



ÉTICA PARA LA SOSTENIBILIDAD: FUNDAMENTO TERMODINÁMICO-ENTRÓPICO

Francisco O. MACHÍN-ARMAS

Departamento de Física
Universidad de Holguín
fmachin@uho.edu.cu

Santiago G. CÉSPEDES-MONTANO

Departamento de Física
Universidad de Holguín
santiago@uho.edu.cu

Eduardo FERNÁNDEZ-SANTIESTEBAN

Departamento de Física
Universidad de Holguín
efs@uho.edu.cu

Recibido: 11 de septiembre del 2018

Enviado a evaluar: 18 de septiembre del 2018

Aceptado: 26 de noviembre del 2018

RESUMEN

Se examinan, mediante el método lógico histórico y la revisión sistemática, las causas que condujeran a la aparición en los finales del siglo XX de un pensamiento ético orientado hacia el desarrollo sostenible, el cual manifiesta diferentes líneas de tendencia. Además, desde una perspectiva sistémica y termodinámica y sobre la base de la Ciencia de la Sostenibilidad, se precisan las limitaciones teóricas que para esta concepción ética tiene el concepto ofrecido por el Informe Brundtland sobre desarrollo sostenible, así como esas carencias teóricas pueden ser zanjadas desde la ley de aumento de la entropía aplicada a los sistemas socioecológicos.

Palabras clave: desarrollo sostenible, Ciencia de la Sostenibilidad, ética para la sostenibilidad, sistemas socioecológico, crecimiento de entropía.

ETHICS FOR SUSTAINABILITY: THERMODYNAMIC-ENTROPIC BASIS

ABSTRACT

The causes that determined the appearance at the end of the twentieth century of an ethical thinking oriented towards sustainable development are examined through historical logic and systematic review, which shows different trends. Besides, from a systemic and thermodynamic perspective and on the basis of Sustainability Science, the theoretical limitations that the concept offered by the Brundtland Report on sustainable development are presented for this ethical conception, as well as those theoretical deficiencies can be settled since the law of increase of the entropy applied to the socio-ecological systems.

Keywords: sustainable development, Sustainability Science, ethics for sustainability, socio-ecological systems, increase of entropy.

ETHIQUE DE LA DURABILITE: BASE THERMODYNAMIQUE-ENTROPIQUE

RÉSUMÉ

La méthode logique historique et la revue systématique examinent les causes qui ont conduit à l'émergence à la fin du XXe siècle d'une pensée éthique orientée vers le développement durable, qui manifeste différentes tendances. En outre, du point de vue systémique et thermodynamique et sur la base de la Science de la Durabilité, les limites théoriques à cette conception éthique du concept proposé par le rapport Brundtland sur le développement durable sont nécessaires, et ces lacunes théoriques peuvent être enfouis dans des tranchées la loi de l'augmentation de l'entropie appliquée aux systèmes socio-écologiques.

Mots-clés: développement durable, Science de la Durabilité, éthique de la durabilité, systèmes socio-écologiques, croissance de l'entropie.

1. INTRODUCCIÓN

Media la ética para la sostenibilidad del desarrollo entre ciencia-tecnología de un lado y Sociedad-Naturaleza del otro, e integra los pensamientos éticos ambiental, social y económico. Esta ha invadido todas las ramas del pensar y el accionar humano, con particular incidencia en lo científico-tecnológico, pero absolutizada en sus fundamentos por las ciencias sociales y humanísticas, necesita reforzar su sedimentación epistemológica desde las ciencias naturales y tecnológicas.

Una visión más equilibrada de la ética para la sostenibilidad del desarrollo puede ser propuesta desde la integración de lo socio-humanístico con lo científico-tecnológico en la interpretación de sus fundamentos y resultados. La complejidad de los problemas del desarrollo sostenible así lo demanda y por otra parte, la integración de los conceptos físicos de energía y entropía y las leyes de la Termodinámica al estudio de la Economía, es un contundente ejemplo de tal posibilidad, que se dio en la historia de la ciencia con la idea de "(...) La ley de la entropía, preconizada por Georgescu-Roegen (1971) como la ley límite del crecimiento económico" (Leff, 2013, p. 189), que originó el nacimiento de la Economía Ecológica, la cual abordó esta temática desde un punto de vista termodinámico como la transformación inevitable de materiales de baja entropía (los recursos naturales) en de alta entropía, los residuos (Gómez y Díaz-Duque, 2013).

Resulta actual el problema referente a cómo fundamentar una ética para la sostenibilidad del desarrollo desde una perspectiva sistémica y termodinámica, con sustento en las ciencias de la Naturaleza y la Sociedad, para así zanjar las limitaciones teóricas del concepto desarrollo sostenible ofrecido por el Informe Brundtland como fundamento de una concepción ética con tal finalidad. Para ello, mediante una profusa revisión sistemática y el método lógico histórico se hace un estudio evolutivo de la concepción de sostenibilidad y del pensamiento ético que tiene su sustento en esta y se exponen las tendencias que se manifiestan.

2. ECODesarrollo, Desarrollo Sostenible y Ciencia de la Sostenibilidad

Los problemas del desarrollo en su dimensión ambiental comienzan a ser notorios para la ciencia en los primeros años de la década del 70 del siglo XX, a partir de cuatro hechos científicos trascendentes. El primero, la publicación del libro "La ley de la entropía y el proceso económico" del rumano N. G. Roegen en 1971, el segundo, la aparición del informe Meadows, "Los límites del crecimiento", que por encargo del Club de Roma elaboró un grupo de investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts dirigido por D. Meadows y publicado en 1972, lo tercero, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano efectuada en Estocolmo (1972) y lo cuarto, que es consecuencia de los tres primeros, la acuñación por Maurice Strong, primer director ejecutivo del PNUMA, del término ecodesarrollo (Foladori y Pierri, 2005, en Ordoñez y Meneses, 2015). Aunque el ambientalismo tiene raíces presocráticas, se acepta que se origina como concepción en la década analizada (Sánchez y Aguilera, 2014).

El concepto de ecodesarrollo pone el foco de atención en la importancia de los objetivos sociales del desarrollo, también en la distribución de la renta, al igual que en las limitaciones ecológicas y de eficiencia económica que caracterizan al modelo contemporáneo de crecimiento (López-Pardo, 2015). Este expresa la idea de un desarrollo que esté en correspondencia con la preservación ecológica en su totalidad, puesto que se trata de un medio ambiente de todos y para todos. Sin embargo, este término lingüístico no trascendió hacia las décadas subsiguientes, ya que las élites económicas y políticas encontraron otro más conveniente a sus intereses, que no imponía límites al crecimiento económico. Este fue el concepto desarrollo sostenible introducido en el Informe Brundtland, el cual resulta ambiguo y contradictorio. Al respecto, E. Leff expone:

(...) el discurso de la sustentabilidad busca reconciliar a los contrarios de la dialéctica del desarrollo: el medio ambiente y el crecimiento económico. En este propósito, no sólo se da una vuelta de tuerca a la racionalidad económica, sino un torcimiento de la razón" (Leff, 1999, p. 36).

Sin embargo, hay que reconocer un hecho notable, y es que el concepto desarrollo sostenible adquirió una extensión sociocultural global, que traspasó las fronteras tradicionales de diversos campos científicos (Bettencourt y Kaur, 2011). Este ganó relevancia desde la arista epistemológica, ya que promovió interminables debates desde 1987, que enriquecieron la visión del hombre sobre los problemas causados por la interacción de los sistemas socioeconómicos con los ambientales. En las tres décadas transcurridas, evolucionó hacia la Ciencia de la Sostenibilidad (Kates et al., 2001; Raven, 2002; Komiyama u Takeuchi, 2006; Yarime, Takeda y Kajikawa, 2010; Gutiérrez, 2012; Vilches y Gil, 2015; Jahn et al., 2016).

La Ciencia de la Sostenibilidad tiene como características singulares el ser integrativa, interdisciplinaria y transdisciplinaria (Kajikawa, 2008; Schoolman et al., 2011; Lang et al., 2012; O'Byrne, Dripps y Nicholas, 2015). Muy diferente de la ciencia normal esta no es conducida tanto por las soluciones técnicas complejas o por la demanda de impulsar la actuación, sino por la necesidad de direccionar el cambio medioambiental global y otros asuntos apremiantes (Frame y Brown, 2008).

Se caracteriza la Ciencia de la Sostenibilidad en lo epistemológico por sus elevados valores de incertidumbre, en lo sociopolítico por los altos escenarios

de vulnerabilidad y en lo axiológico por elevados grado de decisión (Ayestarán y Funtowicz, 2010), lo que hace que clasifique como una ciencia post normal. Al decir de R. W. Kates es un tipo diferente de ciencia que está principalmente inspirada en su empleo, con principios significativos y componentes de conocimiento aplicados, así como con el compromiso de llevar el conocimiento a la acción social (Kates, 2011).

Es compleja la Ciencia de la Sostenibilidad, con tendencias hacia los enfoques cuantitativos (Muneepeerakul y Castillo, 2015; Falconí, 2015). A esta le caracteriza ser predictiva, pero no con la predictibilidad del determinismo mecánico-laplaciano, sino una derivada de la complejidad en la que está presente la incertidumbre. Se aprecia que lo sostenible es el problema de una interacción que se da entre la Sociedad y la Naturaleza, la cual es cambiante (Tello y Galán, 2013), ya que ambas coevolucionan. Pero, no obstante su importancia y progreso, es limitada su influencia en las demás ciencias (Vilches y Gil, 2014).

No puede prescindir la sostenibilidad del desarrollo de una elevada sinergia entre las tres dimensiones que la caracterizan, la ambiental, la social y la económica (Hansmann, Mieg y Frischknecht, 2012). Pero desde el ideal antropocéntrico, que es el dominante, la dimensión social resulta ser la más activa, ya que los aspectos sociales resultan trascendentes en su logro, al tener un influyente papel en la conducta humana las agencias del gobierno, empresas privadas, organizaciones no gubernamentales (ONG), barrios, y los diversos grupos de interés (Fischer et al., 2012), así como las redes sociales de medio ambiente en la adopción de prácticas de gestión sostenible de los recursos naturales (Wossen et al., 2013), pero sobre todo la educación para la sostenibilidad (Gadotti, 2008; Sibbel, 2009; Lozano, 2010; Wiek, Withycombe y Redman, 2011; Aznar et al., 2014, 2017; O'Byrne, Dripps y Nicholas, 2015; Machín et al., 2017).

3. LA ÉTICA PARA LA SOSTENIBILIDAD EN EL MUNDO ACTUAL

La ética para la sostenibilidad del desarrollo se refiere al ideal axiológico-normativo que necesita la humanidad para enfrentar la crisis socio-ambiental originada por el capitalismo, agravada esta en las últimas décadas por las prácticas del neoliberalismo. Por otra parte, la concepción de sostenibilidad del desarrollo surge como una necesidad histórica, que es la de dar respuesta al problema correspondiente a la "(...) cualidad deseable y posible de un nuevo tipo de desarrollo, compatible con la justicia moral y la conservación física del entorno" (González y Menéndez, 2008, p. 48).

Para la fundamentación de una ética para la sostenibilidad, un concepto de partida es desarrollo sostenible, definido en 1987 por la Comisión Brundtland, como "(...) el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (CMMAD, 1987). Como la crisis de sostenibilidad se asocia con el aceleramiento de la Revolución Industrial, se revela como asunto importante lo científico-tecnológico.

Actualmente, los rápidos avances tecnológicos y su aplicación en la vida de los seres humanos directa o indirectamente traen aparejados lo que en el campo de la ética se denomina riesgo moral, resultado del hecho de estar expuestos a que una acción, una práctica o conducta salga mal en el sentido moral, no técnico, por lo que el hombre se enfrenta a dilemas morales, tales como los producidos por la capacidad técnica de las nuevas tecnologías (Bello-Reguera, 2012), o la enorme y creciente capacidad tecno-industrial desarrollada para la transformación de energía y materiales, que al final

ocasiona degradación ambiental, pobreza e inequidad, que puede verse como "(...) un despliegue científico-tecnológico continuo que provoca la destrucción de las bases materiales y sociales de la riqueza" (Torres-Carral, 2016, p. 42). Se necesita de la resiliencia tecnológica, definida como "(...) un retorno a un desarrollo y consumo responsable y sostenible de la tecnología" (García y Gutiérrez, 2014, p. 139).

La ética estudia la moral examinada desde una perspectiva filosófica y se orienta hacia la búsqueda y desarrollo de escenarios adecuados a la justicia. Esta es el código moral de todas las culturas y en el caso de la ética ambiental es el código moral de la cultura ambiental, "(...) que permite establecer los principios morales de las conductas individuales y el comportamiento social frente a la Naturaleza y al medio ambiente" (Mateo, 2008, p. 281). La ética para la sostenibilidad es por tanto el código moral del desarrollo sostenible y hay correspondencia entre el modelo de sostenibilidad y el ético que este sustenta.

Medir el desarrollo moral del individuo según escalas prefijadas es una acción fundamentada en determinados principios, los cuales son los lineamientos que desde algunas perspectivas cognitivas se proponen para evaluar si ciertos juicios son correctos moralmente y estos de acuerdo con (Yáñez, Corredor y Pacheco, 2009), deben cumplir los supuestos del universalismo, del prescriptivismo, de la autonomía y el de la justicia, que son aplicables a los principios morales.

Ocurre entonces que al "imponer" la sostenibilidad del desarrollo un sistema de principios morales subordinados a estos supuestos, aparece la necesidad de modificar el comportamiento humano, de manera que se haga favorable al desarrollo sostenible, y en ello están los pilares de la ética para la sostenibilidad. Como principios estratégicos para el desarrollo sostenible, y que fundamentan este pensamiento ético, han sido profusamente establecidos por la Ciencia de la Sostenibilidad, la ética y normados por el Derecho Ambiental Internacional los que siguen: El precautorio, el de interdependencia e interconexión, el de eficiencia y medida, el de integralidad y el del equilibrio (Jáuregui, 2013; Molina-Roa, 2016; Landa, 2017).

El contenido teórico de la sostenibilidad ambiental resulta ser el fundamento de la ética ambiental, y para esta última su finalidad es favorecer una relación más armoniosa con la Naturaleza y proteger a la Sociedad de la acción humana sobre el ambiente. El problema ambiental apreciado en su relación con la actuación del hombre es tan claro para la ciencia y el saber cotidiano, que se ha hecho necesario regular la conducta de los seres humanos para con el medio ambiente mediante la ética. La cual por su naturaleza es ecológica, y debe favorecer los intentos de desarrollar sistemas que integren los procesos económicos, ecológicos, energéticos y poblacionales (De Armas, 2007, p. 126). Se trata según este autor, de encontrar un paradigma productivo ligado a un modelo ético adscrito a la racionalidad ambiental. Esta, en su versión radical tiene como hipótesis el que la crisis ambiental es resultado de una crisis del proyecto civilizatorio occidental y de su racionalidad económica (Magdoff y Foster, 2010 en Barkin, Fuente y Tagle, 2012, pág. 3).

Sobre la base de la dimensión sociológica del desarrollo sostenible ha surgido una ética social, la cual se integra en la ética para la sostenibilidad y expresa, cómo la Sociedad se auto juzga en los procesos que conllevan la sostenibilidad del desarrollo relativo a lo viable, lo soportable, lo equitativo y los ideales de justicia social. Además, en el plano moral la sociedad ha comenzado a valorar la importancia del medio ambiente, por lo que se ha ganado conciencia en relación con la interacción Sociedad-Ambiente para la

que se busca la estimación de soportable, de idéntica forma se valora la sostenibilidad en la interacción Sociedad-Economía en la búsqueda de la equidad.

La economía al igual que la tecnología es un condicionante del desarrollo social, por lo que se ha hecho necesario el surgimiento de una ética económica orientada hacia la sostenibilidad del desarrollo, la cual tiene su sustento ecológico en la crisis ambiental que le es contemporánea, y que pone de relieve "(...) la insostenibilidad de la racionalidad económica dominante" (De Armas, 2007, p. 125).

Desde la arista de la ética se hace indudable la necesidad de una Economía Ecológica, ciencia transdisciplinar, que impone límites para el crecimiento entrópico, de forma tal que las propiedades físico-químicas y la biodiversidad en este último no se modifiquen de forma esencial. Conjuntamente con esta última visión científica sobre el problema de la interacción de lo ecológico y lo económico han aparecido otros enfoques, tales como ecología política, ecología humana, ecología cultural, ecología social, la agroecología y la ecología profunda, que representan visiones diferentes del papel del hombre en el medio y su relación con los recursos naturales (Barbosa, Gómez y Leuro, 2017).

En el ambientalismo actual se aprecia que la ética para la sostenibilidad del desarrollo debe de ser un límite crítico para el neoliberalismo (Lara, 2011). La práctica del capitalismo con su tendencia a la globalización de la producción y el consumo en un mercado mundial desregulado, niega la concepción de sostenibilidad del desarrollo y son tan graves los daños provocados por este régimen al medio ambiente que:

"(...) de forma explícita, una dimensión ambiental inédita está presente en las concepciones contemporáneas acerca del socialismo y ello es debido a la necesidad de proteger el planeta de la destructiva corrosión que impone la competencia por el beneficio, la cual se ha tornado prioritaria" (Katz, 2010, p. 290).

Necesita la ética para la sostenibilidad de un enfoque crítico, que conduzca al individuo al cuestionamiento de los valores que impiden alcanzar el desarrollo sostenible. De hecho, la Ciencia de la Sostenibilidad parte del reconocimiento de las carencias de los modelos teóricos elaborados por las ciencias económicas y sociales para explicar e interpretar los procesos de desarrollo. Se debe apreciar que la crisis ecológica saca a la luz "(...) las limitaciones inherentes a los marcos de pensamiento dominantes, inspirados por la racionalidad moderna que escinde al hombre de la Naturaleza, reducida a un objeto o factor productivo" (Mora, 2017, p. 69), además de desafiar los fundamentos reduccionistas de la Ciencia Occidental (Colucci-Gray et al., 2013).

La manifestación de la crisis de sostenibilidad puede ser apreciada desde dos visiones polarizadas, una como perturbaciones en la dinámica económica del capital y la otra como degradación de las condiciones ecológicas del desarrollo humano (Sapkus, 2016). Para que el paradigma socioecológico post capitalista sea sustentable hay que integrarle la ética para la sostenibilidad y educar en tal sentido, ya que para las futuras sociedades sostenibles se necesitará un nuevo ser humano, el hombre de la sostenibilidad, el cual según J. D. Lara:

"(...) desintegrará los símbolos y códigos sistémicos para emplear como sus herramientas más comunes y cotidianas al pensamiento responsable

y la acción individual y social razonada, en un raciocinio sencillamente ambientalizado, es decir, humano – crítico, donde la ética y la moral serían una suerte de “bella música” de enlace, acompañamiento y ambientación de la actuación humana dentro de la sociedad y con miras hacia lo planetario y lo extraterráctico” (Lara, 2011, p. 189).

Entonces, una ética para la sostenibilidad del desarrollo con un fundamento termodinámico-entrópico sería más coherente con las tendencias manifestadas en las concepciones de desarrollo, como la idea del crecimiento económico nulo, o bien el decrecimiento de la economía (Neira-Simijaca, 2014; Pérez y Domínguez, 2015; Stewart, 2016) y más congruente con el paradigma de la Economía Ecológica en su versión radical (Barkin, Fuente y Tagle, 2012). Este tipo de ética conducirá al ser humano al concepto de Marx, “emancipación de la Naturaleza”, que fue una ilusión del siglo XIX, y solo tiene sentido hoy con un mínimo uso y un máximo aprovechamiento de la Naturaleza, sin perturbar sus ciclos y renovación (Torres-Carral, 2016).

4. METODOLOGÍA

Fue realizada una profusa y amplia revisión sistemática sobre el tema “ética para la sostenibilidad”, examinado este problema en su evolución lógico-histórica, por lo que ambos procedimientos se utilizaron como métodos. Luego fueron analizadas las principales tendencias que se manifiestan en las visiones éticas sobre la sostenibilidad del desarrollo y al seguir el sentido paradigmático de la Economía Ecológica de N. G. Roegen, encontrar en la ley de aumento de la entropía o Segunda Ley de la Termodinámica y en los conceptos de energía y entropía los fundamentos teóricos de la ética para la sostenibilidad.

Se aborda el problema de investigación referente a ¿Cómo fundamentar un pensamiento ético sobre la sostenibilidad del desarrollo sin la incidencia manifiesta de las ideologías de los diferentes grupos económicos, ambientalistas, políticos o religiosos?, que está en el objeto de investigación ética para la sostenibilidad, mientras que el campo se concreta en la respuesta que se busca, fundamentada en las ciencias naturales y en especial en la Termodinámica con su segundo principio, visto como la “Ley de Aumento de la Entropía”, así como en la perspectiva de la Teoría General de Sistemas. Se tiene presente la idea, de que semejante pensamiento ético tiene su asiento en la Ciencia de la Sostenibilidad y en esta resultan claves los conceptos de entropía, resiliencia y sostenibilidad, los cuales se interrelacionan.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. CONCEPCIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE PERSPECTIVA SISTÉMICA

La concepción de sostenibilidad del Informe Brundtland promueve una aproximación de los aspectos ecológicos, económicos y sociales en igual nivel, en la que su integración es una conciliación normativa para definir objetivos o metas de sostenibilidad en los sectores económicos o en casos específicos (Kammerbauer, 2001) y ello da carácter normativo a este modelo, el cual resulta operativo. Otros casos son los modelos analíticos, que conciben al sistema ambiental como el proveedor a la Sociedad de los recursos naturales y el sumidero para la asimilación de los desechos, en una interacción regida por el modelo de la racionalidad en el empleo de los citados recursos y la causalidad como principio. Estos emplean como conceptos fundamentales los de resiliencia, energía y entropía y tienen como su principal limitación la complejidad de la biosfera en sus sistemas de relaciones (Machín et al., 2014).

Los modelos sistémicos son el tercer tipo y ellos aprecian que existe la Sociedad como sistema dentro de otro ente sistémico, la Naturaleza y que,

entre ambos se verifica un intercambio de sustancias o materiales, portadores energéticos o energía y entropía - información, lo que da carácter termodinámico, cibernético y de abierto a este comportamiento. Por otra parte, la integración del sistema socioeconómico con el ecológico de una forma no lineal y con realimentación entre las dimensiones socioeconómica y ecológica, conforma el sistema socioecológico" (Baños, Martínez y Esteve, 2013), que es el objeto de estudio de la Ciencia de la Sostenibilidad (Ostrom, 2009; Salas-Zapata, Ríos y Álvarez, 2011; van der Leeuw et al. 2012; Simon y Schiemer, 2015). De hecho, a todo sistema termodinámico lo caracteriza el intercambio sustancial, energético y entrópico - informático con el medio ambiente o alrededores.

El sistema energético o termodinámico que sostiene a la Sociedad tiene una naturaleza sociológica, y es elaborado por esta en su proceso de auto reproducción y auto organización. Este, además de sostén sirve de condicionante al desarrollo social, y es el modelo teórico denominado Teoría General de Sistemas (TGS) de L. Bertalanffy, quien ofrece las visiones necesarias para entender el comportamiento de los entes sistémicos abiertos (Brandao, 2012), como lo es el analizado. De hecho, al caracterizar los parámetros típicos de los sistemas socioecológicos, se tienen tres propiedades que los tipifican, las cuales son adaptabilidad, transformatividad y resiliencia (Folke et al., 2010; Olsson et al., 2014; Folke et al., 2016).

La adaptabilidad expresa la capacidad del sistema socioecológico de aprender, de combinar experiencia y conocimientos, de ajustar estas respuestas a los cambios externos, y manejar los procesos internos en dependencia de los primeros, y continuar su desarrollo dentro de un dominio de estabilidad o en ese campo de influencias. También puede ser definida como la capacidad de los actores en el sistema de influenciar la resiliencia (Folke et al., 2010 apud Walker et al., 2004), o bien referida a la capacidad del sistema socioecológico de pactar con el cambio y establecerse dentro de un nuevo régimen (Olsson, Galaz y Boonstra, 2014). Esta permite al sistema perdurar, por lo que a ella se asocia la perdurabilidad como una magnitud de carácter temporal.

Es la transformatividad la capacidad de transformar el panorama de estabilidad para volverse un tipo diferente de sistema, o crear uno fundamentalmente nuevo cuando las estructuras ecológicas, económicas, o sociales hagan al sistema existente insostenible (Folke et al., 2010). El cambio transformativo está ligado a la resiliencia (Redman, 2014) y desde los fundamentos de la Termodinámica hay que encontrarlo en las variaciones de regímenes de transformación de energía y sustancias o materiales, ya que transformar energía y sustancias, o bien sustancias en energía y sustancias de desechos más energía degradada, de acuerdo con las leyes de la Termodinámica, es función de un sistema socioecológico, el cual es auto organizado.

La resiliencia, es la capacidad de un sistema de experimentar conmociones, mientras retiene función, estructura, capacidades de regeneración, y por consiguiente la identidad (Redman, 2014 apud Walker et al., 2006). Finalidad de esta es la adaptabilidad al cambio (Barrett y Constan, 2014). Media la magnitud resiliencia entre la transformatividad como dimensión que expresa las tendencias del sistema al cambio y la adaptabilidad como la expresión de la conservación de este (Folke et al., 2010; Olsson, Galaz y Boonstra, 2014).

Expresa la resiliencia las propiedades restaurativas del sistema socioecológico ante los cambios, perturbaciones o transformaciones, por lo que la lógica de actuación del ser humano en los procesos productivos, de servicios

o de consumo, de acuerdo con este modelo teórico, indica que la ética para la sostenibilidad debe observar el marco resiliente del sistema social en su interacción con el ecológico, porque es la vía de hacerlo más perdurable en el tiempo.

También expone el modelo teórico de la resiliencia, que mientras esta magnitud expresa la capacidad recuperativa del sistema socioecológico antes las perturbaciones o los cambios, la sostenibilidad manifiesta la preservación de este como tal, o de otra manera, el mantenimiento de su identidad a pesar de los procesos de cambios constantes. Apréciase esto como una manifestación de la contradicción dialéctica en el movimiento del objeto sistema socioecológico, en el que la conservación evolutiva permite la permanencia a través del cambio (García y Gutiérrez, 2014).

6. FUNCIÓN DE LA ÉTICA PARA LA SOSTENIBILIDAD

La sostenibilidad de acuerdo con G. Gallopín, es un atributo de los sistemas abiertos a interacciones con el medio exterior y no es un estado fijo de constancia, sino la preservación dinámica de la identidad esencial del sistema en medio de cambios permanentes. Un número reducido de atributos genéricos pueden representar las bases de la sostenibilidad (Gallopín, 2003; Milman y Short, 2008). En los fundamentos de la ética para la sostenibilidad está la observación por los seres humanos de las categorías adaptabilidad, transformatividad, resiliencia y sostenibilidad.

El concepto de entropía y la ley del crecimiento entrópico nacen dentro de la Física y en particular de la Termodinámica, ciencia fenomenológica de gran aplicabilidad. Esta comienza a extenderse a otras áreas del conocimiento humano, como a la Química a finales del siglo XIX y a la Biología en la primera mitad del siglo XX. Los conceptos entrópicos se han empleado con éxito en diversos campos específicos desde la segunda mitad del siglo XX, tales como las ciencias de la información, de la administración y la gerencia, de la economía y del ambiente. La concepción entrópica del desarrollo, ofrece las guías para la investigación en la teoría no lineal y la ley del crecimiento entrópico es un principio básico de la Naturaleza (Wang et al., 2015), por lo que se puede definir la sostenibilidad desde la ley de aumento de la entropía (Hermanowicz, 2005).

Interpretada la sostenibilidad desde una perspectiva sistémica, termodinámica y entrópica, puede esta respaldar una concepción ética que refleje la relación de los sistemas económicos y sociales con los ambientales que los contienen y los termodinámicos que los sustentan. La sostenibilidad ecológica depende de cómo interaccionan los sistemas sociológicos y económico - empresariales con los ecológicos, por lo que la ética hay que examinarla en el cómo actúa el ser humano de manera tal, que al transformar de un tipo en otro energía y sustancias o materiales, preserve a la vez al sistema ambiental, al hacerlo perdurable en el tiempo a pesar de su crecimiento entrópico.

Afirman Martínez y Porcelli (2016), que en las últimas décadas, el crecimiento económico, el desarrollo industrial y las modernas tecnologías han aportado un nuevo grado de confort y bienestar, que ha ocasionado un aumento de la demanda de bienes y servicios. Pero junto con ello, se ha desarrollado una adicción compulsiva al consumo, identificada como consumismo, por lo que en vez de generar objetos en forma de productos y servicios para satisfacer necesidades como en los inicios de la Revolución Industrial, se generan necesidades que solo se satisfacen con determinados objetos.

El consumismo genera una demanda adicional de energía y materiales para la industria y los servicios y por lo tanto, una producción de entropía que va más allá de la necesaria para la respuesta a las verdaderas necesidades humanas. Por lo que el desafío es producir cambios en este sentido, ya que toda pretensión de cuidar y mejorar el mundo supone modificaciones profundas en los estilos de vida y en los modelos de producción y consumo (Martínez y Porcelli, 2016).

Luego, la solución de estos problemas comienza por la educación ética para la sostenibilidad, que por ejemplo, en la formación de los profesionales universitarios promueve el entender las bases éticas del desarrollo sostenible, orientadas hacia la toma de decisiones (Biedenweg, Monroe y Oxarart, 2013) y termina en la del consumidor con la finalidad de reducir el vacío entre la intención ética y el comportamiento ante el consumo (Carrington, Neville y Whitwell, 2014). También la educación en la ética para la sostenibilidad promueve en lo ecológico tanto el conocimiento como los valores, que son susceptibles de generar de forma indirecta, actuaciones ecológicas mediadas por las intenciones (López-Miguens, Álvarez y González, 2015).

Obedece a procesos lógico-históricos la aparición en el horizonte sociopolítico de la humanidad del decrecimiento, visto este,

“(…) como un movimiento teórico y político para ofrecer un imaginario alternativo a la fe en el crecimiento y para oponerse al sistema económico-tecnocientífico, que se ha desvinculado de las personas y ha dejado de servir para satisfacer las necesidades reales” (Pérez y Domínguez, 2015, p. 36).

Así, conjuntamente con el paradigma del decrecimiento, hay otros modelos que tratan de dar una respuesta ambientalmente sostenible al problema del consumismo, tales son los casos del “(…) ciudadano ecológico” (Cano y Vives, 2014, p. 52) con un nuevo comportamiento ante la naturaleza y la sociedad, o bien la de “(…) una nueva ciudadanía, frugal y segura” (Cantú, 2015, p. 14). Para ello se necesita la ética para la sostenibilidad del desarrollo con un fundamento termodinámico-entrópico.

7. CONCLUSIONES

Una ética para la sostenibilidad, coherente con el pensamiento ecológico actual debe estar basada en la concepción de la búsqueda por los seres humanos de la perdurabilidad de los sistemas socioecológicos, entre los límites expresados por la resiliencia como característica sistémica, que define las propiedades restaurativas de estos ante las transformaciones ecológicas, sociológicas y económicas, sobre la base de una tecnociencia en función del desarrollo sostenible, así como con el crecimiento entrópico limitado por el aumento natural de la entropía.

La resiliencia y la sostenibilidad de los sistemas ambientales, sociales, económicos y de los energéticos que los sustentan, puede ser perturbada por la actuación humana a través de la ciencia y la tecnología en una forma desmedida, que en esencia provoca la aceleración de los procesos transformativos de materiales y energía, lo que los hace menos perdurables al modificar las propiedades restaurativas o resilientes de estos, o sea potenciar su crecimiento entrópico. Luego, es posible encontrarle un fundamento termodinámico entrópico a la ética para la sostenibilidad del desarrollo.

Regular la actuación humana en el empleo de la ciencia y la tecnología para los procesos de transformación de materiales y energía, con el fin de hacer más perdurables a los sistemas socioecológicos, es uno de los fines de la ética para la sostenibilidad. Ello está en correspondencia con la concepción de desarrollo sostenible, que por su esencia es de carácter ético.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayestarán, I y Funtowicz, S. O. (2010). Ciencia postnormal, problemas ambientales complejos y modelos de información. *LudusVitalis*, vol XVII, núm. 33, 25-48
- Aznar, P., Ull, M. A., Martínez, M. P. y Piñero, A. (2017) Evaluar para transformar: evaluación de la docencia universitaria bajo el prisma de la sostenibilidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 35 (1), 5-27. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2112>
- Aznar, P., Ull, M. A., Piñero, A. y Martínez, M.P. (2014). La sostenibilidad en la formación universitaria: Desafíos y oportunidades. *Educación XXI*, 17 (1), 133-158. <http://dx.doi.org/10.5944/educxx1.17.1.107>
- Baños, I., Martínez, J. y Esteve, M. A. (2013). Simulación dinámica de sistemas socio-ecológicos: sostenibilidad en Reservas de la Biosfera. *Ecosistemas* 22(3): 74-83. <http://dx.doi.org/10.7818/ECOS.2013.22-3.11>
- Barbosa-Pérez, E. M., Gómez-Rodríguez, D.T. y Leuro-Gallego, J. A. (2017). Ecología y bioeconomía. El diálogo de saberes. *Clío América*. enero - junio, Vol. 11, No. 2, 108-119. <http://dx.doi.org/10.21676/23897848.2075>
- Barkin, D., Fuente, M. E. y Tagle, D. (2012). La significación de una Economía Ecológica Radical. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Vol. 19, 01-14.
- Barrett, Ch. B. y Constan, M. A. (2014). Toward a theory of resilience for international development applications. *Proceedings of the National Academy of Sciences*/(PNAS | October 7, 2014 | vol. 111 | no. 40 | 14625–14630. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1320880111>
- Bello-Reguera, G. (2012). El riesgo moral: los límites de la vida humana y la democratización de la ética. *Revista CTS, Selección*, 111-125.
- Bettencourt, L. M. A. y Kaur, J. (2011). Evolution and structure of sustainability science. *PNAS* vol. 108 no. 49, 19540–19545. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1102712108/-/DCSupplemental>.
- Biedenweg, K., Monroe, M. C. y Oxarart, A. (2013). The importance of teaching ethics of sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 14 No. 1, 6-14. <http://dx.doi.org/10.1108/14676371311288912>
- Brandao, G. (2012). Acerca del concepto de sistema: Desde la observación de la totalidad hasta la totalidad de la observación. *Revista Mad*, N° 26, 44-53.
- Cano, M. y Vives, J. (2014).-El ciudadano ecológico en los procesos de decisión social de la sostenibilidad: tecnociencia, ecoética y cosmovisión. *Revista Sociología y Tecnociencia*, 4(1), 38-57.
- Cantú-Martínez, P. C. (2015). Calidad de vida y sustentabilidad: una nueva ciudadanía. *Ambiente y Desarrollo*, 19(37), 09 - 21. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.ayd19-37.cvsn>
- Carrington, M. J., Nevilleand, B. A. y Whitwell, G. J. (2014). Lost in translation: Exploring the ethical consumer intention–behavior gap. *Journal of Business Research* 6, 2759–2767. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.09.022>.
- CMMAD. (1987). "Informe Brundtland. Libro "Nuestro Futuro Común". Informe de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU. <http://desarrollosostenible.wordpress.com/2006/09/27/informe-brundtland/>
- Colucci-Gray, L., Perazzone, A.,-Dodmanand, M. y Camino, E. (2013). Science education for sustainability, epistemological reflections and educational practices: from natural sciences to trans-disciplinarity. *Cult-Stud- of- Sci-Educ*-8: 127–183. <http://dx.doi.org/10.1108/14676371211242599>

- De Armas, A. (2007).- La ética de la ecología, en: Colectivo de autores. Para una nueva ética", La Habana, Editorial Félix Varela, pp. 124-130.
- Falconí, F. (2015). Los problemas de la métrica de la economía convencional. *Revista Análisis*. No. 20. Enero – Abril, 89 – 114.
- Fischer, J., Dyball, R., Fazey, I., Gross, C., Dovers, S., Ehrlich, P. R., Brulle, R. J. Christensen, C. y Borden, R. J. (2012). Human behavior and sustainability. *Front- Ecol-Environ*; 10(3): 153–160, <http://dx.doi.org/10.1890/110079>
- Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B. y Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society* 21(3):41. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08748-210341>
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T. J. y Rockström, J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 15(4): 20. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/>
- Frame, B. y Brown, J. (2008). Developing post-normal technologies for sustainability. *Ecological Economics*, 65, 225 – 241. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.11.010>
- Gadotti, M. (2008). What We Need to Learn to Save the Planet. *Journal of Education for Sustainable Development* 2: 1, 21 – 30. <http://dx.doi.org/10.1177/097340820800200108>
- Gallopin, G. (2003). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: Un enfoque sistémico. CEPAL - Santiago de Chile. SERIE Medio Ambiente y desarrollo. No 64,
- García M, L. y Gutiérrez, C. V. (2014). Resiliencia tecnológica. *Revista Arte y políticas de identidad*. Vol. 10 -11 / Jul-Dic, 135-154.
- Gómez, C. y Díaz-Duque, J. A. (2013). Origen del concepto desarrollo sostenible. Capítulo I del Libro: Referencias para un análisis del desarrollo sostenible. Coordinadores: C. Gómez y A. Gómez, 7-16. Universidad de Alcalá, 2013.
- González, M. y Menéndez, A. (2008).-Presentación. *Ciencia, Tecnología y Sostenibilidad*. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, vol. 4, nº 11, 47-51.
- Gutiérrez, J. (2012). Condiciones óptimas para una Ciencia de la Sostenibilidad: Implicaciones sustantivas para la investigación educativa y socio ambiental contemporánea. *Revista Educ. Públ. Cuiabá*, v. 21, n. 47, 571-596.
- Hansmann, R., Mieg, H. A. y Frischknecht, P. (2012). Principal sustainability components: empirical analysis of synergies between the three pillars of sustainability, *International Journal of Sustainable Development y World Ecology*, 19:5, 451-459, <http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2012.696220>
- Hermanowicz, S. W. (2005). Entropy and Energy: Toward a Definition of Physical Sustainability. Disponible en <http://scholar.google.com.ar/scholar>[Consultado, 20/08/2015]
- Jahn, T., Hummel, D. y Engelbert, E. (2016). Sustainable Science in the Anthropocene. *ISOE-Diskussionspapiere*, Nr. 40. ISSN 1436-3534. Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg. Disponible en: <http://www.isoe.de/uploads/media/dp-40-isoe-2016.pdf> Consultado, mayo 2 de 2017
- Jáuregui, J. (2013). La construcción histórica del principio de precaución como respuesta al desarrollo científico y tecnológico. *DILEMATA*, año 5, nº 11, 1-19.
- Kajikawa, Y. (2008). Research core and framework of sustainability science. *Sustainability-Science* 3, 215–239. <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-008-0053-1>
- Kammerbauer, J. (2001). Las dimensiones de la sostenibilidad: Fundamentos ecológicos, modelos paradigmáticos y senderos. *Revista Interciencia - INCI*, vol. 26, no. 8, 353-359.
- Kates, R. W, Clark, W.C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C. C., Lowe, I., James, J. McCarthy, J. J., Schellnhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M., Faucheux, S. C., Gallopin, G. C., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N. S., Kaspersen, R. E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore III, B., O'Riordan, T. J. y

- Svedin, U. (2001). Sustainability Science. *Science Journal* 27 Apr 2001: Vol. 292, Issue 5517, 641-642 <http://dx.doi.org/0.1126/science.1059386>
- Kates, R.W. (2011). What kind of a science is sustainability science? *PNAS*, Vol. 108, No. 49, 99. 19449-19450, <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1116097108>
- Katz, C. (2010). *Las disyuntivas de la izquierda en América Latina*, La Habana, Editorial de Ciencias Sociales.
- Komiyama, H. y Takeuchi, K. (2006). Sustainability science: building a new discipline. *Sustainability Science* 1(1), 1–6. <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-006-0007-4>
- Landa, C. (2017). Principios de la Constitución Ambiental. *Revista de Direito Brasileira | São Paulo, SP | v. 16 | n. 7 | p. 412 – 427.* <http://dx.doi.org/10.5585/rdb.v16i7.533>
- Lang, D. J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M. y Thoma, C. J. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, No. 7, 25–43. <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>
- Lara, J. D. (2011). El proyecto de hombre nuevo. Ética para la sustentabilidad: un límite para el neoliberalismo, *Revista THEOMAI* n° 23, 173-192.
- Leff, E. (1999). La insoportable capitalización de la naturaleza y las estrategias fatales de la sustentabilidad. En *Desarrollo Sustentable ¿Realidad o Retórica?* Ediciones ABYA-YALA. Quito. Ecuador, 22 – 42.
- Leff, E. (2013). La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable. Economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza. *Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible*. Cuides. Abril 2013 - n° 10, 185-189
- López-Miguens, M. J., Álvarez, P y González, E. (2015). Conocimiento, valores e intenciones como determinantes del comportamiento ecológico. *Revista Internacional de Sociología*, 73. 3. <http://dx.doi.org/10.3989/ris.2015.73.3.e018>.
- López-Pardo, I. (2015). Sobre el desarrollo sostenible y la sostenibilidad: conceptualización crítica. *BARATARIA. Revista Castellano-Manchega de Ciencias-Sociales*. N° 20, 111 - 128. <http://dx.doi.org/10.20932/barataria.v0i20.16>
- Lozano, R. (2011). The state of sustainability reporting in universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education* Vol. 12 No. 1, 67-78. <http://dx.doi.org/10.1108/14676371111098311>
- Machín, F. O., Céspedes, S. G., Riverón, A., y Fernández, E. (2017). Sostenibilidad, ingeniería y enseñanza de las ciencias básicas: marco teórico conceptual. *Revista Iberoamericana de Educación. Monográfico*, Vol. 73. Enero – abril, 179 – 202
- Machín, F. O., Fernández, E. González, F. y Bárcenas, S. L. (2014). Información Sociedad Naturaleza y enfoque de sostenibilidad. *M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente*, Vol. 15 Nro. 2, 13 27. http://dx.doi.org/10.5209/rev_MARE.2014.v15.n2.47437
- Magdoff, F. y Foster, J. B. (2010). *What Every Environmentalist Needs to Know About Capitalism. Chapter 3: The Growth Imperative of Capitalism*, 37- 60. Monthly Review Press.
- Martínez, A. N. y Porcelli, A. M. (2016). Consumo (in) sostenible: Nuevos desafíos frente a la obsolescencia programada como compromiso con el ambiente y la sustentabilidad. *Ambiente y Sostenibilidad* (6), 105-135.
- Milman, A. y Short, A. (2008). Incorporating resilience into sustainability indicators: An example for the urban water sector. *Global Environmental Change* 18, 758 – 767. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.08.002>
- Molina-Roa, J. A. (2016). “La irrupción del Biocentrismo Jurídico. Los Derechos de la Naturaleza en América Latina y sus desafíos”. *Ambiente y Sostenibilidad* 2016 (6): 64-79.
- Mora, S. (2017). Capitalismo, Crisis y naturaleza. Un análisis del acaparamiento de tierras dentro y desde el Sur Global. *Revista Relaciones Internacionales* Nro. 33, 53 – 73.

- Muneepeerakul, R. y- Castillo, C. (2015). Towards a Quantitative Science of Sustainability.-Bull Math Biol Journal. 77: 254 – 258. <http://dx.doi.org/10.1007/s11538-014-0034-8>
- Neira-Simijaca, J. A. (2014). El decrecimiento económico y sus fundamentos. Revista Punto de Vista |Vol. V |Nº 8|enero – junio. |, 23 - 40|.
- O'Byrne, D., Dripps, W., y Nicholas, K. A. (2015). Teaching and learning sustainability: An assessment of the curriculum content and structure of sustainability degree programs in higher education. *Sustain Sci* 10: 43–59. <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-014-0251-y>
- Olsson, P., Galaz, V. y Boonstra, W. J. (2014). Sustainability transformations: a resilience perspective. *Ecology and Society* 19(4): 1. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06799-190401>
- Ordoñez, M. M. y Meneses, L. C. (2015). Criterios de sostenibilidad en el subsector vial. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25 (2), pp. 81 - 98, DOI: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1433>
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science Journal*, Vol. 325, pp. 419– 421. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1172133>
- Pérez, L. y Domínguez, M. (2015). Una revisión feminista del decrecimiento y el buen vivir. *Contribuciones para la sostenibilidad de la vida humana y no humana. Revista de Economía Crítica*, nº19, primer semestre, pp. 34 – 57.
- Raven, P. (2002). Science, sustainability, and the human prospect. *Science Journal*, Vol. 297, pp. 954 – 958. <http://dx.doi.org/10.1126/science.297.5583.954>
- Redman, Ch. L. (2014). Should sustainability and resilience be combined or remain distinct pursuits? *Ecology and Society* 19(2): 37. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06390-190237>
- Salas-Zapata, W., Ríos-Osorio, L.-y Álvarez-Del Castillo, J. (2011). La ciencia emergente de la sustentabilidad: de la práctica científica-hacia la constitución de-una ciencia. *Interciencia*, Septiembre, Vol. 36, No. 9, 699 – 706.
- Sánchez, D. M. y Aguilera, M. (2014). Corrientes del ambientalismo y alternativas de gestión desde la sustentabilidad y la ética ambiental. *Semestre Económico*, vol. 17, No. 35, 149-160.
- Sapkus, S. O. (2016). Procesos sociales y degradación ambiental: debates recientes en el eco-socialismo. Nº 25, Resistencia, Chaco, Abril, IIGHI - IH-CONICET/UNNE-189-206
- Schoolman, E. D., Guest, J. S., Bush, K. F. y Bell, A. R. (2011). How interdisciplinary is sustainability research? Analyzing the structure of an emerging scientific field. *Sustainability Science*, No 7 (1), 67-80. <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-011-0139-z>
- Sibbel, A.-(2009). Pathways towards sustainability through higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education* Vol. 10 No. 1, 68-82. <http://dx.doi.org/10.1108/14676370910925262>
- Simon, S. y- Schiemer, F. (2015). Crossing boundaries: complex systems, transdisciplinarity and applied impact agendas. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2015, 12, 6–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.007>
- Stewart, D. (2016). “La necesidad de un decrecimiento económico global-¿Hacia dónde vamos?” *Revista PUCE*. Mayo–Nov. Núm.100, 343-354
- Tello, E. y Galán, E. (2013). Sistemas agrarios sustentables y transiciones en el metabolismo agrario: desigualdad social, cambios institucionales y transformaciones del paisaje en Catalunya (1850-2010). *HALAC*. Belo Horizonte. Vol. II, Núm. 2, Marzo–Agosto, 267-306.
- Torres-Carral, G. (2016). Reflexiones alrededor de la epistemología ambiental. *Revista Estudios Sociales*. No. 58, octubre-diciembre, 39 - 51. <http://dx.doi.org/10.7440/res58.2016.03>
- van der Leeuw, S., Wiek, A., Harlow, J. y Buizer, J. (2012). How much time do we have? Urgency and rhetoric in sustainability science. *Sustain Sci* 7 (Supplement 1): 115–120. <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-011-0153-1>

- Vilches, A y Gil, D. (2014). Ciencia de la Sostenibilidad. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 11(3), 436 - 438, <http://dx.doi.org/10498/16595>
- Vilches, A. y Gil, D. (2015). Ciencia de la Sostenibilidad: ¿Una nueva disciplina o un nuevo enfoque para todas las disciplinas. Revista Iberoamericana de Educación, Vol. 69, Núm. 1 (15/09/15), 39 - 60.
- Wang, Q., Yuan, X., Zhang, J., Gao, Y.; Hong, J., Zuo, J. y Liu, W. (2015). Assessment of the Sustainable Development Capacity with the Entropy Weight Coefficient Method. Sustainability, 7, 13542-13563. <http://dx.doi.org/3390/su71013542>
- Wiek, A., Withycombe, L. y Redman, Ch. (2011). Key competencies in sustainability: a reference frame-work for academic program development. Sustain Sci. 6, 203–218. <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
- Wossen, T., Berger, T., Mequaninte, T. y B. Alamirew (2013). Social network effects on the adoption of sustainable natural resource management practices in Ethiopia. International Journal of Sustainable Development y World Ecology. Vol. 20, No. 6, 477–483. <http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2013.856048>
- Yáñez, J., Corredor, J. y Pacheco, L. (2009). La sabiduría y la Psicología del desarrollo moral, Revista Diversitas. Perspectivas en Psicología. / Vol. 5 / No / 2 /255-268.
- Yarime, M., Takeda, Y. y Kajikawa, Y. (2010). Towards institutional analysis of sustainability science: a quantitative examination of the patterns of research collaboration. Sustainability Science. No. 5, 115 - 125 <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-009-0090-4>