

¿SE PUEDE MEDIR EL CONTENIDO DE NATURALEZA EN LAS CIUDADES?

JULIÁN EQUIHUA BENÍTEZ¹ Y GRISELDA BENÍTEZ BADILLO²

¹Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ

²Red Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

ANTECEDENTES

La expansión urbana ha causado la degradación y pérdida de la cobertura vegetal. Ha fragmentado el hábitat y producido nuevos paisajes resultado de la interacción con los ecosistemas locales (Dobbs et al., 2017). Estos cambios naturalmente modifican la provisión de bienes y servicios ecosistémicos que la sociedad recibe. El medio natural influye directamente en la estructura y organización del espacio físico en el que se localizan las ciudades, y su permanencia influye en el grado de satisfacción que sienten los habitantes de su entorno en la ciudad. Las áreas con vegetación en las ciudades son elementos de la infraestructura urbana que están recibiendo creciente atención por su potencial para proporcionar confort y bienestar a los ciudadanos. Hay evidencias que muestran que mantener una relación cercana con la naturaleza es esencial para la salud y el bienestar humano (Marques et al., 2020). El crecimiento urbano y la constante densificación de muchas ciudades desafían la existencia de elementos ecosistémicos en su interior e incluso en los alrededores.

El concepto actual de *servicio ecosistémico* es importante por brindar un marco de referencia para analizar el actuar de las personas sobre su entorno y al reconocer el valor de la naturaleza para priorizar opciones de gestión (Grêt-Regamey et al., 2017). Este concepto es también central en las propuestas que impulsan la renaturalización de las ciudades. Una de las características que definen a las ciudades es su condición como espacio que contribuye al desarrollo de los habitantes y de la sociedad, desde hace mucho tiempo, quizás sobresaliendo el siglo XIX en torno a los espacios verdes para el disfrute de sus habitantes en Europa.

Pero recientemente la presencia de “espacios verdes” se ha considerado como un distintivo de una buena gestión del diseño urbanístico y hasta como una forma de propiciar la prosperidad económica (quizás también como su reflejo). Disponer de datos sobre los mecanismos de retroalimentación entre las decisiones humanas y la condición ecológica en los “ecosistemas urbanizados” es entonces de gran valor (Alberti, 2010).



FIGURA 1. Plaza de la Patria en Aguascalientes, Aguascalientes.

Si bien desde hace mucho tiempo se ha valorado el papel de los espacios verdes en la salud de los ciudadanos, en tiempos recientes y bajo la amenaza del cambio climático, el tema ha tomado un mayor interés. Cada vez se comprende mejor que el contacto con los elementos ecosistémicos naturales ayuda a reducir el estrés (orgánico y psicológico) asociado con la vida urbana. Así, el urbanismo actual se preocupa por incorporar los beneficios ecológicos en la dinámica ciudadana y concibe la necesidad de fomentar actitudes que acerquen a las personas a la naturaleza y las estimule así a desarrollar actitudes de protección del medio ambiente que los beneficia.

INTEGRIDAD ECOSISTÉMICA EN LAS CIUDADES

En este contexto surge la necesidad de determinar si un ecosistema tiene integridad como una forma de estimar si es capaz de mantener su estructura y funcionamiento en el marco de las condiciones ambientales siempre cambiantes por causas naturales o antrópicas (Kay, 1991). Este estado se refiere a ecosistemas que normalmente son denominados de una forma más operativa *naturales*, pero en las ciudades la percepción necesariamente es diferente. Desde luego se beneficia de apreciar que los ecosistemas naturales son entidades dinámicas, fluidas, que pueden describirse a lo largo de gradientes continuos de cambio en su condición, sobre todo por efecto de la alteración humana. Estos cambios conviene referirlos a la condición natural, considerando que en las ciudades, a pesar de todo, subsiste algo de lo natural. Por lo tanto, puede tener interés conocer *el estado del ecosistema* aún en el entorno urbano. La urbanización es una de las alteraciones ambientales más extremas así que cabe la pregunta ¿es posible medirla en su contexto o debemos asumir simplemente que es cero? En el interés de saber más al respecto y acercarse a una respuesta se desarrolló un estudio en el proyecto llamado Integralidad Gamma para explorar estas ideas en varias ciudades. Aquí comentaremos el caso de Aguascalientes, Ags., y presentaremos a continuación algunos de los resultados obtenidos.

ESTIMACIÓN DE LA INTEGRIDAD ECOSISTÉMICA URBANA

Para ello primero se recopiló y sistematizó la información disponible de diversas fuentes públicas sobre la ciudad de Aguascalientes, Ags. Los mapas generados fueron: Vegetación (incluidas las áreas verdes, los espacios públicos etc.), temperatura, contaminación del aire y pendientes, diversos tipos de áreas verdes, espacios públicos, etc. Se aplicó la idea de que los usos conocidos del espacio influyen directamente sobre el grado de integridad presente. Se supuso que también es influida por la conectividad que pueda tener un pixel con otros pixeles en donde se encuentren elementos ecosistémicos naturales. Para el cálculo del índice de integridad ecosistémica urbana se utilizaron datos de MAD-MEX (por sus siglas en inglés Monitoring Activity Data for Mexico, es decir detección del cambio en la cobertura del terreno mediante sensores satelitales) para Aguascalientes, Ags. El modelo supone que el estado observable de las variables relacionados con la de-

tección de signos observables depende de la condición en la que se encuentre el sistema, lo que se identifica con el valor del Índice de Integridad Ecosistémica. Se consideró que el grado de integridad induce una respuesta detectable mediante sensores remotos y presencia de biota. Para analizar el grado de influencia ecosistémica dentro de la traza urbana se diseñó un modelo en forma de red bayesiana (Figura 2). El concepto usado fue una variante del modelo de tres capas que se ha desarrollado como implementación del concepto de integridad ecosistémica en el proyecto general Integralidad Gamma (véase el Ecoblog: Año 2020, número II. Biodiversidad e integridad ecosistémica).

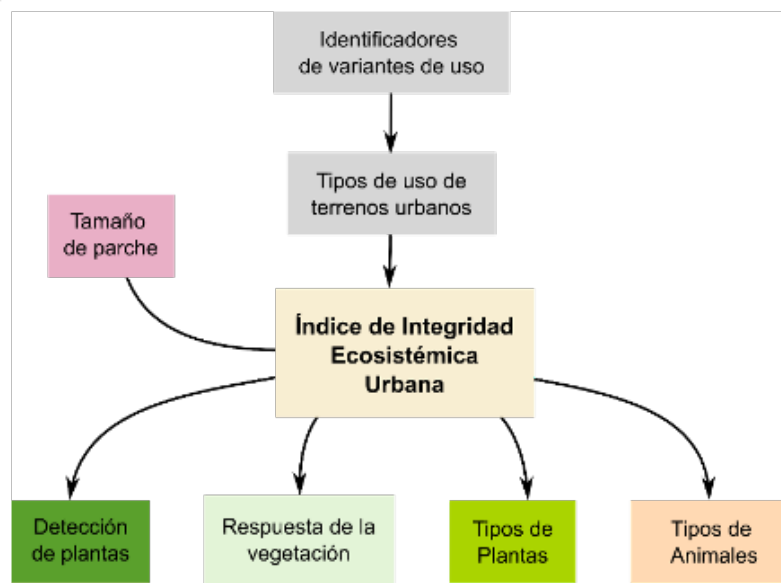


FIGURA 2. Relaciones de influencia entre los tipos de variables y el Índice de Integridad Ecosistémica Urbana.

La Figura 3 permite apreciar la distribución de los valores de Integridad Ecosistémica Urbana para la ciudad de Aguascalientes. Encontramos que la gran mayoría de la ciudad muestra valores de Integridad por debajo del 30% por lo que se puede concluir que Aguascalientes, a grandes rasgos, es una ciudad con baja Integridad. Por supuesto esto está muy relacionado con que la ciudad y su vecindad muestra una muy baja ocurrencia de vegetación. El análisis de sensibilidad sugiere que las variables más influyentes para predecir Integridad Ecosistémica Urbana para el caso son las capas de uso urbano, el verdor del suelo se calcula con el Índice de vegetación de diferencia normalizada, conocido como NDVI por sus siglas en inglés. Es un índice que estima la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación, se mide por medio de sensores remotos la intensidad de la radiación de ciertas ban-

das del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja), en época de lluvias seguido por el de secas. Fue interesante encontrar que los datos de biota más sugerentes son las plantas exóticas y animales dependientes de la presencia humana, quizás por la frecuencia de registro, que dan cuenta de una integridad baja. Puede apreciarse que el modelo permite caracterizar con bastante sensibilidad el efecto de la influencia humana sobre la presencia de los remanentes de naturaleza en la traza urbana y su periferia, y de esta manera se ofrece la posibilidad de implementarlo como parte de un sistema de monitoreo de la “condición ecosistémica” de la ciudad y posiblemente usarlo como una base para el “retorno” a ciertas condiciones ambientales naturales y contribuir a mejorar la salud de los ciudadanos. Las ciudades son una condición ecológica límite, pero son también uno de los espacios que más demandan servicios ecosistémicos. Fuente de ellos son los remanentes de naturaleza y espacios verdes construidos. Para gestionar mejor las condiciones de estos aportes de naturaleza se puede recurrir al uso del índice de integridad ecosistémica que mostramos. Con él se facilitarían y favorecería el diseño y operación de políticas de naturalización en las ciudades.

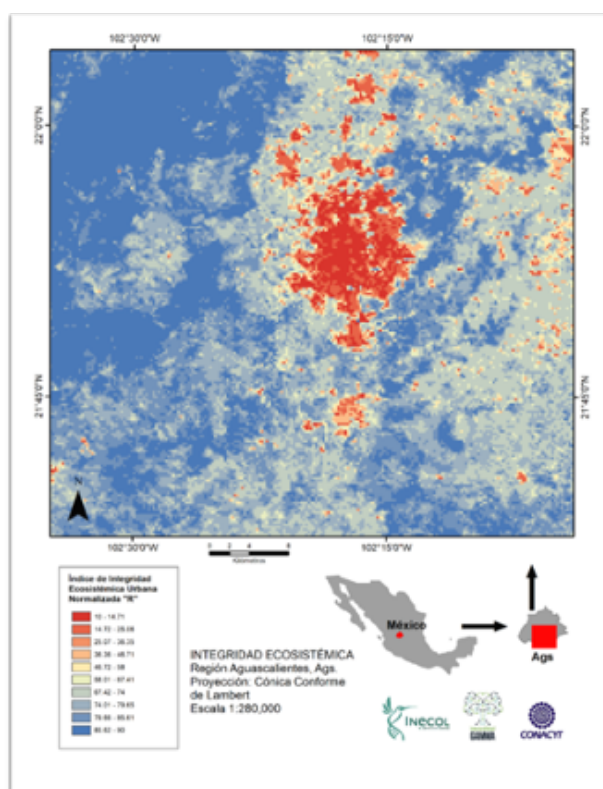


FIGURA 3. Estimación del índice de integridad ecosistémica para la ciudad de Aguascalientes, Ags. pixeles 250m.

REFERENCIAS

- Alberti, M. 2010. Maintaining ecological integrity and sustaining ecosystem function in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2010, 2:178–184
- Dobbs, C., Nitschke, C., Kendal, D. 2017. Assessing the drivers shaping global patterns of urban vegetation landscape structure, *Science of The Total Environment*, Volume 592, 2017, Pages 171-177, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.058>.
- Grêt-Regamey, A., Sirén, S., Brunner, E. H., Weibel, B. 2017. Review of decision support tools to operationalize the ecosystem services concept. *Ecosystem Services* 26, 306-315 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.012>
- Kay, J.J. 1991. A nonequilibrium thermodynamic for discussion ecosystem integrity. *Environmental Management* 15:483-495
- Marques, B. McIntosh, J., Chanse, V. (2020): Improving Community Health and Wellbeing through Multi-functional Green Infrastructure in Cities Undergoing Densification. Open Access Victoria University of Wellington | Te Herenga Waka. Journal contribution. <https://doi.org/10.26686/wgtn.13270871.v>

RESEÑA DE LOS AUTORES



Julián Equihua Benítez es matemático aplicado del ITAM y Geomático del Centro GEO. Interesado en la aplicación de la ciencia de datos a problemas ecológicos de gran escala (landscape ecology, biogeography, macrosystems biology). Ha trabajado principalmente en desarrollar algoritmos de detección de cambios con base en imágenes satelitales, en flujos de trabajo para generar cartografía de parámetros estructurales de la vegetación de México y en la estimación de la integridad de sus ecosistemas en la CONABIO. Actualmente estudia el Doctorado en Inteligencia artificial para optimización de toma de decisiones en ecología, en el departamento

de “Ecología Computacional del Paisaje” de la unidad de Investigación sobre “Ecosistemas del Futuro” del “Centro Helmholtz para la Investigación Ambiental” – UFZ, en Leipzig, Alemania.

Contacto: julian.equihua@ufz.de



Griselda Benítez Badillo es bióloga de la Facultad de Ciencias de la UNAM, Maestría en la Universidad de York, Inglaterra y el Doctorado en Agroecosistemas Tropicales por el COLPOS. Botánica de formación, actualmente está enfocada al entendimiento de la dinámica de cambio ambiental, particularmente la pérdida de la cobertura vegetal en las ciudades atribuidos a la urbanización. Tiene 69 Proyectos de Gestión Ambiental para entidades gubernamentales federales y locales, en los que la filosofía fue generar y aplicar conocimiento para propiciar la gestión ambiental sus-

tentable y orientar proyectos de aprovechamiento de los recursos naturales con una perspectiva de conservación de la biodiversidad y de los valores ambientales del país. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores Nivel I.

Contacto: griselda.benitez@inecol.mx