

Valoración económica del impacto ambiental del manejo de residuos sólidos municipales: estudio de caso

MARÍA EUGENIA IBARRARÁN VINIEGRA,
IVÁN ISLAS CORTÉS Y ERÉNDIRA MAYETT CUEVAS



INTRODUCCIÓN

Existen pocos análisis empíricos en México sobre valoración privada de bienes públicos. Este trabajo se sitúa en dicho campo, revisando un estudio de caso: servicio alternativo de recolección y selección de los residuos sólidos (RS) para los habitantes del municipio de San Pedro Cholula, en el estado de Puebla. La hipótesis central del trabajo es que la disponibilidad a

pagar de los individuos debe reflejar el valor que para estos habitantes tiene la calidad ambiental de su comunidad. Para ello se le pregunta a la gente de manera directa si está dispuesta a pagar una cuota que cubra todos los costos para llevar a cabo un proyecto de manejo de residuos sólidos generados en el hogar. El proyecto consiste principalmente en separar desde el ho-

gar los diferentes tipos de residuos sólidos (conocidos comúnmente como basura) en residuos orgánicos e inorgánicos en bolsas de diferente color, para que en el relleno sanitario se le dé un tratamiento especial a los RS recolectados. Los beneficios a obtener son una mayor vida útil del relleno sanitario, evitar la contaminación de mantos acuíferos y la del aire por partículas suspendidas, la reutilización de materiales que eran considerados como desecho y el uso de composta como fertilizante orgánico.

El objetivo de determinar dicho valor, desde una perspectiva económica, es integrar esta información en un proceso de toma de decisiones de tal forma que cuando se utilice el medio ambiente se conozca y se pague el costo que ello representa. Valorar el entorno significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad a partir de valoraciones individuales.

Una vez analizadas las causas que dan origen a una provisión subóptima de calidad ambiental, este trabajo aplica una metodología para valorar la utilidad del público al contar con un medio ambiente más atractivo y limpio. Cuando no existen mercados para algún bien o servicio, como en el caso de ciertas características de la calidad ambiental, a las personas sólo se les podría pedir que expresen qué escogerían si estuvieran en determinada situación hipotética. A este método se le conoce como valoración contingente (de aquí en adelante VC). Este método consiste fundamentalmente en obtener información directa de los individuos acerca de su disposición a pagar o a aceptar generalmente dinero por cambios en la calidad ambiental.

El primero en proponer el método de VC fue Ciriacy-Wantrup en 1947 como un medio para estimar la curva de demanda de bienes colectivos (citado en Hanneman 1994). A partir de ese estudio se idearon otros métodos que también se aplicaron a la valoración económica del medio ambiente. Davis (1963) midió el valor que tenía un área recreativa en Estados Unidos de América para cazadores y amantes de la

naturaleza utilizando el método del costo de viaje (citado en Portney 1994). Uno de los estudios más influyentes fue el de Krutilla (1967) quien identificó la importancia del desarrollo y mantenimiento de ambientes naturales y sugirió lo que hoy es conocido como valor de existencia.¹ La mayoría de estos métodos se han utilizado para conocer la disposición a pagar de la gente de bienes tales como la calidad del agua en ríos y lagos (Carson y Mitchell 1993), la conservación de animales en peligro de extinción (Boyle y Bishop, 1987), calcular los beneficios de mejorar la calidad del aire.

En este trabajo se llevó a cabo una VC que ayudó a contar con la información necesaria para plantear un modelo que explicara la valoración ambiental a través de la disposición a pagar (DAP) por cantidades adicionales de un bien público, en este caso la mejora en la calidad ambiental, en función de variables como el ingreso (variable de flujo), la riqueza (variable de acervo), la escolaridad, el número de hijos, la credibilidad en el gobierno y la ética ambiental personal, entre otras. El objetivo, entonces, es la estimación econométrica de los determinantes de la disposición a pagar por calidad ambiental.

EL PROBLEMA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

La sociedad necesita separar la generación de basura del crecimiento económico debido a la falta cada vez más evidente de espacios para su depósito. Bajo el esquema actual, esto es difícil porque el costo de la disposición de los RS no muestra completamente el costo ambiental que ocasionan. Para que la eficiencia social se alcance debe reflejarse en los costos que acarrea la disposición final para las personas que toman las respectivas decisiones, es decir los consumidores o productores que deben deshacerse de estos residuos. En muchos países, la disposición final de los residuos sólidos es pagada con tarifas fijas para cu-

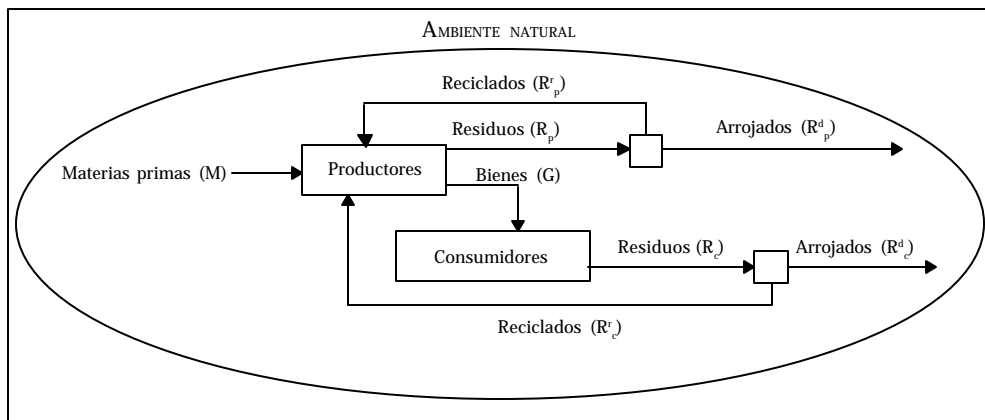
brir los costos de recolección y disposición. Estas tarifas pueden aumentar o disminuir de tal manera que reflejen los costos generales de disposición final, pero la tarifa no varía según la cantidad de material descargado por unidad familiar. De este modo, no existe incentivo para que los consumidores se interesen por reducir la cantidad de residuos sólidos que generan, ni hay razón para que les preocupe el volumen de materiales sobrantes que acompañan sus compras o sus procesos productivos.

El término «residuos sólidos municipales» (RSM) se refiere a todos los materiales sólidos desechados después del consumo o producción. Como afirma Duston «...en ausencia de regulaciones estrictas para la disposición de residuos sólidos, estos serán arrojados al menor costo para el individuo, empresa u otro generador que la haya creado a través del consumo o de la producción. Desde la perspectiva de aquellos que tienen que deshacerse de residuos, el confinamiento en la tierra o la incineración son las opciones menos costosas. Muchos de los materiales no tienen ningún valor positivo para ellos» (Duston 1993: 68). Los costos sociales de desechar los RS se han incrementado considerablemente. Ejemplo de ello es la dificultad de encontrar lugares apropiados para su disposición y la iden-

tificación concreta de las repercusiones negativas sobre el medio ambiente. Por otra parte, los costos de extracción y producción de algunos materiales vírgenes también se han elevado. Todo esto conlleva al surgimiento de una demanda por materiales reciclados a partir de los residuos mencionados. Adicionalmente, si el flujo de materiales después del tratamiento y reciclaje de los mismos excede a la capacidad de absorción natural del ambiente, el medio ambiente se degradará con el tiempo. Esto disminuirá los insumos para el consumo y la producción y por lo tanto se producirán menos bienes y servicios. Este patrón no es sostenible a largo plazo (Hartwick 1998).

La figura 1 muestra materiales y energía que son extraídos del medio ambiente natural y residuos que se descargan nuevamente en el ambiente. La ecuación básica implícita en el diagrama es: $M = R_p^d + R_c^d$ donde M son las materias primas, R_p^d y R_c^d son los residuos arrojados por la producción y el consumo respectivamente. Dicha ecuación está sustentada por la Primera Ley de la Termodinámica que asegura que a largo plazo estos dos flujos (materias primas y los residuos descargados en el ambiente por productores y consumidores) deben ser iguales (Christensen 1989, Khalil 1990, Daly 1991).

FIGURA 1. EL MEDIO AMBIENTE Y LA ECONOMÍA



Fuente: Field 1995.



Si se sustituye M , de acuerdo con el diagrama de flujo, se llega a la siguiente expresión:

$R_p^d + R_c^d = M = G + R_p - R_p^r - R_c^r$ donde la cantidad de materias primas (M) es igual a la producción (G) más los residuos de la producción (R_p), menos las cantidades que se reciclan por parte de los productores (R_p^r) y los consumidores (R_c^r). Esto implica que hay esencialmente tres formas de reducir M y, por consiguiente, los residuos descargados en el ambiente: disminuyendo la cantidad de bienes y servicios generados en la economía (G), reduciendo la intensidad de los residuos de producción (R_p), o incrementando el reciclaje ($R_p^r + R_c^r$).

El mercado es incapaz de regir óptimamente la explotación del medio ambiente debido a que cuenta con las características de un bien público puro (no-exclusión y no-rivalidad en el consumo). Al no haber un mercado explícito para estos bienes, no es posible fijar un precio, lo cual lleva al sobreuso y por consiguiente a la degradación del mismo. La calidad ambiental es esencialmente un bien público ya que es un recurso de libre acceso, es decir, un recurso accesible sin control alguno para los individuos y no hay manera de asegurar que su índice de utilización se mantenga hasta el nivel que maximiza su valor global. El resultado será una tasa de uso más alta que la que se requiere para alcanzar la eficiencia social.

Otro problema del manejo de los RSM es que el mercado no presiona a los generadores de residuos a pagar todo el costo de producirlos y expulsarlos. Algunos costos pueden ser transferidos a otros sin compensarlos por ello. Ejemplos típicos de tales costos externos incluyen la propagación de contaminantes al aire causada por el uso de incineradores así como la contaminación de mantos acuíferos.

Una práctica común en nuestro país ha sido la de arrojar los residuos sólidos en basureros a suelo abierto, lo que ha tenido repercusiones en la calidad del aire,

agua y suelo, así como en la salud de los habitantes, por las emanaciones de gases que producen malos olores e incendios, la generación de lixiviados (líquidos provenientes de los RSM que se filtran a la tierra contaminando los mantos acuíferos) y la proliferación de fauna nociva.

LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN SAN PEDRO CHOLULA

Enfocándose en particular al problema de los RS en el municipio de San Pedro Cholula se recabó la siguiente información:²

- i) Según datos proporcionados por el municipio, San Pedro Cholula produce 20 mil toneladas de RSM al año (excluyendo los residuos industriales y residuos peligrosos), o 0.53 kilogramos per cápita al día. Esta cantidad está por debajo de la media nacional de producción de RSM (0.9 kg/día), posiblemente porque la mayoría de la población es rural.
- ii) El municipio enfrenta, por encargarse del servicio de recolección, los siguientes costos:
 - por concepto de nómina, mantenimiento de equipo y gasolina para 1999, \$101 mil pesos.
 - por la construcción del relleno sanitario para tres años de un millón de pesos.
- iii) Los ingresos por cuota de recolección de los RS son de \$60 mil pesos anuales. Como puede apreciarse los ingresos por cuota no cubren los costos de proporcionar el servicio.

El ayuntamiento de San Pedro Cholula realiza la separación de los RS con la ayuda de pepenadores; de esta forma se recupera aproximadamente un 30% de

los materiales. Este porcentaje se compone principalmente de vidrio, plástico y aluminio, ya que este tipo de materia-



les es fácil de separar y existe una demanda por los mismos. Esta cifra no es muy confiable debido a que el ayuntamiento no cuenta con un registro detallado de estadísticas referentes al manejo de los residuos.

Uno de los problemas que enfrenta el gobierno local es el agotamiento de la vida útil del relleno antes de tiempo. Se estima que cada celda del relleno tiene un periodo de vida de tres años; sin embargo, debido a la gran generación de los RS de la población, este periodo se acorta a sólo año y medio.

Para solucionar este problema se evalúa un proyecto alternativo de recolección que consiste básicamente en que las familias separen desde el hogar sus RS en dos bolsas de plástico de color negro y gris. Posteriormente el camión recolector se encargará de transportarlas al relleno sanitario donde, con la ayuda de bandas sin fin con ganchos, se colocarán las bolsas de color negro que contendrán los residuos orgánicos. Al girar los ganchos, las bolsas pasan por un cortador fijo, y al rasgarse, dejarán caer el contenido a una banda transportadora que los llevará a la celda donde se elabora la composta. La bolsa gris contendrá los residuos inorgánicos, compuestos por todos los reciclables que serán recuperados en forma manual, dejando pasar lo que no tiene opciones de reutilización.³

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROBLEMA

El flujo de materiales a través del sistema productivo genera residuos que se arrojan a la naturaleza (ver figura 1). La naturaleza, por su parte, tiene la capacidad de asimilar estos residuos. Sin embargo, a veces el ritmo al que se generan es mayor de aquél al que la naturaleza puede asimilarlos, generándose así el problema de la contaminación. El objetivo de este apartado es definir por qué es que la contami-

nación persiste ante la ausencia de la intervención gubernamental.

La contaminación y, su contraparte, el deterioro de la calidad ambiental, es en sí misma una falla de mercado que ocasiona que no se alcance el resultado de asignación óptima de recursos.⁴ Las fallas de mercado que dan lugar a la contaminación son la existencia de mercados incompletos, las externalidades, el hecho de que los bienes ambientales tienen características de bienes públicos —donde hay no-rivalidad en el consumo y no exclusión—, la presencia de no convexidades y de información asimétrica.

La existencia de mercados completos implicaría que existan mercados para cada uno de los bienes de tal manera que cada individuo pueda intercambiar cada bien hasta lograr una asignación óptima de recursos. Esto sucede siempre que se cumpla dicho teorema del bienestar.⁵ De no ser así, la asignación de recursos será ineficiente (Bator 1958). Un requisito para que se cumpla el primer teorema del bienestar es la existencia de derechos de propiedad claramente definidos. Para ello, dichos derechos deberán ser exhaustivos, exclusivos, transferibles y que den seguridad a la propiedad.

Un resultado derivado de la falta de mercados completos es la presencia de externalidades (Arrow 1969). En este caso la externalidad que se analiza corresponde a los residuos sólidos municipales. Existe una externalidad cuando las actividades de producción o consumo de un individuo o empresa afectan la utilidad de otra persona o la función de producción de otra empresa de tal manera que las condiciones de una asignación óptima de Pareto no se cumplan. Dada la falta de mercados completos, estas externalidades no actúan a través del sistema de precios, sino que afecta la producción de utilidad o de beneficios de terceros. Debido a la ausencia de mercados, no hay

instituciones a través de las cuales pueda pagarse por los costos externos que se causan ni donde cobrar por los beneficios externos que se producen.

Por otra parte, los mercados no asignan de manera eficiente los recursos cuando se trata de bienes públicos. La calidad ambiental en sí misma es un bien público, por lo que su provisión descentralizada es subóptima. La falta de mercados para el intercambio de la calidad ambiental como bien público —o de los residuos sólidos municipales como una externalidad— hace que no exista un precio para reflejar el valor que ésta tiene para la sociedad. Es por ello que debe utilizarse algún método alternativo para determinar el valor que dicha calidad ambiental tiene para la sociedad. El método utilizado en esta investigación es el de valoración contingente.

VALORACIÓN CONTINGENTE

El método de VC consiste en preguntarle a los individuos su disposición a pagar (DAP) por cantidades adicionales de un bien público, en este caso la mejora en la calidad ambiental. La DAP de un individuo depende de varios factores como su ingreso, su actitud ante la sociedad y el medio ambiente, el nivel disponible de información, la extensión espacial del bien público y de la frecuencia e intensidad de uso de éste. El problema central de la DAP es que los individuos pueden intencionalmente distorsionar sus respuestas adoptando una posición oportunista (*free riding*). El entrevistado puede falsear sus respuestas a la baja por el temor a cargos posteriores o a la inversa, indicando valores muy altos para enfatizar su interés en el desarrollo de cierto programa. Por último, la disposición a pagar, además de reflejar los gustos y preferencias de una persona, también refleja su nivel de ingreso.

Otra forma de enfocar el problema de valorar las mejoras ambientales consiste en preguntarle a las personas acerca de cuánto estarían dispuestas a acep-

tar por renunciar a determinado beneficio ambiental (DAA). Para valorar mejor la calidad del aire se podría preguntar cuánto estarían dispuestas a aceptar por un pequeño deterioro o cuánto tendrían que recibir para compensarles por una pequeña reducción en la calidad ambiental. La DAA no está restringida por el ingreso como sucede con la DAP. Por ello no es sorprendente que cuando se pregunta a las personas acerca de su disposición a aceptar, sus respuestas usualmente sean mayores que las correspondientes a su disposición a pagar por el mismo cambio en la calidad del bien público pero en distinta dirección.

Las diferencias entre la DAP y la DAA se deben a la asignación inicial de derechos de propiedad. Cuando el individuo considera que le corresponde una cierta calidad del bien, no está dispuesto a perder ese derecho. Nada sería suficiente para compensarlo por una pérdida ambiental debido a que éste es un derecho implícito para ellos. En conclusión, la pérdida de algo que una persona ya posee, como el aire puro, por ejemplo, es valuada más alta que la ganancia potencial de algo nuevo, como una mejora en la calidad del aire (Field 1995).

Hasta la fecha se han realizado varios estudios para valuar el medio ambiente a través de la valoración contingente. Sin embargo, este método ha sido muy controvertido y muchos especialistas dudan aún de su validez. Por esto, en diciembre de 1993, el Consejo General de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), reunió a varios premios Nobel, entre ellos Kenneth Arrow y Robert Solow, con el fin de establecer si la valoración contingente era capaz de proveer valores que fueran lo suficientemente confiables para ser usados en la valoración económica de recursos naturales y de la calidad ambiental. El Panel concluyó que los resultados de la VC podían producir estimadores suficientemente confiables en la valoración de bienes ambientales, y propuso una serie de reglas que se deberían observar para la co-

recta aplicación de estudios de VC. Algunas de estas reglas se mencionarán posteriormente cuando se discuta la elaboración de la encuesta. Hay que aclarar, sin embargo, que los ponentes tuvieron sus reservas en cuanto a utilizarlo como base para establecer compensaciones monetarias por daños ambientales, o lo que es lo mismo, para determinar la disposición a aceptar de los individuos (Portney 1994).

Según Hanneman (1994), algunos de los problemas más comunes de la VC son:

- i) Los resultados son vulnerables al formato de las encuestas. Entre estos efectos encontramos que el orden de las preguntas puede alterar las respuestas del entrevistado, que la persona encuestada busque solo satisfacer al entrevistador sin hacer ningún esfuerzo y que la dificultad del tópico asignado al entrevistado lo obligue a falsear sus respuestas.
- ii) La encuesta le da el valor al bien en cuestión conforme esta se aplica. Tal vez para el entrevistado el bien carecía de valor real hasta el momento en que se le pregunta sobre él.
- iii) El resultado de la valoración contingente no puede verificarse fácilmente debido a que no hay mercados donde dicho valor se pueda observar, aunque se recomienda verificarlo por métodos de valoración indirectos.

En relación con problemas entre la VC y la teoría económica, Diamond y Hausman (1994) rechazan dicho método por considerarlo inconsistente con ésta. Ellos argumentan que cuando la gente expresa el valor económico de un bien debe hacerlo teniendo en mente motivos meramente personales y no pensando en lo que es mejor para el país o la comunidad en general. Sin embargo Becker, citado en el mismo artículo, refuta esto argumentando que el individuo maximiza su bienestar como él lo concibe, ya sea siendo altruista, egoísta, leal o masoquista. Otra crítica de

Diamond y Hausman es que el efecto ingreso es más bajo de lo que se esperaría si las verdaderas preferencias fueran reveladas. Incluso señalan que una elasticidad ingreso de la disposición a pagar menor que la unidad constituye la base para dudar de la validez de este método. Sin embargo, esto no es del todo cierto. Se puede observar en otros estudios que la elasticidad ingreso varía con el bien en cuestión, pero se encuentra generalmente en el mismo rango e incluso, aún con colectas altruistas, la elasticidad ingreso cae entre 0.3 a 0.6 (Cutler *et al.* 1993, citados en Hanneman 1994).

METODOLOGÍA

La finalidad de este trabajo es comprobar si la gente está dispuesta a pagar por una mejora en la calidad ambiental. Este cambio proporciona una mayor utilidad al individuo, mejoría por la cual, debería estar dispuesto a pagar (Hartwick *et al.* 1998). El objetivo, entonces, es la estimación econométrica de los determinantes de la disposición a pagar por calidad ambiental.

DISEÑO DE MUESTREO

Para el análisis de este proyecto se utilizó el municipio de San Pedro Cholula, que está ubicado al norte del Distrito de Atlixco y al occidente de la ciudad de Puebla. Su superficie está calculada en 712 km². Su población en 1990 era de 113,661 habitantes, la mayor parte de ella, el 36.5%, dedicada a actividades agropecuarias; le siguen los artesanos y obreros con 14.5% y los comerciantes con 8.3% (INEGI 1994).

Las características de la población satisfacen los requerimientos del proyecto al tratarse de una población pequeña cuya actividad económica es principalmente agrícola. Las únicas dos restricciones para hacer el muestreo eran que los entrevistados fueran mayores de 18 años y que percibieran ingresos.

El muestreo por grupos es un procedimiento de selección en el cual los elementos para la muestra se eligen de una población agrupada o aglomerada. Los grupos que se utilizan son agrupaciones ya existentes de la población, naturales, administrativas o subdivisiones políticas. Las grandes ventajas del muestreo por grupos son una mayor conveniencia y un ahorro en tiempo y dinero. El muestreo por grupos es menos costoso que el muestreo aleatorio simple, si el costo por obtener información que liste todos los elementos poblacionales es muy alto. También es más barato que el muestreo aleatorio estratificado si el costo de obtener observaciones adicionales se incrementa con la distancia que separa a los elementos.

Para realizar el muestreo se utilizó la división del municipio de San Pedro Cholula conformado por 13 juntas auxiliares y la cabecera municipal. A continuación se procedió a hacer una división de elementos en grupos llamados unidades primarias de muestreo (UPM) que en este caso fueron las manzanas de cada junta auxiliar. Con el fin de tener UPM similares entre sí se estableció arbitrariamente un número de diez entrevistas por cada una. En los casos en que no había tantas viviendas por manzana se incorporó a la manzana contigua para completar este número.

Se decidió tomar dos UPM de cada localidad y de esta forma se obtuvieron 20 entrevistas por junta. Esto arrojó un total de 260 entrevistas en todo el municipio de San Pedro Cholula (la junta auxiliar de San Francisco Cuapan no se tomó en cuenta por no recibir el servicio de recolección de RS). Este tipo de muestreo redujo los costos y simplificó el trabajo de campo. Debido a que los elementos dentro de un grupo están físicamente juntos, tienden a presentar características similares, por lo que se decidió no ampliar el tamaño de muestra dentro de cada grupo. Dicho de otra manera, la medición en un elemento de un grupo puede ser altamente correlacio-

nada con la de otro elemento del mismo grupo. Entonces la cantidad de información acerca de un parámetro poblacional puede no incrementarse sustancialmente al aumentar las mediciones dentro de un grupo (Scheaffer 1987).

De estas 260 encuestas, 220 (85%) cayeron en un rango de montos de DAP congruentes con su ingreso. El resto consistió en respuestas eliminadas de la base de datos, que fueron 31 respuestas de protesta con DAP cero (12%) y nueve respuestas inconsistentes (3%) con DAP muy alto (se tomó un DAP muy alto cuando esta sobrepasó el 5% del ingreso mensual corriente del individuo).

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Es importante definir claramente el bien que se está ofreciendo a la población para que la disposición de pago que el individuo revele sea la adecuada. Por lo tanto es necesario especificar los beneficios ambientales que el proyecto proporciona ya que son estos por los que realmente el individuo va a pagar. Los beneficios ambientales del proyecto que la sociedad recibirá son:

- i) Una mayor vida útil del relleno sanitario que permite contar con más espacios limpios para otras actividades.
- ii) Evitar la contaminación de mantos acuíferos y del aire por partículas suspendidas.
- iii) El uso de composta como fertilizante orgánico que devuelve a la tierra sus nutrientes.
- iv) La reutilización de materiales que eran considerados como desecho.

CONSIDERACIONES SOBRE SESGOS DE LA ENCUESTA

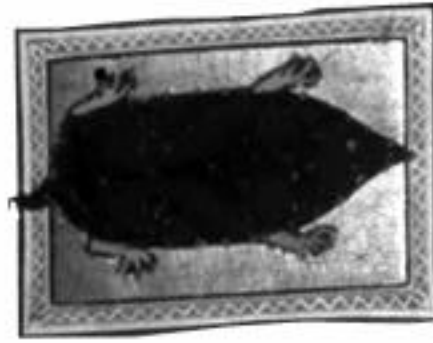
El diseño de la encuesta se realizó de acuerdo con las sugerencias del panel internacional de la NOAA reportadas por Portney (1994), entre las cuales des-

tacan: 1) la encuesta debe ser hecha en forma de entrevista personal, 2) la aplicación de este método debe obtener del individuo la disposición a pagar considerando un evento futuro más que uno ya ocurrido, 3) el escenario hipotético sobre los efectos esperados que se le plantea a los entrevistados debe ser preciso y entendible. Siguiendo estas recomendaciones se disminuye la probabilidad de obtener información errónea.

Otros sesgos tomados en cuenta con el fin de mejorar las respuestas fueron:

- i) Sesgo del vehículo de pago. Este sesgo radica en que la DAP reportada varía dependiendo de la manera en la que se llevará a cabo el pago, una contribución única, el incremento en impuestos prediales o el incremento en el precio de los bienes, por ejemplo. En este caso el sesgo no es muy importante ya que las personas en San Pedro Cholula están acostumbradas a hacer el pago por el servicio de recolección de residuos separado de otros servicios municipales de manera mensual.
- ii) Sesgo estratégico. Este sesgo aparece cuando las respuestas son muy heterogéneas por lo que se debe corregir mediante la eliminación de respuestas excesivamente grandes y respuestas con valor cero que son más bien de protesta.
- iii) Sesgo de puja inicial. El hecho de darle un número al individuo con el cual se empieza a valorar el bien crea un sesgo alrededor de este número. El formato de subasta a través de la entrevista personal hace más flexible el rango de este número por lo que se piensa que este sesgo es aminorado aunque no del todo evitado.

El tipo de encuesta que se utilizó para medir el grado de disposición de la gente de San Pedro Cholula a pagar por el proyecto de recolección y reciclado de residuos sólidos fue el de entrevista en el hogar.



Para el cálculo de la disposición de pago se usó un formato de subasta (*bidding games*) es decir, se adelantó al entrevistado una cifra que cubriera todos los costos del proyecto. Cuando la respuesta era positiva entonces se elevaba en una cantidad predeterminada y si era negativa se reducía hasta que el entrevistado aceptara (Azqueta 1994). El concepto y la notación de cada variable recaudada se explican en el cuadro 1.

MODELO

Se planteó un modelo que explicará la valoración ambiental de la gente en función de variables como el ingreso per cápita (Ypc), riqueza (W), los años de escolaridad (Edu), la descendencia ($Desc$), la edad (Eda), la ética ambiental personal (Ea), confianza en el gobierno (Cg) y el cambio en la calidad ambiental (q), dado el nivel de calidad ambiental inicial actual (q_0):

$$DAP_i = f(Ypc, R, Edu, Desc, Eda, Ea, Cg, q_1^{1/2}q_0)$$

A partir de esta función se planteó el siguiente modelo econométrico:

$$DAP_i = b_1 + b_2 \log Ypc + b_3W + b_4Edu + b_5Ea + b_6Desc + b_7Eda + b_8Gen + b_9Cg + \mu$$

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN LA ENCUESTA

VARIABLE	NOTACIÓN	CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS
Disposición a pagar	DAP	Disposición a pagar del individuo por el proyecto ecológico de recolección de RS llevado a cabo por el gobierno municipal.	Continua y cuantitativa
Edad	Eda	Datos a partir de 18 años en adelante	Continua y cuantitativa
Género	Gen	Hombres (1), Mujeres (0)	Dicotómica
Años de escolaridad	Edu	Años de estudio	Continua y cuantitativa
Descendencia	Desc	Si se tienen hijos (1), si no (0)	Dicotómica
Número de integrantes en la familia	N	Número de personas viviendo en el hogar	Continua y cuantitativa
Ingreso per cápita (flujo)	Y_{pc}	Ingreso familiar mensual dividido entre el número de integrantes de la familia.	Continua y cuantitativa
Ingreso familiar en especie o riqueza (acervo)	W	Si se tiene casa o ganado o cultivo (1), si no se tiene (0)	Dicotómica
Ética ambiental	Ea	Si considera los proyectos ambientales como muy importantes o si realiza actividades pro-ambiente (1), si no (0)	Dicotómica
Confianza en el gobierno	Cg	Si confía en el gobierno para llevar a cabo el proyecto (1), si no (0)	Dicotómica

Para hacer las estimaciones de este modelo se utilizó el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y se obtuvo el logaritmo natural del ingreso con el fin de obtener una semi-elasticidad ingreso con

respecto a la disponibilidad de pago. Para niveles altos de ingreso se espera que un cambio en el ingreso no produzca el mismo cambio en la disposición a pagar que para niveles bajos de ingreso.

RESULTADOS

El resultado de la regresión se encuentra en el siguiente cuadro.

CUADRO 2. MODELO DE DISPOSICIÓN DE PAGO

LS // La variable dependiente es DAP

Observaciones incluidas: 215

Heterocedasticidad consistente en errores estándar y covarianza

VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTADÍSTICO	ESTADÍSTICO T	PROBABILIDAD
C	9.871794*	3.717755	2.655311	0.0085
LOGYPC	2.635420*	0.530570	4.967147	0.0000
W	1.334650	1.226699	1.088002	0.2779
EDU	0.074703	0.133599	0.559159	0.5767
EA	1.067500	1.071477	0.996288	0.3203
DESC	0.925641	1.356708	0.682269	0.4958
EDA	-0.180963*	0.035788	-5.056523	0.0000
GEN	0.741496	1.123645	0.659902	0.5101
CG	-4.412131*	1.396213	-3.160071	0.0018
R cuadrada		0.365194		
R cuadrada ajustada		0.340542		
Suma de residuos al cuadrado		11829.76		
Estadístico F		14.81359		
Probabilidad estadística F		0.000000		

* Significativa a un nivel de confianza del 95%.

Las variables significativas son:

i) El logaritmo del ingreso (LOGYPC) influye positivamente sobre la DAP y es significativo a un nivel del 95% de confianza. Este resultado coincide con el esperado, y muestra que en el caso de

este bien, el ingreso es determinante al tomar la decisión de disposición de pago.

ii) Un resultado importante que no se esperaba tanto por su signo y su alta probabilidad fue el de la edad (EDA), la cual resultó ser una variable significativa a un nivel del 95% de confianza, mos-



- trando una relación inversa con respecto al DAP.
- iii) La confianza en el gobierno (CG) influye negativamente sobre la DAP con un nivel de confianza del 95%. Se observó que la mayor parte de las veces cuando las personas prefieren que el gobierno lleve a cabo el proyecto es porque éste lo subsidia, por lo que su disposición a pagar es menor.

DISPOSICIÓN DE PAGO TOTAL DE LA ZONA ANALIZADA

Con objeto de obtener una estimación de la disposición de pago total de San Pedro Cholula, y de acuerdo con la teoría económica de Samuelson de los bienes públicos, en donde la valuación de los mismos debe estar basada en la agregación vertical de las curvas de demanda de los individuos, se hizo una aproximación del total de viviendas habitadas, dividiendo el total de la población de 1990 entre el promedio de habitantes por casa. Se obtuvo así un valor de 18,943.5 viviendas habitadas y esto se multiplicó por el promedio de la DAP generando un resultado de \$4.2 millones de pesos anuales.

Mientras que una discusión a detalle de los costos totales del proyecto va más allá del alcance de este trabajo, si se hizo una estimación aproximada de estos para el primer año, lo que dio como resultado la cifra de \$5,180,880 pesos anuales. Como se puede ver, los costos anuales del proyecto superan a los beneficios del mismo (\$4.2 millones de pesos anuales)

y aunque éstos disminuyen en los dos siguientes años después de la inversión inicial, el hecho de que hay que construir el relleno sanitario cada tres años eleva de manera importante los costos. Es necesario recordar que en ausencia del proyecto también se tendría que construir el relleno sanitario y probablemente con mayor frecuencia.

Se toman en cuenta como beneficios del proyecto únicamente los que resultan de la agregación de la DAP, ya que se supone que el individuo entrevistado incluye todos los beneficios potenciales del proyecto al expresar la DAP (Diamond y Hausman 1994). Sin embargo, es importante resaltar que es altamente probable que los beneficios totales sean más altos al contribuir este proyecto a reducir enfermedades a través de una mayor higiene ambiental y por lo tanto una reducción de impactos sobre la salud.

CONCLUSIONES

Como se esperaba la variable más importante en el modelo fue el ingreso corriente per cápita. Estimando la elasticidad ingreso del medio ambiente se encontró que esta es de 0.13 por lo que se concluye que para la región este bien es normal o necesario refutando así la hipótesis de que el medio ambiente es un bien de lujo con una elasticidad ingreso mayor a 1.

La variable de descendencia que se utilizó para comprobar el altruismo de la gente a heredar un mejor medio ambiente a las generaciones futuras resultó no significativa en todas las pruebas. Esto nos dice que el hecho de tener o no hijos no implica una diferencia significativa en la disponibilidad a pagar. Resultó interesante encontrar que la edad tuvo una relación inversa con la DAP, con un nivel de significancia importante. Este resultado indica que las generaciones de mayor edad tienen poco interés o conocimiento sobre el tema ambiental,

debido tal vez a que este tema ha tomado más importancia en la actualidad. Este resultado, junto con el de la descendencia, muestra que no existe altruismo intergeneracional. Esto concuerda con la teoría de que cuando un sólo individuo toma una decisión sobre si debe o no utilizar y sobre cuánto utilizar un recurso de propiedad común, está tomando en cuenta los costos y beneficios que repercuten directamente sobre él. Algunas personas podrían, de manera altruista, tener en cuenta las externalidades que causan a otros, pero la mayoría no lo hará.

Los resultados obtenidos en cuanto a los años de educación fueron poco significativos. Esto indica que la escolaridad es poco importante cuando el individuo decide sobre el monto de su DAP. Para estar dispuesto a pagar por proyectos de este tipo es necesario que la gente tenga no sólo educación escolarizada, sino también conciencia ambiental, por lo que tal vez temas de este tipo deban incluirse en la formación básica de la gente.

Una extensión recomendable en estudios posteriores es llevar a cabo un análisis costo-beneficio para tener una visión clara de las implicaciones del proyecto para la sociedad en términos de empleo formal que generaría, el impacto ambiental del uso de composta y la disminución en el gasto por fertilizantes para los agricultores, entre otros.

Como comentario final, este trabajo ha permitido introducir uno de los métodos de valoración económica de mayor uso en países desarrollados al estudio de la calidad ambiental en México. Como lo muestra la discusión anterior, hay serias limitaciones y sesgos en su aplicación, pero es un primer paso para valorar los intangibles asociados al medio ambiente y así contar con un elemento más que permita tomar decisiones de inversión con más y mejor información. Además, permite analizar o al menos pensar con detenimiento en los principales elementos que le dan valor al medio ambiente.

NOTAS

- 1 Este valor es el que los individuos otorgan a diversas especies, ambientes naturales únicos u otros bienes sólo por que existan. Muchas veces también es llamado valor de no uso o pasivo.
- 2 Datos obtenidos a través de entrevistas con el encargado de los Servicios Municipales de San Pedro Cholula.
- 3 Para mayor detalle del proyecto completo de recolección y separación de basura, escribase a los autores.
- 4 Se logra una asignación óptima desde el punto de vista de Pareto si es imposible reasignar los recursos en una economía de tal manera que se beneficie a un individuo sin perjudicar a otro.
- 5 El primer teorema del bienestar requiere que se cumplan los siguientes supuestos: (1) que exista un conjunto completo de mercados con derechos de propiedad bien definidos tal que compradores y vendedores puedan intercambiar en él sus bienes; (2) que los compradores y los vendedores se comporten de manera competitiva, como precio aceptantes; (3) que todos los consumidores y las empresas conozcan todos los precios; (4) los costos de transacción sean cero. Si los cuatro supuestos anteriores se cumplen entonces la asignación será óptima. Explícitamente solamente se requiere no-sociedad local (Platteau, 1994).

BIBLIOGRAFIA

- Arrow, Kenneth 1969. The organization of economic activity: issues pertinent to the choice of market vs. non-market allocation. En: *The Analysis and Evaluation of Public Expenditures: The PPB System*. Washington DC: Joint Economic Committee, 91st Congress, 47-64.
- Azqueta Oyarzun, Diego 1994. *Valoración económica de la calidad ambiental*. Edit. Mc Graw-Hill España.
- Bator, F. 1958. The anatomy of market failure. *Quarterly Journal of Economics* 72: 351-379.
- Boyle, Kevin J. y Richard C. Bishop 1987. Valuing wildlife in benefit-cost analyses: a case study involving endan-

- gered species. *Water Resources Research* vol. 23, no.5: 943-950.
- Carson, Richard T. y Robert C. Mitchell 1993. The value of clean water: the public's willingness to pay for boatable, fishable, and swimmable quality water. *Water Resources Research* vol. 29, no. 7: 2445-2454.
- Christensen, P.P. 1989. Historical roots for ecological economics—biophysical versus allocative approaches. *Ecological Economics* 1(1): 17-37.
- Daly, Herman D. 1991. *Steady State Economics*. Segunda edición. Island Press, Washington D.C.
- Diamond, Peter A. y Jerry A. Hausman 1994. Contingent valuation: is some number better than no number. *Journal of Economic Perspectives* vol. 8(4): 45-64.
- Duston, Thomas E. 1993. *Recycling Solid Waste: The First Choice for Private and Public Sector Management*. Edit. Quorum, E.E.UU.
- Field, Barry C. 1995. *Economía ambiental*. Ed. McGraw-Hill, Colombia.
- Gardner, Gary 1997. Recycling organic waste: from urban pollutant to farm resource *World Watch Paper* 135, E.E.UU.
- Hanemann, Michael W. 1994. Valuing the environment through contingent valuation. *Journal of Economic Perspectives* vol. 8(4): 19-43.
- Hanley, Nick, Jason F. Shogran y Ben White 1997. *Environmental economics in theory and practice*. Oxford University Press.
- Hartwick John M. y Nancy D. Olewiler 1998. *The Economics of Natural Resource Use*. Edit. Addison Wesley, E.E.UU.
- Holmes, John R. 1984. *Managing Solid Wastes in Developing Countries*. Edit. Wiley, E.E.UU.
- INEGI 1994. *Cuaderno estadístico municipal San Pedro Cholula, estado de Puebla*. INEGI, México.
- Khalil, E.L. 1990. Entropy law and exhaustion of natural resources: is Nicholas Georgescu-Roegen's paradigm defensible? *Ecological Economics* 2(2): 163-179.
- Krutilla, John 1967. Conservation reconsidered. *American Economic Review* vol. 56: 777-86.
- Lininger, Charles A. 1978. *La encuesta por muestreo: teoría y práctica*. Editorial Continental, México.
- López, Jaime 1975. *Basura urbana, recogida, eliminación y reciclaje*. Edit. Gersa, España.
- Platteau, J.P. 1994. Behind the Market Stage: Where Real Societies Exist, *Journal of Development Studies*, vol. 30(3): 533-577.
- Portney, R. Paul 1994. The contingent valuation debate: why economist should care. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8(4): pp. 1-17.
- Scheaffer, Richard L. 1987. *Elementos de muestreo*. Grupo Editorial Iberoamérica, México.



María Eugenia Ibararán Viniestra es profesora asociada I en el Departamento de economía de la Universidad de las Américas, Puebla. Correo-e: marui@mail.udlap.mx.

Iván Islas Cortés es investigador en la Dirección de Investigación en Política y Economía Ambiental del INE. Correo-e: corislas@ine.gob.mx.

Eréndira Mayett Cuevas. Universidad de las Américas-Puebla.

Ilustraciones tomadas del *Bestiario de Aberdeen*: Wolf (página 69). The siren (página 72). The seps (página 73). The mole (página 77). The caladriux (página 80). The satyr (página 82).