

PREPRINT: Educar en tiempos de cambio climático para la resiliencia humana y la regeneración ambiental

PREPRINT: Educate in times of climate change for human resilience and environmental regeneration

PREPRINT: Educar em tempos de mudança climática para a resiliência humana e regeneração ambiental

José de Jesús Núñez-Rodríguez
Universidad de Santander
Cúcuta, Colombia
Grupo de Investigación FENIX
jo.nunez@mail.udes.edu.co
<http://orcid.org/0000-0002-4120-0215>

Julio César Carvajal-Rodríguez
Universidad de Santander
Cúcuta, Colombia
Grupo de Investigación FENIX
departamentodeeducacion@cucuta.udes.edu.co
<http://orcid.org/0000-0003-4517-8817>

Resumen: En este artículo de reflexión se abordan la resiliencia humana y la regeneración ambiental en la formación de la población para la adaptación y mitigación de los efectos negativos del cambio climático. El objetivo del mismo es poner a disposición de los educadores las implicaciones de estos constructos en el comportamiento de las sociedades, en los escenarios del clima futuro, y la urgente necesidad de su valoración en las aulas de clase. El ensayo se ha construido a partir de la revisión acuciosa de bibliografía actualizada disponible en revistas indexadas

PREPRINT: Educar en tiempos de cambio climático para la resiliencia humana y la regeneración ambiental

y en documentos de organizaciones internacionales y su posterior contextualización pedagógica. El análisis realizado permite afirmar que la escuela debe potenciar en sus estudiantes los procesos cognitivos, emocionales y actitudinales relacionados con la resiliencia para persistir en ambientes inciertos, vulnerables y complejos, como efecto de la acción indiscriminada de eventos extremos de temperaturas (olas de calor y frío) y precipitaciones (sequías e inundaciones). Asimismo, la educación debe formar a las futuras sociedades para emprender procesos de regeneración ambiental que reconstruyan los tejidos rotos de la naturaleza, como mecanismo para mitigar y resarcir los daños antrópicos. En estos escenarios pedagógicos la escuela es la institución de primer orden para formar a los ciudadanos que habitarán un planeta con condiciones ambientales y recursos naturales aún desconocidos para el hombre de hoy.

Palabras claves: Cambio climático; educación; regeneración ambiental; resiliencia ambiental.

Abstract: This article deals with human resilience and environmental regeneration in training the population to adapt to and mitigate the negative effects of climate change. The objective is to make available to educators the implications of these constructs in the behaviour of societies, in future climate scenarios, and the urgent need for their assessment in classrooms. The essay has been constructed from the thorough review of updated bibliography available in indexed journals and in documents of international organizations and its subsequent pedagogical contextualization. The analysis carried out allows us to affirm that the school must strengthen in its students the cognitive, emotional and attitudinal processes related

to resilience in order to persist in uncertain, vulnerable and complex environments, as an effect of the indiscriminate action of extreme events of temperatures (heat and cold waves) and precipitations (droughts and floods). Likewise, education must train future societies to undertake environmental regeneration processes that reconstruct the broken tissues of nature, as a mechanism to mitigate and compensate for anthropogenic damage. In these pedagogical scenarios the school is the first order institution to train citizens who will inhabit a planet with environmental conditions and natural resources still unknown to man today.

Keywords: Climate change; education; environmental regeneration; environmental resilience.

Resumo: Este artigo trata da resiliência humana e da regeneração ambiental na formação da população para se adaptar e mitigar os efeitos negativos das alterações climáticas. O objetivo é disponibilizar aos educadores as implicações desses construtos no comportamento das sociedades, em cenários climáticos futuros, e a necessidade urgente de sua avaliação nas salas de aula. O ensaio foi construído a partir da profunda revisão da bibliografia atualizada disponível em periódicos indexados e em documentos de organizações internacionais e sua posterior contextualização pedagógica. A análise realizada permite-nos afirmar que a escola deve fortalecer em seus alunos os processos cognitivos, emocionais e atitudinais relacionados com a resiliência, a fim de persistir em ambientes incertos, vulneráveis e complexos, como um efeito da ação indiscriminada de eventos extremos de temperaturas (ondas de calor e frio) e precipitações (secas e inundações). Da mesma forma, a educação deve capacitar as futuras sociedades a

empreender processos de regeneração ambiental que reconstruam os tecidos quebrados da natureza, como mecanismo para mitigar e compensar os danos antropogênicos. Nestes cenários pedagógicos, a escola é a instituição de primeira ordem para formar cidadãos que habitarão um planeta com condições ambientais e recursos naturais ainda hoje desconhecidos do homem.

Palavras-chave: Mudança climática; educação; regeneração ambiental; resiliência ambiental.

Introducción

¿Está preparada la escuela para enseñar a los niños y jóvenes a sobrevivir en un planeta más caliente? ¿El currículo educativo dispone de los dispositivos teórico-prácticos para incorporar la resiliencia humana ante los embates de los eventos climáticos extremos? ¿Se está enseñando a las nuevas generaciones a reconstruir los daños ambientales derivados por los modelos de desarrollo moderno? Estas interrogantes generan este ensayo como una necesaria reflexión sobre el papel de la escuela, y de los educadores, en la formación de las generaciones del cambio climático.

La ciencia climática ha venido aportando suficiente evidencia científica sobre las tendencias del calentamiento global por la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera ([National Research Council of The National, 2012](#)) y diariamente la realidad mediática presenta preocupantes episodios generados por las olas de calor y frío, inundaciones, sequías, hambre, enfermedades, derretimiento de los casquetes polares, sismos, huracanes,

PREPRINT: Educar en tiempos de cambio climático para la resiliencia humana y la regeneración ambiental

extinción y migración de especies, entre ellos los hombres ([The Internal Displacement Monitoring Centre \(IDMC\), 2018](#)). Es una realidad que muestra la fragilidad de la especie humana ante la fuerza destructiva de los fenómenos naturales.

Hasta ahora la escuela en su organización y funcionamiento no ha asumido la gravedad de los escenarios que ya se hacen presentes por los efectos del cambio climático. Las acciones desarrolladas generalmente se enmarcan en actividades teóricas o prácticas, repetitivas y superficiales, referidas a la educación ambiental, dejando de lado las amenazas y riesgos que comienzan a sufrir grandes contingentes de seres humanos por las variaciones climáticas de sus territorios.

En este ensayo se desarrollan los conceptos de resiliencia humana y regeneración ambiental como nuevos constructos, útiles para educar a las generaciones del cambio climático, en un desafío por formar las capacidades de resiliencia cognitiva, emocional y actitudinal necesarias para soportar y adaptarse a altas temperaturas, migraciones humanas, cambios en la biodiversidad de los ecosistemas, eventos de lluvia y calor extremos, es decir una transformación gradual en sus condiciones climáticas, naturales y productivas hasta ahora conocidas. El otro concepto desarrollado se relaciona con la regeneración ambiental y constituye una de las soluciones a la crisis ambiental y que amerita la formación cabal de las nuevas generaciones de revertir los comportamientos de destrucción de los recursos de la biosfera y su compromiso ético y existencial por la recuperación de los tejidos naturales, sociales y culturales que a la larga contribuirá significativamente con la mitigación de los impactos negativos del cambio climático.

En este desafío la escuela ocupa un sitio central al ser la institución históricamente mediadora de los saberes al apoderarse y empoderar a sus estudiantes de teorías y buenas prácticas de las ciencias climáticas para formar a los ciudadanos para sobrevivir resilientemente en un planeta más caliente y en asumir la ineludible tarea de la regeneración ambiental de sus territorios.

La resiliencia humana

Partimos de la premisa que el homo sapiens a través de su historia evolutiva ha superado enormes obstáculos existenciales ([Harari, 2015](#)), y aunque éstos han mermado la población, al mismo tiempo han permitido transformaciones y adaptaciones a nuevas condiciones ecológicas, sociales y tecnológicas. Ejemplo de ello son las trágicas penurias vividas por hambrunas, epidemias, guerras, sequías e inundaciones durante distintos períodos de la historia humana, y superadas como producto de evoluciones y adaptaciones continuas, generando una gran capacidad de resiliencia socio ecológicas ante situaciones adversas ([Daza y Figueroa, 2014](#)). La resiliencia acompaña al hombre durante todo el período de su vida al convertirse en una propiedad amortiguadora, tipo buffer o tampón, que impulsa a la adaptación fisiológica, cognitiva y organizacional a entornos cambiantes, situaciones imprevistas, adversas y muchas veces traumáticas de los estresores ambientales ([García-Vesga y Domínguez-de la Ossa, 2013](#)).

El concepto de resiliencia se origina del análisis de sistemas complejos en la Ecología para describir la permanencia de los ecosistemas para mantenerse en una condición particular ante perturbaciones y es aplicado hoy en día para estudiar la capacidad de los sistemas de absorber las presiones externas al mismo tiempo que

se reorganizan internamente y cambian sin perder la función, estructura, identidad y retroalimentación (Seekell et al., 2017), propios de sistemas autopoieticos para reproducirse y mantenerse por sí mismos en diferentes estados de equilibrios dinámicos (Maturana, 1995) y en variados espacios y escalas temporales (Downes et al., 2013).

Esa misma capacidad resiliente es inherente a la recuperación ecológica dentro de la cual los organismos vivos, desde los niveles inferiores hasta los más evolucionados, responden favorablemente a estímulos de ambientes cambiantes y adversos trasladando sus equilibrios ecológicos (homeostasis) en un período suficiente de tiempo para la recolonización o invasión posterior a una catástrofe ecológica (De la Vega y Schilman, 2015) a nuevas zonas de desarrollo, proceso que deja en el camino a especies con poca capacidad de adaptación y privilegia a aquellas capaces de prosperar fuera sus dominios básicos de supervivencia (Darwin, 1859).

Por consiguiente, en un escenario de cambio climático extremo las transformaciones genéticas y fenotípicas sucesivas de adaptación y acomodación de las especies a nuevas condiciones medioambientales generarán innovaciones a lo que hoy conocemos de la biodiversidad de nuestros ecosistemas, pero seguramente tendremos reservas bióticas para el disfrute y satisfacción de las necesidades humanas, a menos que de continuar nuestra conducta como especie suicida (Valledor, 1999) terminemos acabando con el planeta, o que hayamos ya entrado en la temida fase de viaje inercial, sin retorno, por la superación de las condiciones de autocontrol de la biosfera previstos en la COP21 (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2019).

El educador en tiempos de cambio climático debe cultivar su propia resiliencia y estudiar rigurosamente la resiliencia y sostenibilidad de las poblaciones humanas y ecológicas a largo plazo (Seekell et al., 2017) para comprender las transformaciones por ocurrir en los escenarios del clima del futuro. Su acción debe ser mediadora en coadyuvar a la resiliencia de los núcleos humanos en su proceso de adaptación a nuevas zonas de vida, entendiendo que los incrementos de temperaturas y las variaciones de la precipitación presionarán a los humanos a movilizaciones territoriales internas y externas (Organización Internacional de Migraciones -OIM- 2014), lucha por los recursos disponibles, cambios en sus sistemas productivos y enormes niveles de stress fisiológico (Wilhelmi y Hayden, 2010). Lo anterior requiere la formación de nuevos hombres con capacidades integrales para desarrollar las resiliencias cognitivas (saber de adaptación a ambientes cambiantes) y emocionales (manejo del comportamiento en ambientes alterados), para sobrevivir en escenarios con incrementos de temperaturas hasta de 4 °C (Kammen, 2013) en las próximas décadas.

La regeneración ambiental

La regeneración es un concepto que emerge del campo de la medicina regenerativa (Smith y X Ma, 2010) y tiene como tarea cosechar o crear tejidos para trasplantes que permitan remplazar los tejidos o células dañadas. En el campo del conocimiento ambiental es un constructo importante para reconstruir los tejidos destruidos históricamente en los ecosistemas mediante un cambio de paradigma del desarrollo, y de posturas del hombre frente a la naturaleza, visto dentro de este marco como un desarrollo regenerativo.

La génesis del desarrollo regenerativo se ubica en los años noventa del siglo pasado con [Lyle \(1994, citado por Balboa y Domínguez, 2014\)](#) quien plantea que “cualquier sistema partiendo de la agricultura se puede organizar de forma regenerativa, emulando el funcionamiento de los ecosistemas, donde los productos se crean e interaccionan naturalmente sin producir residuos” (p.83), y los daños o anomalías son *curados* por continuas regeneraciones de los organismos bióticos que forman parte del sistema en sus procesos continuos de evolución y adaptación autopoeítica ([Maturana y Varela, 2009](#)).

Su aplicación en las ciencias sociales es pertinente por la urgente prioridad de la educación de fortalecer una cultura de la vida, desde el aula de clase, al formar agentes activos que puedan regenerar los tejidos ambientales, sociales y culturales direccionados a reconciliarse con la *Pachamama* al asumir un mayor protagonismo en los procesos regenerativos del corpus planetario, lo que significa que el reto de una educación no sería otro que generar nuevas narrativas a incorporar en los currículos, y volver a lo que los filósofos naturalistas Griegos plantearon como una mirada contemplativa a la naturaleza, o una naturaleza sin perturbaciones, es nuestra mejor fuente para comprender cómo funcionan los procesos naturales.

Frente a los enormes desafíos que plantea el cambio climático se encuentra la protección y conservación en su estado natural de las áreas vitales para el equilibrio ambiental; tarea en la que la educación debe reconstruir y revalorizar los imaginarios culturales locales dándoles una nueva resignificación para construir un ecosistema humano que incorpore, respetuosamente, los deseos y las necesidades humanas en los patrones de la naturaleza, en los flujos de energía y de materiales y en los procesos de cambio medioambiental que contribuyan significativamente a minimizar la incertidumbre climática, potenciar las resiliencias ambientales y

humanas, y al mismo tiempo, ir zurciendo las heridas causadas por siglos de destrucción de los ecosistemas.

Las universidades, y la educación en general, deben generar narrativas innovadoras que apalanquen una nueva sostenibilidad (Sonetti et al., 2019) al formar a las nuevas generaciones de humanos en competencias cognitivas (reconstrucción ambiental), axiológicas (valores, actitudes y comportamientos hacia la consolidación de sociedades regenerativas), del saber hacer (habilidades para la reconstrucción ambiental) y del convivir (disfrute armónico del medio ambiente), en la que los profesionales sean actores activos que participen en la gobernanza voluntaria de las cuestiones de la sostenibilidad como componentes claves en la corregulación de las relaciones de la sociedad con su entorno ambiental, tal como lo prevé las Naciones Unidas en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (D'Amato et al., 2019).

En definitiva, a la educación corresponde impactar sobre la escuela y la familia en la tarea de empoderar la regeneración ambiental -y cultural- de los territorios para producir los bienes y servicios necesarios mediante el uso armónico y equilibrado de los recursos ecosistémicos que permitan la construcción de sinergias sostenibles entre los componentes de las comunidades vivas. Es interesante resaltar que las interacciones familiares dan forma al paisaje rural-urbano y éstas, a su vez, tienen una relación con motivaciones e imaginarios que lo impactan positiva o negativamente (De Graa, 2018), generando como residuos diferentes perturbaciones, pérdidas en diversidad e incrementos en la fragmentación del hábitat al afectar las características funcionales de su entorno.

La educación tiene el desafío de fortalecer lo social, como un vínculo necesario para la vida comunitaria, donde se compartan conocimientos, experiencias, valores y tradiciones dando significado e identidad a estos términos; lo cultural, al reconstruir y revalorizar los saberes históricos de las comunidades para la consolidación de las cosmovisiones e imaginarios que sientan las bases de las esencias raigales del hombre y; lo ambiental, como el soporte de la vida de las especies y garantía del flujo de energía que garantiza la sostenibilidad y el equilibrio térmico de la biosfera, especialmente en estos momentos de altísima incertidumbre climática.

Consideraciones finales

Una escuela inteligente climáticamente es una institución que debe estar a la vanguardia de los adelantos científicos para incorporar en sus procesos educativos y organizacionales los conceptos, teorías y prácticas para formar a la generación del cambio climático. La resiliencia humana y la regeneración ambiental son dos constructos, entre muchos, útiles para formar a la sociedad a sobrevivir en un planeta más caliente, y perturbado en sus procesos de equilibrio natural, y para emprender las acciones necesarias de regeneración ambiental que recupere los tejidos de la biosfera destruidos por las acciones entrópicas de los modelos de desarrollo implementados.

Referencias

Balboa, C.H. y Domínguez, M. (mayo, 2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3, *Informador técnico*, 78(1), 82-90. doi: <https://doi.org/10.23850/22565035.71>

D'Amato, D., Korhonen, J. y Toppinen, A. (abril, 2019). Circular, Green, and Bio Economy: How Do Companies in Land-Use Intensive Sectors Align with Sustainability Concepts? [Circular, Verde y Bio Economía: ¿Cómo se alinean las empresas de los sectores de uso intensivo de la tierra con los conceptos de sostenibilidad?] *Ecological Economics*, 158, 116-133. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.026>

Darwin, C. (1859). *El origen de las especies*. Recuperado de <https://www.rebelion.org/docs/81666.pdf>

Daza, S.J. y Figueroa, A. (julio-diciembre, 2014). Factores que determinan la resiliencia socio-ecológica para la alta montaña andina. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 13(25), 45-55, ISSN 1692-3324. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v13n25/v13n25a04.pdf>

De Graa, E. A. (septiembre, 2018). Daily urban systems explained from the household perspective: an exploratory research on how the spatial interactions of the individual households shape the structure of daily urban systems [Sistemas urbanos cotidianos explicados desde la perspectiva de los hogares: una investigación exploratoria sobre cómo las interacciones espaciales de los hogares individuales conforman la estructura de los

sistemas urbanos cotidianos] *European Planning Studies*, 27(3), 1-20. doi: <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1524454>

De la Vega, G.J. y Schilman, P.E. (diciembre, 2015). La importancia de la fisiología en la distribución geográfica de los insectos. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 74(3-4), 101-108. Recuperado de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/19498/CONICET_Digital_Nro.23627.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Downes, B.J., Miller, F., Barnett, J., Glaister, A. y Ellemor, H. (marzo, 2013). How do we know about resilience? An analysis of empirical research on resilience, and implications for interdisciplinary praxis [¿Cómo sabemos sobre la resiliencia? Un análisis de la investigación empírica sobre la resiliencia, y las implicaciones para la práctica interdisciplinaria], *Environmental Research Letters*, 8(1), 1-9. <https://10.1088/1748-9326/8/1/014041>

García-Vesga, M.C. y Domínguez-de la Ossa, E. (enero-junio, 2013). Desarrollo teórico de la resiliencia y su aplicación en situaciones adversas: una revisión analítica, *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 11(1), 63-77. <https://www.redalyc.org/pdf/773/77325885001.pdf>

Harari, Y.N. (2015). *Sapiens, de animales a dioses: una breve historia de la humanidad*. Debate.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). *Special report warming of 1,5 °C-IPCC [Informe especial de calentamiento de 1,5 °C- IPCC]*. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/sr15/>

PREPRINT: Educar en tiempos de cambio climático para la resiliencia humana y la regeneración ambiental

Kammen, D.M. (marzo, 2013). Complexity and interdisciplinary approaches to environmental research [Complejidad y enfoques interdisciplinarios de la investigación ambiental], *Environ. Res.* 8(1), 1-4. doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/010201>

Maturana, H. y Varela, F. (2009). *El árbol del conocimiento: bases biológicas del conocimiento humano*, 19ª edición, 3ª reimpresión. Santiago de Chile: Universitaria.

Maturana, H. (1995). *La realidad: ¿objetiva o construida? fundamentos biológicos de la realidad*. Recuperado de <http://cc-catalogo.org/site/pdf/Maturana-Humberto.-La-Realidad-Objetiva-O-Construida.pdf>

National Research Council of The National (2012). *Climate Change. Evidence, Impacts and Choices*. The National Academies Press. US. doi: <https://10.17226/14673>

Organización Internacional para las Migraciones (OIM). (2014). *Migración, Medio Ambiente y Cambio Climático: Datos Empíricos para la Formulación de Políticas (MECLEP)- Glosario*. https://publications.iom.int/system/files/pdf/meclep_glossary_sp.pdf

Seekell, D., Carr, J., Dell'Angelo, J., D'Odorico, P., Fader, M., Gephart, J., Kummu, M., Magliocca, N., Porkka, M. y Puma, M. (febrero, 2017). Resilience in the

global food system [Resiliencia en el sistema alimentario mundial]. *Environ. Res. Lett.*, 12(2), 1-11. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5730>

Smith, I.O. y X Ma, P. (febrero, 2010). Cell and biomolecule delivery for regenerative medicine [Entrega de células y biomoléculas para la medicina regenerativa] *Science and Technology of Advanced Materials*, 11(1). doi: <https://doi.org/10.1088/1468-6996/11/1/014102>

Sonetti, G., Brown, M. y Naboni, E. (enero, 2019). About the Triggering of UN Sustainable Development. Goals and Regenerative Sustainability in Higher [Sobre el desencadenamiento del desarrollo sostenible de las Naciones Unidas. Metas y sostenibilidad regenerativa en el sector superior] *Sustainability*, 11(1), 254. doi: <https://doi:10.3390/su11010254>

The Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC). (2018). *Global Report on Internal Displacement [Informe mundial sobre el desplazamiento interno]* Recuperado de <https://www.internal-displacement.org/global-report/grid2018/>

Valledor, Arturo. (1999). *La especie suicida: el peligroso rumbo de la humanidad*. Díaz de Santos.

Wilhelmi, O.V. y Hayden, M.H. (marzo, 2010). Connecting people and place: a new framework for reducing urban vulnerability to extreme heat [Conectando personas y lugares: un nuevo marco para reducir la vulnerabilidad urbana al calor extremo] *Environ. Res. Lett.*, 5(1), 1-8. <https://10.1088/1748-9326/5/1/014021>

Disponible en línea / Available online / Disponível online: 2020-06-20

Versión: v1-2020-06-15

Las personas autoras han autorizado la publicación de este preprint bajo Licencia Creative Commons BY-NC-ND
Esta versión del artículo no ha sido arbitrada.

Preprint Preprint Preprint

PREPRINT: Educar en tiempos de cambio climático para la resiliencia humana y la regeneración ambiental