

Amenaza previsible

Lecciones de historia sobre la aplicabilidad del principio precautorio

JOSÉ ANTONIO ÁVALOS LOZANO, PEDRO MEDELLÍN MILÁN,
MIGUEL AGUILAR ROBLEDO Y LUZ MARÍA NIETO CARAVEO

En el presente estudio se examinan algunas evidencias que ponen de manifiesto la magnitud de la crisis ambiental: los pobres resultados de las estrategias dominantes de control de riesgos, producto de políticas y tecnologías mal diseñadas y aplicadas, y la necesidad de construir nuevos mecanismos de participación social en la toma de decisiones ambientales.

La humanidad enfrenta una crisis ambiental sin precedentes:

- Los ciclos biogeoquímicos básicos han sido alterados por la intervención humana. La tasa de movilización de nutrientes atribuible a las actividades industriales para el caso del carbono, fósforo y azufre excede los flujos naturales por un margen considerable, y lo mismo aplica para la mayoría de los metales pesados (Ayres y Simonis, 1994).
- La pérdida de la capacidad productiva del suelo ha alcanzado tasas tan altas que, a juicio de varios expertos, amenaza incluso la existencia de la sociedad. Durante los últimos cuarenta años una tercera parte de la superficie cultivable del mundo se ha perdido por erosión, y continúa perdiéndose a una tasa de más de 10 millones de hectáreas por año (Pimentel *et al.*, 1995).
- Diversas mezclas de sustancias químicas tóxicas se encuentran, a nivel planetario, incorpo-

radas en las redes tróficas de los ecosistemas. Estos compuestos han dañado a las poblaciones de vida silvestre y tienen el potencial de provocar daños a la salud humana: por ejemplo, en Los Grandes Lagos 362 compuestos químicos sintéticos han sido identificados en el agua, sedimentos y cadenas tróficas; se estima que existen más de 700 sustancias químicas orgánicas xenobióticas en el tejido adiposo de la población de Estados Unidos, y al menos 188 pesticidas organoclorados, disolventes, bioproductos y metabolitos se han encontrado en la sangre, leche, semen, orina y/o el aliento de la población de Estados Unidos y Canadá, en personas que no habitan sitios industriales ni presentan exposición local a estas sustancias (Thornton, 2000).

Las políticas ambientales de los países industrializados y de las grandes corporaciones coinciden en el discurso al manifestar gran preocupación por el ambiente, pero en los hechos sus esfuerzos se limitan a enmascarar y eludir sus responsabilidades, adjudicándoselas a otros, especialmente, a los sectores menos favorecidos de la humanidad. Mientras tanto, continúan utilizando su gran poder para conseguir el dominio estratégico de los mercados con las correspondientes utilidades. Sin embargo, la crisis ambiental no es un producto exclusivo de la sociedad

Sustentabilidad: un debate a fondo

Amenaza previsible

industrial, aunque en este periodo ha sido predominante. En todos los tiempos los hombres han modificado y destruido los ecosistemas. Ciertamente que las amenazas actuales, por su magnitud y alcance global, hacen palidecer cualquier antecedente. Las conclusiones obtenidas de nuestro estudio sugieren que algunos problemas que forman parte de la crisis ambiental que afecta a nuestro país se generaron en los siglos XVIII y XIX.

La conclusión del presente trabajo versa sobre los problemas de la aplicación (o falta de aplicación) práctica del principio de previsión, dada la dificultad de conciliar el imperativo ético con la búsqueda egoísta e individual, o incluso institucional, de la ganancia económica.

LA CRISIS AMBIENTAL Y LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

En una conferencia dictada en 1960, René Dubos (1967) intentó establecer la causa última de la crisis ambiental. La base de su disertación fue una crítica a la confianza del mundo occidental en el progreso basado en el avance científico. Esta convicción no es producto de nuestro tiempo, pues ya Aristóteles (2000), en el siglo IV a.C., afirmó en su *Mecánica*: “Vencidos por la naturaleza, nos volvemos amos merced a las técnicas.” Pero la certeza sobre la capacidad humana para resolver problemas se ha construido en los últimos cuatrocientos años.

En *La Nueva Atlántida*, publicada en 1627, Francis Bacon (1971) describió el propósito de la ciencia: “El (...) conocimiento de las causas y secretas nociones de las cosas y el engrandecimiento de los límites de la mente (...) para la realización de todas las cosas posibles”. Estos límites para “la realización de todas las cosas posibles” fueron establecidos en 1793 por Condorcet (2004) en el *Esbozo de un cuadro histórico del progreso de la mente humana*: “Mostraré que la Naturaleza no ha impuesto límite al perfeccionamiento de las facultades humanas (...)



que el progreso de esa perfectibilidad (...) no tiene otro límite que la duración del globo”. El trabajo de Condorcet se basó en las *Sorbónicas*, discursos dictados por Robert-Jacque Turgot en 1750. En la primera *Sorbónica*, “Ventajas que el establecimiento del cristianismo ha procurado al género humano”, Turgot (1991) afirma que el progreso es la materialización de la divina providencia; Dios es un arquitecto que ha planificado el mundo con un propósito definido: el perfeccionamiento humano regido por leyes inmutables.

Doscientos años después de tan optimistas manifestaciones, riesgos ominosos amenazan a la sociedad y a los ecosistemas que conforman su base de sustentación; las manifestaciones de una crisis global continúan creciendo de forma mucho más rápida que nuestra capacidad para identificarlas. Sin embargo, sin dejar de reconocer ciertas responsabi-

lidades personales, sería injusto culpar a la ciencia por haber engendrado la crisis, dada su condición de mero instrumento; su aplicación, acertada o errónea, depende de las decisiones de los actores del poder. Es cierto que la ciencia no ha proveído suficientes soluciones para resolver los problemas ambientales, pero posiblemente la causa del fracaso radique, más bien, en que las sociedades se han empeñado en resolver mediante propuestas científico-tecnológicas problemas cuya solución y origen no es primordialmente técnico. Hardin (1968: 1) ha definido una solución técnica como: "Aquella que requiere un cambio solamente en las técnicas (...) demandando pocos o nulos cambios con relación a los valores humanos o las ideas de moralidad." La solución alternativa, que el mismo autor sugiere en la *Tragedia de Los Comunes*, es que en este mundo no es posible resolver la crisis ambiental sin que el grupo que detenta la riqueza y el poder renuncie previamente a sus privilegios.

Aunque se pretenda aparentar que las decisiones sobre el futuro de nuestro planeta se fundamentan en los trabajos de la comunidad científica, tal percepción no corresponde con la realidad:

En primer lugar, la participación de los investigadores en la toma de decisiones se encuentra circunscrita a una estructura jurídico-administrativa basada en la clásica evaluación de riesgos que, por razones inherentes a su condición, limita el trabajo científico obligando a los investigadores a enfrentar problemas de manera aislada, local y reduccionista. Esta estrategia impide considerar aspectos sobresalientes de la realidad como la resistencia o imposibilidad que presentan las sustancias químicas sintéticas a la degradación natural, lo que favorece su acumulación o la de sus metabolitos; los efectos globales de las descargas puntuales, de las que sólo se calculan sus efectos locales; y el comportamiento complejo que presentan las mezclas de sustancias químicas liberadas en el ambiente (Thornton, 2000).

Un segundo aspecto es la gran atención que las políticas ambientales dan al control de las emisio-

nes contaminantes en la etapa de manufactura, concentrando el financiamiento científico en este capítulo. Sin embargo, los procesos de manufactura son fuentes de contaminación menos importantes que las actividades de consumo disipativo que ocurren por el uso y desecho de los propios productos industriales. Ayres y Ayres (1994) han demostrado, mediante una reconstrucción histórica de los procesos de emisión de contaminantes entre 1880 y 1980, que en seis de siete casos estudiados en los Estados Unidos (arsénico, cadmio, mercurio, plomo, zinc, cromo y cobre) la contribución del consumo disipativo al total de emisiones es mucho mayor que el atribuible a los procesos de manufactura y, en tres casos, la aportación de contaminantes por el consumo se acerca a 100%. Algo similar, aunque en una escala mucho mayor, ocurre en los procesos petroquímicos y sus productos (Commoner, 2001).

En tercer lugar, los datos necesarios para evaluar los riesgos de las sustancias químicas individuales son insuficientes. De acuerdo con un estudio realizado en Estados Unidos en 1984 y actualizado en 1997 por el National Research Council (Thornton, 2000), del subconjunto de las sustancias químicas producidas en gran escala y sujetas, por lo tanto, a regulación, 70% no cuentan con ningún dato de toxicidad crónica, 53% no presenta pruebas sobre su toxicidad reproductiva, no existe información sobre la neurotoxicidad de 67% y se desconoce la inmunotoxicidad de 86%. Para los miles de sustancias químicas transformadas en el ambiente los datos son aún más escasos. El *U.S. National Toxicology Program* evalúa anualmente las amenazas a la salud de 10 a 20 sustancias químicas; mientras la industria incorpora al mercado de quinientas a mil nuevas sustancias químicas por año (actualmente se comercializan más de 70 000 sustancias químicas sintéticas en el mundo) (Thornton, 2000). Esta carencia de datos disminuye nuestra capacidad para proteger la salud de la población y el ambiente, pues en el actual estado de cosas una sustancia química se considera inocua

Sustentabilidad: un debate a fondo

Amenaza previsible

mientras no se demuestre lo contrario (Thornton, 2000). Esto es mucho más crítico en el ambiente – para decirlo casi eufemísticamente– porque estas decenas de miles de sustancias se mezclan y sus efectos se sinergizan.

La cuarta razón se refiere al consenso científico que se exige para justificar las decisiones políticas importantes, tal como retirar una sustancia del mercado. El paradigma vigente fundamentado en el mecanicismo (Prigogine y Stengers, 1984; Allen, 1994) impide alcanzar tal consenso. Esta cosmovisión pretende que la conducta de un sistema de cualquier jerarquía puede ser comprendida y anticipada mediante el análisis de sus componentes individuales y la dilucidación de sus relaciones causales lineales, sumando o yuxtaponiéndolos posteriormente. La importancia del mecanicismo es explicable, dado que en los sistemas fisicoquímicos las leyes físicas fundamentales gobiernan los mecanismos y determinan la conducta del sistema (Allen, 1994). Los sistemas ecológicos y sociales no sólo se regulan por las leyes físicas y presentan además propiedades emergentes que son una fuente de variabilidad endógena: son abiertos y muestran flujos de materiales, energía e información; el comportamiento de sus diferentes elementos es determinado por la mutua interacción bajo las condiciones presentes; sus elementos son perpetuamente remplazados y funcionan como un todo integrado y autorregulable; se transforman constantemente, adaptándose al medio que los contiene; y la mayoría de los fenómenos comprendidos en su dominio son afectados por muchos factores, incontrolables en su variación y a menudo inidentificables (Bertalanffy, 1966). Las condiciones anteriores han llevado a diversos autores a postular que el establecimiento de leyes ecológicas es, bajo las actuales condiciones, irrealizable (Lawton 1999; Berryman 2003; Colyvan y Ginzburg, 2003; Simberloff, 2004).

Existe un quinto elemento de consideración: el problema de la escala o dominio espacio-temporal de los trabajos de investigación. La mayoría de los

Los sistemas ecológicos y sociales no sólo se regulan por las leyes, son abiertos y muestran flujos de materiales, energía e información; el comportamiento de sus elementos es determinado por la mutua interacción, son perpetuamente remplazados y funcionan como un todo integrado.

estudios ecológicos realizados han sido conducidos a escalas de sólo 1 m² (Kareiva y Andersen 1988). Más de 25% de los estudios publicados en el *Journal of Ecology* de 1980 a 1986 se realizaron a escalas menores a 0.25 m de diámetro, y su duración casi nunca pasó de cuatro años. Sin embargo, estas investigaciones son utilizadas para realizar inferencias sobre fenómenos ecológicos que se suceden en áreas correspondientes a miles de Km², en décadas o centurias, e incluyen más organismos que los que podemos contar (Pimm 1991); ¿Cómo es posible, entonces, representar procesos globales partiendo de estudios con escalas tan pequeñas?

Ludwig, Hilborn y Walters (1993) han postulado que los planes actuales de explotación sostenible formulados para los ecosistemas no pueden ser fundamentados en el consenso científico. Entre la razones que arguyen destaca, en primer término, el poder político y económico de los promotores, el cual, sumado a los factores ya discutidos, genera una incertidumbre de tal magnitud que hace imposible alcanzar el consenso científico.

Ante tal panorama es conveniente preguntarse si la dependencia de los políticos en la certeza y consenso de los científicos es algo razonable, o si resulta acertado sospechar que esta dependencia es una impropia justificación de la indefinición de los gobiernos y el fracaso de sus políticas ambientales o, peor aún, un pretexto que legitima la operación de las grandes corporaciones industriales y les permite eludir su responsabilidad.

LA CONSTRUCCIÓN DEL PRINCIPIO DE PREVISIÓN

La necesidad de soluciones integrales para los problemas ambientales ha conducido a la construcción del principio precautorio, que posteriormente evolucionó a un concepto más general denominado principio de previsión (que incluye como una de sus partes al principio precautorio). Este principio fue formulado por primera ocasión en 1970 en Alemania y, al adoptarlo, el gobierno alemán argumentó que en la protección del ambiente no basta reaccionar ante daños manifiestos, más bien se deben tomar acciones para prevenir daños futuros por medio de la planeación y el manejo eficiente de la economía, con la previsión como ingrediente clave.

En 1998 la Declaración de Wingspread (Tickner, Raffensperger, Myers 1999: 14) definió por consenso el principio precautorio de la siguiente forma: “Cuando una actividad presenta potenciales amenazas para la salud humana o el ambiente, deben tomarse medidas precautorias aún cuando algunas relaciones de causa y efecto no se hayan establecido de manera científica en su totalidad”. La declaración instituyó cuatro componentes fundamentales del principio:

1. La necesidad de tomar acciones preventivas cuando existe incertidumbre científica de las relaciones causa-efecto.
2. Transferir el peso de la comprobación cien-

tífica de los posibles afectados a los beneficiarios de la actividad.

3. La exploración exhaustiva y sistemática de las alternativas posibles para las actividades propuestas, incluyendo la alternativa de no continuar con la actividad.
4. Democratización de la toma de decisiones ambientales.

La aplicación del principio precautorio obliga a las instituciones políticas a regular los negocios públicos y privados sin depender de la ciencia formal cuando la incertidumbre científica es grande; y no puede ser aplicado sin incluir campos éticos de legitimación diferentes de los argumentos políticos y económicos.

Este principio ético pretende normar procesos de toma de decisiones dominados por la lógica del beneficio a corto plazo y la iniquidad social. La obligación de los promotores de realizar un análisis exhaustivo y sistemático de las alternativas posibles nos lleva al *quid* del principio: en vez de inquirir cuál es el nivel de riesgo plausible, se estimulan los esfuerzos para encontrar condiciones más seguras para realizar esa actividad, considerando siempre la idea de que tal vez no debería proseguirse con un proyecto que constituye una amenaza a la salud o al ambiente si no es realmente necesario (Tickner, Raffensperger, Myers, 1999). La consecuencia última es que resulta apropiado detener un proyecto que no demuestre, con evidencias científicas concluyentes, el beneficio que su operación traerá a la sociedad en su conjunto.

Un planteamiento tan revolucionario, lógicamente presenta dificultades extraordinarias para su instrumentación, principalmente en un sistema capitalista y dependiente como el que existe en México que privilegia la atracción de inversiones a cualquier costo y en el que la dimensión ambiental, sobra decirlo, es lo último a considerar. Por otro lado, la asimetría de poder, riqueza y conocimiento de los dife-

Sustentabilidad: un debate a fondo

Amenaza previsible

rentes actores sociales ha provocado permanentemente la exclusión de las víctimas potenciales por la toma de decisiones, lo que nos mueve a reflexionar sobre la aplicabilidad del principio.

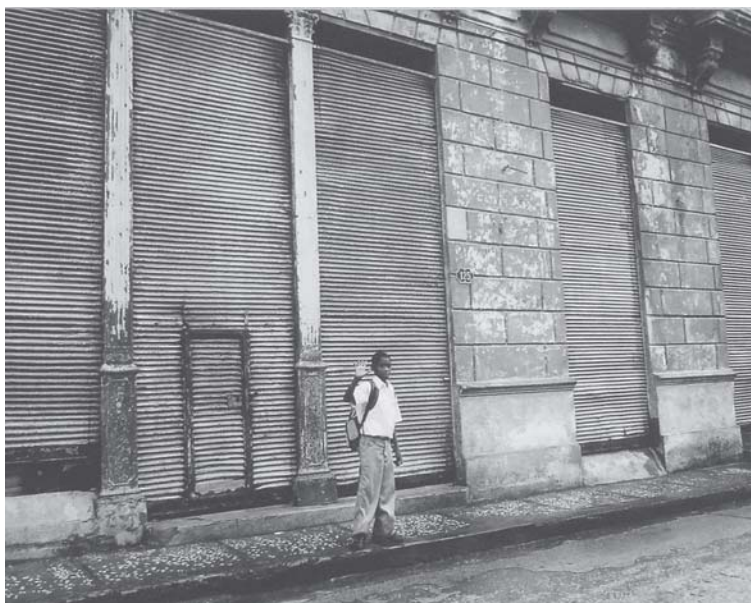
En el siguiente apartado se intenta, con base en ejemplos históricos, ilustrar los antecedentes y dificultades en la aplicación del principio de previsión.

LECCIONES DE HISTORIA

La crisis ambiental global y las soluciones planteadas para su resolución son productos típicos de la sociedad industrial y frecuentemente se plantean en términos predominantemente tecnológicos. La propuesta de que la solución a los problemas ambientales se sustenta primordialmente en descubrimientos científicos y técnicos es un discurso elitista y conveniente para los intereses dominantes, pero reduccionista y, como tal, equivocado.

En todos los tiempos las comunidades humanas han causado impactos ambientales significativos y a veces críticos en ubicaciones específicas, aunque las amenazas actuales, dado el poder de las nuevas tecnologías y su alcance global, hacen palidecer cualquier antecedente. Aquí mostramos que algunos problemas ambientales que afectan a nuestro país en la actualidad sentaron sus bases en los siglos XVIII y XIX y, curiosamente, encontramos muchos rasgos comunes en la construcción social de los problemas ambientales en el México virreinal y en la sociedad mexicana actual, incluyendo las ideas fundamentales del principio de previsión. Las coincidencias no sólo incluyen aspectos biofísicos o técnicos, abarcan también:

Mentalidades y ordenamientos políticos, sociales y económicos, (...) estructuras de poder y mecanismos para la solución de los conflictos. Comparados con el desarrollo



técnico, estos factores no parecen haber sufrido una transformación tan radical en sus estructuras básicas: (Hausberger 1992: 1).

En sus *Comentarios a las Ordenanzas de Minas*, Gamboa (1874), dirigiéndose al Rey, escribió en 1761: “Al presentar esta Obrilla, (...) ofrezco (...) con ella, no menos, que Montes de Plata y Oro”. Y realmente, en el siglo XVIII, montes de oro y plata obtuvieron los Borbones de México – escribe Elhuyar (1825: 53)–: “[En] el [siglo] decimoctavo (...) en sus principios empezó (...) el gobierno, (...) a conocer el camino errado que hasta entonces había seguido [al ahogar a la minería con impuestos excesivos y con un costoso y errático aprovisionamiento de mercurio]”. Profundas reformas en la administración ocurrieron fundamentalmente entre 1765 y 1790 (Brading, 1975: 57) que acicatearon la economía produciendo una bonanza minera sin precedentes (la producción de plata en México, que en la década de 1710-19 fue de 1 781.24 toneladas ascendió en la de 1790-99 a 5 984.89). Para entender la magnitud de

tal prosperidad es preciso consultar la participación de la producción de plata mexicana en el total mundial. En el periodo de 1681-1700 la plata mexicana representó 32.23% de la producción mundial, para 1781-1800 el porcentaje de participación se elevó 63.41% (González Reina, 1956: 96-97). Analizando la producción de plata de los dos periodos se encuentra lo siguiente: en los 20 años transcurridos de 1781 a 1800 la producción mundial se elevó con relación al periodo 1681-1700 en 10 570 toneladas, lo que representaba el aumento en la producción más importante en la historia de la Tierra (257.39%). Realizada la misma comparación para la producción de plata mexicana ésta se elevó 8 936 (505.45%): en términos prácticos México produjo casi totalmente la bonanza.

El aumento en la producción de plata mexicana entre 1777 y 1810 obedece a un marco de causas concurrentes, pero el factor esencial fue la aplicación de una panoplia de tecnologías desarrolladas en la Nueva España y financiadas por los empresarios mineros. A fines de 1554 fue inventado en México el método de beneficio por amalgamación en frío de los minerales de plata (patio), al que Humboldt (2004: 373, 378) se refirió como: “Ingeniosa manipulación (...) a la cual se deben la mayor parte de los metales preciosos que hay en Europa (...) inventado por un minero de Pachuca, llamado Bartolomé de Medina”; “Llave maestra que ha facilitado la extracción de las prodigiosas sumas de plata con que las Américas han asombrado al mundo”, según lo define Garcés y Eguía (1873: 72).

La aparición de este proceso industrial constituyó una revolución tecnológica que permitió procesar con mayor eficiencia las minas descubiertas en la Nueva España. La gama de minerales que podían refinarse, con beneficio, se amplió extraordinariamente; “Mientras que con el procedimiento de fundición sólo podían beneficiarse pequeñas cantidades de mineral de alta ley; mediante la amalgamación fue costeable beneficiar grandes cantidades de mineral

de bajo contenido de plata” (Bakewell, 1997: 194). Aunque los nuevos procedimientos “Exigían una enorme inversión en maquinaria e instalaciones” (Bakewell, 1997: 194); “La amalgamación en frío pareció tan productiva (...) que cinco años después del descubrimiento (...) se contaban ya en Zacatecas treinta y cinco haciendas donde se manipulaban los minerales con el azogue” (Humboldt, 2004: 373), “En las que los mineros habían gastado más de ochocientos mil pesos únicamente en edificios e ingenios” (Bakewell, 1997: 194).

Al documentar las proezas tecnológicas que permitieron generar tal riqueza algunos autores han olvidado plantear dos preguntas esenciales: ¿cuáles fueron los costos ambientales de la bonanza minera del México borbónico? y ¿la sociedad novohispana tenía conciencia de los peligros potenciales?

La identificación de problemas ambientales surgidos en el pasado y la caracterización del marco complejo de sus causas concurrentes y articuladas no es sencilla. En nuestro caso, la determinación de las transformaciones y amenazas ambientales producidas por las actividades minero-metalúrgicas realizadas en el distrito minero de Catorce (ubicado al norte del estado de San Luis Potosí, México), ha constituido un desafío. El periodo de estudio que se ha seleccionado va de 1772 a 1827 y podría parecer que 54 años representan un breve espacio de tiempo comparado con la escala temporal de los procesos ecológicos, pero la justificación es sencilla. En 1772 se descubrió la cata “La Descubridora” en el Real de Catorce, que marca el inicio de operaciones en la localidad, y en 1827 Henry G. Ward (1995: 587) describe el sitio minero con las siguientes palabras:

No se ve ni un solo árbol, ni una sola hoja de hierba en las cercanías; y sin embargo hace cincuenta años todo el distrito estaba cubierto de bosques (...) Bosques enteros se quemaron para desmontar el terreno, y la madera más grande que se requiere para las minas se lleva desde una distancia de veintidós leguas [92.18 Km].

Sustentabilidad: un debate a fondo

Amenaza previsible

DOSSIER



Resulta claro que Ward describía un paisaje desertificado que había perdido su potencial productivo. El cuadro resulta extraordinario cuando se compara con la descripción del sitio realizada por el comisionado virreinal Silvestre López Portillo en 1779:

[Hay] maderas de todos tamaño, en unas partes de pino y en otras de encinas (...) por lo que es muy abundante en leñas (...) Siguiendo en su descenso al río encontramos un monte impenetrable de encinas y pinos de tan imponderable corpulencia, (...) que llegan a equipararse con los montes (Velásquez, 1987).

Continúa Ward (1995: 587) con su descripción de la Sierra de Catorce, refiriéndose a la falta de previsión de las políticas ambientales del gobierno virreinal: “Hace cincuenta años todo el distrito estaba cubierto de bosques, que hubieran durado siempre, a no ser por el espíritu imprevisor (...) de los primeros aventureros”.

Los bosques fueron destruidos, aunque en el Título 13º, artículo 14 de las *Reales Ordenanzas (...) del Importante Cuerpo de la Minería de Nueva-España* (1979: 144-145) se establecía:

A los leñadores y carboneros les prohíbo con el mayor rigor la corta de los renuevos de árboles para hacer leña y carbón; y ordeno que, donde no los hubiere, se tratare de plantar y replantar arboledas, principalmente en los sitios y parajes donde en otro tiempo las hubo, atento a que, por su consumo y el descuido de su reproducción, se han escaseado y encarecido.

Y esta ley fue emitida cuando aún existían bosques en la Sierra de Catorce.

Éstos y otros testimonios sugieren que la región enfrentó una revolución ecológica. Las causas que produjeron este cambio, de intensidad extraordinaria, pueden comprenderse cuando se considera la magnitud de los impactos ambientales determina-

dos en nuestra investigación, y que fueron provocados por las actividades minero-metalúrgicas, entre 1772 y 1827, en la Sierra de Catorce:

1. Se desmontaron 118.02 km cuadrados de bosques para las siguientes actividades: fabricación del carbón vegetal utilizado en la fundición de la plata, 85.39 km cuadrados;¹ consumo de leña en 55 haciendas de beneficio, 10.66 km cuadrados (Escobedo, 1874); consumo familiar de leña (412 kg al mes, 10 mil familias), 21.97 km cuadrados (SEMIP 1988). Lo anterior sin contar las superficies perdidas por incendios naturales o inducidos, a las que se refiere Ward; y la madera consumida en la construcción y mantenimiento de los ademes, andamiajes, escaleras (muescas), y las placas y puntales que apuntalaban los arcos de las minas, pues millones de pies de tablas de encino y pino eran utilizadas para construir las estructuras de soporte de una mina, y si esta madera se encendía, el fuego podía durar por meses o aun años (Ladd, 1988).

2. Se utilizaron 10 mil bestias de trabajo (que consumían anualmente 14 675 toneladas de maíz); se consumieron anualmente 8 mil cueros de novillo, así como 57.5 toneladas de cebo que se obtenían de 100 mil cabras, 4 mil carneros y 431 reses para consumo humano, y 16 330 kg de pólvora. Las manadas que abastecían a la región requerían 5 282.5 km² de agostaderos.

3. Se procesaron 2 256 876 toneladas de mineral. Se liberaron a los ecosistemas dos millones de toneladas de jales conteniendo arsénico, plomo, antimonio y plata; 506 587 toneladas de sal común; de 21 mil a 151 712 toneladas de sulfato de cobre; y 5 mil toneladas de mercurio,² todos estos contaminan-

tes en diversas matrices aún se encuentran en la región.³ Ayres y Ayres (1994) han señalado que específicamente en el caso de la producción de plata y cobre es posible que la contribución del consumo disipativo al total de emisiones no sea mayor que el atribuible a las pérdidas en los procesos de manufactura, debido a que la plata y el cobre son fundamentalmente utilizados para aplicaciones estructurales u ornamentales, antes que para usos químicos. Pero en este proceso encontramos un buen ejemplo de la aportación del consumo disipativo, en este caso el mercurio, al total de las emisiones contaminantes.

Es probable que las actividades de extracción y beneficio de la plata constituyeran tan graves amenazas a la salud de la población y de los trabajadores minero-metalúrgicos, como lo fueron para los ecosistemas. Sin embargo, al revisar los documentos de la época descubrimos dos posiciones encontradas sobre esta materia: una oficial, sostenida por científicos ligados a la corona española, y otra a la que llamaremos independiente.

Dentro de la posición oficial encontramos a Sonneschmid, científico alemán contratado por el Monarca, cuyas investigaciones fueron financiadas por la familia Fagoaga (prominentes mineros zacatecanos), y que en su *Tratado de la amalgamación* escribe:

Notorio es en todo este reino, que el beneficio por patio no es ninguna operación dañosa para los peones que en ella se emplean, y (...) no había necesidad de mencionarlo, si no fuese por motivo de muchos europeos que se han

¹ Cálculos realizados utilizando datos de producción de plata obtenida por fundición; consumo de carbón por carga reportados por Garcés y Eguía (1873); rendimientos de la madera y su peso seco (830 kg/m³, Salazar 2000: 338) y producción por hectárea de bosque de 25 años y suelo de mala calidad. Sin contar la madera requerida para la construcción de ademes, artefactos y pilotes.

² Entre 1770-79 se liberaron en México 20 118.45 t de hg; resultando un promedio anual de 693.74 t, la cantidad asombra cuando se compara con la emisión total de hg en el mundo por la quema de combustibles fósiles (principal fuente de contaminación antropógena) que alcanzó en 1975, 5 mil toneladas (Sepúlveda, Agudelo, Arengas, 2006); en la actualidad la emisión global, anual, antropógena se ha reducido a 4 mil t (Smoldis, 2006).

³ Cálculos realizados con base en las leyes promedio, volumen de plata producida por amalgamación, y pérdidas de azogue en el proceso (Humboldt, 2004; Sonneschmid, 1983; Brading, 1975; Garcés y Eguía, 1873).

Es probable que las actividades de extracción y beneficio de la plata constituyeran tan graves amenazas a la salud de la población y de los trabajadores minero-metalúrgicos, como lo fueron para los ecosistemas.

dejado persuadir que (...) el beneficio de sus minerales, destruye un inmenso número de sus habitantes (Sonneschmid, 1825: 94).

Una posición similar es apuntada por Humboldt (2004: 49):

Cerca de cinco a seis mil personas se ocupan de la amalgama de los minerales o en las manipulaciones que la preceden. Un gran número de estos (...) pasan su vida descalzos sobre montones de metal molido (...) mezclado de (...) mercurio oxidado (...) y es un fenómeno singular ver que (...) gozan de la mejor salud. Los médicos (...) afirman unánimemente que raras veces se dejan ver (...) afecciones del sistema nervioso (...) Una parte de los habitantes de Guanajuato beben el agua misma de los lavaderos, sin que su salud padezca alteración.

Es más fácil encontrar opiniones divergentes: Gamboa (1874: 463) en sus comentarios dirigidos al Rey refiere: “Frecuentes las enfermedades (...) venenosas las fundiciones, y las azoguerías: incurables, y a cada paso las dolencias, entre humedades,

fuego y vapores”; Alzate (1831: 380) refiriéndose a la claridad de *Los Comentarios* de Gamboa que permiten conocer las haciendas de beneficio: “Sin necesidad (...) [de] exponernos (...) al peligro de recibir las exhalaciones venenosas del azogue”. El fiscal Leonz (Chávez-Orozco, 1987: 48-49) en un informe oficial dirigido al Virrey, relatando las razones por las que se debía suspender el partido a los barreteros, escribe: “El detrimento a la salud, es falso (...) por que los que lo padecen son (...) el repasador que con el contacto y manejo del azogue se pone trémulo y casi inservible”. Rodolfo Benavides describe así la muerte por ponzoña mercurial de ciertos operarios en Pachuca: “El mercurio se insinuó a sí mismo aun en los huesos y en su desequilibrado sistema nervioso, provocando en ellos un constante temblor, hasta que enloquecieron y murieron en medio de un horrible paroxismo” (Ladd, 1988: 27). Los mineros del siglo XVIII consideraban su trabajo como algo espantoso por: “El continuo riesgo de perder la vida, asfixiado en un derrumbe, cayendo en un abismo, respirando humos nocivos, contrayendo enfermedades pestilentes, todo lo cual (...) recomienda nuestra labor lo suficiente; cuatro reales es poca recompensa por esto” Queja dirigida al Virrey por los mineros de la Veta Vizcaína, Pachuca. Viernes, 1 de agosto de 1766, en nombre de 1 200 operarios (Ladd, 1988:136).

Dada la incapacidad de la ciencia médica para curar a los operarios de los efectos amargos de su trabajo (las enfermedades profesionales), éstos, conscientes de su futuro, utilizaron la idea para reforzar su convicción de que merecían un salario justo como recompensa (Ladd, 1988). Incluso Humboldt (2004: 49) apunta que “El trabajo que (...) destruye las constituciones más fuertes es el de los barrenadores (...) rara vez pasan de treinta y cinco años”.

Es posible que el estado del conocimiento en el siglo XVIII no permitiera inferir ciertos efectos crónicos y ambientales de las actividades minero-metalúrgicas, pero los especialistas de la época con-

taban con información suficiente para afirmar su peligrosidad. Las pruebas se encuentran en primer término en las *Reales Ordenanzas (...) del Importante Cuerpo de la Minería de Nueva-España* (1979: 134-135) donde se ordena:

Titulo 13, Del surtimiento de Aguas y Provisiones de las Minerías. Artículo 1º Mercediendo la primera atención el agua para beber en los Reales (...) ordeno (...) que no se use de la inficionada con partículas minerales. Artículo 2º Prohibo con el mayor rigor que de los desagües (...) de los lavaderos de haciendas y fundiciones, se echen las aguas á Arroyos o Acueductos que las lleven a la población.

En segundo lugar en el Diccionario de la Lengua Castellana (Real Academia Española, 1783), donde se encuentra la definición de *inficionar* que entonces significaba: “Llenar de calidades contagiosas, perniciosas o pestíferas, ú ocasionarlas”. Si consideramos que según el mismo documento *contaminar* significa (...) inficionar; pestífero es: “Lo que puede ocasionar peste o daño grave”; y peste es: “Por extensión cualquier enfermedad aunque no sea contagiosa que cause grave mortandad”. Resulta evidente que cuando la Corona española utilizó el concepto “agua inficionada con partículas minerales” se refería al agua que produce enfermedades, daños y grave mortandad, debido a que se encontraba contaminada con partículas minerales.

Como se puede deducir de los testimonios de Humboldt y Ward, la ley era letra muerta, pues “Una parte de los habitantes de Guanajuato beben el agua misma de los lavaderos” y “el espíritu imprevisor y destructivo” de los empresarios mineros destruyó los bosques de la Sierra de Catorce.

Sorprendente resulta la descripción de un movimiento social en contra de la instalación de dos haciendas de beneficio por fundición, descrito por Hausberger (1992), y sucedido en Chihuahua en 1732: a principios de ese año, dos empresarios mineros iniciaron la construcción de nuevos hornos de

fundición en dos emplazamientos. El 4 de junio de 1732 un grupo de vecinos de Chihuahua presentó una queja formal ante el cabildo de la ciudad, en la que se exigía el cese de la construcción de los hornos localizados a menos de 170 m de la zona habitacional y el compromiso del cabildo de prohibir, en el futuro, la edificación de hornos de fundición en las inmediaciones de la ciudad por los riesgos potenciales de su operación, alegando que: “ninguno debe ser compelido a exponer su vida en grave peligro por ocurrir a los daños que pueden padecer otros, y mucho menos por aumentar sus ganancias y utilidades; por más fuerte razón no han de ser preferidas las de un particular a las de la salud y bienestar de un común que debe mirarse y procurársele su propia conservación” (Hausberger, 1992: 4-5). Uno de los empresarios apeló de inmediato invocando el beneficio que sus hornos producirían a la Corona en materia de impuestos. El resultado después de diversos episodios, fue la aprobación de las haciendas y la derrota del movimiento que se enfrentó a hechos consumados, pues en forma sigilosa se continuó la construcción hasta su finalización, mientras el gobierno consultaba la opinión de los médicos y científicos. Un caso similar pero con un resultado diferente ocurrió en Pachuca, Hidalgo, México: en 1764. Pablo Aparicio operaba un horno de fundición que dañaba a sus vecinos con el humo y el polvo que producía: estos humos mataban, según los vecinos, a sus animales; adicionalmente el empresario ensuciaba con sus residuos un río cercano. Aparicio solicitó a las autoridades que los vecinos compraran sus instalaciones, pero la respuesta obligó al acusado a remover sus hornos, limpiar el río y dejar en paz a la población (Ladd, 1988). Lo interesante de este caso es que Aparicio era sólo un pequeño empresario.

DISCUSIÓN

Las ideas vertidas en el presente trabajo permiten, a nuestro juicio, diversas lecturas. Es evidente que el

Sustentabilidad: un debate a fondo

Amenaza previsible

gobierno novohispano y amplios sectores de la sociedad estaban conscientes de los efectos, en la salud y el ambiente, provocados por las actividades minero-metalúrgicas y no es posible, por lo tanto, atribuir los daños al pobre desarrollo del conocimiento científico. El estudio de la historia de las tecnologías de beneficio demuestra que, cuando la necesidad lo exigió, los técnicos mexicanos desarrollaron nuevos procesos de gran sofisticación (la amalgamación, la fundición con litargirio, la fundición con tequezquite). También se modificaron procesos que tenían efectos en la salud, como la destilación del mercurio (que producía azogamiento), resuelto con el diseño de un dispositivo hermético llamado *capelina* (aunque fue originalmente desarrollada para ahorrar mercurio). Sin embargo, los desequilibrios de poder y los intereses económicos permitieron la realización de estas actividades riesgosas, ignorando las demandas de las víctimas potenciales.

En el siglo XVIII, el énfasis fundamental de las políticas institucionales descansaba en intereses egoístas y de corto plazo; aunque en el México virreinal se legislaron algunas ordenanzas bajo principios de previsión, la solución de los conflictos sociales provocados por el funcionamiento de instalaciones potencialmente peligrosas, obedecía a las relaciones de poder. Los apoyos otorgados por las instituciones a la investigación provocaron que algunos especialistas sirvieran a los intereses de los grandes capitalistas o actuaran impulsados por criterios de costo-beneficio al ponderar el crecimiento económico sobre la seguridad de la población. Otros, desde entonces, se encontraban comprometidos con los intereses de la sociedad al considerar que existen riesgos inaceptables.

La increíble bonanza en la producción de plata mexicana en el siglo XVIII se constituyó en un va-



lladar insalvable para la instrumentación de políticas precautorias, aunque se hayan realizado esfuerzos por aplicarlas. En los hechos, el gobierno virreinal se enfocó a la atracción de inversionistas a cualquier costo de salud de la población y la integridad de los ecosistemas, que fue, simplemente, lo último que se consideró.

Esta política de atracción de inversiones a cualquier costo ha sido una constante en la historia de México, y el establecimiento de la planta metalúrgica propiedad de la Compañía Metalúrgica Mexicana en la ciudad de San Luis Potosí, en 1890, es un buen ejemplo de esto. El gobierno mexicano otorgó a la empresa la exención de impuestos municipales y estatales por cincuenta años, la ocupación de los terrenos necesarios sin retribución, el uso gratuito de todos los materiales de construcción y de los telégrafos y ferrocarriles, e incluso se dispensó de imposiciones fiscales a los artículos que se expendían en la tienda de raya de la empresa (Gámez, 2004). Los daños ambientales provocados por la operación de esta empresa durante más de cien años han sido moti-

vo de diversas investigaciones por parte de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, y se encuentran ampliamente documentados. (Carrizales, *et al.*, 2003).

CONCLUSIÓN

Mediante los ejemplos históricos presentados se ha pretendido sustanciar las dificultades que plantea la instrumentación del principio de previsión y resulta claro que la aplicación de este principio ético no será una graciosa concesión otorgada por los gobiernos y corporaciones. Por lo anterior, es preciso establecer mecanismos de organización de la sociedad que permitan su participación en la toma de decisiones bajo criterios democráticos y de consulta exhaustiva.

La solución de los problemas ambientales pasa necesariamente por la participación equilibrada, informada, incluyente y democrática de los diferentes actores sociales en la construcción de las políticas ambientales.

Enfrentados a los problemas heredados de la minería virreinal, aun con el estado actual de nuestro conocimiento, es preciso confesar que ignoramos cuál es la magnitud de la amenaza y el comportamiento que guardan en el ambiente las miles de toneladas de residuos tóxicos mineros eliminados en los últimos 500 años, de los que sabemos tan poco como ahora sobre las millones de toneladas de sustancias químicas tóxicas sintéticas vertidas al suelo, agua y atmósfera. No podemos calcular cuántas vidas han costado las actividades minero-metalúrgicas en México, pero lo destacable de estas experiencias es que podrían haberse evitado en gran medida con la aplicación efectiva del principio de previsión.

Después de muchos años de abuso ambiental, cuando nosotros – las víctimas – hemos tenido sólo el poder para protestar, [ha llegado el momento] de que las leyes den a cada uno el derecho legal de aprender de este abuso y, armados con este conocimiento, el derecho a participar en las decisiones ambientales” (Commoner, 2001: 1). 🐦

BIBLIOGRAFÍA

- Aristóteles (2000), *Mecánica*, Biblioteca Clásica, vol. 227, Madrid: Gredos.
- Allen, Peter M. (1994), “Evolution, sustainability, and industrial metabolism”, en Robert U. Ayres y Udo Ernst Simonis (Eds.), *Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development*, Tokyo: United Nations University Press. The United Nations University, 71-88 pp.
- Alzate, José Antonio (1831), “Elogio histórico del Sr. D. Francisco Javier de Gamboa Regente que fue de esta real audiencia de México”, en *Gacetas de Literatura de México*, Puebla. Oficina del Hospital de San Pedro, 373-384 pp.
- Ayres, Robert U. y Leslie W. Ayres (1994), “Consumptive uses and losses of toxic heavy metals in the United States, 1880-1980”, en Robert U. Ayres y Udo Ernst Simonis (Eds.), *Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development*, Tokyo: United Nations University Press. The United Nations University, 227-251 pp.
- Ayres, Robert U. y Udo Ernst Simonis (Eds.) (1994), *Introduction in industrial metabolism: Restructuring for sustainable development*, Tokyo: United Nations University Press. The United Nations University, 6-8 pp.
- Bacon, Francis (1971), *La nueva Atlántida*, Madrid: Zero.
- Bakewell, Peter John (1997), *Minería y sociedad en el México colonial. Zacatecas (1546-1700)*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Bertalanffy, Ludwig von (1966), *Problems of life: An evaluation of modern biological and scientific thought*, New York: Harper Torchbooks, The Science Library.
- Berryman, Alan A. (2003), “On principles, laws and theory in population ecology”, en *Oikos*, núm. 103, 695-701 pp.
- Brading, David A. (1975), *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Chávez-Orozco, Luis (1987), *La situación del minero asalariado en la Nueva España a fines del siglo XVIII*, México: Secretaría de Trabajo y Previsión Social.
- Carrizales, S. L., M. E. Leal, I. Razo, J. Tellez, R. Torres-Nerio, L. Batres, J. Calderon y F. Diaz-Barriga (2003), *Evaluación de riesgo en salud por arsénico y plomo. Zona metalúrgica de Morales, Ciudad de San Luis Potosí*, México: Documento interno del Laboratorio de Toxicología de la Facultad de Medicina, UASLP.
- Colyvan, Mark y Lev R. Ginzburg (2003), “Laws of nature and laws of ecology”, en *Oikos*, núm. 101, 649-653 pp.
- Commoner, Barry (2001), “The once and future threat of the petrochemical industry to the world of life”, en *New Solutions*, vol.11, núm. 1, 1-12 pp.
- Condorcet, Marie-Jean-Antoine Nicolas de Caritat, marqués de (2004), *Esbozo de un cuadro histórico del progreso de la mente humana*, Madrid: Centro de Estudios Constitucionales.
- Dubos, René (1967), *Los sueños de la razón*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Elhuyar, Fausto de (1964), *Memoria sobre el influjo de la Minería en*

Sustentabilidad: un debate a fondo

Amenaza previsible

la Agricultura, Industria, Población y Civilización de la Nueva España en sus diferentes épocas, con varias disertaciones relativas a puntos de economía pública conexos con el propio ramo, ed. facsimilar, México: Consejo de Recursos Naturales No Renovables. (Edición original: 1825, Madrid: Imprenta de Amarita).

Escobedo, Mariano (1874), *Memoria que de los actos de toda su Administración presenta a la Legislatura del Estado de San Luis Potosí el Ciudadano general Mariano Escobedo. Gobernador Constitucional del Mismo Estado*, México: Imprenta de Ignacio Escalante, Archivo Histórico del Estado de San Luis Potosí.

Gamboa, Francisco Javier de (1874), *Comentarios a las Ordenanzas de Minas*, México: Imprenta Díaz de León y White.

Gámez, Moisés (2004), "La minería y la metalurgia en el centro y norte mexicanos: La Compañía Metalúrgica Mexicana en procesos y espacios mineros", en Camilo Contreras y Moisés Gámez (Coords.), *Espacios y procesos mineros. Fundición y minería en el centro y noreste de México durante el Porfiriato*, México: Plaza y Valdes, El Colegio de la Frontera Norte.

Garcés y Eguía, Joseph (1873), *Nueva teórica y práctica del beneficio de los metales de oro y plata*, México: Imprenta de Díaz de León y White.

González Reina, Jenaro (1956), *Minería y riqueza mineral de México*, México: Monografías Industriales del Banco de México.

Hardin, Garrett (1968), "The tragedy of Commons", en *Science*, vol. 162, núm. 3859, 1243-1248 pp.

Hausberger, Bernd (1992), *Una iniciativa ecológica contra la industria minera en Chihuahua (1732)*, J. E. Covarrubias (trad.), México: El Colegio de México.

Humboldt, Alexander von (2004), *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España*, 7a. ed, México: Porrúa.

Kareiva, P. y M. Andersen (1988), "Spatial aspects of species interactions", en A. Hastings (Ed.), *Community Ecology*, New York: Springer-Verlag, 35-50 pp.

Ladd, Doris M. (1988), *The making of a strike. Mexican silver workers' struggles in Real del Monte 1766-1775*, Lincoln: University of Nebraska Press.

Lawton, John H. (1999), "Are there general laws in ecology?", en *Oikos*, núm. 84, 177-192 pp.

Ludwig, Donald, Ray Hilborn y Carl Walters (1993), "Uncertainty, resource, exploitation and conservation: Lessons from History", en *Science*, vol. 260, núm. 17, abril 2, p. 36.

Pimentel, David et al (1995), "Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits", en *Science*, vol. 267, 1117-1123 pp.

Pimm, Stuart L. (1991), *The balance of Nature? Ecological issues in the conservation of species and communities*, Chicago: The Chicago University Press.

Prigogine, Ilya e Isabelle Stengers (1984), *Order out the chaos*, London: Heinemann.

Real Academia Española de la Lengua (1783). *Diccionario de la lengua castellana*, Madrid: Joaquín Ibarra. Consultado el 28 de junio de 2007, en: [http://buscon.rae.es/ntlle/Sry\]+GUIMenuNtle?cmd=Lema&sec=1.0.0.0.0](http://buscon.rae.es/ntlle/Sry]+GUIMenuNtle?cmd=Lema&sec=1.0.0.0.0)

Reales Ordenanzas para la Dirección, Régimen y Gobierno del Importante Cuerpo de la Minería de Nueva-España y de su Real Tribunal General. Por orden de su Majestad. (1979), ed. facsimilar, México: Sociedad de Ex-Alumnos de la Facultad de Ingeniería. (Edición original: 1783, Madrid: Prentas de D. Joaquín Ibarra).

Salazar G., G. (2000) *Las haciendas en el siglo XVII en la región minera de San Luis Potosí. Su espacio, forma, función, material, significado y la estructura regional*, México: UASLP.

Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP) (1988), *Balance nacional de energía*, México: SEMIP.

Sepúlveda Gallego, Luz E., Luz María Agudelo Gallego y Ángel I. Arengas Castilla (2006), "El mercurio, sus implicaciones en la salud", en *Luna Azul Revista Científica*, Medellín: Universidad de Caldas. Consultado el 4 de mayo de 2007, en http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=com_content&task=view&id=237&Itemid=237

Simberloff, Daniel (2004), "Community ecology: Is it time to move on?", en *American Naturalist*, núm. 163, 787-799 pp.

Smodis, Borut (Ed.). (2006), "Mercury cycling in contaminated tropical non-marine ecosystems", en *Journal of Environmental Management*, vol. 81, núm. 2, Amsterdam: Elsevier, 93-94 pp.

Sonneschmid, Federico (1983), *Tratado de la amalgamación de Nueva España*, ed. facsimilar, México: UNAM, Sociedad de Ex-Alumnos de la Facultad de Ingeniería. [Edición original: 1825, Paris/México: Galería de Bossange/Librería de Bossange (Padre)].

Thornton, Joe (2000), "Beyond risk: An ecological paradigm to prevent global chemical pollution", en *Journal Occupational Environmental Health*, núm. 6, 318-330 pp.

Tickner, Joel, Carolyn Raffensperger y Nancy Myers (1999), *El principio precautorio en acción*, Windsor, North Dakota: Science and Environmental Health Network.

Turgot, Anne-Robert-Jaques (1991), *Discurso sobre el progreso humano*, estudio preliminar, traducción y notas de Goncal Mayos Solsona, Madrid: Tecnos.

Velásquez Rodríguez, Primo Feliciano (1987), *Colección de documentos para la historia de San Luis Potosí*, San Luis Potosí: Archivo Histórico del Estado.

Ward, Henry George (1995), *México en 1827*, México: Fondo de Cultura Económica.

Recibido: febrero de 2007

Aceptado: junio de 2007