

Desafíos emergentes en los vínculos entre ciencia, naturaleza y sociedad: la Ciencia de la Sostenibilidad

Emergent Challenges in the relation between Science, Nature and Society: Sustainability Science

Silvia Patricia González Díaz,^I Jorge Núñez Jover^{II}

- I. Doctora en Ciencias Biológicas. Centro de Investigaciones Marinas. Universidad de La Habana. Calle 16, No. 114, entre 3ra y 1ra, Municipio Playa. La Habana, Cuba. CP 10 300 patricia@cim.uh.cu
- II. Doctor en Filosofía. Cátedra de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Universidad de La Habana. Calle J, No. 556, entre 25 y 27, Municipio Plaza de la Revolución, Cuba. CP 10 300 jorgenjover@rect.uh.cu

RESUMEN

En el trabajo se propone difundir la teoría y los enfoques referidos a la ciencia de la sostenibilidad, con especial énfasis en el contexto académico cubano, al relacionar su emergencia a las urgencias que surgen en los vínculos entre la ciencia, la naturaleza y la sociedad, así como mostrar las articulaciones de la Ciencia de la Sostenibilidad con la política científica, la educación universitaria y la salud pública.

Palabras clave: ciencia de la sostenibilidad, universidad, ciencias de la salud.

ABSTRACT

In this paper, the theory and the approaches of the science of sustainability is promoted. Special emphasis is put on the academic Cuban context, when relating its emergence to the urgencies that appear within the links among science, nature and society. The interconnections of the science of sustainability with the scientific policy, the university education and the public health is shown as well as.

Keywords: sustainability science, university, health sciences.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha avanzado mucho en el consenso internacional en torno a la necesidad de corregir el rumbo civilizatorio que fomenta modelos de desarrollo insostenibles en lo ambiental y lo social. Se ha agotado el denominado “Programa Ilustrado”¹ o “concepción tradicional de la ciencia.”² Una de las respuestas intelectuales al agotamiento de los paradigmas tradicionales es la Ciencia de la Sostenibilidad.³⁻⁵

Como alternativa, se propone avanzar hacia modelos de desarrollo, apoyados por la ciencia, la tecnología y la innovación, caracterizados por la sostenibilidad, con énfasis en la dimensión social del desarrollo que algunos definen a través de la cohesión social y otros por la equidad y la justicia.⁶ Sin dudas, tanto la ciencia como la tecnología son claves en ese propósito. La pregunta que se asume en este documento es cuáles son los enfoques de la ciencia que mejor pueden colaborar en ese esfuerzo.

En este artículo se argumenta que los paradigmas tradicionales de comprensión, organización y evaluación de la ciencia son incapaces de responder a la actual crisis civilizatoria, se presenta la Ciencia de la Sostenibilidad como una alternativa. A continuación se exponen los fundamentos teóricos de la Ciencia de la Sostenibilidad, los centros en que se genera, su papel en los vínculos entre ciencia y política, el papel de las universidades y la atención que se le dispensa desde las ciencias de la salud.

DESARROLLO

Crisis civilizatoria, crisis en la ciencia

Buena parte de los ciudadanos del siglo XXI tenemos conciencia que vivimos una etapa de la evolución humana llena de paradojas y amenazas. Una de ellas se refiere a que la humanidad dispone hoy de enormes capacidades en materia de conocimientos y tecnologías, frutos de la inteligencia y la voluntad de los seres humanos, mientras esas mismas capacidades no impiden la acumulación de extraordinarios desastres sociales y ambientales que amenazan con poner fin a la propia existencia humana. Se trata de una crisis civilizatoria y nuestra capacidad de producir, distribuir y usar el conocimiento es parte de ella.

Esa crisis tiene muchas facetas. En este documento se aborda una de ellas, no siempre suficientemente advertida: el agotamiento de los modelos de ciencia que la humanidad ha venido construyendo arduamente durante los últimos cinco siglos.

Para muchos la ciencia, su organización, incentivos, sistemas de evaluación, métodos, paradigmas, no son parte de la crisis. No pocos imaginan que la ciencia (y la tecnología a ella vigorosamente articulada) navega por encima de las circunstancias sociales generando beneficios, igualando oportunidades. Es obvio que la ciencia es parte de las soluciones, pero no del problema civilizatorio actual.

La permanencia de tales visiones no es casual. Existe una larga tradición, muy afirmada a través de procesos culturales de amplio impacto como la Revolución Científica de los Siglos XVI-XVII, la Ilustración, la Revolución Industrial, la tradición positivista, entre otros, que han contribuido a formar una imagen de la ciencia -y la tecnología- que la asocia íntimamente al progreso social y el bienestar humano. Esa perspectiva, promovida por pensadores como Bacon, Descartes, Voltaire, Jefferson, entre muchos, vino a conformar lo que Sarewitz¹ condensa en lo que ha denominado “Programa Ilustrado” de la ciencia que, como este autor advierte, ha tenido una gran influencia en la Teoría y la Política de la Ciencia de la segunda mitad del siglo XX.

Las tesis que constituyen ese Programa pueden ser resumidas así:

1. La ciencia garantiza, a través de las leyes que descubre, la capacidad de predecir los fenómenos que investiga y con ello la posibilidad del control tecnológico de los mismos. La ciencia, organizada a través de sus disciplinas y subdisciplinas, permite el conocimiento necesario para el control de la naturaleza. Esa capacidad de predicción y control ofrece la oportunidad de poner la naturaleza al servicio del hombre y su bienestar. La capacidad humana de controlar la naturaleza es infinita. El conocimiento siempre permitirá dominarla.
2. La búsqueda de la verdad aparece como el valor prioritario o único que mueve el conocimiento. La eficiencia y la eficacia aparecen como los valores que definen el curso de la tecnología empujada por la ciencia. La búsqueda de la verdad genera una dinámica inexorable: la ciencia y la tecnología que tenemos son las únicas posibles. En esta comprensión, la problemática axiológica de la tecno-ciencia se ve reducida a unos pocos valores como verdad, eficacia y eficiencia y el camino de la ciencia y la tecnología se asume como unidireccional e incontestable.

3. El conocimiento es un bien universal: todos los seres humanos pueden disfrutar de sus beneficios.

¿Son defendibles hoy en día esas tesis, bien arraigadas en la tradición moderna?

La mayoría del financiamiento a la ciencia procede hoy de la empresa privada, sobre todo de las grandes transnacionales y del complejo militar industrial.⁷ Se trata de un asunto de gran relevancia social, política y moral porque esa dinámica subordina en gran medida el conocimiento a intereses mercantiles y al ejercicio del poder.

Más que como empresas benefactoras, garantes del bienestar humano, es imprescindible entender el profundo enraizamiento social de la ciencia y la tecnología. Ellas son procesos sociales moldeados por una constelación de circunstancias económicas, políticas, culturales, educativas, técnicas, sociales, que en gran medida determinan sus trayectorias, usos, riesgos y beneficios.

Las trayectorias tecno-científicas no son inexorables ni son las únicas posibles. Tales trayectorias son construcciones sociales en las que intervienen una diversidad de actores con sus propios intereses y valores.⁸

A esa conflictividad social se suma la complejidad epistemológica.⁸ Problemas complejos como la salud y el medio ambiente, entre otros, han demostrado los límites de la capacidad de la ciencia de predecir y controlar. Un testimonio son los problemas globales como el cambio climático. Se observa que antiguas enfermedades que se consideraban extinguidas reaparecen y se multiplica el número de las nuevas; se producen accidentes nucleares; el caso de las vacas locas demuestra la vulnerabilidad de los controles tecno-científicos, y los desastres ecológicos ocurren a diario. Todos estos ejemplos son también el resultado de los procesos de industrialización que la tecnología ha hecho posibles. La Revolución Verde es un claro ejemplo de destrucción ambiental asociada al avance tecnológico.

Las actividades industriales y agrícolas provocan cambios en los ciclos biológicos, químicos y geológicos que perturban los sistemas naturales. Acontece la desaparición de especies, contaminación del aire y del agua, el agujero en la capa de ozono, sequías y exceso de lluvia, inundaciones, huracanes, tsunamis, entre otros.

Se observan numerosas paradojas: los plaguicidas crean plagas, los antibióticos hacen surgir nuevos agentes patógenos, los hospitales son focos de infección, el desarrollo agrícola aumenta la brecha entre ricos y pobres. Por ello se abre paso la convicción de una nueva conciencia de la ciencia, sistémica y humanista, que asimila la incertidumbre y los compromisos con los valores. La comprensión de la complejidad se abre paso: “El desafío de centrarse en los vínculos entre los sistemas sociales, políticos, económicos, biológicos, físicos, químicos, geológicos es considerado un imperativo de nuestro tiempo.”⁹

El ideal de la ciencia libre de valores; la ingenua idea de que a partir de los hechos científicos es posible extraer conclusiones inapelables y de ellas deducir acciones y políticas incontestables, está en buena medida descartada. Ahora se admite que la ciencia y las políticas que en ella se asientan, se vinculan estrechamente con los valores que guían las decisiones; en muchos casos se carece de respuestas únicas y completas y en consecuencia, es preciso aprender a lidiar con la complejidad, la incertidumbre, el riesgo.

En materia ambiental con frecuencia no es posible explicar y predecir sobre la base de teorías probadas; frecuentemente sólo es posible tener modelos matemáticos, simulaciones por computadora, soluciones aproximadas. A este tipo de práctica científica, envuelta en valores en conflicto, incertidumbre y riesgos, algunos autores prefieren denominarla “ciencia post-normal”, en alusión a una época en que la norma para la práctica científica podía ser la solución rutinaria de problemas sin considerar cuestiones éticas, políticas o metodológicas complejas.¹⁰

Resumiendo, la naturaleza no está bajo control como sugería el Programa Ilustrado y la revuelta es visible por todos lados. Los problemas que se enfrentan son también responsabilidad de la propia ciencia, con sus enfoques mecanicistas, su determinismo estrecho, la reducción del todo a las partes, la formación hiperespecializada, la incapacidad de apreciar lo particular a nombre de las leyes generales, el exceso de empirismo, sus métodos, sus prioridades.

Y también cierta dosis de prepotencia que conduce a sobrevalorar el conocimiento experto en detrimento de los saberes y juicios de los legos, a veces también poseedores de información útil para la toma de decisiones en asuntos de interés social (en campos

como la agricultura, la salud, el medio ambiente, existen numerosos ejemplos al respecto).

Richard Levins ha expresado el problema así: “Lo que estamos observando en nuestra ciencia es una exquisita sofisticación en lo pequeño y una irracionalidad en el nivel de la empresa científica en general, una contradicción que ha llegado a ser más destructora por el poderío cada vez mayor de la técnica”.¹¹

La Ciencia de la Sostenibilidad

De modo que existen múltiples argumentos para considerar que la racionalidad clásica, resumida en el Programa Ilustrado, no responde a la dinámica contemporánea de la ciencia y es preciso buscar nuevos enfoques que permitan lidiar con la complejidad, la incertidumbre, los dilemas éticos que son intrínsecos a las prácticas científicas contemporáneas y ofrezcan mejores opciones para el diseño de políticas del conocimiento que respalden objetivos de sostenibilidad ambiental, justicia, equidad.

La teoría de la complejidad¹², la Bioética¹³, los Estudios Sociales de la ciencia y la tecnología², las epistemologías del Sur,¹⁴ se encuentran entre los enfoques que nos ayudan a caminar en esa dirección. En este documento, nos ocupamos de otro enfoque que comparte semejantes objetivos: la Ciencia de la Sostenibilidad. A continuación se exponen sus fundamentos teóricos esenciales, así como la vinculación de diferentes universidades a programas de enseñanza de este tipo y la evolución de estas concepciones en diferentes ramas del saber. Dentro de ello, la medicina tiene un rol fundamental, por constituir uno de los pilares fundamentales en el tránsito hacia el desarrollo sostenible.

La Ciencia de la Sostenibilidad, como se describe en el sitio web de *Proceedings National of the Academy of Science* (PNAS según las siglas en inglés) se considera “un campo emergente de investigación relacionado con las interacciones entre los sistemas sociales y naturales, y con la manera en que estas interacciones afectan el cambio de la sostenibilidad: encontrando las necesidades de las presentes y futuras generaciones a través de la reducción sustancial de la pobreza y conservando los sistemas que soportan la vida del planeta”.

En los últimos 7 años PNAS ha publicado más de 300 artículos sólo en la sección dedicada a la Ciencia de la Sostenibilidad¹⁵. Además de revistas de investigación,

conferencias científicas y sociedades científicas que se han dedicado a desarrollar la ciencia de la sostenibilidad.^{16, 17}

La Ciencia de la Sostenibilidad se ha caracterizado más por sus propósitos de investigación que por un set común de métodos u objetivos; se define más por los problemas de los cuales se ocupa que por las disciplinas que emplea^{18,19} y el núcleo que distingue su perspectiva es la sostenibilidad.²⁰ Ha sido reconocida como un elemento esencial para el progreso hacia la sostenibilidad, y como una oportunidad para acercar la ciencia a las personas, requiriendo cambios significativos en la forma en que la ciencia está organizada y es conducida.

La Ciencia de la Sostenibilidad ha emergido como un esfuerzo dinámico y transdisciplinario que trata la simbiosis entre las actividades humanas y el ambiente,²¹ provee visiones y escenarios que indican los senderos para la transición hacia la sostenibilidad global⁴ mientras esclarece agentes y decisiones relevantes.²² La Ciencia de la Sostenibilidad provee información indispensable para resolver los cambios de la sostenibilidad. No obstante, la tendencia perceptible hacia la fragmentación de las investigaciones concernientes a la esencia de la misma pudiera colocar esta función esencial en riesgo.

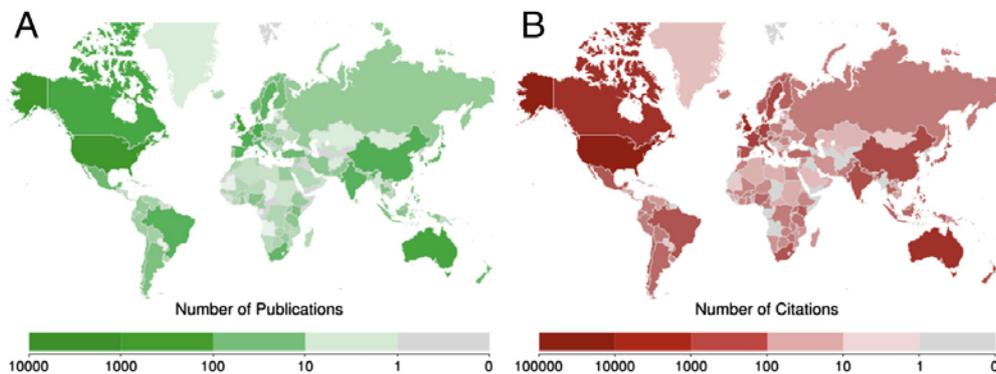
Bettencourt y Kaur²³ llevaron a cabo un análisis sobre la evolución y estructura de la Ciencia de la Sostenibilidad. Para ello consultaron a 37000 autores en más de 20 000 artículos de 174 países y territorios y 2206 ciudades del mundo. Como resultado importante obtuvieron, que al analizar el número de publicaciones sobre la Ciencia de la Sostenibilidad en el tiempo, el número de artículos muestra un crecimiento rápido desde los inicios de 1990 y se duplican cada 8,3 años. Ello es muestra de la significación que ha adquirido este enfoque en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales y sociales crecientes tanto a nivel local como regional.

Centros creadores

Relacionado con la distribución geográfica, Bettencourt y Kaur²³ y Kates¹⁵ refieren que los autores principales que trabajan la Ciencia de la Sostenibilidad pertenecen a los centros tradicionales de la ciencia: Japón, EEUU y Europa occidental. Sin embargo, además se incluyen casi todos los países con economías emergentes (Brasil, Rusia, India, China, Sudáfrica) y algunos países en desarrollo como Kenia y Nigeria (Figura 1). Estas naciones

poseen no sólo una gran presencia en términos de número de publicaciones, sino también en términos de calidad, expresado en términos de número de citas.

Figura. Distribución geográfica de las publicaciones de la Ciencia de la Sostenibilidad.



A: conteos nacionales del número de publicaciones. **B:** Conteos nacionales del número de citas recibidas. Tomado de Bettencourt y Kaur.²³

Si se analizan las ciudades e instituciones en los que más se producen estos artículos, difieren de los centros tradicionales, y muchos se originan en centros políticos (Beijing, Canberra, London, Tokio, Washington) y en muchas y muy variadas instituciones, incluyendo laboratorios, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, así como universidades tanto grandes como pequeñas.

Kates¹⁵ identificó como principal obstáculo para el desarrollo de la Ciencia de la Sostenibilidad el orden mundial establecido actualmente, basado en un mundo unipolar, caracterizado por la poca cooperación y vínculos débiles y ocasionales entre los científicos y el sector empresarial y los políticos. La Ciencia de la Sostenibilidad necesariamente requiere colaboración entre las perspectivas de las sociedades humanas en desarrollo y desarrolladas, entre las disciplinas científicas aplicadas y teóricas, y más enlaces entre los vacíos de la teoría, la práctica y la política.

Fundamentos teóricos de la Ciencia de la Sostenibilidad

La Ciencia de la Sostenibilidad puede subdividirse en dos ramas básicas: una Ciencia **para** la Sostenibilidad, más tradicional y basada en un enfoque disciplinario (más descriptiva, analítica y de ciencia básica), y lo que puede catalogarse estrictamente de la Ciencia **de** la Sostenibilidad, transdisciplinaria y caracterizada por la reflexividad y aplicabilidad.^{15, 16} Esta ciencia emergente, con este último enfoque, puede ser entendido

como un nuevo paso en la evolución de la ciencia. Debido a ello, se pretende que la Ciencia de la Sostenibilidad investigue tanto el carácter fundamental de las interacciones entre la naturaleza y la sociedad, como la capacidad de la sociedad para guiar esas interacciones a lo largo de trayectorias más sostenibles.³

La esencia del desarrollo sostenible es satisfacer las necesidades humanas fundamentales al tiempo que se preservan los sistemas que soportan la vida del planeta Tierra. Cuando se trata de la nueva Ciencia de la Sostenibilidad, se refiere a nuevos enfoques científicos con características diferentes a la ciencia que conocemos. Según Medellín³ la Ciencia de la Sostenibilidad, emergente, ha de abordar los problemas de la sostenibilidad, para lo cual debe:

- Abarcar la interacción de los procesos globales con las características ecológicas y sociales de lugares y sectores particulares.
- Integrar los efectos de procesos claves a través del rango completo de escalas desde lo local hasta lo global, dado su carácter regional.
- Mejorar sustancialmente la “habilidad” para atender asuntos tales como el comportamiento de sistemas complejos autoorganizables así como las respuestas, algunas irreversibles, del sistema naturaleza-sociedad a estreses múltiples e interactivos.
- Combinar formas diferentes de conocer y aprender, que permitirán que diferentes actores sociales trabajen de conjunto, aún con mucha incertidumbre y con información limitada.

La Ciencia de la Sostenibilidad es usualmente entendida en la actualidad como investigaciones que proveen la comprensión necesaria para elaborar los conceptos normativos de la sostenibilidad operacional, y el significado para el plan y la implementación adecuada de los pasos hacia este fin. Esta amplia definición permite la identificación de tres características de la Ciencia de la Sostenibilidad:¹⁶

1. Puede ser investigación básica o aplicada, pero tiene que poseer propósitos declarados, como oposición a la postura del “libre valor” de las ciencias naturales: como la sostenibilidad es un concepto normativo, la Ciencia de la Sostenibilidad tiene que apuntar a la acción. El pluralismo metodológico es una característica necesaria de la Ciencia de la Sostenibilidad como un todo, aunque no necesariamente de cada proyecto.

2. Provee las evaluaciones y análisis integrados. La evaluación integrada es un proceso cíclico (que necesita ser revisado y reevaluado cada cierto tiempo), participativo y que une el conocimiento (ciencia) y la acción (política) relacionados con los asuntos complejos de la ciencia y la tecnología. Es un proceso interdisciplinario que comunica, interpreta y combina el conocimiento desde diversas disciplinas científicas y fuentes no científicas.
3. Tiene que ser interdisciplinaria, y conducirse en un ámbito en el cual permita la integración de sus resultados en un contexto interdisciplinario, poniendo juntas diferentes disciplinas para alcanzar una mayor consistencia en las aproximaciones entre ellas.

La Ciencia para la Sostenibilidad trata de fortalecer el diálogo entre la ciencia y la sociedad, y por tanto, el servicio que brinda la ciencia a la sociedad; soporta los procesos de investigación que se basan en hallar soluciones sostenibles, contribuye a evaluar los impactos de las decisiones actuales e identifica las acciones que se requieren para alcanzar un estado seguro; utiliza escenarios pasados, estados ideales para describir el futuro a partir de las descripciones derivadas de la participación de los interesados y estos escenarios son utilizados para explorar las mediciones necesarias para las aproximaciones.^{5,16}

Esta ciencia puede ser monodisciplinaria o multidisciplinaria pero al menos tiene que estar lista para ser interdisciplinaria, conducida desde una perspectiva amplia de la sostenibilidad, y lista para la integración con resultados desde otras disciplinas.

La Ciencia de la Sostenibilidad se ocupa de lo que Clark¹⁸ ha llamado “el programa de investigación núcleo de la Ciencia de la Sostenibilidad”, el cual no es más que “entender la dinámica compleja que emerge de las interacciones entre el sistema humano y el ambiental”. En este sentido, las investigaciones deben basarse en modelos conceptuales y métodos que se construyan en la interfase de las disciplinas. La Ciencia de la Sostenibilidad tiene, necesariamente, que abrazar no sólo a las ciencias naturales y económicas, sino también a las ciencias sociales que contribuyan a cada análisis, por ejemplo, ciencias políticas y sociología.

Las ciencias sociales y humanísticas, con su reflexión, reflejo y aproximación crítica, pueden introducir preguntas o cuestionamientos sobre las asunciones básicas de las sociedades modernas.²⁴ Más importante aún, la Ciencia de la Sostenibilidad, también requiere asegurar su calidad a través de la participación extendida de los practicantes y usuarios de la información que se posee, integrando las evidencias empíricas y anecdóticas dentro de un marco de trabajo más teórico de las diferentes disciplinas. Este acercamiento requiere de la discusión “de y sobre” los acuerdos de prioridades basados en los diversos aspectos involucrados.

Spangenberg¹⁶ ha enfatizado que la Ciencia de la Sostenibilidad requiere no sólo repensar el modo de hacer ciencia y sus metodologías, sino también necesita establecer puentes entre conceptos de las diferentes disciplinas uniendo biociencias con geociencias con las ciencias sociales y económicas.

El entendimiento de las dinámicas y las dependencias mutuas que involucran a los sistemas, y cómo la resiliencia del metasistema de la “sociedad en la naturaleza” depende de la resiliencia respectiva y la dinámica de los subsistemas, está aún en su infancia.²⁴ Un ejemplo de lo anterior son los problemas que trata de solucionar el Manejo Integrado de Zona Costera (MIZC), donde desde una perspectiva holística y transdisciplinaria, se buscan soluciones que sean lo más respetuosas y amigables posibles entre cada uno de los subsistemas involucrados (generalmente el económico, ambiental y social). Dentro del subsistema social, encontrar vías que garanticen y eleven la calidad de la salud humana apoyándose en los valores naturales de la zona costera de que se trate, es siempre una prioridad.

La necesidad de ser reflexivo en la Ciencia de la Sostenibilidad, aplica no sólo a los procesos y actitudes de investigación, sino también a sus resultados.¹⁶ Consecuentemente, la evaluación del impacto es una herramienta indispensable.

La interfase entre ciencia y política

La Ciencia de la Sostenibilidad es una ciencia aplicada, todos sus resultados deben ser instrumentados, directa o indirectamente, en solucionar problemas de la sostenibilidad. Esta orientación ejerce su influencia en la elección de los temas y las metodologías.¹⁶ Deliberadamente se dedica a contribuir a la interfase ciencia-política,

procesos sociales donde tienen lugar el intercambio entre científicos, tomadores de decisiones y público involucrado.

Cada proceso se desarrolla dentro de discursos reales, permite la construcción del conocimiento de manera conjunta y tiene en cuenta la percepción (interpretación subjetiva)⁵ y “la verdad de la materia” para el momento histórico.^{25, 26} El intercambio es un proceso mutuo, en la interfase ciencia-política e incluye nociones como las siguientes:

- La información científica es relevante para las decisiones políticas.
- La relevancia se define de acuerdo a la lógica de la sociedad de los tomadores de decisiones.
- Esto es explícito y formulado en el lenguaje de los potenciales usuarios y obvio para ellos.
- Los tomadores de decisiones formulan su demanda de información en una forma accesible a los científicos.
- Los científicos están llamados a proveer la información relevante.
- Los tomadores de decisiones se apropian de la información a partir de las deliberaciones y no necesariamente siguen las recomendaciones.

Una distinción similar ha sido sugerida para el nivel de implementación. Un primer orden de gobernanza, como una estructura de manejo efectiva de arriba hacia abajo en sistemas donde ninguna acción tiene un resultado claramente predecible, puede distinguirse de un segundo orden de gobernanza, apropiado para sistemas complejos y en el caso de incertidumbre inherente.²⁷ El segundo caso tiene en cuenta la distribución del conocimiento en sistemas complejos y consiste en procesos discursivos iterativos de apertura y cierre, de entradas y de síntesis.

El aporte científico es una de las fuentes importantes de información, pero no la única dentro del concepto de la Ciencia de la Sostenibilidad. Los analistas tienen que ser capaces de reconocer la situación política dentro de la cual la información científica puede ser utilizada de diferentes maneras y de acuerdo a los intereses particulares. Consecuentemente, los analistas tienen no sólo que ser expertos **en** procesos políticos, sino también expertos **de** procesos políticos.²⁸

Un nuevo enfoque de manejo

Balancear los enfoques, lograr que los resultados científicos sean significativos a través de ser capaz de involucrar la experiencia no científica sin perder la calidad científica, es un componente indispensable de la Ciencia de la Sostenibilidad. Ello requiere de sensibilidad y diplomacia que los científicos no necesariamente adquieren en su educación.

Como todas las ciencias interdisciplinarias, la ciencia de la sostenibilidad requiere diferentes modelos de manejo de los procesos de investigación. La creación de espacios para la reflexión e iniciar discursos interdisciplinarios y transdisciplinarios, y enriquecer la investigación sin afectar los procesos de investigación, requiere de un tipo particular de coordinación de proyectos, incluyendo un amplio conocimiento de metodologías y culturas científicas diferentes.²⁹

La estructura de cualquier proyecto de la Ciencia de la Sostenibilidad debe de ser conceptualizado como no estático, sino como un proceso dinámico con una visión clara donde el estadio final no debe de estar definido en detalle. Esta combinación de objetivos claros y flexibilidad en la estructura y contenido, ha de estar respaldado por un número de reglas de contingencia. La flexibilidad no es sólo en materia de diseño de proyecto, sino también de las restricciones impuestas por los donantes o financistas y del tamaño del proyecto.

La ciencia en la sociedad: comunidades de pares extendidas

El concepto de la comunicación científica como tráfico de la información en un solo sentido, desde los expertos a los tomadores de decisiones y al gran público, es una moda antigua.¹⁶ Esto ha sido reemplazado por la noción de asociación a través de aprendizaje recíproco por parte de todos los involucrados y afectados. Ello implica incluir a ambos, al público y a los tomadores de decisiones, para asegurar la calidad y evaluar la innovación científica y tecnológica: cada interesado se convierte en un igual.

En el caso de los asuntos relacionados con el manejo integrado de zonas costeras, una parte no despreciable de la información básica y relevante necesaria para la solución de conflictos típicos de las zonas costeras, proviene de las comunidades de pescadores. Los mismos advierten sobre procesos naturales que tienen lugar en esa comunidad, su evolución histórica, así como los hábitos y costumbres más saludables que forman parte

de sus tradiciones. En la costa sur de Cuba, por ejemplo, los pescadores se alimentan de barracudas o picúas sin temer enfermar de ciguatera. En la costa norte, sin embargo, ocurre lo contrario.

El conocimiento de la relevancia de los problemas no es monopolio de la ciencia, menos aún de una disciplina. La transdisciplinariedad incluye el conocimiento tácito y la experiencia basada en la comprensión, simplemente significa que todo el conocimiento relevante para la solución de un problema, está integrado. Este enfoque de comunidades pares extendidas, es un constituyente esencial para la Ciencia de la Sostenibilidad como una ciencia post-normal.¹⁰

Definir las preguntas de investigación debería ser un ejercicio conjunto. La relevancia de las tareas está definida por los interesados con los científicos, posiblemente participando en su capacidad como ciudadanos, más que por su competencia científica. Sin embargo, en cuanto a lo concerniente a la metodología y a la aprobación de trabajo científico, los científicos tienen que desempeñar un papel decisivo. Ellos tienen que elegir los métodos y justificar la pertinencia de su enfoque. Ello es parte de la fase de planeamiento del proyecto, pero no necesariamente tiene que repetirse en cada paso del mismo. Un proyecto ideal debería de incluir:

- A los interesados involucrados en la definición de las preguntas de investigación para elevar la relevancia de la investigación;
- Consulta regular durante el proceso de investigación brindando la oportunidad a todos los involucrados de tener un impacto real en la investigación;
- Evaluación conjunta de los resultados intermedios e incorporación de las salidas en el proceso de investigación para ayudar a asegurar la calidad y relevancia de los resultados.
- Pre-evaluación de los resultados finales para crear el sentimiento de propiedad.
- Presentación común de los resultados para aumentar la credibilidad del trabajo de investigación, aumentar la aceptación y el alcance.

Para el futuro, nuevos temas vitales de la Ciencia de la Sostenibilidad incluyen biodiversidad, restauración ecológica, biología de la conservación, ciclos climáticos y geoquímicos, límites en la disponibilidad de recursos y sus impactos sociales y económicos, análisis dinámicos de los sistemas socioeconómicos y técnicos.²⁴

La Ciencia de la Sostenibilidad requiere de una nueva ingeniería en la fábrica de la ciencia para todos los dominios de la ciencia y la ingeniería, incluyendo las respectivas metodologías estándar e instituciones. Si se implementa exitosamente, el valor de la ciencia pudiera incrementarse significativamente para la sociedad, el público y la credibilidad científica aumentaría y resultaría en un vasto rango de nuevas y fascinantes preguntas de investigación. Para los científicos, los cambios de la sostenibilidad son una oportunidad no despreciable.^{15, 16}

Universidades y Ciencia de la Sostenibilidad

Tanto la educación como la formación de capacidades son esenciales para enlazar los vacíos entre lo que se conoce y lo que se desconoce. Para lograr ese enlace, en el mundo actual, donde convergen naturaleza y sociedad, se necesitan nuevos enfoques transdisciplinarios. Los sistemas para el monitoreo de las representaciones de la sostenibilidad de las instituciones y los modelos de gobernanza están sólo en embrión, al igual que los sistemas de indicadores que existen tienden a ignorar aspectos esenciales de la diversidad cultural, el poder de las estructuras y la discriminación de género.^{30- 32}

Las formas tradicionales de la educación superior y las investigaciones académicas, se encuentran en proceso de cambio en lo referido a su papel en la producción y reproducción del conocimiento. Ello se debe, al incremento de las presiones desde las comunidades y grupos de voluntarios quienes requieren de habilidades para desarrollar su trabajo diario; y por otra parte, al cambio de rol y autoridad de la ciencia en la sociedad. Existe una tendencia cambiante en las instituciones académicas y de investigación en aras de abrirse a los problemas reales de la sociedad y gradualmente convertirse en entidades más receptivas a la responsabilidad social de la esfera académica.³³

En el contexto mundial actual, en el cual las sociedades modernas se encuentran confrontando múltiples cambios que incluyen el crecimiento de la población humana, la limitación de recursos y el deterioro del ambiente, la educación en la Ciencia de la Sostenibilidad viene a jugar un papel fundamental en el desarrollo de capacidades humanas que sean capaces de manejar estos temas, por lo cual se han desarrollado programas de Ciencia de la Sostenibilidad de pre y posgrado en diferentes universidades del mundo.

Sólo en la web de la Asociación para el Fomento de la Sostenibilidad en la Educación Superior aparecen 8 programas de doctorado y 41 programas de maestría. El objetivo es lograr la educación en la Ciencia de la Sostenibilidad a través de “Mentalidad-Habilidad-Conocimiento”, así como de las competencias que se adquieran y la pedagogía.³⁴ Tanto en los programas de pre como de posgrado las disciplinas relacionadas directamente con la sostenibilidad se imparten en el núcleo obligatorio.^{35, 36} Los temas afines con Salud pública, por ejemplo, se tratan en el núcleo de Sostenibilidad Ambiental al igual que Manejo de recursos.

Debido a que los problemas de la sostenibilidad se encuentran interrelacionados y necesitan ser evaluados a través de las fronteras disciplinarias, una pregunta guía para el GPSS (*Graduate Program in Sustainability Science*, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Ibaraki –Japón– ha sido: ¿Cómo pueden los programas académicos contribuir a desarrollar maneras interdisciplinarias de pensar, actuar y crear habilidades en los estudiantes tanto de manera individual como en la comunidad de maestrantes?

En Japón, varias universidades han desarrollado programas de posgrado sobre la Ciencia de la Sostenibilidad y uno de sus principios ha sido la rotación y el intercambio de los estudiantes dentro de este grupo de universidades. Sin embargo, aún es crítica la necesidad de establecer una asociación entre la “educación formal” y la “educación no formal”. Ello debe ser considerado en los futuros programas de Ciencia de la Sostenibilidad, así como ganar claridad en el papel que debe desarrollar cada uno de los modos de enseñanza antes citados.³³

La integración de la educación, la investigación y la contribución social son indispensables para la sostenibilidad.³⁶ Las instituciones de Educación Superior han incrementado sus expectativas relacionadas con el rol clave que pueden desempeñar en la generación de soluciones concretas y estrategias para enfrentar la dinámica y los factores complejos que han conllevado a la crisis de la sostenibilidad. Para enfrentar estas expectativas, es esencial que la educación, la investigación y la contribución social se integren de manera apropiada en una combinación de respuestas que se promuevan y se refuercen en los procesos de institucionalización. Para lograr este fin, es necesario utilizar a las universidades como plataforma de experimentación social a través de la colaboración y del trabajo en redes entre la academia, la industria y el sector público, ya que las mismas son capaces de enseñar e innovar para la sostenibilidad.

La experiencia del sector privado es un ingrediente crucial cuando se implementa la colaboración entre diferentes sectores interesados con el sector público llamado a desencadenar las reformas institucionales que favorecen la innovación para la sostenibilidad.³⁶

Con la diversidad de experiencias de programas académicos en diferentes instituciones de la Educación Superior, las oportunidades necesitan ser aprovechadas para el aprendizaje mutuo y la colaboración en la educación, la investigación y el alcance de las actividades en la Ciencia de la Sostenibilidad. Estudiantes, becarios e investigadores pueden intercambiarse entre diferentes universidades, posiblemente a través de las propias becas.

Asimismo, puede llevarse a cabo la coordinación de los programas académicos a través de esquemas bilaterales y multilaterales; crearse talleres conjuntos o escuelas de verano para investigadores jóvenes y estudiantes de doctorado, lo cual constituiría una oportunidad valiosa de intercambio y aprendizaje de diferentes enfoques que conduzcan investigaciones rigurosas en diversos campos.³⁶

Además de lo anterior, es importante y necesario que sean explorados esquemas de intercambio de estudiantes y profesores de universidades con empleadores e investigadores en industrias.³⁷ Finalmente, coordinar los esfuerzos para un alcance efectivo hacia los tomadores de decisiones y la comunidad internacional interesada, también se considera que contribuirá a acoger la sostenibilidad a nivel mundial.

Huella disciplinaria y evolución de la Ciencia de la Sostenibilidad

Las ciencias sociales son uno de los grandes contribuyentes a la ciencia de la sostenibilidad con casi el 34 % del total de publicaciones.²³ Sin embargo, la importancia relativa de las ciencias sociales ha ido disminuyendo en el tiempo, y llegado a alcanzar un máximo en 1995 con un 42 % y comenzó a decaer en el año 2009 con 32 %. Las subdisciplinas dentro de las ciencias sociales también fueron cuantificadas y presentaron el siguiente orden de mayor a menor: políticas ambientales (20,2 %), manejo ambiental (15,4 %), estudios regionales (5,4 %), manejo de recursos humanos (4,9 %), geografía política (4,5 %), estudios rurales (4,1 %), estudios urbanos (3,7 %) y econometría (3,4 %).^{15, 23}

El campo de la biología contribuye con el 23,3 % al total de publicaciones (la máxima contribución la logró en 1997 con 30,6 % y descendió a 23 % en 2009).^{15,23} Las contribuciones fundamentales a partir de los diferentes subcampos han sido: 16,8 % en biología general, 15,9 % en biología de la conservación, 11,6 % modelación ecológica, 6,4 % ciencias del bosque, 4,0 % ictiología, 3,9 % análisis de suelo, 3,7 % ecología molecular y 3,5% biología de peces.

Los grandes campos de la química, las ingenierías civil y mecánica son responsables del 21,6 % de todas las publicaciones de la ciencia de la sostenibilidad en diversos subcampos.^{15,23} Los mismos contribuyen en el siguiente orden: ciencias del suelo (23,6 %), energía solar y eólica (16,9 %), aguas de desecho (9,4 %), manejo costero y oceánico (5,5 %), calidad del suelo (4,8 %), filtración de membranas (2,5 %), política del agua (2,4 %) y contaminación ambiental (2,3 %).

Entre los años 1992 y 2009, se ha observado un incremento en las publicaciones referidas al tema en los campos de la medicina, ciencias de la tierra, neurociencias, química y biotecnología.³⁷ El número de artículos publicados anualmente sobre la Ciencia de la Sostenibilidad, se incrementó entre un 15-20 % por año durante la última década. Estas publicaciones aparecieron en los campos de las ciencias naturales y sociales, ingeniería y medicina, lo cual fue una de las razones que conllevó a la creación de la sección de Ciencia de la Sostenibilidad dentro de PNAS.¹⁸

La Ciencia de la Sostenibilidad y las Ciencias de la salud

En el año 2007, el volumen 104, número 41 de PNAS, incluyó por primera vez, en la sección recién creada "Ciencia de la Sostenibilidad", trabajos referidos a la salud pública. La importancia de incluir este tipo de investigaciones dentro de dicha sección, partía de algunas reflexiones que realizó el entonces decano de la Facultad de Ciencias Médicas de Harvard, Bloom,³⁸ en las cuales subrayaba:

- Existe evidencia empírica de que algunos países con bajos niveles de producto interno bruto per cápita poseen esperanza de vida comparable con la de países ricos, mientras que otros poseen producto interno bruto per cápita significativo, pero se consideran pobres en términos de salud. Ello cambia el paradigma que reconoce que la salud es un contribuyente significativo que determina el desarrollo social y económico.

- Algunos retos en la salud para los países en desarrollo son cómo compartir los beneficios que continuamente incluyen los avances de las tecnologías médicas, controlar los costos aunque incrementando el acceso a los servicios básicos, definir y proveer prevención de salud básica y servicios de cuidados, y crear programas sostenibles que eleven la salud de sus pueblos. Para la comunidad internacional, en general, el nuevo cambio va hacia la contribución de programas pilotos en salud que provean vacunas y servicios preventivos o de cuidados de salud que funcionen en determinado lugar. Este cambio incluye el buscar una vía que comprometa a las poblaciones locales y nacionales. Otra preocupación crítica es cómo programas exitosos pueden ser sostenibles en el tiempo.
- En años recientes se ha incrementado el interés de la comunidad científica sobre cómo utilizar la ciencia para explorar interrogantes relacionadas con el desarrollo sostenible, contribuyendo y aprendiendo de esfuerzos para resolver problemas del mundo actual. Los presidentes de la Academia Nacional de Ciencias se han dedicado durante largo tiempo a intentar que las academias se conviertan en líderes del aprovechamiento de la ciencia y la tecnología para la solución de problemas globales y así mismo promuevan el desarrollo sostenible. Debido a que se reconoce la importancia e implicaciones de la salud en el desarrollo económico, en el desarrollo social y humano, y en la equidad entre poblaciones y países, los líderes de las academias sugirieron a PNAS evaluar la pertinencia de incluir artículos apropiados de salud dentro de la sección de Ciencia de la Sostenibilidad.

Los cuatro primeros artículos sobre salud pública que se publicaron dentro de la sección de Ciencia de la Sostenibilidad³⁹⁻⁴² enfatizan la importancia y necesidad de los enfoques multisectoriales para proveer soluciones sostenibles a los complejos problemas de salud de los países subdesarrollados. Ello incluye enfoques de salud pública, medicina, ingeniería, educación y compromiso de la comunidad, entre otros. Es precisamente este requerimiento de análisis científico multisectorial y de compromiso, lo que justifica la inclusión de estos artículos en la sección de PNAS sobre Ciencia de la Sostenibilidad.

Recientemente, en el Editorial de *Science* de Junio de 2013, Dye and McNutt⁴³ han subrayado que ahora, más que nunca, se hacen necesarias investigaciones multidisciplinarias que sean tratadas como una necesidad inmediata del desarrollo. Dentro de ello, una vida saludable depende de la seguridad alimentaria. Cubrir la salud universal requiere tener en cuenta servicios, no sólo para el tratamiento de enfermedades, sino

también para la prevención, lo cual necesita de la combinación de investigaciones que incluyan educación, ambiente, salud pública y medidas políticas.

Por otro lado, la alimentación ha sido reconocida como uno de los problemas más preocupantes relacionados con la salud humana. En este sentido, el número 2 del Volumen 9 del 2013 de la revista *Sustainability: Science, Practice and Policy*, se dedicó al análisis de los problemas concernientes a la producción y consumo de alimentos.

Una de las conclusiones fundamentales es la necesidad de llevar a cabo análisis integrados que expresen las interrelaciones entre las dimensiones ecológicas, sociales, éticas, económicas y las referidas a la salud. Para ello, la Ciencia de la Sostenibilidad, parece aportar un marco teórico y metodológico apropiado. En ese sentido, numerosas investigaciones han tenido como objetivo, recientemente, el tratar de colocar la ciencia de la sostenibilidad al servicio de lograr cultivos sostenibles^{44,45} y dietas más sanas y saludables,⁴⁶ algunas dirigidas a disminuir el consumo de carnes, especialmente de res.⁴⁷

Otros problemas que han involucrado a la salud pública y a la ciencia de la sostenibilidad recientemente, son aquellos referidos al impacto de los cambios climáticos globales en islas pequeñas.^{48, 49} Algunas preguntas fundamentales han sido: ¿Qué determina la vulnerabilidad o resiliencia de los sistemas socio-ecológicos en islas pequeñas? ¿Cómo se pueden enmarcar las claves de los cambios de la sostenibilidad de manera específica para estas islas? ¿Cómo pueden adquirirse los conocimientos, las comunicaciones y estructurarse para promover acciones de adaptación proactiva que mejoren la seguridad y el bienestar en las comunidades de las islas?

Estas interrogantes han tenido resonancia global más allá de los arrecifes de coral y las líneas de costa de las islas pequeñas, y no tienen respuestas simples. Trabajar en la búsqueda de soluciones, requiere de investigaciones integradoras y transdisciplinarias, a la vez que destaca la necesidad de mejorar las prácticas, incluyendo un manejo más efectivo de las aguas domésticas residuales como una estrategia clave para mantener la salud y la estabilidad en las islas.

CONCLUSIONES

La racionalidad clásica está agotada. No alcanza a dar cuenta de las complejas interrelaciones entre sociedad, naturaleza y ciencia que demanda el desarrollo sostenible. Se requieren prácticas científicas impulsadas por una diversidad de actores, académicos y no académicos, portadoras de nuevos enfoques, metodologías, valores y perspectivas transdisciplinarias que ofrezcan mejores oportunidades al manejo de la complejidad, el riesgo y la incertidumbre.

La Ciencia de la Sostenibilidad ha aparecido como una respuesta prometedora a los esfuerzos que se vienen realizando para orientar la ciencia y tecnología hacia el desarrollo sostenible, entendiendo a este último como una propuesta de desarrollo integral que debe ser enfrentado desde la perspectiva del sistema socio-ecológico que implica atender los problemas sociales, económicos y ambientales, reduciendo el hambre, la pobreza y la inequidad, a la vez que cuida la biodiversidad.

En este artículo se considera que el paradigma de la ciencia de la sostenibilidad puede ser de interés para el país. Muchos de los problemas con que lidiamos en Cuba son complejos (producción de alimentos, cambio climático, políticas de salud y control de enfermedades, manejo de zonas costeras, entre otros) y ninguno de ellos puede ser abordado desde una disciplina particular y sin intencionalidades axiológicas y políticas bien definidas.

Se necesita avanzar hacia prácticas científicas del tipo que la ciencia de la sostenibilidad sugiere y para ello debemos formar en nuestras universidades a las personas que lo harán posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sarewitz D. Bienestar humano y ciencia federal, ¿Cuál es la conexión? En: López Cerezo JA, Sánchez Ron JM, editores. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI; 2001. p.155-172.
2. González García M, López Cerezo JA, Luján J. Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos; 1996.

3. Medellín P. La nueva ciencia de la sostenibilidad. Parte 1: Su naturaleza y las preguntas que se plantea. [Internet].2001 [citado 22 Feb 2014]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://anea.org.mx/docs/Medellin-CienciadelaSostenibilidad.pdf>
4. Komiyama H, Takeuchi K. Sustainability science: building a new discipline. *Sustain Sci.* 2006; 1:1–6
5. Martens P. Sustainability: science or fiction? *Sustain: Sci, Prac& Pol.*[Internet].2006 [citado 22 Feb 2014];2(1). Disponible: <http://sspp.proquest.com/archives/vol2iss1/communityessay.martens.html>
6. Albornoz M (coord.).Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social Programa iberoamericano en la década de los bicentenarios. Organización de Estados Iberoamericanos; 2012.
7. Núñez J. Ética, Ciencia y Tecnología: sobre la función social de la tecnociencia. *Llull.* 2002; 25 (53): 459-84.
8. Núñez J. Democratización de la ciencia y geopolítica del saber. En: *La Democratización de la ciencia*, López Cerezo JA. (editor). Donostia: Cátedra Sánchez-Mazas/OEI; 2003.p.127-158.
9. Gallopin G. Una ciencia para el siglo XXI: del contrato social al núcleo científico. *Rev Internac de Ciencias Sociales.* [Internet].2001 [citado 22 Feb 2014]; 168. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi>
10. Funtowikz S, Ravetz, J. Problemas ambientales, ciencia post-normal y comunidades de evaluadores extendidas. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*; González M, López Cerezo JA, Luján J L (editores). Barcelona: Editorial Ariel; 1997. p. 151-160.
11. Levins R. Defiendan la ciencia, critiquen la ciencia, Marx Ahora. 1997-1998; (4-5): 242-46.
12. Morin E. El Paradigma de la complejidad. En: *Introducción al pensamiento complejo.* Barcelona: Editorial Gedisa; 2005.
13. Acosta J. (Editor científico). *Bioética para la sustentabilidad.* Primera Edición. Publicaciones Acuario. La Habana: Centro Félix Varela; 2002. p 742.
14. Sousa Santos B. *Conocer desde el Sur. Para una cultura política emancipatoria.* Lima: UNMSM; 2006.
15. Kates RW. *From the Unity of Nature to Sustainability Science: Ideas and Practice.* Cambridge: Harvard University; 2011.
16. Spangenberg JH. Sustainability science: a review, an analysis and some empirical lessons. *Environ Conserv.*2011; 38(3):275–87

17. Miller T. Constructing sustainability science: emerging perspectives and research trajectories. *Sustain Sci.* 2013; 8:279–93. Clark WC. Sustainability science: a room of its own. *PNAS*. [Internet]. 2007 [citado 22 Feb 2014]; 104(6). Disponible en: <http://www.pnas.org/content/104/6/1737.full?ck=nck>
18. Kajikawa Y, Ohno J, Takeda Y, Matsushima K, Komiyama H. Creating an academic landscape of sustainability science: An analysis of the citation network. *Sustain Sci.* 2007; 2:221–231.
19. Kauffman J. Advancing sustainability science: report on the international conference on sustainability science. *Sustain Sci.* 2009; 4:233–242.
20. Rapport DJ. Sustainability science: an ecohealth perspective. *Sustain Sci.* 2007; 2(1): 77–84.
21. Raskin PD. World lines: a framework for exploring global pathways. *Ecol Econ.* 2008; 65(3): 461–70.
22. Bettencourt LMA, Kaur J. Evolution and structure of sustainability science. 2011; 49:19540–19545.
23. Jerneck A, Olsson L, Ness B, Anderberg S, Baier M, Clark E, Hickler T, Hornborg A, Kronsell A, Lovbrand E, Persson J. Structuring sustainability science. *Sustain Sci.* 2011; 6:69–82
24. Van den Hove S. A rationale for science-policy interfaces. *Futures.* 2007; 39(7): 807–26.
25. Foucault M, Seitter W, Konersmann R. *Die Ordnung des Diskurses*. Frankfurt/Main. Germany: Fischer Taschenbuch Verlag; 1992.
26. Kemp R, Parto S & Gibson RB. Governance for sustainable development: moving from theory to practice. *Intern J of Sustain Devel.* 2005; 8(1): 12–30.
27. Ascher W. Policy sciences contributions to analysis to promote sustainability. *Sustain Sci.* 2007; 2(2):141–49.
28. Spangenberg JH. Forschung für Nachhaltigkeit. Herausforderungen, Hemmnisse, Perspektiven. In: *Handbuch nachhaltige Entwicklung. Wie ist nachhaltiges Wirtschaften machbar?* ed. Linne G, Schwarz M. Opladen: Leske & Buderich; 2003. p. 531–550.
29. Spangenberg JH. The institutional dimension of sustainable development. In: *Sustainable Indicators: A Scientific Assessment*, ed. Hak T, Moldan B, Dahl AL. Washington and London: Island Press; 2007. p. 107–26.
30. Zuindeau B. Régulation school and environment: theoretical proposals and avenues of research. *Ecol Econ.* 2007; 62(2): 281–90.

31. Bodorko's B and Pataki G. Linking academic and local knowledge: community-based research and service learning for sustainable rural development in Hungary. *J of Clean Prod.* 2009; 17: 1123–1131.
32. Tamura M, Uegaki T. Development of an educational model for sustainability science: challenges in the Mind–Skills–Knowledge education at Ibaraki University. *Sustain Sci.* 2012; 7:253–265.
33. Onuki M, Mino T. Sustainability education and a new master's degree, the master of sustainability science: the Graduate Program in Sustainability Science (GPSS) at the University of Tokyo. *Sustain Sci.* 2009; 4:55–59.
34. Smith-Sebasto NJ, Shebitz DJ. Creation of an Innovative Sustainability Science Undergraduate Degree Program: A 10-Step Process. *Innov High Educ.* 2013; 38:129–141.
35. Yarime M, Trencher G, Mino T, Scholz RW, Olsson L, Ness B, Frantzeskaki N, Rotmans J. Establishing sustainability science in higher education institutions: towards an integration of academic development, institutionalization, and stakeholder collaborations. *Sustain Sci.* 2012; 7 (Supplement 1):101–113.
36. Orecchini F, Valitutti V, Vitali G. Industry and academia for a transition towards sustainability: advancing sustainability science through university–business collaborations. *Sustain Sci.* 2012; 7 (Supplement 1):57–73.
37. Bloom BR. Sustainable health: A new dimension of sustainability science. 2007; 104 (41).
38. Bloom DE, Canning D. Mortality traps and the dynamics of health transitions. 2007; 104 (41): 16044-16049.
39. Gurtler RE, Kitron U, Cecere MC, Segura EL and Cohen JE. Sustainable vector control and management of Chagas disease in the Gran Chaco, Argentina. 2007; 104 (41): 16194-16199.
40. Reddy KS, Prabhakaran D, Jeemon P†, Thankappan KR, Joshi P, Chaturvedi V, Ramakrishnan L and Farooque Ahmed. Educational status and cardiovascular risk profile in Indians. 2007; 104 (41): 16263-16268.
41. Singer BH, Caldas de Castro M. Bridges to sustainable tropical health. 2007; 104 (41): 16038-16043.
42. Dye C, McNutt M. The Science of Sustainability. *Science.* 2013; 340: 1499.
43. Sedlacko M, Reisch L, Scholl G. Sustainable food consumption: when evidence-based policy making meets policy-minded research—Introduction to the special issue. *Sustain Sci.* 2013; 8: 1-6

44. Marsden T. Sustainable place-making for sustainability science: the contested case of agri-food and urban–rural relations. *Sustain Sci.* 2013; 8:213–226
45. Reisch L, Eberle U, Lorek S. Sustainable food consumption: an overview of contemporary issues and policies. *Sustain Sci* 2013; 8:7-25
46. Hallström E, Börjesson P. Meat-consumption statistics: reliability and discrepancy. *Sustain Sci.* 2013; 8: 37-47.
47. Hay JE, Forbes DL, Mimura N. Understanding and managing global change in small islands. *Sustain Sci.* 2013;8 (3).
48. Brandt P, Ernst A, Gralla F, Luederitz C, Lang DJ, Newig J, Reinert F, Abson DJ, von Wehrden H. Review of transdisciplinary research in sustainability science. *Ecol Econ.* 2013; 92: 1–15.

Recibido: 07/05/14

Aprobado: 16/05/14

Silvia Patricia González Díaz. Doctora en Ciencias Biológicas, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana. Calle 16, No. 114, entre 3ra y 1ra, Municipio Playa. La Habana, Cuba. CP 10 300 patricia@cim.uh.cu