

Lo numérico y la Sustentabilidad
John Cairns Jr.**Departamento de Biología del Instituto Politécnico de Virginia y la Universidad de Blacksburg, Virginia 24061,
USA jcairns@vt.edu**Traducción¹ de **Numeracy and Sustainability** por Rosa María Chávez Dagostino,
Rodrigo Espinoza Sánchez y Edmundo Andrade Romo²

RESUMEN. El uso sustentable del planeta se basa en el presupuesto de que la humanidad puede mantener las condiciones adecuadas para habitar el planeta indefinidamente. No hay evidencia robusta que apoye o niegue ésto y la evidencia adecuada en este tema podría no estar disponible por siglos. Lo numérico es la capacidad de utilizar o entender técnicas numéricas de las matemáticas (números que representan fenómenos, respaldan la realidad). Aun así, si la información numérica adecuada estuviera disponible, las decisiones importantes que la humanidad hace con respecto al uso sustentable del planeta, no debieran ser orientadas por información numérica solamente, tales como números económicos, si no por una ética ecológica y de la sustentabilidad que provee de una estructura de valores, que indican como los números deben ser utilizados e interpretados

PALABRAS CLAVE: Sustentabilidad, Numeralización, Eco-ética, Ética de la sustentabilidad, Desarrollo sustentable.

El problema con nuestros tiempos es que el futuro no es lo que solía ser.

Paul Valery

INTRODUCCIÓN

El uso sustentable del planeta se basa en la suposición de que la humanidad tiene el derecho de alterar el planeta a fin de que las formas de vida humana puedan habitar el planeta Tierra indefinidamente. Al hacer esto las condiciones del planeta pueden ser cambiadas a fin de que sean óptimas para unas especies, pero no necesariamente para todas las especies o aun ni siquiera para la mayoría de las especies que existen ahora. Es claro que la humanidad no valora por igual todos los sistemas de vida. La sustentabilidad se basa en la suposición de que las condiciones ambientales aceptables pueden ser mantenidas. Esta suposición no ha sido validada, ni parece que lo será por siglos, si alguna vez se hace. Numeralización es la habilidad para el entendimiento y uso de técnicas matemáticas (una introducción útil está disponible en Bartlett 1994). No obstante las decisiones que la humanidad hace no deberían basarse en números, aún en números económicos, si no en la ética ecológica y de la sustentabilidad que provee de un referente de valores que indican como los números debieran ser utilizados e interpretados. El énfasis en números severamente limitados es una de las debilidades del reporte de la Comisión de las Naciones Unidas para el Ambiente y Desarrollo (UNCED 1987), se enfocó en el desarrollo comúnmente referido como sinónimo de crecimiento. El desarrollo es solamente un valor medido por una especie. La sustentabilidad involucra una variedad de medidas para un sistema viviente multivariado y complejo llamada red interdependiente de vida.

La sustentabilidad es el estudio de patrones que involucran todas las formas de vida y las condiciones necesarias para que prosperen como una comunidad. Uno puede valorar infinitamente a las formas de vida humanas, asimismo otras

¹ Con autorización del autor y la editorial para uso académico.

² Profesores-investigadores del Cuerpo Académico Análisis Regional y Turismo del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara. Av. Universidad de Guadalajara 203, del. Ixtapa. Puerto Vallarta, Jalisco, México. CP 48280. rosac@pv.udg.mx

formas de vida. Uno puede valorar infinitamente la vida propia pero también ser capaz de sacrificarse para proteger a su descendencia. Este ejemplo ilustra como puede haber más de un valor para *infinitud*. La sustentabilidad involucra una situación similar –la humanidad debe otorgar valor infinito a la vida personal, a la vida de las generaciones futuras a la de otras formas de vida. El balance de estos valores aparentemente incompatibles nunca será logrado completamente, puesto que la vida consiste de eventos dinámicos y estocásticos que frecuentemente alteran los factores que afectan este precario balance. Las políticas de sustentabilidad deben ser desarrolladas para componentes individuales (por ejemplo agricultura, transporte, energía, comunidades, pesquerías), pero el logro de la sustentabilidad no será posible sin que las políticas sean integradas en una política maestra y plan que no afecte adversamente a otros componentes. Lo numérico debe ser útil en el establecimiento del balance de los componentes.

UTILIZANDO INFORMACIÓN NUMÉRICA DISPONIBLE

Los números que influyen la sustentabilidad son simples y directos, pero son ignorados o malentendidos por los que hacen políticas y por el público en general. Como consecuencia, prácticas y comportamientos no éticos y no sustentables, son llamados “prácticos”, “esenciales”, “buenos para la economía”, “compasivo”, y aun “religiosos”. Probablemente, la más grande amenaza a la sustentabilidad es la desinformación sobre los peligros del crecimiento poblacional humano (Barlett 1998), como Barlett (1998) señala a mayores optimismos de las predicciones es mayor la probabilidad de que la predicción esté basada en datos aritméticos erróneos o no los utiliza. La población humana no puede crecer exponencialmente e indefinidamente en un planeta finito. El debate sobre el crecimiento poblacional empezó hace 200 años con la reveladora publicación Malthus (1798). En la raíz de esta controversia se encuentra la negación de los límites. Hardin (1993) provee una excelente ilustración (empezando con un simple lirio de agua de un tamaño específico de una charca de un tamaño específico y una tasa de incremento específico) de que tan rápido un límite puede ser alcanzado cuando el crecimiento exponencial ocurre aun cuando ningún problema sea aparente en el presente. Esta ilustración podría ser aplicada a cualquier especie en el planeta –incluyendo humanos. ¿Cuándo la charca será cubierta por los lirios? Asumiendo una tasa de duplicación diaria, la capacidad será alcanzada en el día 30, no obstante la charca estaría cubierta a la mitad en el día 29. La búsqueda de nuevos recursos no impedirá alcanzar los límites ya que la duplicación del tamaño de la charca solo pospondría la saturación (alcanzado la capacidad) por un día. Cuadruplicando el tamaño de la charca duraría 2 días más. En corto todo parece bien hasta la duplicación final. Después del día 30 los lirios producidos sufrirán seriamente de falta de espacio. Claramente otras formas de vida sufrirán en esta fase. Las razones emocionales que podrían conducir a refutar a aceptar esta realidad para las poblaciones humanas podrían finalmente costar millones de vidas.

Este importante tema del crecimiento exponencial puede ser examinado por cualquiera con una calculadora de bolsillo o un lápiz y una hoja de papel. Por ejemplo, comenzando con un elemento de cualquier cosa, diez duplicaciones producirán el atonizante número de 512. Una estimación del doble del tiempo puede ser calculada dividiendo la tasa de crecimiento entre 70. Una tasa de crecimiento poblacional del 2% por año (considerado modesto en estos días) resulta en una duplicación de tiempo en 35 años. Una isla con capacidad de carga de 256 personas estaría en serios problemas con una sola duplicación. Ignorando simples números la humanidad se coloca en un gran riesgo.

HUELLA ECOLÓGICA

La huella ecológica promedio de un norteamericano (esencialmente el promedio de tierra que sería necesario para soportar una economía definida sustentablemente a su actual nivel de vida) es de 4 a 5 hectáreas (Wackernagel y Rees 1996). A una tasa de crecimiento humano poblacional del 2% se necesitarían de 8 a 10 hectáreas para mantener el tamaño de la huella. En un planeta finito el crecimiento exponencial irrestricto es una idiotez. Los Países Bajos (Instituto Nacional para la protección de salud pública y del ambiente 1992) tiene una huella ecológica más pequeña (3.32 hectáreas *per cápita*) que Estados Unidos y Canadá, pero un estándar de Calidad de Vida superior al planeta entero. No obstante aun una tasa de crecimiento poblacional pequeño puede rápidamente producir el número de

hectáreas disponibles *per cápita*. Con una tasa de crecimiento poblacional humano del 1% anual, el tiempo de duplicación sería aproximadamente de 70 años. El tamaño de la huella ecológica deberá ser reducido a 1.66 hectáreas *per cápita* en los Países Bajos (y consecuentemente un estándar de vida mucho más bajo) si la base del recurso permanece constante. Esta situación daría lugar a que los recursos decrecieran a la mitad *per cápita*, si la base de los recursos no fueran duplicada. Obviamente la humanidad no puede mandar al excedente de la población entera a otros planetas durante el tiempo de duplicación de 70 años.

En contraste, el tamaño de la huella ecológica de la India es de 0.38 hectáreas *per cápita* (Wackernagel y Rees 1996). Peor aun, el tamaño de la huella estimada de una persona promedio en la India, en el 50% inferior de ingresos, es aproximadamente de 0.2 hectáreas (Wackernagel y Rees 1996). Así, la condición presente es todavía no satisfactoria. Si la capacidad de carga global para humanos es alcanzada o excedida en un planeta finito, entonces el consumo por parte de los ricos debe ser marcadamente reducido para trasladar recursos a los pobres o éstos últimos sufrirán o morirán. Este problema es uno de ecoética, aunque los datos numéricos proveen información útil acerca de cuanto se necesita hacerse una vez que se decide que hacer. Vivir en altas densidades reducen el impacto ecológico porque no se requiere de mucho suelo para expansión urbana y, apropiadamente manejado tiene un menor consumo de energía. Wackernagel y Rees (1996) proveen una excelente ilustración comparativa del tamaño de la huella ecológica por viajar 5 kilómetros cada día de trabajo – bicicletas aproximadamente 122 m²/capacidad, camiones 301 m²/capacidad, y automóviles 1,442 m²/capacidad. Además la comida es también un factor preponderante que determina el tamaño de la huella ecológica.

Brown (2000) estima 1.1 billones de gente hambrienta en el planeta. En tanto la pobreza y el hambre están estrechamente relacionada no sería sorprendente que el Banco Mundial (1997) estime que 1.3 billones de gente vive en la pobreza (definida como un dólar norteamericano o menos). La precisión de estos números es importante, pero para este artículo el tema importante es la ética. Los números se mantienen cambiantes, pero los problemas éticos son constantes.

La pregunta ética de la distribución y asignación de los recursos en la especie humana es de primordial importancia. Antes de que un análisis sistemático y ordenado pueda realizarse sobre el tema del límite y asignación de los recursos, hay tres preguntas importantes para las cuales algunos números deberán ser producidos y algunos temas éticos abordados. *Primero*, ¿cuánto de los recursos de la Tierra (10%, 25%, 50%, 75%) deben ser asignados a otras especies (sistemas naturales) a fin de que suficiente capital natural y servicios ambientales permanezcan para mantener la sociedad humana? *Segundo*, ¿cómo puede ser ajustado el tamaño de la huella ecológica de la humanidad a un nivel sustentable? *Tercero*, ya que existirá considerable incertidumbre sobre ambos números, ¿qué factor de seguridad deberá ser utilizado como medida precautoria? Vitousek *et al* (1986) han estimado que la sociedad humana está co-optando aproximadamente el 40% de la energía fotosintética de la Tierra (i.e. la energía convertida por la plantas de la luz solar a formas tales como carbohidratos que son más aptos para consumo humano). El porcentaje de la energía fotosintética para la maquinaria de la naturaleza necesaria para mantener el capital natural y enviar los servicios ambientales necesarios para la sustentabilidad es desconocido. No obstante, desde la etapa cazador-recolector, la sociedad humana probablemente utilizó menos del 1%, podríamos estar ahora alcanzando un umbral ecológico crítico o haberlo pasado ya. Peor todavía, no hemos hecho ni siquiera una estimación cruda de por cuanto tiempo la privación de los recursos resultaría en un desequilibrio de la interdependiente red de la vida o que medidas utilizar en la estimación de las necesidades de largo plazo de los sistemas naturales. Obviamente lo numérico es esencial en la selección de qué números deberán ser generados así como para analizar los datos.

La Tierra es ambos, finita y habitada por otras formas de vida. La humanidad no puede tratar a los sistemas naturales como comodidades, más que como un sistema esencial para el soporte de la vida.

Muchos números pueden utilizarse para estimar lo saludable de la economía global y de la mayoría de las naciones. Comparativamente hay pocos números disponibles para estimar la salud de las “economías” de las más de 30 millones de especies con las que el humano comparte el planeta. Evidencia persuasiva indica que algunas de estas

especies tienen sistemas económicos propios (e.g. Tullock 1994). Estas especies, colectivamente llamadas sistemas naturales o red interdependiente de vida, proveen de servicios de los que depende la supervivencia de la humanidad y sus sistemas económicos (e.g. Daily 1997). El valor combinado de estos servicios se ha estimado estar en exceso de 33 trillones de dólares norteamericanos al año (Constanza *et al.* 1997). La supervivencia de ambos, la humanidad y su sistema económico único dependen de los sistemas naturales, aunque la sociedad humana actúa como si solamente los números relacionados con los sistemas económicos fueran de primordial importancia, sin embargo los dos grupos de números están relacionados.

Brown (2001) nota que los economistas ven al ambiente como un subconjunto de la economía humana y los ambientalistas ven a la economía humana como un subconjunto del ambiente. No obstante, las políticas globales y las de la mayoría de los países están basadas en números enfocados en la economía humana más que la ambiental. Casi todas las tendencias en los sistemas naturales (e.g. pérdida de bosques de viejo crecimiento, depleción de las pesquerías oceánicas y aumento en la producción de gases invernadero) son hacia condiciones de crisis. Brown (2001) además nota la existencia de una estresada relación entre la economía humana y la y los ecosistemas de la Tierra, la cual en algún punto podría arrollar las fuerzas del progreso en todo el mundo y conducir a un declive económico humano. A pesar de este probable evento catastrófico resultante, la mayoría de los datos económicos colectados son utilizados para obtener ganancias personales o corporativas.

LOS LÍMITES DE LO NUMÉRICO

Las comunidades primitivas presumiblemente no tenían tanta información cuantitativa como la que está disponible hoy, pero cada una generalmente tuvo menor cantidad de gente por unidad de área. Eran probablemente igual de inteligentes que la gente moderna, pero deben haber estado mejor informados sobre el sistema completo del cual dependían. Ellos probablemente percibían los cambios en el sistema, hoy los alimentos, fibras y otros recursos vienen de áreas mucho más grande de las que los individuos tienen un contacto mínimo.

Las situaciones que involucran sistemas completos naturales requieren de control de daños aún sin pruebas absolutas de las consecuencias de no hacer algo. Algunos individuos se reciten a actuar hasta que ésta pueda basarse en evidencia objetiva obtenida. No obstante ningún método científico individual será suficiente. Una muestra de métodos disponibles de los cuales la selección puede hacerse una selección basada en la naturaleza del problema, la cantidad de evidencia ya disponible, la complejidad y variabilidad del sistema bajo estudio, las consecuencias de un error de juicio y el grado en el que el curso de la acción elegido es congruente con otras prácticas establecidas. El método científico fue desarrollado para evitar errores que puedan conducir a conclusiones erróneas. No obstante los sesgos existen en ambos niveles. Dadas estas circunstancias las sorpresas siempre serán posibles, así ambos, la ciencia y las políticas públicas deben ser adaptativas. Cualquier sistema de monitoreo designado para detectar errores, debe proveer alertas tempranas para tomar medidas correctivas. El análisis comparativo de los cursos de las acciones alternativas debe usar datos cuantitativos siempre que estén disponibles en una forma adecuada. La selección de alternativas más adecuada debe incluir el criterio utilizado para el análisis y las opciones realistas que sobrevivieron el proceso. Es muy importante establecer cómo la alternativa seleccionada será implementada. Intereses especiales intentarán distorsionar el proceso de selección y utilizarán toda presión política disponible para asegurar una salida que los favorezca. Además en los Estados Unidos de Norteamérica (y presumiblemente otras naciones también) ni el gobierno ni agencias-organizaciones no gubernamentales tiene suficiente flexibilidad para hacer frente a los complejos problemas tanto de uso sustentable del plante, como del principio precautorio. Para lograr esto se requerirá un nivel mucho más alto de alfabetismo ambiental y alto sentido de eco-ética.

LO NUMÉRICO Y ACCIÓN PREVENTIVA

El uso sustentable del planeta requerirá acción para prevenir daños significativos tanto en capital natural, como en servicios ecosistémicos. En corto con la inmensa población humana del planeta, la cual todavía está creciendo y con la misma velocidad se merman los recursos naturales, los errores y sorpresas ecológicas podían costar millones, aun billones de vidas. Acción preventiva para evitar al daño al capital natural y a los servicios ambientales es esencial. No solamente se prevendría el daño, sino el capital natural debería ser restaurado. Afortunadamente los métodos para monitoreo de capital natural están disponibles (e. g. Cairns, 2002a). Las mismas técnicas de monitoreo pueden ser igualmente útiles en proveer una alerta temprana a las amenazas del capital natural tal que las acciones preventivas puedan ser realizadas antes de que degradaciones serias ocurran.

La estimación de la salud e integridad de sistemas dinámicos, complejos y multivariados es una formidable tarea con un alto nivel de incertidumbre. Pero el aspecto importante, en términos de este artículo, es que el nivel de alfabetismo estadístico requerido, para incluso determinar la medida apropiada para cada situación, es aun más alto. Las dificultades de explicar el proceso de análisis de interpretación de datos a legisladores, diseñadores de políticas y público en general enloquece la mente. A continuación se enlista, de manera ilustrativa, análisis potencialmente útiles:

- 1.- Análisis de incertidumbre- se enfoca en los efectos de la incertidumbre de todos los componentes concebidos como factores que afectan los resultados de un análisis así como el resultado mismo.
2. Matriz de incertidumbre- es una matriz que intenta identificar la ubicación, categoría y nivel de incertidumbre para el propósito de la estimación del total de incertidumbre asociado a los resultados del análisis.
- 3.- Análisis de poder- Estima el riesgo de error y para determinar los efectos de falsos positivos y falsos negativos.
- 4.- Análisis de preguntas correctas- ¿han sido cuestionadas las preguntas correctas para determinar los componentes que serán analizados?
- 5.- Análisis de sensibilidad- estima el efecto que un componente particular tiene sobre el resultado del análisis. Ésos son sólo unos cuantos ejemplos de no solamente elementos de un plan de manejo para proteger capital natural, sino también de la dificultad de armar el análisis de cada componente a fin de que el impacto acumulativo pueda ser estimado.

LO NUMÉRICO Y DÉFICIT ECOLÓGICO

El déficit ecológico resulta cuando ocurre una desviación significativa de un estado nominativo o de una condición ecológica auto-regulatoria. El déficit ecológico está estrechamente ligado al déficit económico. Por ejemplo, la deforestación y pérdida de bosques viejos produce una variedad de efectos desde la escasez de madera para combustible incrementa la erosión hasta cambios en el ciclo ecológico. La irrigación excesiva resulta en la salinización de suelos agrícolas y consecuentemente pérdida de productividad. Las prácticas con deficiente manejo resultan en la expansión de los desiertos y efectos nocivos de las tormentas de arena. En tanto un inmenso número de ligas existan en el sistema complejo, referidos frecuentemente como la interdependiente red de la vida, en algún punto, este déficit actúa sinérgicamente (efecto combinado mayor que lo aditivo) y producen un desastre ecológico de mayores proporciones.

El conjunto de déficit ecológico, debe ser calculado en términos ecológicos. Tratar de enmarcar este déficit en términos monetarios no será suficiente. En un sentido los ecosistemas tienen valor infinito, ya que constituyen el sistema de soporte de vida planetario sin el cual la humanidad y el sistema económico no sobrevivirían. No obstante el tamaño y la extensión del déficit pueden ser calculados. Por ejemplo, el National Research Council (1992) ha estimado el número de ecosistemas acuáticos (río, lagos, humedales) que necesitan restauración. El tiempo y los recursos necesarios para realizar esta restauración pueden ser calculados con una precisión razonable. En tanto la tasa de daño ecológico exceda significativamente a la tasa de reparación ecológica, el déficit crece con una tasa alarmante. En algún punto, demasiadas especies se perderán, tal que la restauración de la condición que precedió al disturbio no será más posible. La tarea es ya formidable y puede estar más allá de la capacidad humana de reparar. El peligro real para la humanidad es el desequilibrio en el sistema ecológico de soporte de vida si las condiciones se vuelven intolerables. Aún si la restauración a la condición previa al disturbio ecológico no es posible, una comunidad de plantas y animales, podría bien

ser congregada y proveer algo equiparable con el capital natural y servicios ecosistémicos que favorecerían a la humanidad.

DÉFICIT ECOLÓGICO E INESTABILIDAD POLÍTICA

Este déficit ecológico podría causar una alteración mayor a los sistemas políticos nacionales y globales. Una variedad de condiciones ecológicas desequilibrantes podrían producir millones de refugios ambientales (e.g. Cairns 2002b). Datos sobre la salud de la economía nacional y global está disponible diariamente aún por horas; no obstante no están números equiparables sobre la salud ecológica, aunque éstos están interrelacionados. Brown (2002a) enlista las categorías de déficit ecológico en China cuyos 1.13 billones de gentes y tamaño geográfico hace al país un factor principal en la arena, política, económica y ecológica. En China erosionar campos de cultivo, desaparecer bosques, deterioro de montañas y agotar mantos acuíferos están interactuando para producir un polvorín de dimensiones históricas. Todas las naciones tienen déficit ecológico pero el de China tiene gran importancia por el tamaño y posición estratégica. En abril 12 del 2002, Corea del Sur fue devorada por una enorme tormenta de polvo originada en China, misma que tuvo una variedad de efectos detrimentales desde la salud humana, hasta alteraciones en los horarios de las líneas aéreas (French 2002). Las tormentas de polvo en China pueden afectar incluso a los Estados Unidos (Brown 2002b). Una tormenta de polvo y arena que ocurrió en mayo 5 de 1993 en el corredor de Hexi de la provincia de Gansu en el noroeste de China redujo la visibilidad a cero. La tormenta destruyó 170,000 ha de cultivos, daño 40,000 árboles, mató a 6,700 cabezas de ganado, barrió 77,000 ha de invernaderos, hirió a 278 y mató a 49 personas. 42 trenes fueron cancelados, estacionados y demorados, hasta que la tormenta pasara y las vías limpiadas de arena. La lección importante de este ejemplo es que un déficit ecológico puede causar déficit adicional algunas veces muy rápido. Aun los datos más modestos disponibles hoy demuestran claramente la necesidad de una acción correctiva.

EL PAPEL DE LA ECO-ÉTICA Y ÉTICA DE LA SUSTENTABILIDAD

El déficit global ecológico es enorme y de rápido crecimiento, el problema es espacialmente grande y cubre un amplio rango de tiempo, lo que hará virtualmente imposible tener números seguros y adecuados. La prevención del déficit del incremento y gradualmente reducir el déficit existente son precauciones sabias, que bien podrían prevenir una catástrofe global. La utilización completa de los números disponibles debería hacerse, pero la motivación primaria debe ser la ética. Una cita del presidente de los Estados Unidos, Teddy Roosevelt, ilustra bellamente la situación actual: "Es mucho mejor compartir que ganar triunfos gloriosos".

Los líderes serán necesarios en cada país y cada región y algunas naciones también tendrán que volverse líderes. Idealmente los líderes emergentes serían primariamente de áreas con la mayor abundancia de los recursos *per cápita*, ya que es difícil para los hambrientos pensar y planear más allá de sus necesidades diarias. Y, si la acción precautoria no es tomada pronto la mayoría de la humanidad, estará hambrienta también. El Departamento de Agricultura (2002) de los Estados Unidos reportó que la cosecha de granos del 2001 cayó 40 millones de toneladas, bajo para el consumo estimado³. Los Estados Unidos son el líder mundial exportador de trigo.

Como Brown (2002b) observa, la exportación de granos es en realidad exportación de agua, así la comida y el agua están estrechamente relacionadas. Las Naciones Unidas (2001) ha llamado la atención de restaurar el balance entre el suministro de agua y necesidades humanas, lo cual puede depender de la estabilización de los países con déficit de agua. Los Intentos de mantener el *status quo* en el incremento poblacional y huellas ecológicas mayores, causarán eventualmente una catástrofe ecológica tan horrenda que aun un tonto podrá verla. Esta catástrofe puede ser evitada por el cambio de la explotación de los recursos naturales al uso sustentable.

Sorprendentemente un paso mayor al respecto puede ser tomado a poco costo para la mayoría de la humanidad.

³ Ver Departamento de Agricultura (2002). Producción, suministro y distribución. Base de datos electrónica actualizada al 10 de mayo del 2002 (como señala Brown 2002b)

ELIMINANDO SUBSIDIOS PERVERSOS

Myers y Knet (1998) definen los subsidios perversos como subsidios que ejercen efectos adversos sobre economías y ambientes de la misma forma. Los subsidios totales (ambos perversos y benéficos) se estima que sean del orden de dos trillones de dólares norteamericanos por año (e.g. Panayotou 1993; United Nations Comision on Sustainable Development, 1994). Muchos subsidios tales como promover la sobrecarga de tierras de cultivo (e.g erosión del suelo), combustibles fósiles (contaminación del aire, gases invernadero) caminos de transporte (sobre uso de vehículos), distribución de agua (sobre uso de agua), pesquerías (sobre pesca) y silvicultura (excesiva tala de árboles), son claramente perversos. Aunque este tema ha sido discutido (e.g de Moor 1997; Roodman 1998), no hay un acuerdo general sobre la extensión en la que los subsidios dañan al ambiente. Desde un punto de vista fijo, desde la eco-ética, más números no van a ayudar a responder la pregunta básica -¿Es ético crear más déficit ecológico para las futuras generaciones? Desde un punto de vista ecocéntrico -¿Es ético utilizar otras especies como comodidades, especialmente cuando estas en conjunto constituyen el soporte ecológico de la vida humana? En este caso los números no son ambiguos -los gobiernos de todo el mundo están subsidiando actividades que dañan el ambiente y así mismo la economía. Los Estados Unidos tienen numerosos grupos de especial interés que penetran los procesos políticos. En la ciudad capital de los Estados Unidos, diez mil activistas (así como abogados para mantenerlos informados legalmente, sobre los resquicios jurídicos o a cerca de iniciativas de ley) intentan afectar las leyes. Entre 1993 y mediados de 1996 las compañías estadounidenses de gas y petróleo otorgaron 10.3 millones de dólares a campañas políticas y recibieron deducibles de impuestos por 4.0 billones. Meyer *et al* (1992) reportaron que la merma de los suelos, bosques y pesquerías resultó en una reducción de un 25 -30% en el potencial de crecimiento económico. Así en el mejor de los casos, los subsidios pueden ayudar a producir ganancia económica a corto plazo pero pérdida a largo plazo. Esta estrategia no es la manera de lograr el uso sustentable del planeta.

CONOCIMIENTO Y COMPLICIDAD

En julio del 2002 un jurado de ciudadanos del estado de Florida en Estados Unidos, encontró a dos generales salvadoreños responsables de tortura a miembros de la insurgencia de izquierda. El cargo contra estos oficiales no era de tortura realizada por sus propias manos, pero ellos sabían sobre los abusos de los derechos humanos perpetrados por estos hombres y no hicieron nada para detenerlos. El *sine qua non* de la legislación internacional y el abuso de derechos los humanos, es que deben ser universalmente aplicados, no solamente aplicados cuando coinciden con las metas políticas. Si esto es verdad para el abuso de los derechos humanos, ¿no podría ser también verdad para los abusos ambientales? Complicidad es una asociación o involucramiento en hacer las cosas mal y es comúnmente interpretado como dañino para los humanos. No obstante la degradación ecológica del planeta y los sistemas de soporte de vida también dañan a los humanos, aunque un modesto nivel de alfabetismo es requerido para hacer esta conexión. Recientemente leí un excelente libro de ecología dirigido a estudiante del 5º grado escolar (aproximadamente 11 años de edad). Seguramente no es irracional esperar que nuestros líderes y el público en general tengan la comprensión de la ecología esperada en los estudiantes de 5º grado. En cualquiera de los casos son ecológicamente iletrados o tienen el conocimiento que los hace concientes del daño. Si ésto último es verdadero son culpables de complicidad; si el primero es verdadero, entonces no son suficientemente letrados para ser líderes o votantes.

En un estado democrático es el electorado finalmente el responsable de esta lamentable situación. La ciudadanía responsable requiere atención concentrada. La alerta es esencial, aún si algunos de los detalles son aburridos.

Las opulentas ciudades modernas parecen haber elegido el entretenimiento y otras actividades que disminuyen la atención enfocada a problemas ambientales. Neil Postman (1986), en su libro *Amusing ourselves to death*, resalta que en el siglo XIX los agricultores de Estados Unidos provocaron grandes debates entre Abraham Lincoln (quien posteriormente se convirtió en presidente de los Estados Unidos) y su oponente Stephen Douglas. Los pobladores eran gente de trabajo duro, con largas jornadas de trabajo, hecho que no afectó su sentido de responsabilidad. En los Estados Unidos actos tan irresponsables como la "furia del camino" se están incrementando. Al mismo tiempo los votantes, el apoyo económico

para la educación, seguridad para el retiro, contabilidad corporativa y calidad del aire están declinando. Esta irresponsabilidad no es una condición apropiada para la única superpotencia mundial que uno espera que tome decisiones acertadas especialmente sobre sustentabilidad. Claro, el uso sustentable del planeta requiere un alfabetismo ecológico de amplia distribución y una ciudadanía informada en todas las naciones del mundo.

El tamaño y distribución de la población humana presente depende de ambos, el sistema de soporte ecológico en la Tierra, consistente en el capital natural y en los servicios que el ecosistema provee y, un sistema de soporte de vida tecnológica-económica. La métrica de este último sistema es bien conocida. Mucho menos bien conocidas para los oficiales elegidos, así como otros tomadores de decisiones, son las métricas de soporte de vida. Este sistema (la biosfera) opera en el nivel global con un arreglo de subsistemas de decreciente complejidad que va desde las biorregiones a ecosistemas, a comunidades hasta especies individuales. El tipo de decisión que se haga determinará la medida específica que es apropiada (e.g. Cairns y Smith 1989; Cairns *et al* 1993). Más aún, para la toma de decisiones sanas en todos los niveles de organización biológica, las conexiones entre los diferentes niveles deben ser clarificadas⁴. Algunas mediadas ilustrativas para la restauración ecológica están en Nacional Research Council (1992), Hoffman *et al* (2003), y Holl Cairns (2003). Los efectos de largo plazo tales como cambio climático requerirán análisis tendencial. La métrica proveerá una estimación de la condición del sistema de soporte de vida ecológico, pero la última decisión está basada en los valores de juicio y ética. Ambos la ética y la métrica requerirán juicios críticos y razonamientos de detrás de cada decisión debe ser explícitamente establecido.

EVALUANDO Y COMUNICANDO LO NUMÉRICO

Con el fin de verificar la complicitad, uno necesita determinar lo numérico con respecto a la sustentabilidad. Algunas interrogantes ilustrativas se muestran a continuación:

Evaluando lo numérico

1. ¿Qué saben los líderes y el público en general sobre la sustentabilidad?
2. ¿Qué grado de lo numérico tienen sobre la sustentabilidad?
3. ¿Qué piensan los líderes gubernamentales y el público en general sobre estos números?
4. ¿Qué información (números) sobre sustentabilidad entienden los líderes y el público en general?
5. ¿Qué números causan todavía confusión?

Comunicando lo numérico

1. ¿Cómo pueden los profesionales los temas sobre sustentabilidad a los líderes y público en general?
2. ¿Cómo los números que son importantes para el debate de la sustentabilidad, pueden ser objetivamente introducidos?
3. ¿Qué puede hacer cada persona para incrementar lo numérico sobre la sustentabilidad, a fin de que la implementación efectiva de los pasos necesarios para lograr este objetivo ocurra?

OSCURECIMIENTO

Grupos especiales de interés y políticos en deuda con los primeros siempre encontrarán maneras de confundir al público en general, sobre la validez de aun los datos mas robustos. Este intento de obscurecer el tema primario es generalmente exitoso cuando el alfabetismo de la sustentabilidad del público en general es inadecuado. A continuación se muestran tácticas comunes ilustrativas.

1.- *Afirmar que los números son inadecuados.* Por la afirmación de que los números no fueron derivados de las ciencias duras, la necesidad de tomar acción sobre medidas importantes para lograr el uso sustentable del planeta, es retardada o

⁴ Cairns J. Jr (2003). Integrando estrategias arriba-abajo/abajo-arriba para la sustentabilidad: un desafío ético. ESEP 2003:1-6. Disponible en <http://www.esep.de/articles/esep/2003/E26.pdf>

totalmente bloqueada. Típicamente ningún esfuerzo es hecho para describir por qué los números son inadecuados. ¿Por qué hacer el esfuerzo cuando la acusación por si misma cumple el objetivo?

2.- *Afirmar que se necesitan más datos.* Toda la ciencia es probabilística, por lo tanto siempre existirá cierta incertidumbre. Aquellos que afirman que se necesitan más datos deberían escribir al menos el tipo de datos que se necesitan y a que grado de incertidumbre una decisión será justificada. Si el resultado es probable que tenga consecuencias severas o catastróficas (calentamiento global) las medidas precautorias están justificadas aunque la incertidumbre sea alta.

3.- *Urgir para que otro comité sea organizado para estudiar el problema.* Esta táctica es muy exitosa porque si los miembros del comité son seleccionados y tiene problemas en tomar decisiones, el reporte tomará una cantidad de tiempo considerable y podría bien confundir el tema en vez de clarificarlo.

4.- *Uso de "expertos" irresponsables como testigos.* Todos los científicos deberían someter a pruebas rigurosas sus hipótesis. Lamentablemente, algunos individuos harán, por una substancial cuota de consultoría un respaldo vigoroso a la causa de un grupo de intereses especial. Frecuentemente tales individuos están pobremente calificados pero consiguen calificación en las cortes de justicia, en los medios noticiosos, etc, así que todos los "puntos de vista" serán escuchados. La principal corriente científica puede estar totalmente en contra de esta visión pero la visión contraria de un individuo tomará una cantidad desproporcionada de tiempo. La principal corriente científica está temporalmente errada, pero muchas menos veces que el experto testigo que defiende la posición de un grupo de intereses especial.

5.- *Uso inapropiado de cortes de justicia para tomar decisiones sobre evidencia científica.*

Las cortes de justicia son esenciales en cualquier sociedad civilizada pero no están equipadas para evaluar evidencia científica. No obstante, no existen las "cortes de ciencia" comparativamente. Las cortes de justicia no han funcionado bien en tales temas como el calentamiento global, control poblacional, preservación de la biodiversidad, restauración de ecosistemas dañados, protección de los mantos acuíferos, preservación de áreas silvestres y una variedad de temas relacionados. También el público en general tendrá que adquirir un nivel más alto sobre el uso de los números o una corte en la que ellos crean tendría que ser establecida para hacer juicios que requieren el uso de números. Desde que los líderes electos son influenciados por grupos de interés especial que hacen contribuciones cuantiosas a sus campañas, es poco probable que los números serán utilizados rutinariamente en una forma eco-ética. Este dilema sólo puede ser resuelto por un electorado informado con un compromiso hacia la ética ecológica y la sustentabilidad. Los líderes de los países no democráticos podrían ser influenciados por la opinión mundial de que el bienestar económico requiere de sustentabilidad.

CONCLUSIONES

La sustentabilidad (uso sustentable del planeta) requiere de la combinación del uso de los números y de ética de la sustentabilidad. Con la creciente presión sobre los recursos finitos y la dependencia de la humanidad de los sistemas ecológicos de soporte de la vida en el planeta, son esenciales el uso de números y la ética de la eco-sustentabilidad para lograr un uso sustentable del planeta. Una catástrofe ecológica mayor, que pudo haber sido evitada, probablemente sucederá, pero siempre queda la esperanza de que la inteligencia guiada por la razón y la ética de la eco-sustentabilidad podría ayudar a evitar mayores catástrofes o al menos reducirlas tanto en número como en magnitud.

Reconocimientos. Estoy en deuda con H. Cairns por la transferencia del manuscrito a un procesador de texto y con K. Cairns por hacer lo mismo con el segundo manuscrito. D. Donald proporcionó su habilidosa asistencia editorial.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Bartlett AA (1994). Arithmetic, population, and energy. VHS videotape. Information Technology Services, University of Colorado, Boulder, CO, US.

- Bartlett, AA (1998). Malthus marginalized: the massive movement to marginalize the man's message. *The Social Contract* VII(3): 239-251.
- Brown LR (2001). *Eco-economy: building an economy for the earth*. WW Norton, New York.
- Brown LR (2002a). The economic costs of ecological deficits. In: Brown LR (ed) *The earth policy reader*. WW Norton, New York, p 5-29.
- Brown LR (2002b). Deserts invading China. In: Brown LR (ed) *The earth policy reader*. WW Norton, New York, p 7-28
- Cairns J Jr (2002a). Monitoring the restoration of natural capital: water and land ecosystems. In: Younas T (ed), *Advances in water monitoring research*. Water Resources Publications, LLC, Highlands Ranch, CO, P 1-31.
- Cairns J Jr (2002b). Environmental refugees. *The Social Contract* XIII (1): 34-44.
- Cairns J Jr McCormick PV, Niederlehner BR (1993). A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. *Hydrobiology* 263 (1): 1-44.
- Cairns J Jr, Smith EP (1989). developing a statistical support system for environmental hazard evaluation. *Hydrobiology* 184:143-151.
- Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S and 9 others (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260
- Daily G (ed) (1997). *Nature's services: societal dependence on nature's services*. Island Press, Washington, DC.
- De Moor APG (1997). Perverse incentives: hundreds of billions of dollars now harm the economy, the environment, equity and trade. Earth Council, San Jose, Costa Rica.
- Diamond J (1994). Ecological collapses of ancient civilizations: the golden age that never was. *Bull Am Acad Arts Sci* XLVII (5): 37-59.
- Diamond J (1997). *Paradises lost*. Discover 18:68-78
- French H W (2002). China's growing deserts are suffocating Korea. *New York Times*, 14 April, natl. ed.: p 3
- Harding G (1993) *Living within limits*. Oxford University Press, New York.
- Hoffman D.J, Rattner BA, Burton GA Jr, Cairns J Jr (eds) (2003). *Handbook of ecotoxicology*, 2nd end. Lewis Publishers, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Holl KD, Cairns J Jr (2003). Landscape indicators in ecotoxicology,. In: *Handbook of ecotoxicology*, 2nd end. Lewis Publishers, CRC Press, Boca Raton, FL, p 411-432.
- Malthus TR (1798). *An essay on the principle of population*. In: Appleman P (ed) (1976) Norton critical edition. WW Norton, New York.
- Meyer CA, Cruz MC, Repetto R, Woodward R (1992). Population growth, poverty, and environmental stress: frontier migration in the Philippines and Costa Rica. World Resources Institute, Washington, DC.
- Meyers N, Kent J (1998). *Perverse subsidies: tax \$s undercutting our economies and environments alike*. International institute for Sustainable Development, Winnipeg, Manitoba, Canada.
- National Institute for Public Health and Environmental Protection (1992). *National environmental outlook 2, 1990-2010*. Bilthoven, Netherlands.
- National Research Council (1992). *The restoration of aquatic ecosystems: science, technology, and public choice*. National Academy Press, Washington, DC.
- Panayoton T (1993). *Green markets*. Institute for Contemporary Studies Press, San Francisco.
- Postman N (1986). *amusing ourselves to death*. Penguin Press, New York.
- Postel S (1999). *Pillars of sand*. WW Norton, London.

Roodmand DM (1998). The natural wealth of nations; harnessing the market for the environment. WW Norton, New York .

Tainter J (1998). The collapse of complex civilizations. Cambridge University Press, Cambridge.

Tullock G (1994). The economics of non-human societies. Pallas Press, Tucson, Az.

United Nations Administrative Committee on Coordination and the International Food Policy Research Institute (2000).

United Nations Commission on Environment and Development (1987). Our common future. Oxford University Press, Oxford.

United Nations Commission on Sustainable Development (1994). Financial resources and mechanisms for sustainable development: overview of current issues and development. United Nations Press, New York.

US Department of Agriculture (2002). World agricultural supply and demand estimate. Washington, DC.

Vitousek P, Ehrlich PR, Ehrlich AH, Matson P (1986). Human appropriation of the products of photosynthesis. Bioscience 36:368-373.

Wackernagel M, Rees W (1996). Our ecological footprint. New Society Publishers, Gabriola Island, British Columbia, Canada.

World Bank (1997). Rural development: from vision to action. Environmentally and Socially Sustainable Development Studies and Monographs Series No. 12. World Bank, Washington, DC.

Responsabilidad Editorial: David R. Orvos, PhD (Editor)
Sweet Briar, VA, USA.

Enviado: Agosto 28, 2003; Aceptado: Noviembre 7, 2003

Pruebas recibidas del autor(es). Noviembre 14, 2003

Publicado en la web: Noviembre 20, 2003

Traducción al español: Agosto 20,2005; enviado para publicar en la web: Marzo 15, 2006.