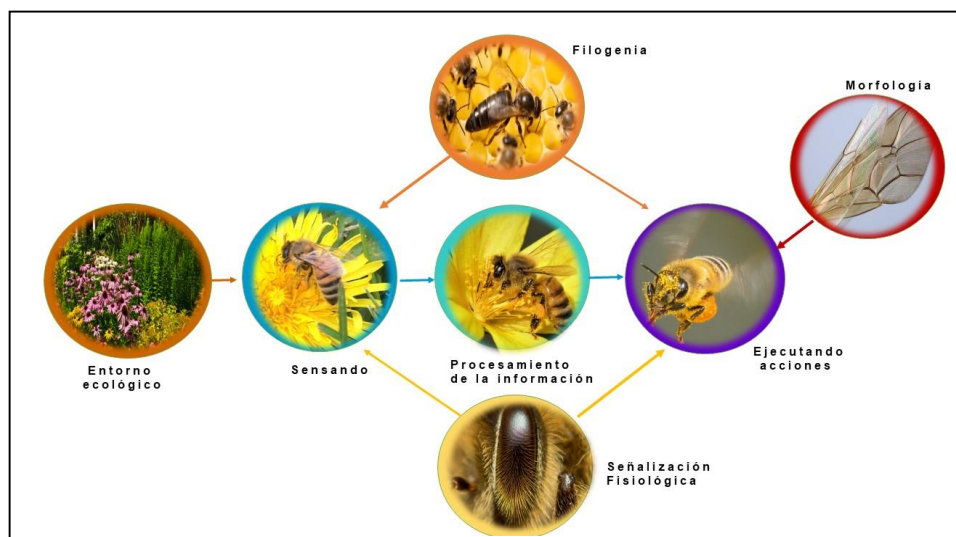


Figura (1): Modelo neuroecológico propuesto por Baird. Fuente: adaptada de (E. Baird, 2010)

En este contexto, los estudios pioneros sobre la base neuronal del control de vuelo en la abeja melífera (*Apis mellifera*) fueron realizados por Srinivasan *et al.*, 1996 y descubrieron que éste

se basa principalmente en un patrón de movimiento codificado por el flujo óptico, que atraviesa la retina del ojo del insecto a medida que este se mueve por el plano geográfico de su habitación en la tierra. Posterior a este trabajo diversos grupos de investigadores y biólogos, ha comprobado que dicho comportamiento se mantiene aún y cuando las abejas coexistan en ambientes geográficos distantes y con habitats ecológicos diversos (Aravin Chakravarthi, 2018).

En el control de vuelo, la previsión de colisiones es una tarea básica que requiere tanto detectar objetos, como calcular los espacios que existen entre ellos para tomar de decisiones de que acciones motrices debe realizar para la evasión, este procedimiento no es trivial para las abejas, ya que su sistema de visión carece de la capacidad para medir la profundidad de relieve o estereopsis, condición estereoscópica que utiliza el sistema de percepción visual para detectar objetos tridimensionales (Collet, 1982). Los estudios de Baird *et al.*, 2010 revelaron que la carencia de la visión estereoscopia, en estos insectos, es compensado desde una compleja red de nervios que constituyen los sentidos de percepción de la abeja, y sirven como aparato transmisor y receptor de sensaciones; como se puede apreciar en la figura (2).

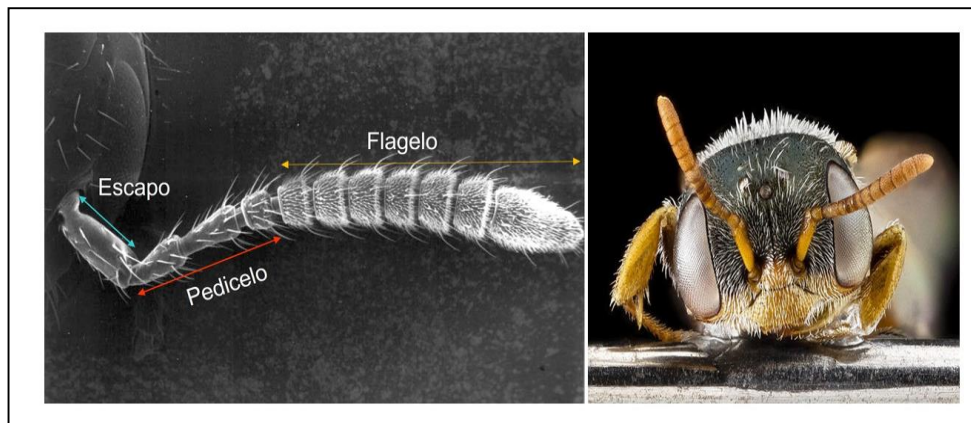


Figura (2): Pedicelo en las antenas de una abeja, vistas desde un microscopio. Fuente (Fisher, 2011)

En particular, en el pedicelo se alberga el órgano de Johnston, Figura (3), que está adaptado por cientos de neuronas, que contienen el conjunto de sensilas mecanorreceptoras que cuantifican tres tipos magnitudes: velocidad del viento, posicionamiento georreferencial y vibraciones acústicas. La cuantificación matemática de estos parámetros es necesaria, para la codificación de los patrones sensoriales que ayudan al sistema biológico que sistematiza el control de vuelo, a determinar las acciones para la evasión de obstáculos, y prevención de colisiones; Aravin, 2018 destaca que el modelado matemático de cada acción motriz, en sí misma constituye un campo de estudio con diferencias sorprendentes y muy particulares entre sí.

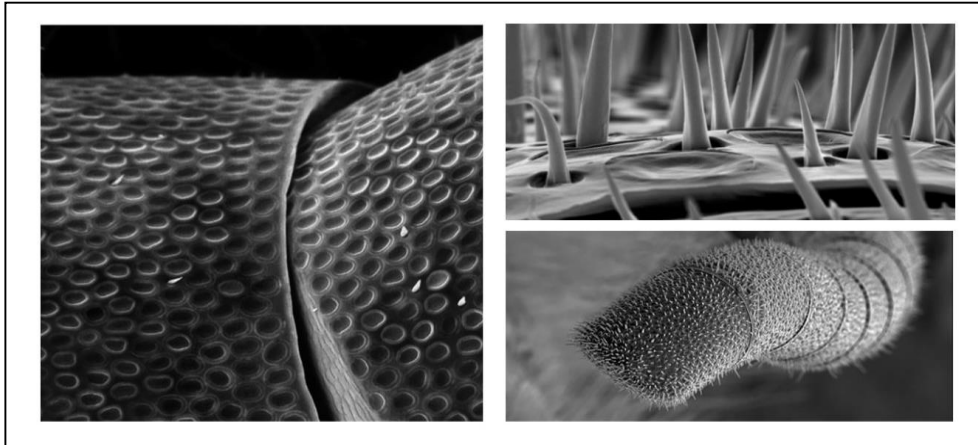


Figura (3): Sensilas o cilos propioceptores en las antenas de las abejas vistas en imagen de microscopio electrónico.
Fuente: (Fisher, 2011).

2. Biomimética para la previsión de colisiones en la navegación de robots autónomos

Corey *et al.*, 2007 hace destacar que para la previsión de colisiones, las sensilas mecanorreceptoras que alberga el pedicelo, detectan diminutas desviaciones de los pelos sensoriales sostenidas a alta frecuencia, y sirven para codifican las ondas acústicas de campo cercano que provienen de los objetos hallados en el entorno de navegación, como se puede observar en la figura (3); estas señales se proyectan hacia otro subconjunto de neuronas, que se encargan de deducir las distancias a las que se encuentran los objetos y estimar el tamaño de los espacios que existen entre ellos, estos datos se envían al sistema de control de vuelo y este determina las acciones de evasión (E. Baird M. D., 2016).

Se hace destacar, que tanto la velocidad del vuelo de navegación, como la orientación georreferencial para el aterrizaje, son otros parámetros que también se estiman desde las sensilas del pedicelo, codificando, en base a movimientos lentos y sostenidos a baja frecuencia las desviaciones de los pelos sensoriales (Corey, 2007), también se hace notar que la codificación de estos patrones responde a condiciones distintas, por lo que la respuesta de controlador de vuelo establece reglas para la toma de decisiones en base a la codificación sensorial, (E. Baird M. D., 2016); se puede apreciar en la figura (4).

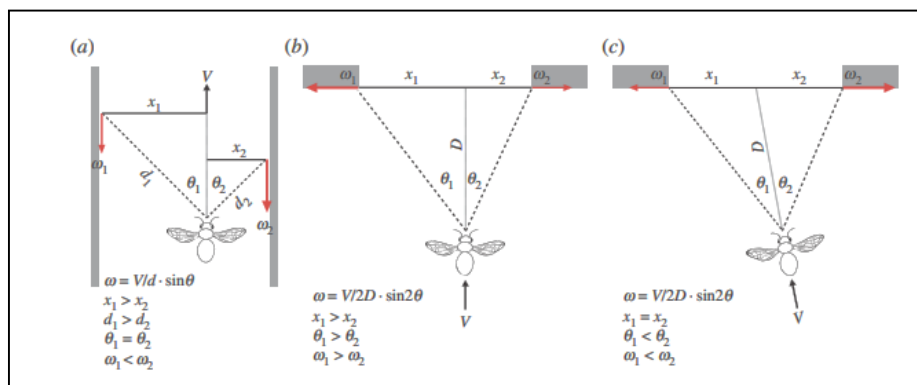


Figura (4): Patrones de movimientos para detectar la distancia entre los objetos dentro de un entorno de navegación.
Fuente: (E. Baird M. D., 2016)

Hacemos referencia que tanto en el diseño como en la implementación de los modelos bioinspirados, se deben elegir cuidadosamente los sensores y el diseño del sistema electrónico, ya que ambos aspectos deben responder tanto al modelado de los patrones sensoriales que codifica el pedicelo para mapear un entorno de navegación, con objetos desconocidos y cambiantes localizados en posiciones diversas, así como también al diseño de las reglas de decisión, que utiliza el controlador de vuelo biológico para tomar decisiones de respuesta rápida y adaptativa.

En este artículo, proponemos un conjunto de tres algoritmos bioinspirados, que resuelven el problema de la codificación de patrones sensoriales, el mapeo del entorno, y la toma de decisiones, como se puede ver en la figura (5), en relación con la integración de los mismos deben conseguir que el robot navegue, sin ninguna intervención humana en un entorno dinámico, desconocido y no controlado.

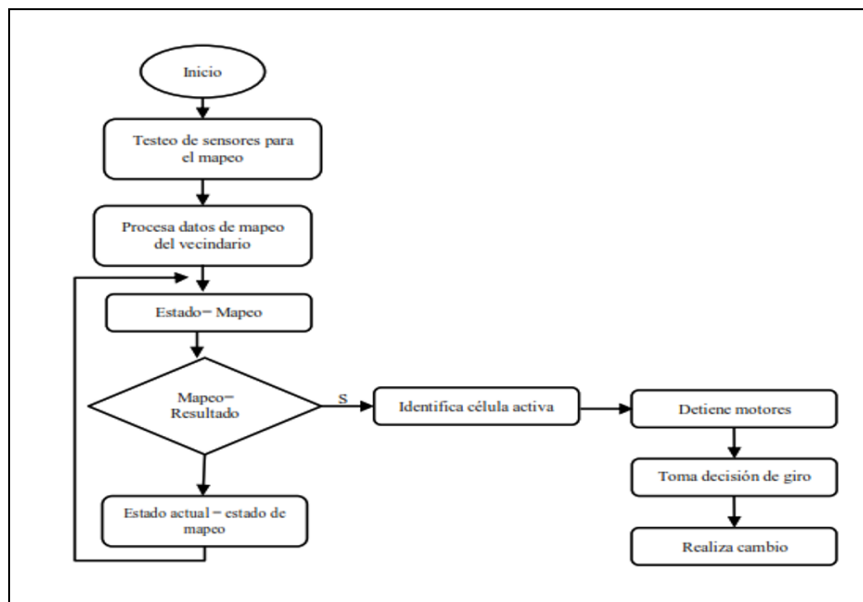


Figura (5): Diagrama de flujo del conjunto de algoritmos bioinspirados para la previsión de colisiones. Fuente: propia

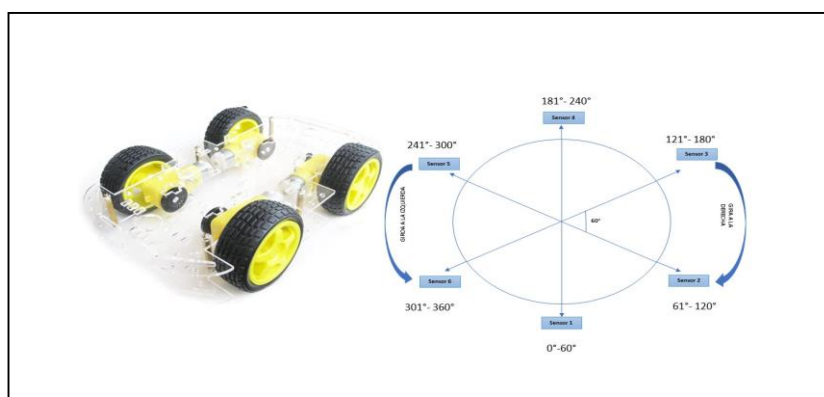


Figura (6): Reglas para el establecimiento de acciones motrices para la evasión de obstáculos. Fuente: Propia

Para la implementación física de este principio biológico, se propone una plataforma robótica terrestre que debe considerar restricciones holonómicas, que el desplazamiento del sistema

motriz del robot estará limitado a trayectorias circulares establecidas por el tamaño de las ruedas, como se observa en la figura (6). Para resolver este problema, se diseñó un autómata inteligente, se aprecia en la figura (7), donde se describe las reglas que se establecen en el autómata para la toma de decisiones.

Sensor 6 360°	Sensor 5 300°	Sensor 4 240°	Sensor 3 180°	Sensor 2 120°	Sensor 1 60°	Alfabeto	Puente H 1	Puente H 2	Transición	Acciones
0	1	0	0	0	0	q	0001	0001	3,6	Gira a la izquierda
0	1	0	0	0	1	r	0001	0001	3,6	Gira a la izquierda
0	1	0	0	1	0	s	0001	0001	3,6	Gira a la izquierda
0	1	0	0	1	1	t	0001	0001	3,6	Gira a la izquierda
0	1	0	1	0	0	u	0101	0101	2	Avanza
0	1	0	1	0	1	v	0100	0100	3,5	Gira a la derecha
0	1	0	1	1	0	w	0100	0100	3,5	Gira a la derecha
0	1	0	1	1	1	x	0100	0100	3,5	Gira a la derecha
0	1	1	0	0	0	y	0101	0101	2	Avanza
0	1	1	0	0	1	z	0001	0001	3,6	Gira a la izquierda
0	1	1	0	1	0	aa	0101	0101	2	Avanza

Figura (7): Autómata inteligente para modelar las reglas de evasión de obstáculos a partir de la información que emiten las sensilas electrónicas. Fuente. propia

El montaje físico del sistema electrónico que emula el comportamiento de las sensilas del pedicelo, se realizó en un arreglo hexagonal, que contienen 6 sensores laser ToF por tiempo de vuelo que se emplean para mapear las señales de alta frecuencia, que emiten los objetos que se hallen en el entorno de navegación, los algoritmos bioinspirados que emulan la codificación de las señales sensoriales que efectúan el pedicelo estiman la distancia a la que se encuentra cada objeto y la toma de decisiones del controlador de vuelo, está regulada por las reglas que modela el autómata para prevenir las colisiones, a partir de seleccionar el espacio de mayor tamaño que existe entre los objetos hallados en el entorno de navegación. Se emplea una tarjeta de desarrollo Raspberry Pi 3B, para la implementación de los algoritmos. El montaje del sistema electrónico se realiza sobre una plataforma robótica terrestre de 4 ruedas como se ilustra en la figura (8).

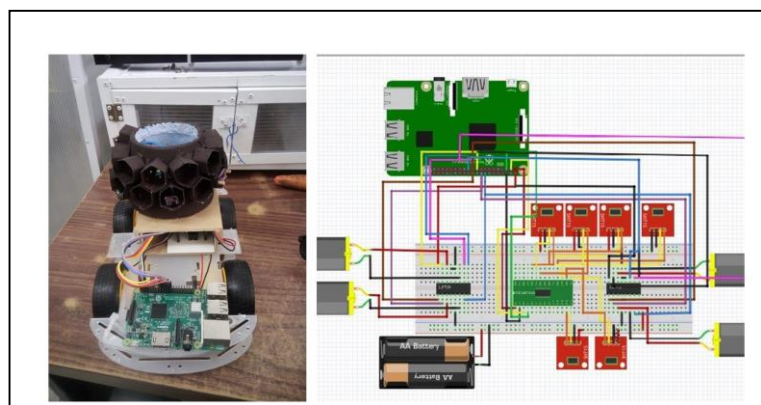


Figura (8): Vista de la implementación física del sistema bioinspirado para evasión de colisiones. Fuente: Elaboración propia

3. Conclusiones

Las pruebas demostraron el correcto desempeño del sistema bioinspirado, en la detección de obstáculos y previsión de colisiones al evaluar el proceso de navegación de la plataforma robótica, mostrando que el modelado computacional del mecanismo mecanorreceptor inspirado en el pedicelo que se alberga en las antenas de la abeja melífera (*Apis mellifera*), puede ofrecer una herramienta simple y poderosa, para diseñar sistemas electrónicos flexibles y algoritmos inteligentes con reglas adaptativas, que emulen el comportamiento bioinspirado en robots autónomos y complementen los diseños de evasión de obstáculos y previsión de colisiones, basado en los métodos clásicos de navegación robótica que utilizan reglas de decisiones basadas en complejos algoritmos para la toma de decisiones.

Referencias

- A.H.Debevec, S. B. (Septiembre de 2012). identificación del grupo hermano de las abejas: una filogenia molecular de Aculeata con énfasis a la familia Apoidea. *Zoología Scripta*, 41(5), 527-535. doi:10.1111/j.1463-6409.2012.00549.x
- Aravin Chakravarthi, S. R. (2018). Diferencias en la resolución espacial y sensibilidad al contraste del control de vuelo en las abejas *Apis cerana* y *Apis mellifera*. *Journal de Biologia Experimental*, 221(20). doi:10.1242/jeb.184267
- Baird, E. . (23 de agosto de 2011). Insectos nocturnos usan flujo óptico para control de vuelo. *Letras de Biología*, 7(4), 499-501. doi:10.1098/rsbl.2010.1205
- Chakravarthi, A. . (1 de Diciembre de 2017). Alta sensibilidad de contraste para el control de vuelo guiado visualmente en abejorros. (S. Verlag, Ed.) *Revista de Fisiología Comparada A: Neuroetología, Fisiología Sensorial, Neural y del Comportamiento*, 203(12), 999-1006. doi:10.1007/s00359-017-1212-6
- Collet, T. (1982). Visión profunda en animales. En *Análisis del comportamiento visual en los animales* (págs. 111-176).
- Corey, A. P. (2007). Canales TRP en mecanosensación: ¿activación directa o indirecta? *Nature Reviews Neurociencia*, 8, 510-521. doi:https://doi.org/10.1038/nrn2149
- E. Baird, M. D. (2016). Finding the gap: a brightness-based strategy for guidance in cluttered environments. *Actas de la Royal Society B: Ciencias Biológicas, Proceedings B.*, 283(1828). Recuperado el 8 de enero de 2020

- E. Baird, T. K. (15 de mayo de 2010). Ángulo de visión mínimo para el control de la velocidad del suelo guiado visualmente en abejorros. *Journal de Biologia experimental*, 213(10), 1625-1632. doi:10.1242/jeb.038802
- Fisher, R. L. (2011). *Bee Bargain Price*.
- Giurfa, M. (2003). El asombroso mini-cerebro: Lecciones de una abeja melífera. *Bee world*, 84(1), 5-18. doi: 10.1080/0005772X.2003.11099566
- J.P. Dyhr, C. H. (15 de mayo de 2010). El ajuste de frecuencia espacial de los comportamientos dependientes del flujo óptico en el abejorro *Bombus impatiens*. *Journal de Biologia Experimental*, 213(10), 1643-1650. doi:10.1242/jeb.041426
- M.Srinivasan, Z. Z. (1996). Honey bee navigation en route to the goal: visual flight control and odometry. (Jebia, Ed.) *Journal de Biologia Experimental*(1), 237-244.
- Wikelski, M. ,.-M.-U. (Mayo de 2010). Large-Range Movements of Neotropical Orchid Bees Observed via Radio Telemetry. *plos One*, 5(5). doi:10.1371/journal.pone.0010738
- Wystrach, B. e. (2020). La neuroecología de los comportamientos de vuelo de las abejas. En B. J. Wystrach, *Neurociencias: mecanica de vuelo de insectos e ingenieria bioibpirada* (Vol. 42, págs. 8-13). Elseiver.Inc. doi:https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.11.013

Soluciones basadas en la naturaleza y la biomímesis para mejorar el metabolismo urbano y regenerar los edificios y las ciudades

Nature Based Solutions and Biomimicry to improve urban metabolism and regenerate buildings and cities

Caterina, Mele⁵

Resumen

Las ciudades contemporáneas son la representación espacial de nuestro modelo de desarrollo. De hecho, todas las grandes áreas urbanas del planeta tienen una huella ecológica extremadamente alta e influyen de diversas maneras, directa o indirectamente, en las relaciones entre los componentes biológicos y biofísicos del medio ambiente. Un diseño, desde la escala urbana hasta la de detalle del edificio, basado en un enfoque biomimético y en Soluciones basadas en la Naturaleza es una herramienta válida para transformar el metabolismo urbano en un sentido circular, contribuyendo a la restauración de los ecosistemas degradados, al secuestro de CO₂ y a la mitigación de los efectos del cambio climático. También puede ayudar a mejorar el confort de las zonas urbanas, controlar su gestión de riesgos y aumentar su resiliencia.

Palabras Clave

Cambio Climático, Enfoque Sistémico, Servicios Ecosistémicos, Urbanismo

Abstract

Contemporary cities are the spatial representation of our development model. In fact, all large urban areas on the planet have an extremely high ecological footprint and influence in various ways, directly or indirectly, the relationships between the biological and biophysical components of the environment. A design, from urban to building detailed scale, based on a Biomimetic approach and on Nature-based solutions is a valid tool to transform urban metabolism in a circular sense, contributing to the restoration of degraded ecosystems, CO₂ sequestration and mitigation of the effects of climate change. It can also help improve the comfort of urban areas, control their risk management and increase their resilience.

Nature Based Solutions and Biomimicry to improve urban metabolism and regenerate buildings and cities

Key Words

Climate change, Ecosystem Services, Systemic Approach, Urban Planning

⁵ Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, Italia. caterina.mele@polito.it

Introducción. El cambio climático y la cuestión urbana.

La cuestión medioambiental y climática es ahora evidente incluso para quienes no pertenecen a la comunidad científica. El informe de síntesis "Cambio Climático 2014", publicado en 2015 por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, punto de referencia para los Acuerdos de París de 2015, establece de forma inequívoca el fenómeno del calentamiento global y los impactos sobre los demás componentes del sistema climático, destacando cómo el factor humano es considerado la causa dominante del calentamiento global por el 95% de la comunidad científica internacional. Las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado desde la era preindustrial hasta niveles sin precedentes en la historia de la humanidad. Las concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado un 40%, 150% y 20% desde 1750, alcanzando los valores más altos de los últimos 800.000 años (IPCC, 2015). Desde 2016, la concentración de CO₂ en la atmósfera ha estado por encima de las 400 partes por millón de forma constante; en 2017, varios meses registraron la mayor concentración relativa de toda la historia de la humanidad. Actualmente (octubre de 2022), el nivel de CO₂ registrado en el Observatorio Atmosférico de Mauna Loa, en Hawái, ha alcanzado un valor medio diario de 419 partes por millón. Las proyecciones de las futuras emisiones de gases que alteran el clima varían en una gama muy amplia de valores dependiendo de la existencia o no de políticas climáticas. Sin embargo, en todos los escenarios asumidos, se prevé que la temperatura de la superficie aumente durante este siglo al menos una media de 1,5°C por encima de los niveles preindustriales. De hecho, en algunos focos climáticos (como la zona mediterránea, por ejemplo) ya se ha alcanzado este valor. Si no se adoptan medidas de mitigación significativas, es decir, reducciones sustanciales y sostenidas de las emisiones de gases de efecto invernadero, la temperatura media mundial podría aumentar mucho más, entre 2 y 4 °C y más. Seguir emitiendo a la atmósfera gases que alteran el clima producirá un mayor calentamiento y cambios duraderos en todos los componentes del sistema climático, lo que aumentará la probabilidad de que se produzcan impactos graves e irreversibles en la humanidad y en los sistemas naturales y artificiales.

Ante estos escenarios devastadores, la implementación de la Agenda 2030 y la adopción de políticas para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU necesitan urgentemente expresarse de forma más concreta, a través de acciones incisivas y eficaces, declinadas a nivel local con herramientas y estrategias diversificadas, y a través de medidas de evaluación de resultados compartidas y aplicadas a diferentes niveles estratégicos, nacionales e internacionales. Entre los principales problemas que plantean los retos del cambio climático y la sostenibilidad de nuestro modelo de desarrollo está la cuestión urbana. Las ciudades actuales, de diferentes maneras según los contextos geográficos y locales, se encuentran entre los mayores disipadores de los recursos energéticos y medioambientales de la biosfera. No es posible aplicar estrategias eficaces para frenar las emisiones que cambian el clima y disminuir la huella ecológica global de la humanidad sin una acción importante en las ciudades.

1. Acciones y herramientas para mejorar el metabolismo de las ciudades

Más del 50% de la población mundial vive actualmente en las ciudades y la tendencia no deja de crecer. De hecho, las proyecciones de urbanización de la ONU prevén que para 2050 (United Nations, 2015) el 64% de la población mundial vivirá en zonas urbanas. Además, los efectos de la urbanización son a menudo ambivalentes y contradictorios. El crecimiento urbano suele

ir acompañado de efectos negativos como la congestión del tráfico, el hacinamiento, el desempleo, la contaminación ambiental, la corrupción, las infraestructuras deficientes, la debilidad de las instituciones y, especialmente en los países en desarrollo, la inseguridad de la vivienda (más de mil millones de personas en todo el mundo viven en barrios marginales, bidonvilles, favelas, etc.), la segregación social y espacial y la escasa participación en la vida social y política (UN HABITAT, 2016). El fenómeno de la dispersión urbana, entendido como la expansión urbana desordenada e incontrolada hacia zonas periféricas combinada con la disminución de la densidad de población (Brueckner, 2001), es uno de los cambios de uso del suelo más evidentes que afectan a un número creciente de ciudades en todo el mundo (Arribas-Bel *et al.*, 2011). En Europa, durante los últimos veinte años, las zonas urbanas han seguido expandiéndose, con un aumento de las zonas edificadas de aproximadamente el 20%, frente a un crecimiento de la población de sólo el 6% (EEA, 2021). Este fenómeno es también muy evidente en Italia, donde se han urbanizado grandes cantidades de suelo agrícola frente a un crecimiento demográfico que se ha estancado sustancialmente. Ante esta situación, la transformación de las ciudades en sistemas menos intensivos en energía y con menor impacto ambiental y la reorientación del metabolismo urbano de lineal a circular representa un reto de época de crucial importancia. Como se ha destacado anteriormente, nuestras ciudades son el producto de dinámicas de asentamiento vinculadas sólo en parte al aumento de la población mundial; por lo demás, son la representación físico-espacial de las distorsiones y desequilibrios del modelo de desarrollo de las sociedades humanas basado en el consumo y el despilfarro, característico de la economía neoliberal y de los mercados. Además, en los países de las llamadas economías desarrolladas, las ciudades y los edificios se construyeron en su mayor parte en una época en la que se disponía de energía procedente de combustibles fósiles, disponibles en grandes cantidades y a bajo coste. Tomando como ejemplo a Italia, las ciudades industriales del norte experimentaron un importante aumento demográfico acompañado de una expansión espacial similar que, en el período del llamado boom económico y de la construcción de las dos décadas de 1950-1970, provocó en muchos casos una duplicación del tamaño físico de las ciudades (tal fue, por ejemplo, el destino de Turín, vinculado a la expansión de Fiat, que durante casi un siglo representó la mayor realidad industrial del país), que se adentró en las zonas agrícolas circundantes, dando lugar a mega suburbios marcados por la baja calidad constructiva y ambiental (Garda *et al.*, 2015). Dado que es impracticable el derribo de la mayoría de estos edificios, es esencial iniciar estrategias de amplio alcance que pongan en marcha acciones y proyectos de reurbanización eficaces, aplicados a diferentes niveles de escala, que abarquen desde el rendimiento energético de los edificios individuales y los barrios, hasta vastos programas de regeneración ambiental y paisajística a escala urbana y territorial. Dada la complejidad del problema y la interconexión entre los sistemas antrópicos y los de la biosfera, se requiere un enfoque analítico e incluso pragmático multiescalar y sistémico.

2. Los desafíos del cambio

El crecimiento de las zonas urbanas no sólo conlleva la pérdida de suelos libres y la dispersión o concentración urbana, sino que va inevitablemente acompañado del crecimiento del volumen y la superficie de los edificios, con proporciones realmente impresionantes. Según los datos de la última Alianza Mundial para la Edificación y la Construcción (GABC, 2021), los edificios y las construcciones son responsables del 36% del consumo energético mundial y del 37% de las

emisiones totales de CO₂. Se espera que la superficie de los edificios en todo el mundo aumente en un 75% entre 2020 y 2050, el 80% de los cuales se encontrará en las economías emergentes y en desarrollo (GABC, 2021). Además, se prevé que la demanda de materias primas se duplique de aquí a 2060, y un tercio de este aumento será directamente atribuible al sector de la construcción (GABC, 2021). Para cumplir los objetivos de los Acuerdos Climáticos de París de 2015, y limitar el aumento del calentamiento global a menos de 2°C en este siglo, la eficiencia energética de los edificios debe mejorar al menos un 30% en comparación con los niveles de 2015 para 2030 (GABC, 2016). Todo ello en un escenario que prevé una mayor y continua demanda de energía, especialmente para la climatización de los edificios, ya que la mayor parte de las nuevas construcciones tendrán lugar en los llamados países emergentes situados en zonas geográficas de clima mayoritariamente tropical o subtropical. En 2020, casi el 5% de la energía mundial se destinó a la refrigeración de edificios. En la última década, la tasa de crecimiento anual de los aparatos de aire acondicionado en las economías emergentes y en desarrollo ha sido del 15,7% en India, el 13,1% en Indonesia, el 7,9% en China y el 7,8% en México. Para 2050, se calcula que el 54,5% del parque mundial de aparatos de aire acondicionado estará situado en tres regiones: China (491 millones, 25,3%), India (406 millones, 21%) y Norteamérica (158 millones, 8,2%). En general, desde principios de la década de 2000, el uso de energía para la refrigeración de espacios se ha duplicado, pasando de 1.000 teravatios-hora a 1.945 teravatios-hora, debido a múltiples factores: un clima más cálido, el aumento de la urbanización y la mayor prevalencia de los aparatos de aire acondicionado en los hogares, la mayoría de los cuales son de baja eficiencia y funcionan con energía procedente de combustibles fósiles (GABC, 2021). Ante esta situación, los edificios de emisiones cero y de consumo de energía casi nulo deberían convertirse en la norma mundial de la próxima década para cumplir los objetivos de los Acuerdos Climáticos de París. Dado el impacto de la urbanización a nivel local y global, junto a la necesidad de difusión de los protocolos de certificación ambiental de los edificios (hoy en día sólo una parte de los países del mundo los han adoptado), la regeneración ambiental y la recalificación energética de los edificios a escala urbana deben considerarse como las acciones estratégicas primarias y fundamentales a poner en marcha para que nuestro modelo de desarrollo sea más sostenible, tanto por el lado de los recursos (ambientales y energéticos) como por el lado social (equidad e inclusión), y más resiliente. Parece evidente que la regeneración urbana y territorial declinada dentro de los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030, como el número 11, Ciudades y Comunidades Sostenibles, el número 13, Acción por el Clima, y el número 15, Vida en la Tierra, no pueden perseguirse individualmente, sino que deben incluirse en una serie de acciones estratégicas coordinadas e integradas a diferentes niveles, desde la escala local hasta la nacional (e internacional) que permitan un verdadero cambio de paradigma en la planificación y el diseño urbano y de edificios que considere la ciudad desde una perspectiva sistémica, en sus complejas interconexiones entre los sistemas humanos y naturales.

En esta dirección van las recientes indicaciones de la Comisión Europea, que identifica las estrategias y acciones inspiradas en la Naturaleza, a adoptar para "perseguir objetivos como el aumento de la sostenibilidad de los sistemas urbanos, la restauración de los ecosistemas degradados, la puesta en marcha de acciones de adaptación y mitigación respecto al cambio climático, y la mejora de la gestión del riesgo y la puesta en marcha de la resiliencia" (Lera *et al.*, 2021). Las Soluciones Basadas en la Naturaleza orientadas al diseño de Infraestructuras

Verdes y Azules, redes de áreas naturales y seminaturales planificadas a nivel estratégico con otros elementos ambientales, diseñadas y gestionadas para proporcionar un amplio espectro de servicios ecosistémicos, pueden convertirse en herramientas fundamentales para transformar los paradigmas del diseño urbano de las ciudades y territorios en una perspectiva ecológicamente orientada. En el área metropolitana de Barcelona, por ejemplo, se consideró el uso de los Servicios Ecosistémicos de la Naturaleza (SE) para la definición de áreas estratégicas multifuncionales a integrar en un proyecto de Infraestructuras Verdes y Azules. Esta red pretende combinar la conservación de la biodiversidad con la mejora de la oferta de SE adoptando un enfoque multiescalar, en la planificación municipal en los Planes de Desarrollo Urbano Municipales y en la planificación regional, por ejemplo, en el Plan Territorial Parcial de las Comarcas Centrales (Basnou *et al.*, 2020). De nuevo en España, en el País Vasco, se utilizó el enfoque ecosistémico para diseñar una infraestructura verde regional definida a través de un proceso de participación y puesta en común articulado en una serie de reuniones sobre temas específicos, con la implicación de las partes interesadas y los expertos, con el objetivo de mejorar la interacción entre múltiples disciplinas y conocimientos, y promover el uso de los SE en las políticas de ordenación del territorio (Peña *et al.*, 2020). Otro ejemplo de integración de un proyecto de infraestructura verde y azul basado en los servicios de los ecosistemas en el proceso de planificación es el Kommunenplan de la ciudad de Oslo. Se trata de un proyecto de red verde destinado a proteger las zonas naturales existentes y a crear nuevos espacios verdes urbanos para la comunidad conectados por una densa red de carriles para bicicletas y peatones para los desplazamientos diarios. La adopción de todas estas estrategias para reparar los daños de la presión de los sistemas humanos sobre el medio ambiente implica no sólo el reconocimiento del enorme valor estratégico de los Servicios Ecosistémicos ofrecidos por los sistemas naturales que deben ser protegidos y preservados, sino también la promoción de una transformación del actual paradigma cultural y económico. Este paradigma sitúa a la humanidad fuera y por encima de la Naturaleza. Lo que se necesita, en cambio, es la afirmación de una nueva visión cultural que reconozca el papel de la naturaleza como modelo, medida y mentor, según los principios de la biomímesis, una ciencia holística que, basándose en conocimientos multi e interdisciplinarios, estudia el funcionamiento de los organismos naturales con el fin de derivar principios que se apliquen a formas, procesos, sistemas y estrategias útiles para resolver problemas humanos de forma sostenible.

3. Posibles soluciones

Como se ha mencionado hasta ahora, la solución a un problema complejo no puede encontrarse sin un enfoque sistémico y multiescalar. En el ámbito de la construcción, la afirmación, a partir de mediados del siglo XX, de los sistemas de construcción prefabricados e industrializados basados en el hormigón armado, con técnicas mejoradas, económicas y de fácil implantación, combinada con la disponibilidad de energía procedente de combustibles fósiles baratos, provocó el cambio radical que ha transformado nuestros edificios y ciudades, no sólo en Italia sino en todo el mundo. Estas casas de varias plantas, con dinámicas y modalidades similares, se han reproducido en todas partes por razones prácticas y económicas y hoy constituyen la mayoría de los edificios que pueblan nuestras ciudades. La calidad de la construcción suele ser mediocre, sobre todo en nuestros suburbios urbanos, y consumen mucha energía para la calefacción y la refrigeración, energía procedente en su mayor parte de gases fósiles. Por tanto,

nuestros edificios son el resultado de estas elecciones del pasado y, en su mayor parte, necesitan una mejora no sólo desde el punto de vista energético, sino también por todas las implicaciones medioambientales a escala urbana. En cuanto a la construcción, las soluciones pueden buscarse en parte en las lecciones que nos llegan de la tradición constructiva histórica, que se remonta a la construcción de edificios en función de las características de los lugares y los climas, según los principios bioclimáticos, utilizando materiales locales y técnicas de bajo impacto ambiental como la paja o la madera. En cuanto al aumento de la demanda de aire acondicionado, que, como hemos visto, afectará principalmente a los países emergentes, constituye sin duda el reto más importante de los próximos años y la solución debe buscarse en los métodos de diseño integrado. Todas las partes implicadas en el proyecto del edificio, como planificadores, arquitectos, ingenieros mecánicos y eléctricos, contratistas, clientes, operadores y usuarios finales, deben trabajar en colaboración desde la primera fase del proyecto para definir los objetivos y el rendimiento energético de las estancias. A nivel del emplazamiento, el diseñador debería adoptar estrategias basadas en la arquitectura bioclimática de acuerdo con la tradición constructiva del lugar, como la orientación óptima del edificio y la configuración espacial, teniendo en cuenta los espacios abiertos, la vegetación, el sombreado mutuo, las masas de agua y la compacidad volumétrica. En el ámbito de los edificios, la aplicación de estrategias sencillas como el aislamiento, el sombreado y la ventilación eficientes, puede conducir a una reducción sustancial de la demanda de energía. Además, de acuerdo con los principios bioclimáticos, los pasillos de ventilación pueden utilizarse en las zonas urbanas para mejorar el flujo del viento, de modo que pueda expulsar el calor y los contaminantes, aliviando el efecto de isla de calor urbano y la contaminación del aire. En Pekín (China) se están planificando corredores de ventilación para reducir el calor urbano, aumentar la ventilación y proteger los terrenos destinados a la mejora del clima y el medio ambiente. Cinco corredores principales, de 500 metros de ancho cada uno, conectarán los parques, ríos, carreteras y zonas bajas de la ciudad. Varios pasillos secundarios de 80 metros los unirán para crear un sistema de ventilación que evite la acumulación de smog. Desde 2014 se han desarrollado sistemas similares en otras ciudades chinas, como Shanghái y Fuzhou (GABC, 2021). Se pueden realizar más economías de escala a nivel de barrio con la introducción de redes inteligentes y sistemas de calefacción o refrigeración de distrito que pueden dimensionarse de forma óptima teniendo en cuenta la diversidad de patrones de uso de los edificios. Por ejemplo, los sistemas de refrigeración urbana pueden reducir el consumo de energía en un 35% aproximadamente en comparación con los sistemas convencionales de agua fría refrigerada por aire y en un 20% en comparación con los sistemas individuales de refrigeración por agua (GABC, 2021).

En el ámbito de la construcción, se pueden idear otras soluciones muy eficaces tanto desde el punto de vista del rendimiento de la envolvente del edificio como desde el punto de vista de la ingeniería de la planta, imitando a la Naturaleza, que tiene un amplio repertorio de soluciones que funcionan en armonía con el medio ambiente. Por ejemplo, el complejo East Gate Harare Centre en Zimbabue, diseñado por Mike Pierce en el 1996, mantiene una temperatura constante en el interior del edificio gracias a un sistema de ventilación pasiva inspirado en la observación del funcionamiento de los termiteros, o la Council House 2, también de Mick Pearce en Melbourne en el 2005, cuya fachada se inspira en el funcionamiento de la corteza de los árboles, y gracias a ello ha reducido las emisiones de CO₂ en un 87%, el consumo de electricidad en un 82%, el de gas en un 87% y el de agua en un 72%. El edificio expulsa el aire viciado por la

noche e inyecta un 100% de aire fresco durante el día. Las láminas del revestimiento del edificio se mueven con el sol para reflejar y recoger el calor. También se inspira en la naturaleza la fachada de microalgas biorreactivas de la BiQ House de Hamburgo (proyecto de Ove Arup, 2013) fachada homeostática diseñada por Decker y Yeadon en el 2014 en Nueva York que consiste en una doble piel de vidrio con elastómeros dieléctricos en su interior, capaz de apantallarse en función de la temperatura exterior del edificio. Al igual que los organismos vivos, es capaz de mantener una temperatura interna constante en diferentes condiciones climáticas externas, o la fachada reactiva al agua hecha de láminas de madera que imitan la forma en que los conos de los árboles trabajan para proteger sus semillas, concebida por el diseñador chino Chao Chen. Inspirados en la naturaleza, también pueden considerarse los sistemas de cubiertas verdes horizontales y verticales más sencillos que están ganando terreno en la edificación e incluso en la remodelación urbana, debido a los potenciales beneficios medioambientales del contexto en el que se insertan. La utilización de estos sistemas, su versatilidad y su facilidad de uso abren muchas posibilidades para la remodelación de edificios y barrios. Los jardines verticales, como los ya famosos de Patrick Blanc, y los sistemas de cubiertas verdes en general aportan numerosos beneficios medioambientales a nivel urbano, gracias a unas prestaciones ecosistémicas similares a las de los sistemas naturales, como la absorción de CO₂ y la producción de oxígeno, la mejora de la calidad del aire mediante la interceptación de las partículas y los contaminantes que entran en contacto con ellos; el filtrado y la depuración de los contaminantes contenidos en el agua de lluvia; la regulación de la temperatura de los edificios mediante la evapotranspiración de las plantas, que provoca el enfriamiento de las superficies y del aire circundante (lo que también supone una menor necesidad de sistemas de aire acondicionado). Junto a los beneficios biofísicos y ambientales, también existen cualidades de carácter perceptivo y social, ya que la presencia de vegetación en el contexto urbano aumenta el confort y el bienestar de los seres humanos y de todas las especies vivas, especialmente en las zonas comprometidas y degradadas.

4. Conclusiones

En términos generales, el uso de soluciones basadas en la naturaleza y de tecnologías verdes, empleadas con un enfoque multiescalar desde la ciudad hasta el edificio y dentro de una visión holística y sistémica del organismo urbano, orientada a reconducir los flujos de materia y energía del metabolismo de las ciudades en un sentido circular y no lineal, puede contribuir concretamente a disminuir la huella ecológica y de carbono de los asentamientos humanos, y a fomentar la biodiversidad mejorando la calidad ambiental y el bienestar, no sólo de la especie humana. Sin embargo, las soluciones técnicas por sí solas no son suficientes; deben ir acompañadas de una revolución cultural progresiva en las sociedades humanas que comprenda la interdependencia y la interconexión de todos los sistemas vivos y naturales del planeta y sitúe el sistema económico humano dentro del funcionamiento y los límites de la Biosfera, no independiente de ellos como se considera erróneamente hoy en día. Para concluir, a pesar de que el reto de la sostenibilidad plantea enormes problemas por resolver, un signo concreto de esperanza que atestigua el inicio de este proceso cultural transformador viene dado no sólo por los numerosos ejemplos de aplicación de soluciones inspiradas en la Naturaleza para la planificación territorial y urbana y el diseño de edificios, cuyo repertorio es mucho más amplio que los casos aquí citados, sino también por los innovadores proyectos de regeneración y

transformación urbana de algunas de las principales ciudades del mundo, como París. Además de la puesta en marcha de intervenciones radicales y valientes en algunos lugares simbólicos de la Ville Lumiere, como los Campos Elíseos, objeto de un gran proyecto de renaturalización destinado a transformarlos en un gran jardín urbano diseñado por el estudio de arquitectura PCA-Stream y encargado por el municipio dirigido por la alcaldesa Anne Hidalgo, para 2028-30. También el proyecto ganador de la licitación lanzada por la Ciudad de París en el marco del Plan Clima y Energía (2014) se basa enteramente en los principios biomiméticos y de inspiración natural. El visionario proyecto de Vincent Callebaut, Paris Smart City 2050, se basa de hecho totalmente en soluciones biomiméticas, en los materiales, en el funcionamiento, en el suministro de energía, en formas orgánicas inspiradas en otras similares del mundo natural como los manglares, los nidos, las colmenas. Así, el proyecto se articula en torno a ocho tipos de torres verdes de alta tecnología con características diferentes según los contextos para los que se proyectan, con el objetivo principal de cumplir los Acuerdos Climáticos de París y reducir en un 75% las emisiones de gases que alteran el clima. Propuestas como ésta, se mire como se mire, son una señal positiva y esperanzadora para la reconciliación de nuestra especie con la Naturaleza y con las demás formas de vida del Planeta.

5. Referencias y Bibliografía

- Alberti, V., De Ioris, D., De Pascali, P. (2014). *L'energia nelle trasformazioni del territorio. Ricerche su governance ed energia nelle trasformazioni del territorio*. Franco Angeli: Milano. Italia
- Arribas-Bel, D., Nijkamp, P., Scholten, H. (2011). *Multidimensional urban sprawl in Europe: A self-organizing map approach*. Computers, Environment and Urban Systems. 35(4). 2011.
- Basnou, C., Baró, F., Langemeyer, J., Castell, C., Dalmases, C., & Pino, J. (2020). *Advancing the green infrastructure approach in the Province of Barcelona: integrating biodiversity, ecosystem functions and services into landscape planning*. Urban Forestry and Urban Greening. 55. 126797. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020>.
- Blanc P. (2011). *Le Mur Végétal, de la nature à la ville*, Michel Lafon: Neuilly Sur Seine. France
- Brueckner, J.K., (2001). *Urban sprawl: lessons from urbane economics*. in Gale, W. G., Pack, J. R., Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs, Washington DC: Brookings Institution
- Crisci, M., Gemmiti, R., Proietti, E., Violante, A. (2014). *Urban sprawl e shrinking cities in Italia. Trasformazione urbana e redistribuzione della popolazione nelle aree metropolitane*. Roma: CNR-IRPPS e-Publishing, DOI 10.14600/978-88-98822-07-2

Garda E., Mangosio M., Mele, C., Ostorero C. (2015). *Valigie di cartone e case di cemento. Edilizia, industrializzazione e cantiere a Torino nel secondo Novecento*. CELID: Torino. Italia

European Environment Agency (EEA). (2021). *Land take and land degradation in functional urban areas*. 17(2021). Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2800/714139

Global Alliance for buildings and construction (GABC). (2016). *Global roadmap toward GHG and resilient buildings*. United Nations Environment Programme.

Global Alliance for Buildings and Construction (GABC). (2021). *Toward a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector*. Global Status Report for Building and Constructions. United Nation Environment Programme 1972-2022. Nairobi: Kenya. www.unep.org

IEA (2016). *Energy Technology Perspectives 2016. Towards Sustainable Urban Energy Systems*. IEA/OECD. Paris. France

ISPRA. (2018). *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*, Rapporti 288/2018: Roma. ISBN 978-88-448-0902-7. www.isprambiente.gov.it/

Intergovernmental Panel on climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Fifth Assessment Report. WG III. Cambridge University Press. USA

Lera, M., Agra, R., Segupta, S., Vidal, A., Dickson, B. (2021). *Nature Based Solutions for climate change mitigation*, European Commission: Bruxelles.

Peña, L., de Manuel, B. F., Méndez-Fernández, L., Viota, M., Ametzaga-Arregi, I., & Onaindia, M. (2020). *Co-creation of knowledge for ecosystem services approach to spatial planning in the Basque Country*. Sustainability (Switzerland). 12(13). <https://doi.org/10.3390/su12135287>

United Nations. (2015). *Global Sustainable Development Report 2015 Edition Advance Unedited Version*. (GSDR 2015).

UN HABITAT. (2016). *Urbanization and Development: emerging futures. World cities report*. United Nations Human Settlements Programme. Nairobi: Kenya

United Nations. (2018). *World Urbanisation Prospect: the 2018 revision*. WUP2018

WWF. (2014). *Species and spaces. People and Places*. Living Planet report 2014.

<https://www.infobuild.it/2021/02/champs-elysees-riqualificazione-grande-giardino-pubblico/>
<https://www.mickpearce.com/CH2.html>
https://vincent.callebaut.org/object/150105_parissmartcity2050/parissmartcity2050/projects

Innovación social y bioética

Social innovation and bioethics

María Eugenia Santillana Ceballos⁶

Resumen

El presente artículo es un ensayo de cómo el emprendimiento y la innovación se han convertido en importantes instrumentos de desarrollo económico de manera que se buscó establecer en qué medida el emprendimiento y la innovación han considerado el componente bioético en su contenido, bajo un método cualitativo de corte documental. Se encontró que emprendimiento y bioética tienen relación: en cuanto el talento humano; la pobreza, el bien común y la solidaridad; el medio ambiente y biomímesis; el manejo de los recursos económicos; el compromiso bioético; los límites bioéticos a la innovación, y los emprendimientos sociales, enfocados a la calidad de vida de las personas.

Palabras clave

Desarrollo, emprendimiento y biomímesis

Abstract

This article is an essay on how entrepreneurship and innovation have become important instruments of economic development in such a way that it sought to establish to what extent entrepreneurship and innovation have considered a bioethical component in their content, under a documentary qualitative method. It was found that entrepreneurship and bioethics are related: in terms of human talent; poverty, the common good and solidarity; the environment and biomimicry; the management of economic resources; bioethical commitment; bioethical limits of innovation, and social entrepreneurship, focused on people's quality of life.

Keywords

Development, entrepreneurship and biomimicry

⁶ Facultad de Bioética, Universidad Anáhuac, México-Norte, Ciudad de México, México. eugenia.santillana@anahuac.mx

Introducción

Las economías de todo el planeta se encuentran en constante movimiento, fluctuantes, en crecimientos y en crisis, situación que lleva a estar reinventando nuevas formas que permitan mantener a los individuos de todas las sociedades con calidad de vida.

Por ello, la ciencia, la innovación y el emprendimiento toman cada vez más fuerza como “la próxima generación de negocios en las Américas” (Thomasson, 2009:454) y los trabajos sobre los conceptos emprendimiento o *entrepreneurship* crecen a ritmos acelerados (Callejón, 2009:48). Respecto del emprendimiento, existen dos tipos: el emprendimiento empresarial, también denominado emprendedurismo, y el emprendimiento social.

Conforme a la misma normativa, el emprendimiento es:

[...] una manera de pensar y actuar orientada hacia la creación de riqueza. Es una forma de pensar, razonar y actuar centrada en las oportunidades, planteada con visión global y llevada a cabo mediante un liderazgo equilibrado y la gestión de un riesgo calculado, su resultado es la creación de valor que beneficia a la empresa, la economía y la sociedad (art. 1 Ley 1014 de 2006 de Colombia).

Todo el proceso inicia con la creación, con una idea que se gesta y se concreta en un plan de negocio; el emprendimiento es llevar adelante ese negocio y ejecutarlo; ello implica ser proactivo (López, 2010:305). Esta acción puede llevar implícita la noción de innovación, en tanto una idea nueva mejore un producto, un proceso, un servicio.

Además, bioética y emprendimiento se conectan en tanto que el emprendimiento es un fenómeno mundial, y la bioética apunta a una bioética global (Escobar, 2013:7). Si bien no todos los emprendedores siguen el mismo camino (De Pablo y Uribe, 2009:8), lo cierto es que todos parten de una idea que se verá concretada en acciones.

Por ello era necesario establecer en qué medida el emprendimiento y la innovación han considerado el componente bioético en su contenido, qué tanto le ha permeado, en un contexto latinoamericano que, además, presenta unas condiciones particulares que también considera la bioética universal, porque “al hacer bioética, lo latinoamericano vendrá por añadidura” (Álvarez-Díaz, 2012:25-26).

1. Innovación social en Latinoamérica

Desde Schumpeter (1996), el concepto de innovación se ha enfocado predominantemente en el desarrollo económico y tecnológico, mientras que, paralelamente, las Ciencias Sociales estaban particularmente interesadas en los procesos y efectos sociales de dicho desarrollo (Harrisson, 2012). En función de la creciente importancia de la Innovación Social, el presente artículo se enfoca en un concepto teóricamente coherente, como precondition para el desarrollo de una teoría integrada de innovación socio-tecnológica, en la cual la Innovación Social es más que un mero apéndice, efecto colateral y resultado de la innovación tecnológica.

Se siguió un método cualitativo con soporte documental que partió del rastreo normativo en las páginas oficiales del Gobierno de veinte (20) países latinoamericanos y España. El aspecto doctrinal fue revisado en las bases de datos de revistas científicas (índex) como Dialnet, Redalyc y Scielo, empleando como criterios de búsqueda los conceptos: emprendimiento, innovación, ética empresarial y bioética; y artículos preferentemente con una antigüedad no

mayor a siete años. Revisados los documentos, se indagó en la normativa encontrada la mención a conceptos relacionados con la bioética, y en los textos examinados, los elementos de conexión que se desarrollan en el informe.

2. La Innovación Social y la Bioética

La gestión empresarial también tiene varios aspectos que deben considerarse a la luz de la bioética:

“Muchos de los valores en los cuales el profesional tiene una responsabilidad social tienen un carácter bioético. Así, por ejemplo: Bien común y equidad social. Desarrollo sostenible y cuidado del medio ambiente y biomímesis. Sociabilidad y solidaridad para la convivencia. Aceptación y aprecio de la diversidad. Ciudadanía, democracia y participación” (Rodríguez, 2009:92).

Todo ello implica la búsqueda de un equilibrio entre el desarrollo económico-competitividad y el desarrollo humano-vida en condiciones dignas, que se compadezcan de los problemas sociales que, a su vez, se vuelven desafíos bioéticos en las cuestiones sociales de hoy, “una bioética de la cuestión social en nuestros países hoy implica lo que Potter planteaba al final de su vida, una bioética más social y políticamente activa” (Novoa, 2007:149). Revisadas las normas de los países latinoamericanos, se identificó que no todos los países poseen normas concretas sobre emprendimiento, pero sí sobre Mypimes (acrónimo de "micro, pequeñas y medianas empresas"). Se evidenció que ninguna de las normas hace mención a la bioética en sentido estricto. Revisada la literatura, se pusieron en evidencia siete puntos de contacto entre el emprendimiento y la bioética: el talento humano; la pobreza, el bien común y la solidaridad; el medio ambiente y biomímesis, agroecología y desarrollo sostenible; el manejo de los recursos económicos; el compromiso bioético con los clientes; los límites bioéticos a la innovación, y finalmente, los emprendimientos sociales.

3. Talento humano

Pérez Gómez (2006), en su artículo sobre *“Bioética, empresa y administración”*, manifiesta que, entendida la bioética como una actividad humana encaminada a proteger la vida, un gerente con responsabilidad gerencial tomará el proceso de las relaciones con las personas de la organización enfocado a su crecimiento y desarrollo, desde el mismo proceso de vinculación hasta su salida de la empresa. Un compromiso bioético con los empleados parte del respeto y el reconocimiento por la persona y sus talentos.

4. Pobreza, bien común y solidaridad

Latinoamérica se caracteriza por las disparidades sociales, donde se encuentran focos de mucha pobreza; por eso, “[...] el estado de extrema pobreza juega un papel crucial para la calidad de vida de las personas, pues en él convergen medidas de accesibilidad y políticas de distribución que empeoran el estado general” (De los Ríos, 2013:186).

Un emprendimiento orientado por la bioética considera sus principios como eje estructural, como los de justicia y solidaridad. Así, en función del principio de justicia, se busca que haya

una distribución de la riqueza permitiendo que las personas que carezcan de medios de subsistencia tengan oportunidades para acceder a la formación y recursos de apoyo para los proyectos de emprendimiento que les permitan mejorar sus condiciones económicas. En este sentido, la Ley 1286 de 2009 de Colombia en su artículo 17 es expresa en señalar como uno de los objetivos del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación, el de la “acumulación y distribución de riqueza, con el objeto de mejorar los niveles de calidad de vida de los ciudadanos” (Congreso de la República de Colombia, 2009).

5. Medioambiente, biomímesis, agroecología y desarrollo sostenible

Todo emprendimiento implica una empresa o destinación de bienes tanto materiales como inmateriales para actividades comerciales o industriales. Esos bienes, como propiedad, tienen una función ecológica (art. 58, Constitución de Colombia).

“Si nos referimos a la bioética como movimiento a favor de la vida y del medio ambiente con apoyo de la biomímesis, Latinoamérica es una región que se caracteriza por la biodiversidad y, desde esta perspectiva, la bioética tendría como principio subsidiario el principio de responsabilidad hacia las futuras generaciones...” (Rodríguez, 2009:92).

En el tema ambiental, importante por el potencial económico de la biodiversidad (Ovalle, 2012:137), esa responsabilidad frente a las generaciones venideras es uno de los elementos relacionados con la bioética y el emprendimiento, porque “sustentabilidad sin bioética no se sustenta” (Méndez, 2003).

6. El manejo de los recursos económicos

Pérez Gómez (2006:165) observa también un componente bioético en la consecución de los recursos económicos en cuanto su procedencia, lo que implica para el gerente o administrador verificar que los dineros no provengan de actividades ilícitas que lesionen la vida en sociedad, “llegando a comprometer la vida propia de los seres humanos”.

7. Compromiso bioético con los clientes

El emprendimiento también comporta una relación con los clientes y su compromiso bioético con ellos, reflejado en el compromiso de ofrecerles productos sanos que no atenten contra su salud, que pueden darse en emprendimientos de alimentos, biotecnológicos y farmacéuticos, como en otros muchos mercados como los que manejan juguetes pintados con plomo, los centros de salud y los hidrocarburos. El compromiso bioético con los clientes implica el respeto por sus cuerpos, por su integridad física, a desarrollar productos o servicios que mejoren su calidad de vida sin que estos fines cedan ante las metas en ventas o las de utilidades.

8. Los límites bioéticos a la innovación

La ciencia, la tecnología y la innovación deben servir para liberar y dignificar al hombre, no para esclavizarlo. Por ello, deben estar en función de los principios de no maleficencia, de justicia, beneficencia y autonomía, porque “todo emprendedor tiene capacidad de innovar, y

generar ideas diferentes que mejoren su entorno y por ende su nivel de vida.” (Orrego, 2008:30).

9. Emprendimiento social

La economía se mueve compitiendo y cooperando; en esta segunda acepción se encuentra el emprendimiento social o empresa social (Enciso, Gómez y Mugarra, 2012) que puede tener su origen en las mismas empresas comerciales –con el tema de la responsabilidad social empresarial– o en la sociedad civil (Chaparro-Africano, 2010:488), en donde se hallan personas – emprendedores– “con soluciones innovadoras para los problemas sociales más acuciantes” (Enciso, Gómez y Mugarra, 2012:64). Estos emprendedores son tan visionarios como realistas.

10. Reflexiones estratégicas sobre la innovación en el campo social y bioético

La innovación tecnológica, en su sentido más amplio, incluye cambios e innovaciones sociales, e incluso, según Albuquerque (2003), en muchas ocasiones, la competitividad no se logra por la adquisición de nuevas máquinas o tecnología, sino por los cambios sociales y culturales que se producen en la organización.

En esencia, la innovación no puede considerarse exclusivamente un mecanismo económico o un proceso técnico, pues antes es un fenómeno social y bioético a través del cual se expresan las necesidades, la creatividad, la historia, la cultura, la educación, la organización política institucional y económica de una sociedad. Más aún, si consideramos la realidad de los países en vías de desarrollo, es un hecho que existen graves problemas sociales reflejados en los flagelos de la pobreza y desigualdad. No ha sido posible para la mayoría de los gobiernos erradicar estos problemas y las empresas han asumido de alguna forma su resolución⁷.

De las visiones antes expuestas, se extraen algunos criterios que pueden considerarse como características de una innovación con carácter social-bioético y que se muestran en la Tabla 1.

PROPUESTA	CARACTERÍSTICAS
Albuquerque (2003)	Aumentar la calidad de prestaciones, producto de los incrementos en la productividad; dinamizar el potencial creativo e innovador en la solución de problemas en ambientes propicios y estimulantes (biomímesis); satisfacer los cambios en las necesidades de la demanda.
Comunidad Europea (2011^a)	Proceso y resultados que respondan a las demandas sociales de los grupos más vulnerables no atendidos por las instituciones públicas o el mercado. Imbricación de lo económico y social. Proceso participativo de empoderamiento, aprendizaje y bienestar; implica cambios en las actitudes, valores fundamentales (bioética), estrategias, políticas, estructuras organizativas y procesos, sistemas de entrega y servicios, métodos y formas de trabajo, responsabilidades y tareas de las instituciones y los vínculos entre los diferentes actores.

⁷ En Latinoamérica y el Caribe, la inversión social de la empresa, en muchas ocasiones, sustituye el papel que por naturaleza corresponde a los gobiernos. El predominio de la pobreza en América Latina ha llevado a las empresas a través de la inversión social privada, a reemplazar lo que los estados no pueden hacer.

Es precisamente la pobreza, uno de los factores impulsores de RSE en la región (Langlois, 2010).

Comisión Europea (1995)	Calidad de vida de las comunidades a cualquier nivel, salud, seguridad, transporte, comunicaciones, seguridad en del trabajo y medio ambiente, entre muchos otros beneficios.
Phills, Deiglmeier y Miller (2008)	Mejora de productos, procesos de producción, tecnologías, ideas, legislaciones, movimiento social, una intervención en la comunidad, o alguna combinación. Solución a un problema social que es más eficaz, eficiente y sostenible que las soluciones existentes y el valor creado se acumula principalmente en la sociedad (beneficios o reducción de costos). Intervienen gobiernos y organizaciones con o sin fines de lucro.
Future Trends Forum (Fundación de la Innovación Bankimer, 2009)	a) La innovación planificada y aplicada a los modelos de negocio y productos; b) la habilidad de las empresas privadas para resolver de manera más efectiva que los gobiernos, los problemas sociales y medioambientales; c) la innovación colaborativa como ecosistema del futuro para poner en común las ideas de una mayor variedad de agentes en un entorno abierto a la participación; y d) la función de la tecnología (comunicaciones, Internet) para facilitar la innovación colaborativa.
Harris y Albury (2009)	La innovación social está orientada por el bien social, público y necesidades sociales mal servidas u obviadas por el mercado o el estado y provista por el sector público, privado o de terceros y necesariamente deben abordar los principales desafíos sociales.
Westall (2007)	Centrada en objetivos sociales, productos de calidad, nuevos métodos de organización y/o de producción, gobernabilidad, nuevas relaciones de mercado y nuevas formas jurídicas.
NESTA (2008)	Nuevos productos, servicios o modelos para cumplir con necesidades básicas insatisfechas. Puede ser transmitida a través de una profesión o sector (educación o salud) o geográficamente de un lugar a otro.
OCDE (2010)	Satisfacer problemas sociales no provistas por el mercado a través de productos y servicios, procesos de integración laboral y formas de participación. Se trata del bienestar de individuos, comunidades, consumidores y productores

Tabla 1. Características de la innovación con carácter social-bioético.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de lo propuesto por los autores citados.

Ante la complejidad de los problemas de una sociedad, la innovación puede ser una opción para mejorar la calidad de vida de las comunidades a cualquier nivel: salud, seguridad, transporte, comunicaciones, seguridad en el trabajo y medio ambiente, entre otros.

11. Conclusiones

El emprendimiento, la innovación y la bioética se integran en cuanto a que todas apuntan a la acción, están atravesadas por los principios éticos, apuntan a la calidad de vida y son conceptos globales en concordancia con la biomimesis. Como tal, no hay mención expresa de la bioética en las normas sobre emprendimiento, ciencia, tecnología e innovación de los países latinoamericanos abordados en el presente artículo. No obstante, se propone el artículo 3 de la Ley Argentina de Ciencia, Tecnología e Innovación, como modelo para las demás legislaciones de la región, artículo en el cual se establecen los principios bioéticos mínimos como el respeto por la persona, su cuerpo, su libertad y su bienestar, así como el del ambiente.

Se identifican elementos generales en los que se integran la bioética y el emprendimiento: el talento humano; la pobreza, el bien común y la solidaridad; el medio ambiente, agroecología y

desarrollo sostenible; el manejo de los recursos económicos; el compromiso bioético con los clientes; los límites bioéticos a la creatividad y la innovación; finalmente, los emprendimientos sociales.

Por supuesto, es un reto para todos (estado, empresas, comunidades, universidades y demás integrantes que viven en la sociedad) lograr generar alianzas, conciencia social y ambiental que impulsen la innovación con carácter social en pro de un mundo mejor. No puede desdeñarse la importancia y sinergia que puede generarse de la actuación conjunta de los sectores público, privado y sin fines de lucro.

En general, seguir un proceso de desarrollo económico sin apuntar a un desarrollo humano y social sería perder un terreno ganado por la ética y la sociedad misma en una economía que ha dejado grandes sinsabores en materia ambiental, garantías ambientales y calidad de vida laboral. Por ello se debe propender por emprendimientos e innovaciones que tengan al ser humano como centro y fin último.

12. Bibliografía

- Albuquerque, F. (2003). *Curso sobre desarrollo económico local*. Curso OIT: estrategias para el desarrollo económico local. Turín: Mimeo.
- Álvarez-Díaz, J. (2012). ¿Bioética latinoamericana o bioética en Latinoamérica? *Revista Latinoamericana de Bioética*, 12(1), pp. 010-027.
- Callejón, M. (2009). La economía emprendedora de David Audretsch. *Investigaciones Regionales*, (15), pp. 47-54.
- Comisión Europea. (1995). *Libro Verde de la Innovación*. Bruselas: European Commission Publications.
- Comisión Europea. (2011a). *Empowering people, driving chance. Social Innovation in the European Union*. Luxemburgo: Publications Of ce of the European Union.
- Comisión Europea. (2011b). *Estado de la Unión por la Innovación 2011*. Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y social europeo de las regiones. Luxemburgo: Publications Of ce of the European Union. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0849:FIN:es:PDF>
- De Pablo Valenciano, J. & Uribe Toril, J. (2009). Emprendimiento de la economía social y desarrollo local: la promoción de incubadoras de empresas de economía social en Andalucía. *CI-RIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (64), pp. 5-33.
- Enciso, M.; Gómez, L. & Mugarra, A. (2012). La iniciativa comunitaria en favor del emprendimiento social y su vinculación con la economía social: una aproximación a su delimitación conceptual. *CIRIEC-España. Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (75), pp. 54-80.
- Escobar, M. (2013). Bioética: nuevas tendencias. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 13(1), pp. 6-7.
- Estados Unidos Mexicanos (2002). Ley de Ciencia y Tecnología. 5 de junio de 2002.
- Fundación De La Innovación Bankinter. (2009). *Innovación social. Reinventando el desarrollo sostenible*. Disponible en: <http://www.fundacionbankinter.org/es/publications/social-innovation-reinventing-sustainable-development>

- Harris, M. y Albury, D. (2009). *The innovation imperative: Why radical innovation is needed to reinvent public services for the recession and beyond*. London: NESTA.
- Langlois, A. (2010). *RSE y políticas públicas. Entre la cooperación y la compensación*. Trabajo presentado en IX Cumbre Iberoamericana de Comunicaciones: Cambios en el escenario sociocultural del siglo XXI, Buenos Aires, Argentina.
- López, A. (2010). La proactividad empresarial como elemento de competitividad. *Ra Ximhai*, 6(2), pp. 303-312.
- Marulanda, J.; Correa, G. & Mejía, L. (2009). Emprendimiento: visiones desde las teorías del comportamiento humano. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (66), pp. 153-168.
- Méndez, G. (2003). Sustentabilidad sin bioética no se sustenta. *Interciencia*, 28(1), p. 5.
- Nesta. (2008). Social innovation: New approaches to transforming public services. *Policy Briefing*, SI 18, January, 1-4. Disponible en: http://www.nesta.org.uk/library/documents/social_innovation_pb.pdf
- Novoa, E. (2007). Desafíos bioéticos de la cuestión social hoy. *Revista Colombiana de Bioética*, 2(2), pp. 143-172.
- OCDE. (2010). Social entrepreneurship and social innovation. *SMEs, Entrepreneurship and Innovation*. Disponible en http://ec.europa.eu/internal_market/social_business/docs/conference/oecd_en.pdf
- Orrego, C. (2008). La dimensión humana del emprendimiento. *Revista Ciencias Estratégicas*, 16(20), pp. 225-235.
- Ovalle, C. (2012). Fundamentos y prácticas de la bioética en conflictos ambientales. *Revista Colombiana de Bioética*, 7(2), pp. 134-143.
- Pérez, C. (2006). Bioética, empresa y administración. *Universidad & Empresa*, 5(11), pp. 163-181.
- Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y Organización de Estados Americanos (OEA). (2001). *Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Manual de Bogotá*. Disponible en <http://www.riicyt.org/interior/difusion/pubs/bogota/bogota.pdf>.
- República de Argentina. (2001). *Ley 25.467. Ley de Ciencia, Tecnología e Información del 29 de agosto de 2001*. Buenos Aires, Argentina: El Congreso.
- República de Colombia. (2006). Ley 1014 de 2006. De fomento a la cultura del emprendimiento. Bogotá, Colombia: El Congreso.
- Rodríguez, E. (2009). Temas para una bioética latinoamericana. *Acta Bioethica*, 15(1), pp. 87-93.
- Westall, A. (2007). *How can innovation in social enterprise be understood, encouraged and enabled? A social enterprise think piece for the Office of the Third Sector*. Cabinet Office. Office of the Third Sector. Disponible en www.cabinetoffice.gov.uk/media/cabinetoffice/third_sector/assets/innovation_social_enterprise.pdf

Sostenible, Biomimética o Resiliente, tres propuestas para una misma Arquitectura**Sustainable, Biomimetics or Resilient, three proposals for the same Architecture**

Daniel Edgardo Vedoya

ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano) / Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UNNE

devedoya@gmail.com

Resumen

En 1992, la científica Janine Benyus propone el comienzo de un nuevo paradigma en la protección de nuestro planeta, centrado en la Biomímesis (de Bio = vida, y mimesis = imitación). En septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, centrada en la sostenibilidad económica, social y ambiental. La Arquitectura compartió estas innovaciones conceptuales aportando propuestas acordes: arquitectura sostenible (o sustentable), arquitectura biomimética (o bioinspirada), y actualmente complementadas con la idea de una arquitectura resiliente. En síntesis, una arquitectura que ofrezca soluciones ambientales acordes con el momento actual, sin descuidar aspectos tales como vida útil, ahorro energético, valor residual, huella de carbono, etc. El presente trabajo intenta dar respuesta a estas demandas con una metodología centrada en lo que nos enseña la naturaleza, mediante un abordaje desde las formas, los procesos y los sistemas.

Palabras claves: Formas – Procesos – Sistemas – Agenda 2030 – ODS

Abstract

In 1992, the scientist Janine Benyus proposed the beginning of a new paradigm in the protection of our planet, centered on Biomimicry (from Bio = life, and mimesis = imitation). In September 2015, the United Nations General Assembly approved the 2030 Agenda for Sustainable Development, focused on economic, social and environmental sustainability. The Architecture shared these conceptual innovations providing consistent proposals: sustainable architecture (or sustainable), biomimetic architecture (or bioinspired), and currently complemented with the idea of a resilient architecture. In short, an architecture that offers environmental solutions in keeping with the current moment, without neglecting aspects such as useful life, energy savings, residual value, carbon footprint, etc. The present work tries to respond to these demands with a methodology focused on what nature teaches us, through an approach from forms, processes and systems.

Key words: Forms – Processes – Systems – 2030 Agenda – SDO

Introducción

La Asamblea General de las Naciones Unidas, reunida en el año 1972 en la ciudad de Estocolmo (Suecia) emitió una declaración en la que se hace una referencia exhaustiva al desarrollo económico y social, por una parte, y al desarrollo científico y tecnológico, por otra. El principio 1 de la Declaración de Estocolmo expresa: *"El hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, a la igualdad y a condiciones adecuadas de vida en un medio ambiente de una calidad tal que permita una vida de dignidad y bienestar"*.

Continuando con esta reseña cronológica, en 1987, las Naciones Unidas encomendaron a la doctora Gro Harlem Brundtland, junto a un grupo de científicos, la elaboración de un informe que se dictó bajo la consigna "Nuestro futuro común", que luego se hizo conocido con el nombre de "Informe Brundtland", en el que, entre otras recomendaciones, se fundaba la tesis del desarrollo duradero que exige que se satisfagan las necesidades básicas de todos y que se extienda a todos la oportunidad de colmar sus aspiraciones a una vida mejor, en el sentido de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. En este precepto aparecen dos conceptos destacables: el derecho y sus límites; es decir, el derecho que tienen los habitantes de la tierra de hacer uso de los recursos naturales y los límites a ese derecho como condición fundamental de resguardo para las generaciones futuras en igual sentido. Se trata de disponer de lo dado por la naturaleza de manera racional, tomando recaudos para su conservación y reproducción, posibilitando así que las generaciones futuras también puedan hacer uso de ellos.

En el Informe Brundtland se hace mención por primera vez al desarrollo "duradero" o "sostenible", y se lo expresa en estos términos:

"3. El desarrollo duradero. 27. Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, duradero, o sea, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. (...) El desarrollo duradero exige que se satisfagan las necesidades básicas de todos y que se extienda a todos la oportunidad de colmar sus aspiraciones a una vida mejor." (Informe Brundtland, 1987).

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, reunida en Río de Janeiro entre los días 3 al 14 de junio de 1992, aprobó el Informe "Nuestro Futuro Común", al tiempo que emitió lo que se conoce como "Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo", informe que luego se generalizó bajo el nombre de "Informe Brundtland".

En dicha Declaración se reafirma lo que en su momento aprobó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, reunida en Estocolmo en 1972.

El Informe Brundtland está redactado en los seis idiomas oficiales de las Naciones Unidas: árabe, chino, español, francés, inglés y ruso. En las 147 páginas de la traducción del informe al español, las palabras "duradero" y "sostenible" son mencionadas repetidamente. La palabra "sustentable" no se lee en ninguno de sus pasajes.

Si bien los vocablos "sostenible" y "sustentable" sólo aparecen en el español, el uso común ha conseguido generalizar el empleo indistinto de ambos vocablos, al punto que hoy se encuentra abundante bibliografía ocupada en diferenciar sustantivamente los alcances de uno y otro.

El Informe Brundtland, que introduce el concepto de desarrollo "duradero" o "sostenible", deja

claramente expuesta la exigencia de satisfacer las necesidades básicas de todos y que todos logren colmar sus aspiraciones a una vida mejor.

Años más tarde, en el Septuagésimo Período de Sesiones de las Naciones Unidas, realizado en la ciudad de Nueva York (USA), se aprobó el Documento Final de la Cumbre de las Naciones: “*Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*”, en el que se propone un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad, contenidos en 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En un capítulo aparte, pero no por eso desvinculado de esta cuestión, Bryony Schwan y Janine Benyus crean el Biomimicry Institute, en 2006, en Missoula (Montana, Estados Unidos), imbuidos de la necesidad de producir un acercamiento a la naturaleza y fundamentalmente, lo que ésta nos deja como enseñanza. Complementariamente, el libro de Benyus “*Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*” (“*Biomímesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*”, en su versión en español), forma parte de los orígenes y trabajos posteriores inspirados en la Biomímesis.

La arquitectura no está exenta de las especulaciones que se hacen en cuanto al empleo de estos nuevos conceptos, con sus diversas y variadas connotaciones, destacándose diferentes aportes: *arquitectura sustentable, arquitectura verde, eco-arquitectura, arquitectura ambientalmente consciente* y, más recientemente, *arquitectura de la resiliencia, etc.*

Estas diferentes propuestas no se oponen al espíritu que subyace en el Informe Brundtland, por cuanto son distintas impresiones de lo que en definitiva debe ser el desarrollo, conduciendo al mismo efecto: satisfacer las necesidades presentes sin comprometer el derecho que asiste a las futuras generaciones, respetando la exigencia fundamental de satisfacer las necesidades básicas de todos, haciendo extensiva la oportunidad de aspirar a una vida mejor.

Formas, sistemas y procesos

Las formas naturales sirven a la arquitectura como base para un buen diseño, teniendo en cuenta lo que dicta esta nueva disciplina, la biomímesis, en cuanto que no interesa lo que podemos extraer de la naturaleza, sino de lo que podemos aprender de ella (Benyus, 2012). Por consiguiente, la copia simplemente formalista y figurativa de la naturaleza no entra dentro de los lineamientos de la biomímesis. La forma no es sólo la manera en que los objetos se nos presentan, interviene en su génesis otros factores determinantes, como la función que le da significado, la estructura (sistema) que le da sostén, y el proceso, esa sucesión de acciones que fueron necesarias para su materialización.

Si miramos a nuestro alrededor con intención de conocer lo que nos rodea, de comprender qué y cómo son las cosas que vemos, iremos descubriendo gradualmente que aquello que nos era ajeno comienza a ser nuestro. Nuestra relación con la realidad exterior se realiza por medio de sensaciones (visuales, táctiles, olfativas, auditivas, etc.). Generalmente la percepción a través de los sentidos es asociativa aunque en el ser humano es fácilmente comprobable la preeminencia de las percepciones canalizadas por medios visuales.

Una forma es inherente a una determinada cosa, es aquello que conocemos de esa cosa en primera instancia, lo observable, lo que percibimos a través de los sentidos. La forma es la

manera como la cosa se presenta ante nosotros, o sea cómo se nos aparece, es un hecho de base sensitiva; la manifestación de la forma se produce a través de la vista y los demás sentidos que proveen datos que son procesados y coordinados por el cerebro.

Es así que el primer conocimiento formal que tenemos de una cosa es siempre sensorial y no inteligente.

Más adelante se tendrá oportunidad de ir conociendo otros aspectos con la intervención de la razón, con lo que se tendrá una noción racional de la cosa.

Las formas pueden representarse geoméricamente, y así pueden ser lineales, planas, cúbicas, rectas, curvas, quebradas, etc., y se conocen también planos abiertos, cerrados, calados, etc. Pero existen además formas en movimiento que acontecen en el tiempo y en el espacio. Nos interesa no sólo cada uno de los objetos, en forma aislada, sino la interacción que se produce entre ellos, no sólo las propiedades de cada proceso en forma independiente, sino las propiedades de la totalidad.

Aquí adquiere relevancia el concepto de estructura de la forma porque pone de manifiesto la “red” de relaciones entre los componentes o entre los procesos que los involucran. Toda forma es el fruto de un acontecimiento anticipado. Toda manifestación formal es consecuencia de un complejo proceso que parte de una causa, la función que dio origen a la conformación de la cosa, la forma propiamente dicha, y la trascendencia que implica la presencia de esa forma en su entorno.

Transponiendo estos conceptos a la arquitectura, tendremos oportunidad de concebir una arquitectura sustentable, Bioinspirada, y orientada hacia la resiliencia.

La arquitectura bioinspirada es una filosofía contemporánea que busca soluciones sostenibles en la naturaleza mediante la **comprensión de las normas que las rigen**. Es un enfoque multidisciplinario que sigue los principios naturales que funcionan mejor que muchas de las tecnologías más avanzadas de la actualidad, porque consumen menos energía y no producen residuos ni dejan huellas. En manos de los arquitectos se centra el compromiso de ponerlos en práctica, con el objeto de que funcionen como el sistema natural que los inspiró.

Por su parte, la arquitectura de la resiliencia utiliza procesos naturales y vegetación local para la gestión del agua, de la tierra, de la temperatura y de la calidad del aire, con el objetivo de crear entornos urbanos más saludables.

En cualquier ciudad, la arquitectura de la resiliencia se refiere a las áreas naturales que proporcionan hábitat, protección contra inundaciones, aire y agua limpios, alimentos y recreación, incluyendo sistemas de gestión de aguas pluviales y drenaje que emulan el comportamiento de la naturaleza, almacenando agua para mejorar su calidad.

Enfocar la resiliencia hacia la sostenibilidad es centrarse en desarrollar la habilidad para superar los cambios inesperados. Más allá de considerar a las personas como causantes externos de las dinámicas de los ecosistemas, se estudia cómo formar parte e interactuar con la biosfera (esa esfera de aire, agua y tierra que rodea al planeta), en la que se encuentran todas las formas de vida. El ser humano depende de la biosfera e interactúa con ella a través del uso de los diferentes servicios ecosistémicos: el agua que usa para cocinar y beber, los cultivos que produce para alimentarse, la regulación del clima y los vínculos que establece con los ecosistemas.

En cuanto a la protección frente al medio ambiente y sus depredadores Santibáñez Saucedo explica en su libro “Biodiseño” que los animales tienen:

- control de la temperatura
- gestión del agua
- impermeabilización y control de humedad.
- ventilación y renovación del aire.
- gestión de residuos
- técnicas constructivas
- detalles constructivos y geométricos.

Una Arquitectura sostenible/sustentable frente a los ODS

Una Arquitectura sostenible/sustentable debe necesariamente identificarse con los ODS de las Naciones Unidas, y tener presentes las Conclusiones contenidas en el Informe “Armonía con la Naturaleza” (Naciones Unidas, 2020). En este informe, *“el Secretario General destaca los logros alcanzados en el segundo semestre de 2019 y el primero de 2020 que siguen poniendo de manifiesto un cambio de paradigma en la implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, de una sociedad centrada en el ser humano a otra centrada en la Tierra”* Son muchos y variados los ejemplos de propuestas de una arquitectura que, en uno u otro sentido, aporta soluciones que tienen relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El trazado de las ciudades modernas, basado en la distribución en retícula propuesta por Hipódamo de Mileto (s. V a.C), ofrece una nueva concepción urbanística para lograr una mejor orientación de las calles, con ventilación cruzada y una distribución apropiada de los canales de desagüe urbano (Fig. 1).

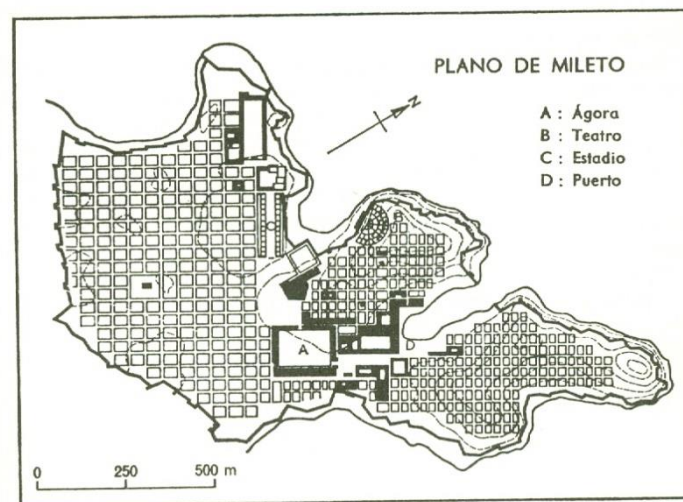


Fig. 1: Plano de Mileto, Hipodamo

Fuente: <https://ellegadodehipodamos.files.wordpress.com/2015/11/mileto.jpg>

En un mundo acuciado por la peste que asoló a finales del siglo XIX y principios del XXI, los cinco puntos de la arquitectura racionalista, planteados por Le Corbusier, dieron un primer paso hacia la búsqueda de un acercamiento a la naturaleza, con la propuesta de la “terrace jardín”, que hoy se manifiesta en los “techos verdes”, y sus derivaciones hacia las “fachadas verdes”,

los “bosques verticales”, etc. La ventana corrida horizontal también contribuyó para lograr espacios mejor ventilados.

El proyecto de la Torre Qatar Sprouts, en Qatar (Emiratos Árabes del Oriente Medio), que propone un edificio que emula el comportamiento de un cactus del desierto (el “sprouts”), aprovechando el aire fresco nocturno, y cerrándose durante el día al calor intenso mediante un sistema de celosías accionadas por medio de sensores (Figs. 2 y 3). El acceso al edificio se produce a través de una bio-bóveda en forma de invernadero, donde las plantas están destinadas a convertir el CO₂ del ambiente en oxígeno al tiempo que le confiere un valor estético verde.



Fig. 2: Torre Qatar Sprouts –

Fuente: <https://inhabitat.com/qatar-cactus-office-building/>

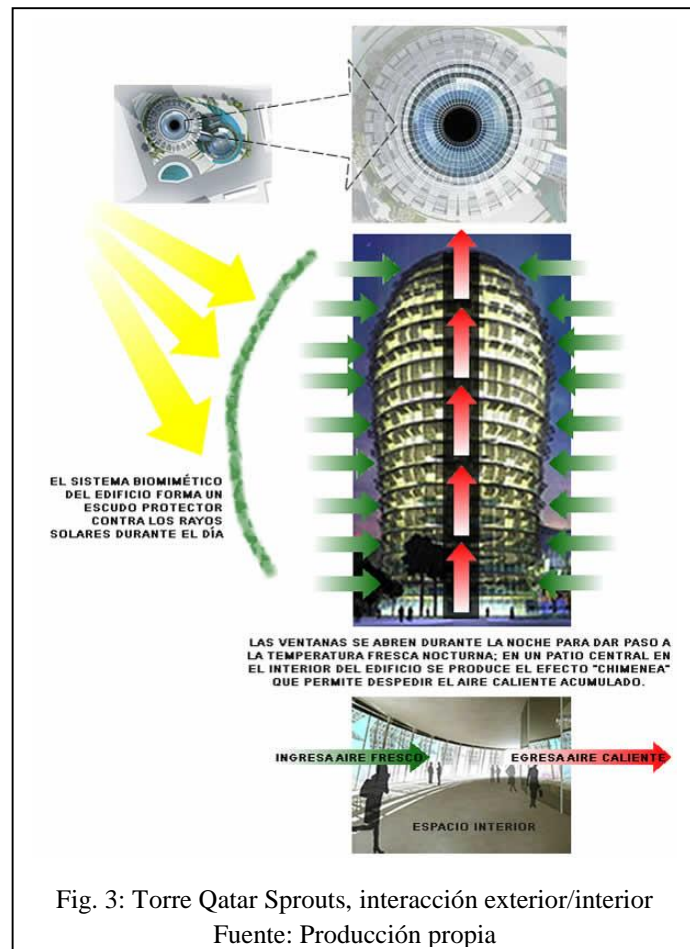


Fig. 3: Torre Qatar Sprouts, interacción exterior/interior

Fuente: Producción propia

El edificio de la Torre Eastgate Center, en Harare, (Zimbabwe), proyecto del arquitecto Mick Pearce, reproduce de los termiteros africanos la diagramación de sus galerías internas, que permiten mantener una temperatura interior constante y adecuada, logrando una economía sustancial de un 35% menos en relación con el consumo promedio de otros edificios convencionales (Figs. 4 y 5).



Fig. 4: Torre Eastgate, Harare, Zimbawe – Fuente: <https://www.eaconstructionsdigest.com>

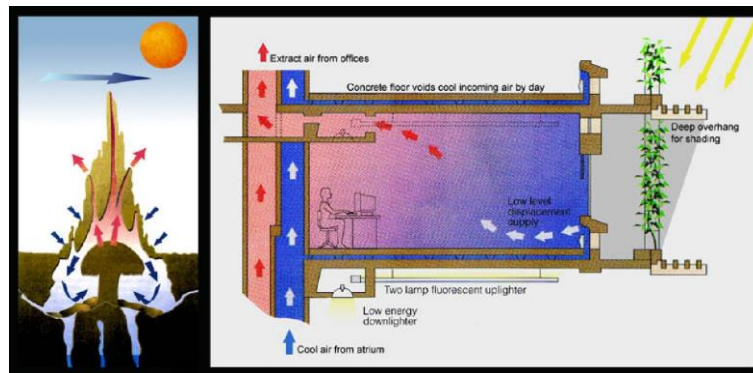


Fig. 5: Comparación del interior con un termitero – Fuente: <https://www.mickpearce.com/Eastgate.html>

La Torre 30 St Mary Axe (The Gherkin o “Pepinillo”), en Londres (UK), del arquitecto Norman Foster, utiliza la mitad de energía que una torre similar como consecuencia de su estructura tipo Diagrid, donde los huecos de cada piso proporcionan conductos de ventilación natural. El vidrio aislante de doble efecto canaliza el aire a través de sus dos capas de vidrio, aislando las oficinas. El edificio explota la convección de calor, sacando el aire caliente en el verano y calentando el interior mediante calefacción solar pasiva. Al permitir el paso de la luz solar, logra un ambiente de trabajo agradable, con los costos de iluminación más bajos (Figs. 6).



Fig. 6: Torre Swiss-Re, Arq. Norman Foster.
Fuente: <https://modernarchitecture09.weebly.com/norman-foster.html>

La casa BIQ (Bio Intelligent Quotient), es un edificio de cuatro plantas y 15 departamentos calefaccionados y refrigerados mediante la acción de su fachada "biorreactiva", resuelta con paneles tipo "sándwich" de vidrio doble, que contienen en su interior microalgas (del tamaño de una bacteria), cultivadas a base de luz, agua, nutrientes y dióxido de carbono. Las algas se mantienen en su cubículo vivas y en movimiento, generando biomasa que, cuando es extraída se transforma en biogás. Así, son simultáneamente fuente de energía y acumuladores de la luz solar, tanto para calentamiento de agua como para intercambiar calor (Figs. 7, 8 y 9).



Fig. 7: Casa de algas BIQ, Hamburgo

Fuente:

<https://almeidaarquitectura.wordpress.com/author/luisa950227/>



Fig. 8: Casa de algas. Ddetalle de paneles de la fachada

Fuente:

<https://almeidaarquitectura.wordpress.com/author/luisa950227/>

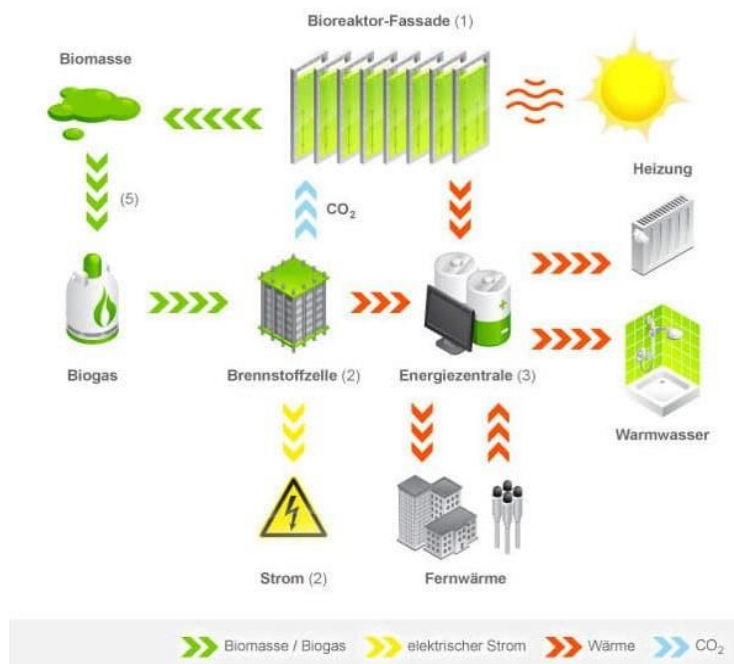


Fig. 9: Casa de algas. Detalle del bioreactor

Fuente: <https://almeidaarquitectura.wordpress.com/author/luisa950227/>

Conclusiones

Al comienzo del siglo XX, ni la sociedad en su conjunto, ni la comunidad científica y tecnológica en particular, poseían la capacidad suficiente para alterar los sistemas ecológicos. Al fin del siglo ya lo tenían, pero el proceso de modificación y deterioro del medioambiente es tal, que ya resulta una inevitable y contundente realidad.

Son notorios los cambios producidos en la atmósfera (calentamiento global, agujero de ozono, etc.), en el suelo (vertederos ilegales, basurales, etc.), en el agua (derretimiento de los glaciares, desprendimientos en la Antártida, contaminación de los ríos, etc.), en las plantas (desertificación, agotamiento de recursos forestales, alimentos transgénicos, etc.), en los animales (clonación, extinciones masivas, etc.), y en las relaciones entre éstos.

Como arquitectos, componedores de espacios habitables, nuestro rol es excepcional y nos comprometemos ante las necesidades de la sociedad y la protección de nuestro planeta.

Resulta evidente, teniendo en cuenta las sucesivas Asambleas Generales de las Naciones Unidas, la permanente preocupación de los Estados Miembros por encontrar soluciones adecuadas y apropiadas para salvaguardar el orden ecosistémico de nuestro planeta.

No obstante, no dejan de ser valiosas propuestas que sólo serán eficientes en la medida que se las ponga en práctica, tomando medidas sustanciales que mitiguen el deterioro ambiental, con el irrenunciable compromiso de:

- ✓ Reflexionar sobre la importancia de lograr una relación armoniosa entre los seres humanos y la Naturaleza.
- ✓ Reconocer que la Armonía con la Naturaleza es fundamental para lograr un verdadero desarrollo sostenible.
- ✓ Permanecer en consonancia con las medidas adoptadas en todo el mundo para:
 - proteger la biodiversidad;
 - modificar las modalidades de consumo y producción;
 - combatir los efectos adversos del cambio climático;
 - poner fin a la contaminación por plásticos;
 - construir comunidades resilientes; y,
 - reducir la desigualdad en las generaciones presentes y futuras.

Los arquitectos tenemos en nuestras manos herramientas apropiadas para contribuir en esta empresa de características globales.

Ya sea que llamemos a esta nueva arquitectura sostenible, sustentable, resiliente o bioinspirada, lo esencial es ponerla en práctica sin dilación.

Referencias bibliográficas

ALEXANDER, Christopher (1980): *Sistemas que generan sistemas*. En “*Tres aspectos de matemática y diseño*”. Barcelona (España): Tusquets Editores

BENYUS, Janine M. (2012): *Biomímesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona (España): Tusquets Editores S.A.

BRUNDTLAND, Gro Harlem et al. (1987): *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo “Nuestro Futuro Común”*. Decisión 14/14, 14º Período de Sesiones. Asamblea General de las Naciones Unidas. Nairobi (Kenia), 8 al 19 de junio de 1987

GARCÍA SANTIBÁÑEZ SAUCEDO, Héctor F. (2007): *Biodiseño. Aportes Conceptuales de*

Diseño en las Obras de los Animales. Tesis doctoral. Barcelona (España): Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Barcelona.

NACIONES UNIDAS (1972): *Declaración de Estocolmo*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Estocolmo (Suecia)

NACIONES UNIDAS (1992): *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro (Brasil)

NACIONES UNIDAS (2003): *La Declaración de Johannesburgo sobre Desarrollo Sustentable*. Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. Johannesburgo (Sudáfrica)

NACIONES UNIDAS (2015): *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Asamblea General de las Naciones Unidas. Nueva York (USA)

NACIONES UNIDAS (2020): *Armonía con la Naturaleza*. Septuagésimo Quinto Período de Sesiones de las Naciones Unidas. Nueva York (USA)

WAGENBERG, Jorge (2005): *La rebelión de las formas* - Barcelona (España): Tusquets Editores



REVISTA BIOMIMESIS

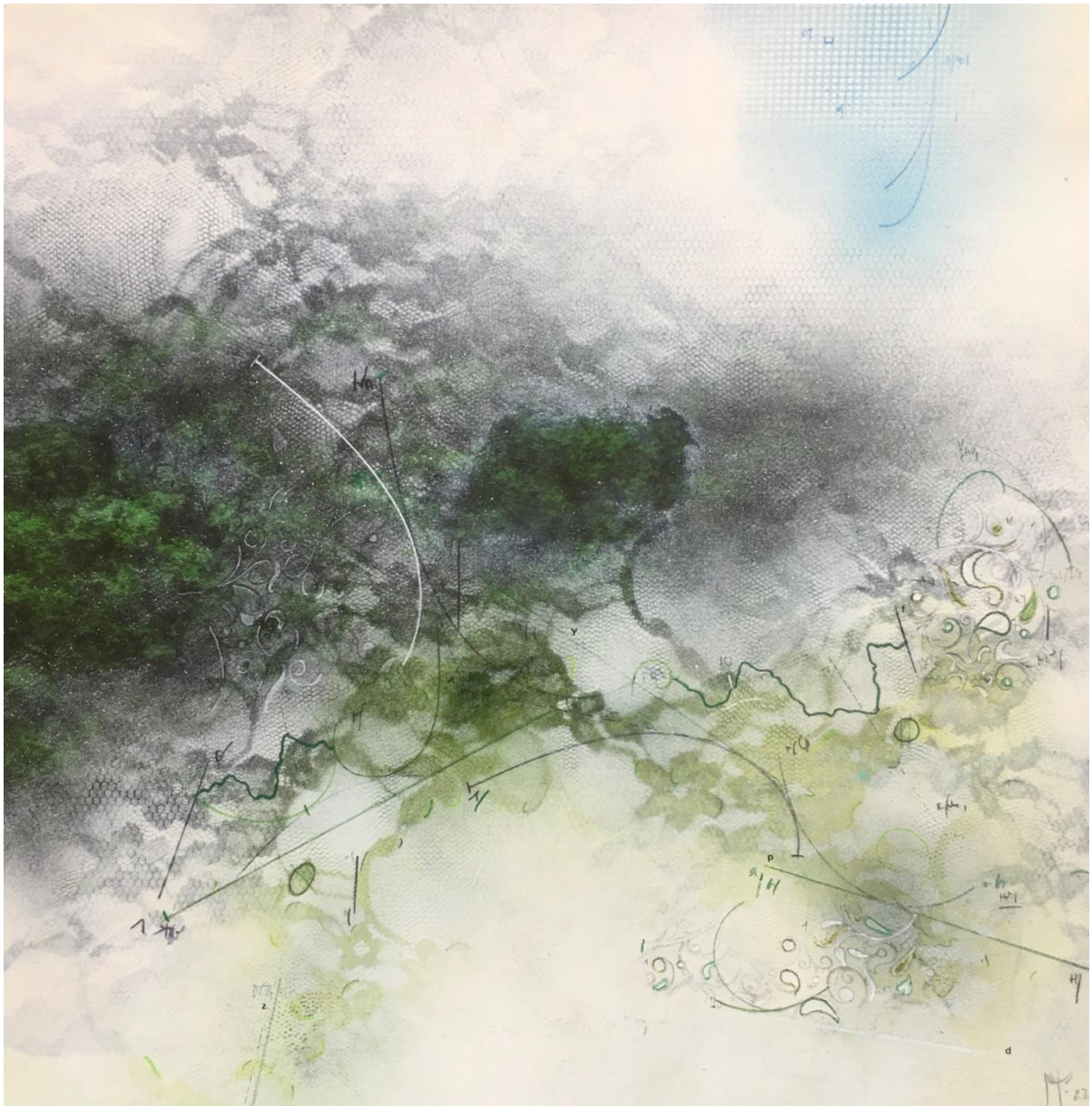
Nº 2

NOVIEMBRE 2022



SECCIÓN

ARTE BIONSPIRADO

**Imagen.**

Senderos en el Jardín. Pintura al esmalte sobre papel - 30 x 30 cm. Manu vb Tintoré, 2022.

SENDEROS EN EL JARDÍN

Con "SENDEROS EN EL JARDÍN", de la serie "Relatos de la intemperie", expongo el sublime placer que el hombre ha experimentado desde siempre al controlar la naturaleza, ese jardín de ensueño, ese espacio sagrado, nuestro "*templum*" territorial", en el interior del cual se encuentra concentrado y exaltado todo aquello que fuera del recinto se difumina y diluye en la entropía natural.

Paradigma del paraíso y metáfora de la relación entre el hombre y la naturaleza, el jardín se constituye como el límite, la frontera entre lo nuestro y esa intemperie ajena, lejana y extraña.

Considerándonos invencibles en nuestro jardín cada vez más amplio, complejo y sofisticado, (re)descubrimos con asombro que todo el orden que hemos creado no es otra cosa que más caos, que de nuevo nos encontramos confinados y a la vez expuestos, al descubierta y lejos de nuestra zona de confort. Confrontados de nuevo a lo dantesco de la naturaleza, a la intemperie envolvente. De aquí que busquemos desde nuestro individualismo el amparo en los otros, que tejamos relaciones y redes sociales con el único fin de alejarnos de "*la soledad negra e implacable del cielo desierto y estrellado*". (Fernando Pessoa, Libro del desasosiego, 1930)

Manu vb Tintoré

Artista plástico

NORMAS DE PUBLICACIÓN PARA LOS AUTORES PARTICIPANTES

Preparación de manuscritos

1. Los autores deberán enviar su manuscrito junto con un resumen de aprox. 100 palabras.
2. Los autores deberán incluir en sus capítulos entre 3 y 5 palabras clave, en orden alfabético.
3. Formato de Archivo del texto será el siguiente:
 - Documento de Word
 - Texto: *Times New Román 12*
 - Notas al pie: *Times New Román 10*
 - Interlineado: 1,5
4. La extensión de los artículos debe ser, máximo, de 10 páginas, si no se incluye imágenes y 13 páginas si incluyen imágenes. Las extensiones indicadas se refieren al artículo completo, incluyendo el resumen y también la bibliografía.
5. Es imprescindible introducir los números de página en su manuscrito.
6. **Subtítulos:** Times New Román, cuerpo 11, negrita, alineación izquierda. Si hay sub-subtítulos, colocarlos en Times New Román, cuerpo 11, itálica, alineación izquierda. Márgenes: margen superior e inferior de 2,5 cm., margen derecho a izquierdo de 3 cm. (predeterminado de Microsoft Word).
7. **Notas pie de página:** Para incluir información adicional que no se encuentra en el texto del artículo o para indicar la fuente de una cita o la referencia de una obra mencionada en el texto se emplearán notas a pie de página. **En ningún caso se admitirán notas al final del texto.** Dentro del texto se puede emplear el sistema de citación Harvard-APA.

El formato de hacer las referencias en el texto:

- Identificar adecuadamente todas las referencias a libros, monografías, artículos y a otras fuentes en el texto principal por el apellido del autor, año de publicación, y, en su caso, la paginación. Todos estos datos tendrán que presentarse entre paréntesis. Especificar las citas subsiguientes de la misma fuente de manera similar - no utilice *ibid*, *op. cit.* o *loc. cit.*
- Si el nombre del autor está en el texto, utilice solamente el año de publicación entre paréntesis: Lash (2001)
- Si el nombre del autor no está en el texto, incluir el nombre y el año de publicación separados por una coma dentro de los paréntesis del autor: (Bauman, 1999)

- La paginación con su correspondiente año: (Beck, 2002: 31-2)
- En el caso de doble autoría, indicar dos nombres; en el caso de tres o más utilizar "*et al.*": (Hardt and Negri (2000) and (Bennett *et al.*, 1986)
- Si hay más de una referencia al mismo autor y al año, diferenciar mediante el uso de las letras a, b, etc. junto al año de publicación: (Foucault, 1979a)
- Introducir dentro de un único par de paréntesis una serie de referencias bibliográficas separadas por punto y coma: (Bourdieu, 1984; Dimaggio, 1987; Lamont, 1988)

Formato de Referencias

Conformar alfabéticamente un listado de todas las entradas citadas en el texto o cualquier otro artículo referenciado para preparar el manuscrito por autor y año de publicación en una sección específica que se encuentre al final del artículo. Para escribir el formato de modo correcto, véanse los ejemplos a continuación:

- Pieterse, J.N. (1997) 'Multiculturalism and Museums: Discourse and Others in the Age of Globalization,' *Theory, Culture & Society* 14(4): 123-46.
- Kearney, R. (ed.) (1996) *Paul Ricoeur and the Hermeneutics of Action*. London: Sage.
- Harootunian, H. (2001) *Overcome by Modernity*. Princeton: Princeton University Press.
- Friedman, J. (1997) 'Global Crises, the Struggle for Cultural Identity and Intellectual Porkbarrelling', pp. 30-42 in P. Werbner and T. Modood (eds) *Debating Cultural Hybridity*. London: Zed Books.
- Travers, M. (1999) 'Qualitative Sociology and Social Class', *Sociological Research Online* 4(1), URL (consulted May 2004): <http://www.socresonline.org.uk/socresonline/4/1/travers.html>

Formato de las citas dentro del texto

Para las citas dentro del texto es preciso usar comillas simples en todas las ocasiones, a excepción de una cita dentro de una cita en cuyo caso debe ser colocado dentro de comillas dobles. Todas las citas de más de dos o tres frases deberán presentarse en un formato de párrafo con sangría sin uso de comillas invertidas.

Tablas, gráficos e imágenes

Las tablas, gráficos e imágenes (fotografías, dibujos, pinturas, etc.) deberán ir en el sitio del texto donde los autores desean que sean publicadas. Éstas deberán tener debajo su

correspondiente epígrafe aclaratorio y mención de la fuente (si es producción propia del autor, deberá ser aclarado). **Las imágenes deberán estar guardadas en formato JPG, TIFF o PNG con una resolución mínima de 300pp.**

INFORMACIÓN ADICIONAL

Enviar una **sola versión final** en lugar de múltiples versiones corregidas para evitar errores.

La fecha límite para el envío de resúmenes en castellano e inglés con sus respectivas palabras clave en orden alfabético el **15 de Septiembre**.

La fecha límite para el envío de artículos es el **15 de Octubre del 2022**.

IMPORTANTE: Los artículos deberán ser enviados al **COORDINACIÓN GENERAL:** siguiente correo electrónico: Javier Collado Ruano & Hernando Bernal Zamudio.



VOLUMEN 2- REVISTA DE BIOMÍMESIS

TRANSDISCIPLINARIEDAD EN ARMONIA CON LA NATURALEZA

Red Internacional, Interuniversitaria e Interinstitucional de estudios sobre Biomimesis

RI3BIOMIMICRY NETWORK

