

PREPRINT: Educación para el cambio climático: ¿Por qué formar para afrontar la incertidumbre, vulnerabilidad y complejidad ambiental?

PREPRINT: Climate change education: Why train to cope with environmental uncertainty, vulnerability and complexity?

PREPRINT: Educação sobre mudanças climáticas: Por que treinar para lidar com a incerteza ambiental, vulnerabilidade e complexidade?

Jesús Núñez
Universidad de Santander
Cúcuta, Colombia
Jo.nunez@mail.udes.edu.co
<http://orcid.org/0000-0002-4120-0215>

Resumen: Este ensayo pone en discusión los conceptos de incertidumbre, vulnerabilidad y complejidad ambiental en los escenarios del cambio climático presente y futuro y el imprescindible rol de la escuela en formar ciudadanos con capacidades para su mitigación y adaptación. Pensando en los riesgos para la especie humana y en la apuesta en la educación, este artículo está dirigido a los educadores, y a sus alumnos, para incorporar nuevos constructos en las competencias cognitivas, axiológicas y procedimentales como herramientas útiles para sobrevivir en ambientes vulnerables, complejos y e inciertos. La metodología en la construcción del ensayo se basó en la revisión de los conceptos analizados en los estudios desarrollados por los organismos internacionales relacionados con la ciencia climática, en investigadores que reportan evidencias en revistas indexadas y su posterior valoración de aplicación en los procesos educativos. Como una síntesis de la discusión realizada se concluye la preocupante exposición de las

PREPRINT: Educación para el cambio climático: ¿Por qué formar para afrontar la incertidumbre, vulnerabilidad y complejidad ambiental?

sociedades humanas contemporáneas a cambios drásticos en el clima que aumentan las vulnerabilidades de las poblaciones en situación de pobreza al afectar la producción de alimentos, disponibilidad de agua potable, incidencia de plagas y enfermedades y la pérdida de vidas humanas en eventos climáticos extremos. En este escenario la educación se erige como una de las instituciones llamadas a formar a las nuevas generaciones para sobrevivir en un planeta más caliente y con un mapa demográfico desconocido por las graduales migraciones climáticas en búsqueda de recursos de agua, alimentos, suelos y climas vivibles.

Palabras claves: cambio climático; incertidumbre, vulnerabilidad, complejidad, educación.

Abstract: This essay discusses the concepts of uncertainty, vulnerability and environmental complexity in present and future climate change scenarios and the essential role of schools in training citizens with skills for mitigation and adaptation. Thinking of the risks for the human species and the commitment to education, this article is aimed at educators and their students to incorporate new constructs in cognitive, axiological and procedural skills as useful tools for surviving in vulnerable, complex and uncertain environments. The methodology in the construction of the essay was based on the revision of the concepts analyzed in the studies developed by international organizations related to climate science, in researchers who report evidence in indexed journals and their subsequent assessment of application in educational processes. As a synthesis of the discussion carried out, the worrying exposure of contemporary human societies to drastic changes in the climate that increase the vulnerabilities of populations in a situation of poverty by affecting the

PREPRINT: Educación para el cambio climático: ¿Por qué formar para afrontar la incertidumbre, vulnerabilidad y complejidad ambiental?

production of food, the availability of drinking water, the incidence of plagues and diseases and the loss of human lives in extreme climatic events is concluded. In this scenario, education stands as one of the institutions called to train new generations to survive on a warmer planet and with a demographic map unknown by the gradual climatic migrations in search of water resources, food, soils and living climates.

Keywords: climate change; uncertainty, vulnerability, complexity, education.

Resumo. Este ensaio discute os conceitos de incerteza, vulnerabilidade e complexidade ambiental em cenários presentes e futuros de mudança climática e o papel essencial das escolas na formação de cidadãos com competências para a mitigação e adaptação. Pensando nos riscos para a espécie humana e no compromisso com a educação, este artigo destina-se a educadores e seus alunos para incorporar novas construções em habilidades cognitivas, axiológicas e processuais como ferramentas úteis para sobreviver em ambientes vulneráveis, complexos e incertos. A metodologia na construção do ensaio foi baseada na revisão dos conceitos analisados nos estudos desenvolvidos por organizações internacionais relacionados à ciência do clima, em pesquisadores que relatam evidências em periódicos indexados e sua posterior avaliação de aplicação em processos educacionais. Como síntese da discussão realizada, conclui-se a preocupante exposição das sociedades humanas contemporâneas a mudanças drásticas no clima que aumentam as vulnerabilidades das populações em situação de pobreza, afetando a produção de alimentos, a disponibilidade de água potável, a incidência de pragas e doenças e a perda de vidas humanas em eventos climáticos extremos. Nesse cenário, a educação se destaca como uma das

PREPRINT: Educación para el cambio climático: ¿Por qué formar para afrontar la incertidumbre, vulnerabilidad y complejidad ambiental?

instituições chamadas a formar novas gerações para sobreviver em um planeta mais quente e com um mapa demográfico desconhecido pelas migrações climáticas graduais em busca de recursos hídricos, alimentos, solos e climas vivos.

Palavras-chave: mudança climática; incerteza, vulnerabilidade, complexidade, educação.

Introducción

Las perspectivas negativas del cambio climático ameritan repensar la educación. Se trata de escenarios futuros complejos e inciertos que requerirán de una profunda resiliencia emocional y cognitiva de la población para la adaptación a condiciones climáticas extremas. Es una responsabilidad del educador de hoy comenzar a apropiarse de nuevos constructos teóricos para ir formando a los estudiantes para vivir en contextos cargados de alta incertidumbre ambiental.

La ciencia del cambio climático está generando continuamente información sobre las tendencias del clima, la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera y los impactos de este fenómeno sobre la vida de las poblaciones humanas, de plantas y animales. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) especialmente a través del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) ha advertido que en el año 2100 se podrían superar los límites de +1,5 °C y 400 ppm de CO₂, por encima de los niveles preindustriales, previstos para finales del siglo (IPCC, 2019), hito fundamental que denota la gravedad del futuro climático del planeta.

PREPRINT: Educación para el cambio climático: ¿Por qué formar para afrontar la incertidumbre, vulnerabilidad y complejidad ambiental?

Asimismo, en todo el globo diversas instituciones y académicos realizan investigaciones sobre la modelización del comportamiento climático y sobre los efectos en la vida de ecosistemas naturales y humanos producto de los cambios en los parámetros de temperatura, precipitación y humedad, todas ellas concluyen en la severidad de los aumentos de las temperaturas y olas de calor (López, West, Dong, Goni, Kirtman, Lee y Atlas, 2018), sequías e inundaciones (Martín-Ortega, 2011) sobre sujetos concretos y comunidades locales, generando problemas de enfermedades, escasez de alimentos, migraciones climáticas (Rodríguez, et al., 2016), disminución en la productividad agropecuaria (D'Agostino y Schlenker, 2016), daños a infraestructuras y servicios (Gourdji et al., 2016), entre otros.

Ahora bien, se observa una brecha importante entre la información derivada del trabajo realizado por las instituciones medioambientales y de investigación académica con respecto al conocimiento, percepciones y representaciones sociales que la población afectada tiene sobre el cambio climático que no permite su rápida apropiación para el acometimiento de acciones de mitigación y adaptación (Kgosikoma et al., 2018). Es aquí donde la escuela debe aprovechar su carácter históricamente mediadora para poner en contacto el conocimiento de la ciencia climática con las realidades presentes y futuras de escenarios climáticos signados por los cambios medioambientales.

Con esa pretensión este artículo se enfoca a poner a disposición de los educadores algunos constructos teóricos derivados de diferentes disciplinas del conocimiento, puestas en conexión con lo ambiental y lo educativo, para señalar aspectos no valorados en la escuela contemporánea y los cuales consideramos pueden ser de utilidad para la formación de la población en tiempos de cambio

climático. En su desarrollo se irán presentando los constructos seleccionados y sus implicaciones educativas para finalmente realizar unas consideraciones finales conclusivas del ensayo.

La incertidumbre climática

Los tiempos de los calendarios escolares planificados de acuerdo a los ciclos productivos y climáticos estandarizados han entrado en crisis por los cambios intempestivos originados por los fenómenos medioambientales y sus efectos colaterales sobre la asistencia, permanencia y desempeño de los estudiantes y de sus docentes a las jornadas de clase.

A finales del siglo 20, apenas casi tres décadas, se recalcó el agotamiento del modelo de la modernidad, el fin de un tiempo enmarcado dentro de un proyecto de desarrollo económico enfocado en la ciencia y la tecnología y en la energía fósil, bajo la promesa de progreso indefinido. Previamente los resultados del Informe Brundtland, dejaron al descubierto, por los años 80, no solo la ampliación y profundización de las brechas sociales entre pobres y ricos (Wyczykier, 2017), sino que nos restregó el rostro nefasto de la destrucción ambiental. En menos de 200 años y de solo 8 generaciones humanas acabamos con las condiciones apropiadas para la vida en la biosfera, revirtiendo la tendencia natural de enfriamiento de la tierra (Marsicek et al., 2018).

La incertidumbre se hace presente cuando en los marcos cognitivos y emocionales no existe la certeza de la ocurrencia de un fenómeno natural o social históricamente recurrente impidiendo asumir comportamientos y decisiones seguras en los niveles de confort cotidianos. Al cambiar las condiciones de base del clima

PREPRINT: Educación para el cambio climático: ¿Por qué formar para afrontar la incertidumbre, vulnerabilidad y complejidad ambiental?

conocido se generan percepciones y representaciones sociales del cambio climático por la “imposibilidad de predecir qué eventos puntuales a corto plazo y de carácter local están influenciados, en mayor o menor medida, por el cambio en el clima” (Pancorbo, 2012, p. 342), tornándose en presiones sobre los grupos sociales por las transformaciones significativas que comienzan a revelarse en los procesos relacionados con la estructura, organización y funcionamiento del entorno medioambiental inmediato al sujeto.

La comprensión conceptual de la incertidumbre climática no es sencilla para la mayoría de la población, pues está asociada a la incapacidad de predecir el comportamiento climático futuro, evidenciándose confusiones por la ocurrencia paralela de fenómenos magnificados de lluvia-sequia; calor-frio; lluvia-hielo, no tradicionales en el imaginario colectivo. En este ámbito el IPCC (2005) establece una tipología de incertidumbre climática con base a tres componentes que posibilitan su estudio: a) Impredictabilidad por la dificultad inicial de predecir el comportamiento futuro del clima (nivel del saber cotidiano); b) Incertidumbre estructural, derivada de las limitaciones en los modelos o marcos conceptuales utilizados (nivel epistémico) y; c) Incertidumbre de valores por la no representatividad de los datos a nivel espacial o temporal (nivel operativo).

A nivel de la escuela, y de la población en general, pareciera que el comportamiento personal y profesional aún se encuentra rígido y encapsulado en las certezas y en el convencimiento que nada ha cambiado y que podemos seguir planificando, desarrollando y explotando recursos y servicios ambientales como si éstos fuesen infinitos, inalterables e inagotables, bajo una concepción antropocéntrica y eminentemente crematística.

La nueva realidad, cada vez más incierta, obliga al educador (de cualquier nivel del sistema educativo) a la interpretación de la incertidumbre compleja (Soteriades et al., 2017) en entornos medioambientales cambiantes, particularmente influenciados por el cambio climático en sus dos componentes principales: precipitación y temperatura. Los informes del IPCC y de la Convención Marco para el Cambio Climático de la ONU evidencian la relación entre el aumento sostenido de la temperatura desde la época preindustrial (antes de 1750) y la acumulación de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, estando en las cercanías de superar el incremento de los 2 °C (establecido como límite superior en la COP21 realizada en Francia en 2015). Por primera vez, en la historia humana se alcanzaron las 400 ppm de este gas en la atmósfera viabilizando a futuro escenarios climáticos (+ de 4 °C) de gran incertidumbre y riesgos difíciles de anticipar y planificar (Kammen, 2013).

La incertidumbre climática rompe los cronogramas de planificación, la gradualidad y la alternancia en la ocurrencia de los períodos secos y húmedos que permitían prever con antelación las inversiones y el desarrollo de proyectos, observándose cambios abruptos entre sequías asfixiantes y atroces inundaciones, cuya combinación nefasta deja a su paso enormes pérdidas económicas, ecológicas y sociales por los desastres naturales que provocan los derrumbes, inundaciones, terremotos (Febriani y Lokantara, 2017) e incendios de vegetación.

Educar en condiciones de alta incertidumbre climática generada por múltiples factores exógenos interconectados de difícil reconocimiento y pronóstico (Iglesias, et al., 2011), amerita el monitoreo constante de las variables climáticas locales y la consideración de las perspectivas medioambientales en diferentes escenarios,

pensando en la resiliencia futura de las obras de infraestructura y en los usuarios, más que en la efectividad cortoplacista, mediante la utilización de herramientas de análisis de decisiones y métodos de optimización dinámica para enfrentar la incertidumbre (Williams y Johnson, 2013) en sistemas de alta complejidad ambiental y humana.

La escuela, por consiguiente, debe flexibilizar su forma de organizar y operar sus currículos garantizando la prosecución de los estudiantes aislados geográficamente o afectados por los eventos climáticos extremos, adaptando los calendarios académicos a nuevos ciclos productivos, a formas alternas de enseñanza y al manejo de las resiliencias emocionales y cognitivas ante situaciones imprevistas, por los desplazamientos al interior de sus territorios o fuera de sus países (migraciones climáticas).

La complejidad ambiental

El mundo es cada día un lugar más complejo y la escuela específicamente es un sistema que reproduce en sus aulas esa realidad por los encuentros y desencuentros de múltiples actores, recursos y experiencias, en íntima imbricación que denotan los cambios que vienen ocurriendo en la sociedad. La apropiación académica de las concepciones enmarcadas en los sistemas de comportamiento complejo y de la complejidad social (Supadli et al., 2018), características de los escenarios de cambio climático, jalona los procesos educativos dentro de un marco de la interacción de sujetos complejos en la formación prospectiva para realidades climáticas inciertas y que requieren de la escuela como escenario de mediación

pedagógica para la consolidación de competencias personales y profesionales para adaptarse al clima del futuro.

Hoy el mundo es un entramado de relaciones complejas, cambiantes e inciertas (Leff, 2012). Esta trilogía epistémica subsume al hombre y a su entorno en entidades interdependientes, en su interior y exterior, con fronteras difusas y con gran dinamismo al construir, deconstruir y reconstruir continuamente sus procesos fundacionales y estéticos. El profesional de la docencia dentro de un entorno complejo debe abandonar sus aferraciones disciplinarias de la vieja escuela que no permitían ver, y menos incursionar, en otras áreas del saber y de la experiencia. Es bien notorio que los jóvenes hoy en día son cada vez más transdisciplinarios, pues las presiones de la sociedad, la alta disponibilidad de información en las redes sociales y la naturaleza de los empleos empujan a estar continuamente buscando nuevos campos de acción dentro de múltiples ámbitos del saber, generalmente ajenos a su formación profesional de base, dentro de una nueva racionalidad del pensamiento transdisciplinar y complejo (Osorio, 2012).

En tiempos de cambio climático se debe comprender que las respuestas del planeta ante el calentamiento global no son lineales (causa-efecto) (Kammen, 2013), sino que se encuentran matizadas por una cascada de incertidumbre que plantea un gran desafío (Soteriades et al., 2017), para mitigar y adaptar los impactos en los sistemas naturales y sociales complejos, retos que obligan a diseñar programas y proyectos educativos enmarcados en enfoques de la complejidad social (Supadli et al., 2018), la planificación de la conservación (Williams y Johnson, 2013), de la Agricultura Climáticamente Inteligente (Saj et al., 2017), Buenas Prácticas Agrícolas (Peixoto, Nunes, Pereira, Parreiras y Rosa, 2017), la iniciativa

PREPRINT: Educación para el cambio climático: ¿Por qué formar para afrontar la incertidumbre, vulnerabilidad y complejidad ambiental?

4% para secuestrar carbono en los suelos (Chabbi, Lehmann, Ciais, Loescher, Cotrufo, Don, San Clements, Schipper, Six, Smith y Rumpel, 2017), Pagos por Servicios Ambientales (PSA) (Engel y Muller, 2016), entre muchas iniciativas.

La complejidad ambiental signada por la incertidumbre climática y la alta vulnerabilidad de los territorios y poblaciones ponen al educador en el camino desafiante de repensar sus saberes y sus valores para leer e interpretar una realidad compleja (y esquiva) y formar prospectivamente en la consolidación de capacidades creativas e innovadoras en sus estudiantes para actuar eficientemente en ambientes con climas más calientes, déficit de agua, nuevas plagas y enfermedades, negocios emergentes... otros ecosistemas, es decir un paisaje demográfico y geográficamente diferente al conocido hoy en día.

La vulnerabilidad ambiental

Miles de niños en el mundo ven como sus escuelas son destruidas por desastres naturales que afectan a sus comunidades, y muchos de ellos mueren o son desplazados por los efectos de las inundaciones o sequías extremas. La escuela en tiempos del cambio climático debe ser una institución inteligente que reflexione y aprenda continuamente a disminuir la alta vulnerabilidad humana y ambiental para desarrollar estrategias de preparación y adaptación que reduzcan la vulnerabilidad al calor extremo (Wilhelmi y Hayden, 2010) y garantizar su funcionamiento y la vida de sus estudiantes. Un clima más caliente traerá condiciones que afectarán la salud de los niños y jóvenes, la disponibilidad de los recursos en sus territorios para su sostenibilidad y las condiciones apropiadas de confort en las aulas de clase para desarrollar los procesos de mediación

PREPRINT: Educación para el cambio climático: ¿Por qué formar para afrontar la incertidumbre, vulnerabilidad y complejidad ambiental?

pedagógica, este hecho se agudizará en los grupos sociales vulnerables como los indígenas, campesinos y los residentes en áreas urbanas marginales.

Al cambiar las condiciones climatológicas globales descubrimos la alta vulnerabilidad humana y ecológica, como producto el forzamiento antropogénico (Nangombe et al., 2018), ante los eventos climáticos extremos que perturban el comportamiento y funcionamiento de los núcleos sociales de las regiones biogeográficas vulnerables. Vidas humanas, sistemas sociales, sistemas productivos, infraestructuras y servicios de apoyo son destruidos o afectados en cortos períodos de tiempo.

La vulnerabilidad se inscribe dentro de un concepto multidimensional pues abarca los componentes humanos, naturales y culturales que se evidencian en la capacidad disminuida de la población para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse a los efectos o amenazas de riesgos de eventos extraños (Bataglia, 2008). El grado de exposición al riesgo y las condiciones de fragilidad socionatural de las personas determinan los impactos negativos de los eventos extremos. En correspondencia, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) establece que existe “vulnerabilidad cuando ocurre un evento adverso y no se tiene la capacidad de respuesta ni la habilidad para adaptarse al nuevo escenario generado” (Duran, 2017, p. 14)

En los escenarios del cambio climático se están presentando efectos adversos sobre poblaciones con alta vulnerabilidad social ubicadas en los cordones de miseria urbana y rural, con débiles servicios e infraestructuras básicas, grupos etarios sensibles y bajos niveles de educación. En este último aspecto Bataglia (2008) emplea el término vulnerabilidades educativas al identificar a un grupo

significativo de estudiantes de escuelas rurales y urbanas con grandes desigualdades económicas y sociales, asentados en territorios de alta vulnerabilidad, que son perturbados por la incidencia de los fenómenos climáticos intensos.

En estos sectores coexisten dos problemas que deben ser focos de atención del educador: la salud y la seguridad agroalimentaria. En la primera, la salud de la población está siendo mermada por la alta incidencia de insectos vectores de virus de enfermedades (malaria, dengue, chikunguya, zika...); afecciones gastrointestinales (diarreas), respiratorias y dérmicas producidas por efecto de las lluvias y las sequías, las cuales colapsan los sistemas sanitarios y de higiene familiar por los efectos nocivos en la desnutrición, la salud mental y en enfermedades que se transmiten por medio de los alimentos y del agua ([UN-CC-Learn y World Health Organization, 2013](#)) y; a la alta vulnerabilidad social a los eventos de stress fisiológico y mental por el calor extremo ([Wilhelmi y Hayden, 2010](#)). La segunda, se origina por los impactos del cambio climático sobre los sistemas de producción agrícola y de seguridad alimentaria ([Rodríguez et al., 2016](#)), al mermar o destruir plantaciones agrícolas, explotaciones de animales, vías de comunicación, sistemas de riego, disponibilidad, acopio y distribución de los alimentos. Los impactos encarecen los productos, disminuyen su calidad y limitan la accesibilidad de la población a los productos agroalimentarios esenciales.

Para mitigar la vulnerabilidad ambiental es pertinente comenzar a desarrollar tecnologías para evaluar los impactos del cambio climático en los campos de la salud, el agua, los bosques, la agricultura, los ecosistemas y los desastres naturales ([Chae y Lee, 2018](#)) y; minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero

ocasionados por el modelo actual de producción actual de alimentos, introduciendo cambios en los sistemas de producción agrícola y en los hábitos de consumo de alimentos ([Graffeo, 2017](#)).

La escuela debe educar para minimizar la vulnerabilidad social ante los eventos extremos. Para ello debe formar competencias prácticas en sus estudiantes en aspectos básicos de sobrevivencia, tales como primeros auxilios, logística humanitaria, rescate de personas, tratamiento de aguas, organización comunitaria, sistemas de alertas tempranas, georeferenciación, entre muchas. Estos conocimientos serán vitales en poblaciones asentadas en territorios que serán afectados por el cambio climático, como las zonas costeras, las áreas inundables y la cordillera andina.

Consideraciones finales

El cambio climático es una realidad ineludible para las generaciones actuales y futuras. Sus efectos adversos sobre los ecosistemas biológicos y humanos deben ser mitigados y adaptados a partir de un sistema educativo climáticamente inteligente que potencie las capacidades resilientes del ser humano para anticiparse, entender y actuar en escenarios de alta incertidumbre climática y en territorios con vulnerabilidad social y ambiental. Es la escuela la institución llamada a educar al hombre para sobrevivir en un planeta más caliente y complejo.

Referencias

- Bataglia, M. A. (julio-diciembre 2008). Vulnerabilidad educativa, política e institucional en comunidades afectadas por las inundaciones de llanuras: aspectos fundamentales para la gestión y la gobernabilidad. *Revista Geográfica Digital Igunne*, 5(10), 2-19. doi: <https://dx.doi.org/10.30972/geo.5102828>
- Chabbi, A., Lehmann, J., Ciais, P., Loescher, H. W., Cotrufo, M.F., Don, A., San Clements, L., Schipper, J., Six, P., Smith y Rumpel, C. (abril, 2017). Aligning agriculture and climate policy [Alineación de la agricultura y la política climática] *Nature climate change*, 7, 307–309. doi: <https://doi.org/10.1038/nclimate3286>
- Chae, S.H. y Lee, M.J. (mayo, 2018). Building of Platform for Development of Integrated Model to Assess Climate Change Impacts and Vulnerability [Creación de una plataforma para el desarrollo de un modelo integrado para evaluar los impactos del cambio climático y la vulnerabilidad] *IOP Conf. Ser.: Earth Environ*, 151 (1), 1-7. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/151/1/012004>
- D'Agostino, A. L. y Schlenker, W. (noviembre, 2016). Recent weather fluctuations and agricultural yields: implications for climate change [Fluctuaciones meteorológicas y rendimientos agrícolas recientes: consecuencias para el cambio climático] *Agricultural Economics*, 47(1), 159-172. doi: <https://doi.org/10.1111/agec.12315>

- Durán, C. A. (enero-junio, 2017). Análisis espacial de las condiciones de vulnerabilidad social, económica, física y ambiental en el territorio colombiano. *Perspectiva Geográfica*, 22(1), 11-32. doi: <https://doi.org/10.19053/01233769.5956>
- Engel, S. y Muller, A. (noviembre, 2016). Payments for environmental services to promote "climate-smart agriculture"? Potential and challenges [¿Pagos por servicios ambientales para promover una "agricultura climáticamente inteligente"? Potencial y desafíos] *Agriculture Economics*, 7(1), 173-184. doi: <https://doi.org/10.1111/agec.12307>
- Febriani, L. y Lokantara I. G. (2017). Community participation towards the value of traditional architecture resilience, on the settlements' patters in Tenganan village, Amlapura [Participación de la comunidad en el valor de la resistencia de la arquitectura tradicional, en los patrones de los asentamientos de la aldea de Tenganan, Amlapura] *IOP Conf. Ser.: Earth Environ.* 99(1), 1-9. doi: <https://10.1088/1755-1315/99/1/012018>
- Gourdji, S., Mesa-Diez, J., Obando-Bonilla, D., Navarro-Racines, C., Moreno P., Fisher, M., Prager, S. y Ramirez-Villegas, J. (diciembre, 2016). Simulated Near-term Climate Change Impacts on Major Crops across Latin America and the Caribbean [Simulación de los efectos del cambio climático a corto plazo en los principales cultivos de América Latina y el Caribe] *American Geophysical Union*, Fall General Assembly, abstract id. GC53F-06. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016AGUFMGC53F..06G/abstract>

Graffeo, M. (abril, 2017). Agriculture: Mitigation through food [Agricultura: Mitigación a través de los alimentos] *Nature Climate Change*, 7(4), 236-236. doi: <https://doi.org/10.1038/nclimate3269>

Iglesias, A., Quiroga, S., Diz, A. y Garrote, L. (2011). Adapting agriculture to climate change [Adaptación de la agricultura al cambio climático] *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 11(2), 109-122. doi: <https://doi.org/10.7201/earn.2011.02.05>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2005). *Guidance Notes for Lead Authors of the IPCC Fourth Assessment Report on Addressing Uncertainties* [Notas de orientación para los autores principales del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC sobre la solución de incertidumbres]. Recuperado de <https://wg1.ipcc.ch/publications/supportingmaterial/uncertainty-guidance-note.pdf>

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/>

Kammen, D.M. (2013). Complexity and interdisciplinary approaches to environmental research [Complejidad y enfoques interdisciplinarios de la investigación ambiental] *Environ. Res.* 8(1), Lett. 8010201, 1-4. doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/010201>

Kgosikoma, K. R., a, P. y Kgosikoma, O. E. (mayo, 2018). Agropastoralists' determinants of adaptation to climate change [Los determinantes de la adaptación al cambio climático de los productores agropecuarios] *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 10(3), 488-500. doi: <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-02-2017-0039>

Leff, E. (julio, 2012). La Complejidad Ambiental, *Polis* 16, 2007. Recuperado de <http://journals.openedition.org/polis/4605>

Lopez, H., , R., Dong, S., Goni, G., Kirtman, B., Lee, S. y Atlas, R. (marzo, 2018). Early emergence of anthropogenically forced heat waves in the western United States and Great Lakes [Aparición temprana de olas de calor forzadas antropogénicamente en el oeste de los Estados Unidos y en los Grandes Lagos] *Nature Climate Change*, 8, 414-420. doi: <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0116-y>

Marsicek, J., Shuman, B.N., Bartlein, P.J., Shafer, S. L. y Brewer, S. (febrero, 2018). Reconciling divergent trends and millennial variations in Holocene temperatures [Conciliando las tendencias divergentes y las variaciones milenarias de las temperaturas del Holoceno] *Nature*, 554(7690), 92-96. doi: <https://doi.org/10.1038/nature25464>

Martin-Ortega, J. (octubre, 2011). Costs of adaptation to climate change impacts on fresh-water systems: existing estimates and research gaps [Costos de la adaptación a los efectos del cambio climático en los sistemas de agua dulce: estimaciones existentes y lagunas de investigación] *Agricultural and*

Resource Economics, 11(1), 5-28. doi:
<https://doi.org/10.7201/earn.2011.01.01>

Nangombe, S., Zhou, T., Zhang, W., Wu, B., Hu, S., Zou, L. Y Li, D. (marzo, 2018). Record-breaking climate extremes in Africa under stabilized 1.5 °C and 2 °C global warming scenarios [Récord de extremos climáticos en África bajo escenarios de calentamiento global estabilizados de 1,5 °C y 2 °C] *Nature Climate Change*, 8, 375–380. doi: <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0145-6>

Osorio, S.N. (junio, 2012). El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad, fenómenos emergentes de una nueva racionalidad. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Militar Nueva Granada*, 20(1), 262-291. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfce/v20n1/v20n1a16.pdf>

Pancorbo, A. (noviembre, 2012). Cambio climático e incertidumbre: un enfoque diferente en la información. En Mancinas, R. (Coord.) y Fernández, R. (Dir.), *Actas de las Jornadas Internacionales Medios de Comunicación y Cambio Climático* (pp. 335-353), España: Universidad de Sevilla. Recuperado de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/36904/Pages%20from%20ActasJornadasMediosdeComunicacion-19.pdf;jsessionid=E7690463BC618CAD82344BF7E0F38012>

Peixoto, J. N., Nunes, M., Pereira, D., Parreiras, S. y Rosa, B. T. (septiembre, 2017). Cafeicultura familiar e as boas práticas agrícolas em bom sucesso- MG [La agricultura familiar de café y las buenas prácticas agrícolas con buen éxito -

MG] *Coffee Science, Lavras*, 12(3), 365-373. doi:
<https://doi.org/10.25186/cs.v12i3.1298>

Rodríguez, J.J., González, C.E., Gourdji, S., Mason-D’Croz, D., Obando, D., Mesa, J. y Prager, S. (enero, 2016). Impactos socioeconómicos del cambio climático en América Latina y el Caribe: 2020-2045, *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13(78), 11-34. doi: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-78.iscc>

Saj, S., Torquebiau, E., Hainzelin, E., Pagès, J. y Maraux, F. (diciembre, 2017). The way forward: An agroecological perspective for Climate-Smart Agriculture [El camino a seguir: Una perspectiva agroecológica para una agricultura climáticamente inteligente] *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 250, 20-24. doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.003>

Soteriades, A.D., Murray-Rust, D., Trabucco, A. y Metzger, M.J. (julio, 2017). Understanding global climate change scenarios through bioclimate stratification [Comprensión de los escenarios del cambio climático mundial mediante la estratificación del bioclima] *Environmental Research Letters*, 12(8), 1-10. doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa7689>

Supadli, I., Saputri, A. y Mawengkang, H. (2018). Mitigating Local Natural Disaster through Social Aware Preparedness Using Complexity Approach [Mitigación de los desastres naturales locales a través de la preparación de la conciencia social utilizando el enfoque de la complejidad] *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 300(1), 1-7. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/300/1/012050>

UN-CC-Learn- World Health Organization. (2013). *Modulo especializado en salud humana y cambio climático*. Recuperado de <https://unccelearn.org/course/view.php?id=30&page=overview>

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. doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/5/1/014021>

Williams, B. K. y Johnson, F. A. (2013). Confronting dynamics and uncertainty in optimal decision making for conservation [Enfrentando la dinámica y la incertidumbre en la toma de decisiones óptimas para la conservación] *Environ. Res.* 8(2), 1-17. doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/025004>

Wyczykier, G. (invierno, 2017). La problemática del desarrollo, las clases sociales y la burguesía en América latina: reflexiones conceptuales, *Trabajo y sociedad*, 29, 1-2. Recuperado de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-LaProblematicaDelDesarrolloLasClasesSocialesYLaBur-6726910.pdf>