



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i59.676>

Artículo de revisión

Consideraciones básicas para la aplicación de experimentos de elección discreta: una revisión

Basic considerations for the application of discrete choice experiments: a review

Enrique Melo Guerrero¹, Rodrigo Rodríguez Laguna^{1*}, Miguel Ángel Martínez Damián², Juan Hernández Ortíz³ y Ramón Razo Zárate¹

Abstract

The need to allocate an economic value to environmental goods and services resulted in the development of methodologies such as discrete choice experiments, which have gained great relevance in recent years. This review focuses on showing the basic aspects to be considered in the empirical application of the method throughout its entire process, which covers the experimental design, preparation and application of the questionnaire and survey, the economic analysis and welfare measures. For this purpose, the literature on the advances and applications of choice experiments in recent years was reviewed; specifically, we address and discuss the findings on reliability and validity, as well as the scope and limitations of this declared preferences method. Despite the challenges that it faces (complexity of the task of choice and cognitive effort on the part of the interviewees, a situation that is more evident in its applications in developing countries), it is the method preferred by environmental economics researchers so far, since it allows to break down the total value of the commodity or service into the value of its attributes. Furthermore, it provides a more focused approach that is useful for economic assessment, as well as greater advantages for environmental policy decision makers.

Keywords: Choice sets, environmental economics, welfare measures, environmental services, economic valuation, validity.

Resumen

La necesidad de asignar un valor económico a los bienes y servicios ambientales derivó en el desarrollo de metodologías como los experimentos de elección discreta, que cobraron gran relevancia en los últimos años. La presente revisión se enfoca en mostrar los aspectos básicos por considerar para el uso empírico de este método en su proceso completo. Se incluyen el diseño experimental, la elaboración y aplicación de un cuestionario y una encuesta, análisis econométrico y las medidas de bienestar. Para ello, se hace una revisión bibliográfica sobre los avances y aplicaciones de experimentos de elección en los últimos años; asimismo, se abordan y discuten los hallazgos sobre su confiabilidad y validez, así como los alcances y limitaciones de este método de preferencias declaradas. A pesar de los retos que enfrenta; por ejemplo, la complejidad de la tarea de elección y esfuerzo cognitivo por parte de los entrevistados, situación más evidente cuando se emplea en países en vías de desarrollo, es hoy en día el procedimiento preferido por los investigadores de la economía ambiental; ya que permite la descomposición del valor total del bien o servicio en el de sus atributos, y proporciona un enfoque más útil para la valoración económica, lo que resulta en mayores ventajas para los tomadores de decisiones en política ambiental.

Palabras clave: Conjuntos de elección, economía ambiental, medidas de bienestar, servicios ambientales, valoración económica, validez.

Fecha de recepción/Reception date: 27 de noviembre de 2019

Fecha de aceptación/Acceptance date: 20 de enero de 2020

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México

²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. México

³Universidad Autónoma Chapingo. México

*Autor por correspondencia: rodris71@yahoo.com

Introducción

La falta de valoración de los bienes y servicios ambientales en las actividades económicas y los consecuentes problemas de deterioro del Planeta motivaron el surgimiento de tendencias para desarrollar metodologías encaminadas a la valoración económica de los activos ambientales en las categorías de bienes públicos y recursos comunes que poseen valor, pero que a través del tiempo han carecido de precios y mercados donde intercambiarse. En este proceso, destacan los métodos de valoración contingente (VC) y los experimentos de elección discreta (EED), por su fácil aplicación empírica. Se conocen como métodos de preferencias declaradas y se basan en encuestas para inferir la disposición a pagar o para aceptar un pago por una modificación en la calidad ambiental de un activo natural, que tiene lugar a través de un mercado hipotético.

Los EED fueron desarrollados, tanto por Louviere y Hensher (1982) como por Louviere y Woodworth (1983) a partir del avance en investigaciones sobre mercados y transporte, los cuales, posteriormente, se aplicaron en otras áreas. Adamowicz *et al.* (1994) fueron los primeros en utilizar los EED en el contexto de los recursos ambientales; al respecto, actualmente, existen numerosas investigaciones (Cerdeña, 2011; Rocamora *et al.*, 2014; Brower *et al.*, 2016). De tal manera que, EED es un método cotidiano de preferencias declaradas para la valoración ambiental que conlleven a priorizar las políticas de gestión de los recursos naturales.

La metodología de EED involucra la generación y análisis de datos de elección, mediante la construcción de un mercado hipotético que se presenta a los encuestados. Para ello, se diseña el experimento con la generación de varios conjuntos o tarjetas de selección que contienen alternativas hipotéticas mutuamente excluyentes para su valoración por los entrevistados, antes de elegir la opción de su preferencia. Las opciones están integradas por las características o atributos del bien, los cuales se definen por uno o más niveles. Los conjuntos de elección se conforman por una alternativa constante que denota la situación actual, conocida como *statu quo*, y, al menos, dos planes de mejora.

Las elecciones de los individuos implican compensaciones tácitas entre los niveles de los atributos presentes en las alternativas de cada tarjeta o conjunto de elección. Se incluye el precio o costo como un atributo más, lo que hace posible convertir las estimaciones de utilidad marginal en las de disposición a pagar marginal (DAPMg) por cambios en los niveles de atributo, y al combinarlos se pueden obtener medidas de bienestar (Hoyos, 2010). Lo anterior, permite la descomposición del valor total del bien ambiental en el de sus atributos, brindando un enfoque más útil a la valoración económica, ya que la coloca en una perspectiva de gestión y política ambiental (Riera y Mogas, 2006).

A pesar de la importancia que tiene el método de EED en la valoración de los bienes de no-mercado, existen investigaciones que ponen en duda la validez y confiabilidad de sus resultados, debido a la evidencia existente sobre violaciones a los supuestos teóricos (Raquetonarivo *et al.*, 2016). Este documento tiene como objetivo mostrar las consideraciones básicas que deberán tener presente los investigadores interesados en la aplicación empírica de EED, así como sus alcances y limitaciones para favorecer su uso y disminuir las fuentes de sesgo.

Fundamento teórico de los EED

Los EED se fundamentan en las teorías del bienestar, del consumidor de *Lancaster* y de elección probabilística de Ben-Akiva y Lerman (1985). Se asume que las elecciones de los encuestados revelan las preferencias de los individuos, quienes maximizan su utilidad dado un precio y nivel de presupuesto determinados.

De acuerdo con Hanemann (1984), la decisión del consumidor se puede separar en elecciones discretas y continuas; la primera al decidir qué bien elegir y la segunda en qué cantidad consumirlo. Tudela-Mamani y Leos-Rodríguez (2017) señalan que *Lancaster* rompe con la teoría tradicional del comportamiento del consumidor al suponer que demanda bienes en virtud de sus características, las cuales le generan un determinado nivel de utilidad; por lo que, la teoría de la utilidad aleatoria asume que un individuo racional elegirá lo que implique mayor utilidad esperada.

Econometría para el análisis de los EED

El análisis de las elecciones en los EED se basa en el enfoque de utilidad aleatoria desarrollado por McFadden (1974), el que crea un vínculo entre el modelo determinista y uno estadístico de comportamiento humano (Hoyos, 2010).

La especificación del modelo econométrico requiere la determinación de dos aspectos fundamentales: la definición de la función de utilidad (forma en que el término aleatorio entra en la función de utilidad indirecta) y el supuesto de distribución para el componente de error. La definición más común de la función de utilidad asume que el componente de error (ϵ_{ij}) ingresa como un término aditivo:

$$U_{ij} = V_{ij} (Z_{ij} S_i M_j) + \epsilon_{ij}.$$

Donde:

U_{ij} = Función de utilidad

V_{ij} = Componente determinístico de la función de utilidad indirecta para cada alternativa j del conjunto de elección C

Z_{ij} = Atributos

S_i = Características socioeconómicas de los usuarios

M_j = Ingreso

El usuario i prefiere la alternativa m sobre cualquiera de las opciones del conjunto de elección C , si y solo si la utilidad de m es superior a la que le ofrece cada una de las otras opciones; es decir, si $U_{im} > U_{ij} \forall m \neq j$, donde m y $j \in C$. La probabilidad de elegir la alternativa m se expresa como:

$$Pr(im)=Pr [(U_{im}) > U_{ij} \forall j \neq m] = Pr [(V_{im} - V_{ij}) > (\varepsilon_{ij} - \varepsilon_{im})] \quad (1)$$

El componente observable de la función indirecta de utilidad (V_{ij}) se puede expresar como función lineal de las variables explicativas (Blamey *et al.*, 1999):

$$V_{ij}=\alpha_j+\beta_1Z_1+\beta_2Z_2+\beta_kZ_k+\gamma(M_i-\text{Costo}_j) + \delta_1(S_1*\alpha_j)+\delta_p(S_1*\alpha_j) \quad (2)$$

Donde:

α_j = Constante Específica para la Alternativa j (ASC por sus siglas en inglés)

β_k = Vector de coeficientes de utilidad asociado con el vector Z_k de variables explicativas

γ = Coeficiente asociado al ingreso del individuo menos el costo de la alternativa j , (M_i -Costo $_j$)

δ_p = Vector de coeficientes de las variables socioeconómicas

La ASC es el parámetro para cada alternativa particular, representa el rol de las fuentes de utilidad no observadas. De acuerdo con Riera y Mogas (2006), cuando este elemento se omite de la función de utilidad en el proceso de estimación se producen diferencias significativas en las medidas de bienestar obtenidas. Si bien, algunas investigaciones han optado por excluir la ASC, actualmente, es más común la literatura que la incluye en el análisis de elección discreta (Hoyos, 2010, Johnston *et al.*, 2017).

Por otra parte, se asume que los términos de error son independientes e idénticamente distribuidos, con una distribución *Gumbel* o de valor extremo de tipo I; por lo que, el modelo de elección se estima mediante un modelo logit multinomial (LMN) (McFadden, 1974; Louviere *et al.*, 2000):

$$Pr(im) = \frac{\exp^{\omega v_{ij}(Z_{ij}, S_i, M_i)}}{\sum_j \exp^{\omega v_{ij}(Z_{ij}, S_i, M_i)}} \quad (3)$$

La expresión anterior considera los atributos por valorar, así como las características socioeconómicas de los individuos; contiene un parámetro de escala no estimable e independiente de los parámetros de la función (Álvarez-Farizo *et al.*, 2005). Los parámetros de la función indirecta de utilidad en el LMN (α , β y δ) se calculan con el método de máxima verosimilitud (Greene, 2003).

La limitación principal de los modelos (LMN) es el supuesto implícito de Independencia de las Alternativas Irrelevantes (IIA), el cual indica que las perturbaciones son independientes y homocedásticas; es decir, el cociente de probabilidad de elección de dos alternativas es independiente de cualquier otra alternativa real o potencial. Si este supuesto no se cumple se obtienen resultados sesgados (Louvire *et al.*, 2000). Por lo tanto, se debe aplicar la prueba de *Hausman y McFadden* (Greene, 2003). Sin embargo, la hipótesis de IIA no siempre se sostiene, por lo que se termina incorporando la correlación entre alternativas (Hoyos, 2010).

Al respecto, Train (2009) señala que los alcances y limitaciones de los modelos LMN son: i) pueden representar variaciones sistemáticas relacionadas con las características observadas de los encuestados (nivel de ingreso, escolaridad, tamaño de la familia), conocidas como variaciones del gusto, pero no son capaces de representar variaciones aleatorias de los encuestados (sus preferencias), denominadas variaciones del sabor; ii) el cumplimiento de IIA en los modelos LMN no siempre refleja situaciones realistas; y iii) los LMN manejan situaciones en las que los factores no observados son independientes, pero no cuando estos generan una cierta correlación a través del tiempo, por ejemplo entre alternativas. Esta última limitante se asocia con investigaciones de mercados o de trabajo, en las que los entrevistados suelen participar en diferentes elecciones a través del tiempo y su decisión actual pudiese estar influenciada por la del ejercicio anterior.

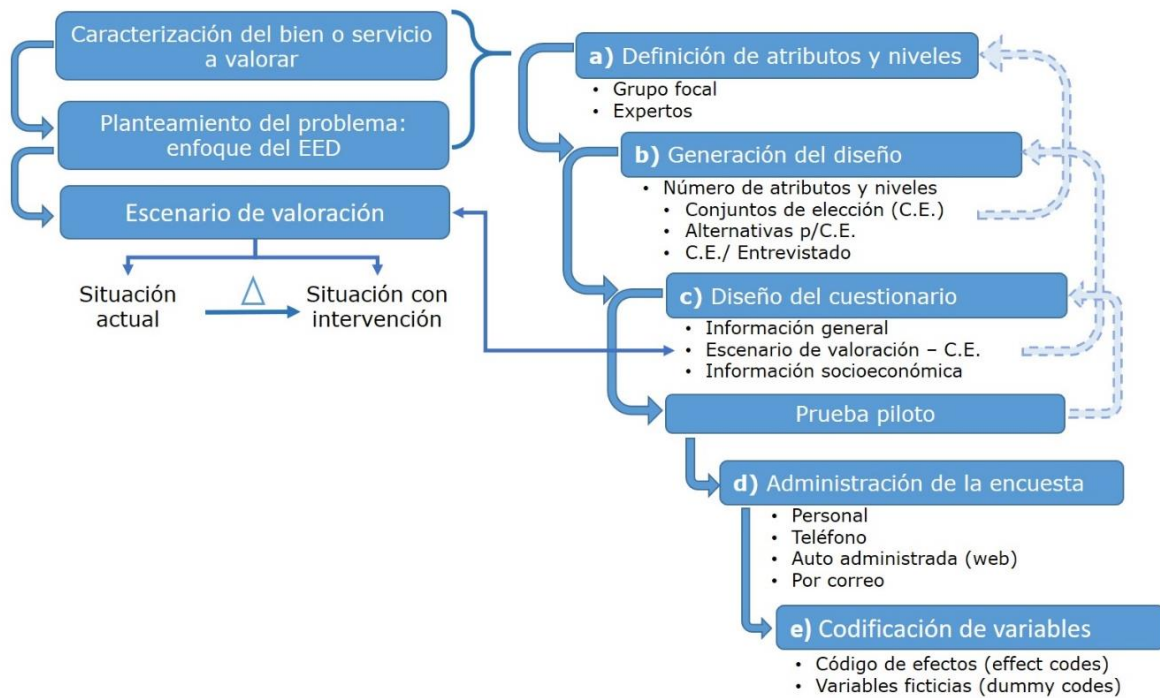
Existen otros modelos de valor extremo generalizado que relajan el supuesto IIA, tales como el modelo logit anidado, el logit anidado cruzado, el de red, el logit combinatorio emparejado y el logit anidado generalizado; sin embargo, es factible que presenten rigidez en su aplicación, además sus requerimientos computacionales son mayores.

El modelo logit mixto (LMX) es más flexible (McFadden y Train, 2000) y supera las limitaciones de los modelos antes citados; Tudela-Mamani y Leos-Rodríguez (2018) documentan que LMX: “elude las limitaciones del modelo LMN, permite variación aleatoria de preferencias, patrones de sustitución no restringidos y correlación entre factores no observados a lo largo del tiempo”.

El uso de un modelo LMX implica tres problemas de especificación (Hoyos, 2010): i) la determinación de qué parámetros deben modelarse como distribuidos aleatoriamente; ii) la elección de la distribución de mezcla para los coeficientes aleatorios; y iii) la interpretación económica de los coeficientes distribuidos al azar. De acuerdo a la evidencia empírica existente en la literatura referente a los EED, los modelos más comúnmente usados corresponden a los LMN y LMX (McFadden y Train, 2000; Hoyos, 2010; Espinal *et al.*, 2014, Tudela-Mamani y Leos-Rodríguez, 2018).

Diseño del Experimento de Elección

El procedimiento de EED comprende las siguientes etapas: A) diseño del EED y B) procedimiento de estimación y determinación de la DAPMg. En esta sección se aborda la etapa del Diseño del EED, que a su vez incluye: a) definición de atributos y niveles de provisión; b) generación del diseño experimental; c) desarrollo del cuestionario; d) administración de la encuesta; y e) codificación de variables. Cada uno de ellos deberá realizarse de manera exhaustiva y será posible retroalimentar, de manera secuencial, las áreas de mejora identificadas en el diseño final del EED. En la Figura 1 se resume la etapa del diseño del experimento de elección.



Fuente: Elaboración propia con base en el procedimiento de EED

Figura 1. Diseño del experimento de elección.

Definición de atributos y niveles

Previo a la realización del diseño experimental es indispensable llevar a cabo la caracterización del bien o servicio por valorar, para lo cual se deberá plantear el problema en términos de políticas o programa de mejora que refleje el cambio entre la situación actual y la correspondiente a la intervención (Tudela, 2010). Para ello, pueden utilizarse diversas estrategias para la obtención de la información: revisión bibliográfica, diagnóstico participativo, entrevistas con actores clave, formación de grupos de discusión, entre otras.

Con base en los atributos, se describe a los entrevistados la situación actual (*statu quo*) del servicio o bien forestal por valorar; los niveles representan el grado de intervención en el que cada uno modificará el estado actual. Los atributos pueden ser cuantitativos (porcentaje de reforestación, nivel de provisión de agua, disminución de

la erosión, etcétera), cualitativos (aspecto del agua, tipo de turismo, resiliencia del ecosistema, etcétera), genéricos (se emplean los mismos niveles para todas las alternativas) o específicos de la alternativa.

En el proceso de identificación de atributos y niveles son indispensables las estrategias de piloteo y discusión de grupos objetivo para garantizar que el diseño del experimento de elección incorpore los atributos más importantes y con ello se evite la incertidumbre de haber dejado fuera alguno relevante.

Es preciso considerar que un mayor número de atributos y niveles incrementa tanto la cantidad de conjuntos de elección, como la de alternativas que los conforman. De acuerdo con Hoyos (2010), esa situación puede violar el supuesto de independencia de alternativas irrelevantes y repercutir en las condiciones de regularidad en la elección de los individuos entrevistados, lo que limita el intervalo de aplicabilidad de los modelos de elección discreta. Por ejemplo, al agregar una alternativa similar a otra en un conjunto de opciones, se aumenta la probabilidad de elegir una tercera, solo por el hecho de ser diferente (Hoyos, 2010).

La asignación de los niveles del atributo dentro del diseño experimental tiene un impacto en el poder estadístico del experimento, en cuanto a su capacidad para la detección de posibles relaciones estadísticas dentro de los datos (Rose y Bliemer, 2014), la cual está directamente relacionada con el tamaño de la muestra del estudio; sin embargo, con los tamaños de muestra más comunes en las investigaciones empíricas, es probable que la capacidad de recuperar estimaciones de parámetros estadísticamente significativos se comprometa, dada la selección de un diseño deficiente. Breffle (2008) cita que: "si bien una muestra grande puede compensar un diseño deficiente, esa no es necesariamente la mejor manera de abordar el problema"; además este tipo de muestras implican mayores costos para la investigación.

Al aplicar, de manera empírica, los EED es posible plantear más de un diseño, y existe el riesgo de no elegir el óptimo; por ello, es fundamental que el investigador determine con precisión la forma funcional del modelo estadístico o función de utilidad (Breffle, 2008; Johnston *et al.*, 2017). Razón por la cual es importante realizar la caracterización

precisa del problema, cuya correcta definición depende de las técnicas utilizadas para la obtención de información. Alpizar *et al.* (2001) señalan que es posible aproximar una función de utilidad *ex-ante* a partir de los resultados de estudios previos sobre el mismo tema, de juicios de expertos y pruebas piloto, o bien desarrollar el enfoque de diseño secuencial propuesto por Scarpa *et al.* (2007), en el que los parámetros se actualizan a medida que se agrega mayor información.

Otro aspecto importante sobre el que se debe decidir es la inclusión o no del *statu quo* como nivel de atributo. Desde el punto de vista de la teoría del consumidor, dicha opción se tiene que considerar (Hoyos, 2010); aunque al hacerlo se reduce la eficiencia en el diseño, dado que se incrementan los atributos y los niveles. Al respecto, la evidencia empírica no muestra un consenso; mientras que diversos autores lo incluyen en sus investigaciones (Espinal *et al.*, 2014; Rocamora *et al.*, 2014; Villanueva *et al.*, 2017; Tudela-Manani y Leos-Rodríguez 2018), otros lo omiten (Álvarez-Faricio, 2006; Birol *et al.*, 2006; Turner, 2013). Por lo tanto, incorporar o dejar fuera el *statu quo* depende de la finalidad del estudio y debe ser valorado por el equipo de investigación.

Generación del diseño experimental

El diseño experimental es la organización de atributos y niveles que conforman las alternativas en los conjuntos de elección; la identificación y eficiencia se traducen en los principales aspectos estadísticos involucrados en su construcción (Hoyos, 2010). La identificación consiste en los efectos que se pueden estimar de manera independiente; es decir, la especificación de la función de utilidad indirecta. La eficiencia se asocia a la precisión de las estimaciones de los parámetros (Turner, 2013).

En este punto, se debe decidir sobre: i) el número de atributos y sus niveles; ii) el número de alternativas; y iii) el número de conjuntos de elección (Brefle, 2008).

Una vez que se identifican los atributos y niveles, hay que definir el diseño factorial: completo o fraccionado. El primero contiene todas las combinaciones posibles de los atributos y sus niveles seleccionados, permite la estimación de los efectos principales y los efectos de interacción de forma independiente; si los atributos y los niveles son numerosos, el diseño factorial completo resulta imposible de aplicar, por lo que se recurre a diseños fraccionados, los que representan una muestra de los primeros y pueden ser ortogonales (minimizan la correlación entre niveles y atributos) (Bennett y Adamowicz, 2001); para obtenerlos se utilizan paquetes estadísticos, como SPSS o R, entre otros.

En función del número de conjuntos de elección obtenidos, se definen las tareas o conjuntos de elección por entrevistado. Oehlmann *et al.* (2017) registran que aumenta la probabilidad de elegir el *statu quo* por parte de los entrevistados cuando se incrementa el número de tareas de elección por individuo, los intervalos de nivel son más amplios y hay similitud entre las alternativas; situaciones asociadas a una cantidad mayor de atributos y niveles. Para reducir las tareas de elección por entrevistado, se suelen hacer versiones diferentes del cuestionario; por ello, en el diseño ortogonal se incluye el número de versiones (bloques) como un atributo adicional.

Desarrollo del instrumento de encuesta

Uno de los aspectos más vulnerables en los métodos de preferencias declaradas es el uso de cuestionarios para la obtención de la información; razón por la cual, se diseña atendiendo las recomendaciones existentes en la literatura para la valoración contingente (VC). Por ejemplo, desde el inicio se presenta el escenario que permita al entrevistado entender los efectos del programa hipotético bajo consideración, además se integran preguntas de validación para verificar que hubo comprensión y aceptación del escenario planteado, entre otras aplicables a EED.

Los cuestionarios incluyen al menos tres apartados: i) información general y presentación del bien o servicio ecosistémico por valorar; su función es que los encuestados tomen decisiones informadas, con base en una comprensión homogénea

del problema y su terminología (Turner, 2013); ii) escenario de valoración o pregunta de elección; debe representar un incentivo y motivar a que los encuestados proporcionen sus verdaderas preferencias; y iii) información socioeconómica. El formato de elección debe recrear, lo más posible, el contexto de una elección real (Turner, 2013), por lo que la vía de pago que se elija tiene que ser acorde al contexto del bien o servicio por valorar.

Con la finalidad de obtener buenas medidas de bienestar, es necesario establecer un punto de comparación con la situación de cambio o mejora en la provisión del bien por valorar, también llamada línea base o *statu quo*, que representa la opción de “no hacer nada” y debe ser perfectamente entendida por el entrevistado, para que la valoración sea efectiva. Para ello, es recomendable el uso de imágenes que ilustren la situación actual y recrear los escenarios con intervención; por ejemplo, el uso de herramientas actuales, como el diseño gráfico.

Si bien, el EED presenta ventajas sobre VC, como la reducción de fuentes de sesgo —al hacer que los entrevistados realicen compensaciones entre las diferentes características del bien—, la descomposición del valor total en el valor de sus atributos, obtención de mayor información de los entrevistados y reducción de la incidencia de protestas éticas, entre otras. Su aplicación conlleva un mayor nivel de complejidad, no solo para el investigador al diseñar el experimento, sino también para los encuestados al momento de realizar la tarea de elección, debido a la carga cognitiva que este método exige; lo que se convierte en la principal fuente de sesgo (Raquetonarivo *et al.*, 2016; Svenningsen y Jacobsen, 2018) sobre todo, si el ejercicio no queda suficientemente claro para el entrevistado.

Por lo tanto, una vez diseñado el cuestionario se recomienda aplicarlo dentro del grupo objetivo para su validación; posteriormente, se realizan pruebas piloto hasta contar con un instrumento lo más afinado y claro posible.

Estas pruebas deben verificar varios factores: la comprensión del cuestionario por parte de los encuestados (sobre todo en el escenario de valoración y tarea de

elección) (Meyerhoff y Glenk, 2015); la comprensión de los atributos y niveles considerados, además de otros factores como la duración y el tiempo (Hoyos, 2010). Asimismo, Carson *et al.* (1994) recomiendan hacer ejercicios de elección de "calentamiento" con el entrevistado, a fin de disminuir la carga cognitiva y facilitar la comprensión de la tarea.

Aplicación de la encuesta

Actualmente, es posible aplicar las encuestas de varias maneras: en persona o por teléfono, auto-aplicadas a través de plataformas digitales o en esquemas mixtos (Champ y Welsh, 2007). Turner (2013) señala que la práctica en persona o por teléfono es equiparable a las instrumentadas por internet, con la ventaja de que las últimas son mucho más rápidas de aplicar y garantizan la homogeneidad en el planteamiento del problema y ejercicio de valoración; sin embargo, esta afirmación debe considerarse con reserva, ya que la exigencia cognitiva del ejercicio puede originar mayores fuentes de sesgo. Por lo anterior, resulta necesario efectuar más investigaciones sobre la confiabilidad y precisión de las encuestas basadas en la web.

En general, la literatura recomienda aplicar las entrevistas de manera personal antes que telefónica y esta última se prefiere a la vía correo.

En cualquiera de los casos hay tres aspectos fundamentales por considerar en las encuestas para EED: i) sesgo de muestreo y no respuesta, ii) integridad del diseño experimental; y iii) costo administrativo. El sesgo de muestreo y no respuesta son característicos de cualquier investigación basada en encuestas (McFaden *et al.*, 2005; Turner, 2013), por lo que se debe aproximar lo más posible a una muestra aleatoria para tener buenas estimaciones de los parámetros de la población. Para ampliar la lectura sobre las ventajas y desventajas de cada forma de aplicación de las encuestas se recomienda revisar a los dos autores antes citados.

El diseño experimental es una preocupación particular para las encuestas EED (Turner, 2013) y su eficiencia determina, en gran parte, el éxito de una muestra confiable. El costo

administrativo está en función de la estrategia de muestreo y el nivel de confiabilidad elegidos, así como de las estrategias e incentivos que el investigador implemente.

Codificación de variables

Previo al análisis econométrico es necesario realizar una codificación de las variables explicativas con la finalidad de medir sus efectos en el modelo, la cual es posible mediante la codificación de efectos o con variables ficticias. La codificación de efectos es la más usada en estudios empíricos de EED, ya que evita la correlación con las ordenadas al origen y minimiza la colinealidad en las matrices de estimación utilizadas para estimar las interacciones (Hoyos, 2010). La forma más usual de hacer la codificación es siguiendo el procedimiento desarrollado por Holmes y Adamowics (2003), que consiste en asignar valores de -1, 0 o 1 a la variable, de acuerdo a la elección realizada por el entrevistado.

En el Cuadro 1 se muestra la codificación hipotética para un atributo con dos niveles de intervención distintos al *statu quo*. En este caso, se genera una variable por cada nivel de intervención: A1 y A2.

Cuadro 1. Codificación hipotética de variables mediante código de efectos

| Elección del entrevistado | Atributo A | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Variable A1 | Variable A2 |
| Nivel A1 | 1 | 0 |
| Nivel A2 | 0 | 1 |
| <i>Statu Quo</i> | -1 | -1 |

Fuente: Adaptado de Tudela-Mamani y Leos-Rodríguez (2018).

Análisis econométrico de EED

Medidas de bondad de ajuste

La bondad de ajuste de un modelo estimado describe que tan bien se ajusta al conjunto de datos y refleja la discrepancia entre los valores observados y los esperados en el modelo. Se mide a partir del estadístico conocido como Pseudo- R^2 (o R^2 de *McFadden*), el cual toma valores de 0 a 1, donde 0 indica un poder muy bajo o nulo de ajuste del modelo y 1 significa que predice perfectamente cada elección. Para el análisis estadístico de EED los valores de Pseudo- R^2 que corresponden a modelos bien ajustados varían entre 0.2 a 0.4., intervalo que equivale a una R^2 de 0.70 – 0.90, para el caso de la regresión por mínimos cuadrados ordinarios (Tudela, 2010).

Elección del modelo apropiado

El análisis econométrico incluye más de un modelo antes de seleccionar el apropiado para los datos de interés, para ello se deben considerar aspectos como los siguientes (Tudela, 2010): i) los coeficientes de las variables presenten los signos esperados; ii) los coeficientes de las variables independientes deben ser significativos a un cierto nivel de confiabilidad; iii) que los criterios de información (*Akaike*) sean bajos; y iv) que el modelo presente un mejor ajuste en términos de la R^2 de *MacFaden*.

Medidas de bienestar

Los parámetros estimados a partir del modelo lineal (2) pueden interpretarse como efectos marginales del atributo del bien por valorar sobre las probabilidades de elegir uno de los planes. Por lo que, la disponibilidad a pagar marginal (DAPMg) por área de intervención es la disponibilidad a pagar por un cambio unitario en cada una de ellas, mientras el resto se mantiene constante. La DAPMg en cualquiera de los atributos analizados se obtiene a partir del cociente entre el coeficiente estimado de cada atributo (β) y el coeficiente del atributo incremento en tarifa (γ) (Alpizar *et al.*, 2001):

$$DAPMg = -\beta\alpha^*\gamma^1$$

Confiability y validez de EED

Si bien, en la actualidad los EED constituyen uno de los métodos de valoración económica más aceptados, constantemente se cuestiona su confiabilidad y validez: si el método proporciona resultados consistentes con diferentes diseños de encuestas que pudiesen usarse para medir los mismos valores. Dado que el ejercicio de valoración se basa en un escenario simulado, es factible que se presente “sesgo hipotético” (Raquetonarivo *et al.*, 2016); es decir, que las preferencias expresadas por los encuestados podrían diferir ante circunstancias económicas reales (Hausman, 2012).

Por lo anterior, continuamente, se realizan investigaciones sobre pruebas de validez y confiabilidad del método (Hess y Daly, 2014; Lancsar y Swait, 2014; Raquetonarivo *et al.*, 2016).

La validez puede ser externa (convergente) o interna (teórica y de contenido). Las pruebas para la primera implican comparaciones con instrumentos distintos de una encuesta de EED; mientras que las correspondientes para la validez interna, se enfocan en los supuestos básicos del método.

Validez interna

Los resultados de EED son teóricamente válidos, si las elecciones de los encuestados se alinean a los supuestos de la teoría de elección racional estándar (en la que se basa el método) (Raquetonarivo *et al.* 2016), definida por cuatro axiomas de maximización de la utilidad (Mas-Colell *et al.*, 1995): i) continuidad, ii) preferencias monótonas; iii) transitividad, y iv) estabilidad.

La evidencia empírica sobre la validez interna de EED es mixta; mientras Carlsson y Martinsson (2001) no registran evidencia de violación de los supuestos sobre

transitividad y estabilidad, otros autores documentan inconsistencias en las preferencias de elección de los entrevistados; es decir, violaciones al segundo axioma (Deshazo y Fermo, 2002; Rocamora *et al.*, 2014; Raquetonarivo *et al.*, 2016). Por otra parte, Day y Prades (2010) señalan que en los EED persisten anomalías de ordenación similares a las citadas en VC, lo que implica violaciones al supuesto de estabilidad.

Las investigaciones que incluyen pruebas de racionalidad para identificar respuestas inconsistentes tienen importancia en las aplicaciones empíricas de los EED; sin embargo, eliminarlas con el fin de hacer más confiable la valoración puede inducir sesgo en el tamaño de muestra y restar fortaleza a los modelos estimados; en este sentido, Rocamora *et al.* (2014) proponen un proceso iterativo para la detección y corrección de incongruencias en las elecciones por parte de los entrevistados, el cual minimiza la pérdida de observaciones.

De acuerdo con Carlsson *et al.* (2010) y Weller *et al.*, (2014), los estudios sobre validez se enfocan en el axioma de continuidad; asimismo, Colombo *et al.* (2013) consignan evidencia de que algunos encuestados en EED no consideran todos los atributos al momento de hacer sus elecciones, o no están dispuestos a realizar las compensaciones; lo que sugiere violación del axioma y resta validez y confiabilidad al método para producir estimaciones confiables del valor económico.

Recientemente, Sandorf *et al.* (2017) indican que el nivel de conocimiento del encuestado sobre el bien ambiental por valorar influye en el grado en que ignora los atributos; cuando se tiene más conocimiento, la probabilidad de atender los atributos por valorar es mayor; también documentan que la probabilidad de atender el atributo "costo" es más baja. Por lo anterior, se deben agregar preguntas que reflejen el grado de conocimiento del bien o servicio por valorar y dejar muy claro el ejercicio de valoración para el entrevistado, para evitar con ello la omisión de atributos que conducen a estimaciones condicionales de disposición al pago, principalmente, más bajas.

Validez externa

Las pruebas de validez externa pueden ser de criterio o convergentes. En la primera se compara el comportamiento real y el hipotético. En general, los EED son menos propensos al sesgo hipotético que los VC (Carson *et al.*, 1994; Alpizar *et al.*, 2001; Carlsson y Martinsson, 2001) debido a que el escenario de elección se acerca más a una situación real del entrevistado.

Las pruebas de validez convergente abordan la correspondencia entre las medidas obtenidas con EED y las de otros métodos; los más usados para comparar los resultados de EED son (Raquetonarivo *et al.*, 2016): i) preferencias reveladas (costos de viaje, precios hedónicos o función de producción); ii) valoración contingente o técnicas completas de clasificación contingente (Christie y Azevedo, 2009); o iii) a través de otros métodos de valoración que pudiesen o no ser consistentes con la teoría de la utilidad aleatoria, como el análisis de criterios múltiples o ejercicio de clasificación de atributos (Azevedo *et al.*, 2009).

Otras pruebas de validez teórica se refieren a la sensibilidad del alcance, la cual supone que los encuestados estarían dispuestos a pagar más por un efecto importante que por un subconjunto de ese efecto (Carson y Czajkowski, 2014). Aunque, en general, EED presenta menores sesgos que VC, la evidencia empírica señala que EED es más sensible al alcance (Foster y Mourato, 2003).

Las preferencias obtenidas en los EED son más susceptibles a los efectos de anclaje o sesgo del punto de partida, lo que aunado a su mayor complejidad deriva en un comportamiento estratégico de los entrevistados. Sin embargo, la evidencia empírica aún no es concluyente. Así, Bateman *et al.* (2009) documentan pruebas de este sesgo; Day y Prades (2010) consignan lo contrario.



Conclusiones

El uso de experimentos de elección discreta, actualmente, tiene gran relevancia en la valoración ambiental en todo el mundo, son frecuentes las aplicaciones empíricas para valorar servicios ambientales. Las variantes presentes en la literatura revisada se traducen en la búsqueda constante por perfeccionar el método.

Experimentos de elección discreta tienen mayores ventajas que la valoración contingente, ya que reducen las fuentes de sesgo y otorgan un enfoque más amplio a la valoración económica; sin embargo, este método aún presenta fuertes retos como la complejidad de las tareas de elección, puesto que exige más esfuerzo cognitivo por parte de los entrevistados; situación que resulta más complicada en los países menos desarrollados, donde las aplicaciones empíricas todavía son escasas y poco conocidas. Se enfrenta a los encuestados a que intercambien bienes y servicios forestales complejos y desconocidos, en los que el nivel de percepción y sensibilidad sobre los problemas ambientales dista de la importancia que de ellos se tiene en países con mayor conciencia ambiental, nivel superior tanto educativo como de ingresos.

Diversas investigaciones se enfocan en identificar inconsistencias en los EED, por violaciones de los supuestos básicos de la teoría económica inducidos por la complejidad del ejercicio; sin embargo, la mayoría de ellas coinciden en que las deficiencias pueden mitigarse al precisar la etapa del diseño del experimento, ya que los cambios afectan sistemáticamente las estimaciones de los parámetros y las variaciones de los términos de error, que conducen a estimaciones sesgadas.

La presión que ejerce la creciente población sobre los recursos naturales, enfatiza la necesidad de contar con herramientas cada vez más precisas que faciliten la toma de decisiones de política ambiental.

En México, existen 182 áreas naturales protegidas donde las aplicaciones empíricas de experimentos de elección todavía son escasas, por lo que se recomienda incrementar los estudios de caso y orientar el uso de este método de valoración de los servicios ambientales a la gestión de políticas de manejo, que integren la opinión

de los diversos actores involucrados en la planificación de las actividades cotidianas de aprovechamiento, así como la conservación y mejora de esos espacios protegidos.

Agradecimientos

Al Conacyt por el apoyo financiero brindado para la realización de la estancia posdoctoral y a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo por arropar el proyecto.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

Enrique Melo Guerrero: diseño del estudio, desarrollo de metodología y redacción del manuscrito; Rodrigo Rodríguez Laguna, Miguel Ángel Martínez Damián, Juan Hernández Ortiz y Ramón Razo Zárate: asesoría, revisión y corrección del manuscrito.

Referencias

Adamowicz, W., J. Louviere and M. Williams. 1994. Combining revealed and stated preference methods for valuing environmental amenities. *Journal of Environmental Economics and Management* 26: 271–292. Doi:10.1006/jeem.1994.1017.

Alpizar, F., F. Carlsson and P. Martinsson. 2001. Using choice experiments for non-market valuation. *Economic Issues Journal Articles* 81(1): 83-110.

Álvarez-Farizo, B., J. M. Gil y B. J. Howard. 2005. Evaluación de impactos ambientales derivados de estrategias de restauración. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 5(10): 19-39. Doi:10.7201/earn.2005.10.02.

Azevedo, C., J. R. Corrigan and J. Crooker. 2009. Testing for the internal consistency of choice experiments. *In: Edelstein, A., B. and D. Hauppauge (eds.)*. Handbook of Environmental Research. Nova Science Publisher. New York, NY, USA. pp. 507-517.

Bateman, I. J., B. H. Day, A. P. Jones and S. Jude. 2009. Reducing gain-loss asymmetry: a virtual reality choice experiment valuing land use change. *Journal of Environmental Economics and Management* 58(1): 106-118.
Doi:10.1016/j.jeem.2008.05.003.

Ben-Akiva, M. and S. Lerman. 1985. Discrete choice analysis: theory and application to travel demand. MIT Press. Cambridge, MA, USA. 390 p.

Bennett, J. and W. Adamowicz. 2001. Some Fundamentals of Environmental Choice Modelling. *In: Bennett, J. and R. Blamey (eds.)*. The Choice Modelling Approach to Environmental Valuation. Edward Elgar. Cheltenham, UK. pp. 37-69.

Biol, E., K. Karousakis and P. Koundouri. 2006. Using a choice experiment to account for preference heterogeneity in wetland attributes. *Ecological Economics* 60: 145-156. Doi:10.1016/j.ecolecon.2006.06.002.

Blamey, R., J. Gordon and R. Chapman. 1999. Choice modelling: assessing the environmental values of water supply options. *The Australian Journal of Agricultural* 43(3): 337-357. Doi: 10.1111/1467-8489.00083.

Breffle, W. 2008. In Pursuit of the Optimal Design: A Guide for Choice Experiment Practitioners. *In: Giraud-Cullen, K. (comps)*. Benefits and Costs of Resource policies Affecting Public and Private Lands. University of New Hampshire. Durham, NH, USA. pp. 1-19.

Brouwer, R., M. Bliem and M. Getzner. 2016. Valuation and transferability of the non-market benefits of river restoration in the international. *Ecological Engineering* 87:20-29. Doi:10.1016/j.ecoleng.2015.11.018.

Carson, R. T., J. Louviere, D. A. Anderson, P. Arabie, D. S. Bunch, D. Hensher, R. M. Johnson, W.F. Kuhfeld, D. Steinberg, J. Swait, H. Timmermans and J. B. Wiley. 1994. Experimental analysis of choice. *Marketing Letters* 5. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. pp. 351–368.
<http://link.springer.com.conricyt.remotexs.co/content/pdf/10.1007/BF00999210.pdf> (10 de junio de 2019).

Carlsson, F. and P. Martinsson. 2001. Do hypothetical and actual marginal willingness to pay differ in choice experiments? *Journal of Environmental Economics and Management* 41: 179–192. Doi: 10.1006/jeem.2000.1138.

Carlsson, F., J. H. García and A. Lofgren. 2010. Conformity and the demand for environmental goods. *Environmental and Resource Economics* 47(3): 407-421. Doi:10.1007/s10640-010-9385-2.

Carson, R. T. and M. Czajkowski. 2014. The discrete choice experiment approach to MVC. *In: Hess, S. and A. Daly. (eds.), Handbook of Choice Modelling.* Edward Elgar Publishing. Northampton, MA, USA, pp.202-235.

Cerda, C. 2011. Aplicación de experimentos de elección para identificar preferencias locales por opciones de conservación y desarrollo. *Bosque* 32(3): 297-307. Doi:10.4067/S0717-92002011000300011.

Champ, P. A. and M. P. Welsh. 2007. Survey Methodologies for Stated Choice Studies. *In: Kanninen, B. J. (ed.). Valuing environmental amenities using stated choice.* Springer. Dordrecht, The Netherlands. pp. 21–42.

Christie, M. and C. Azevedo. 2009. Testing the consistency between standard CV, repeated contingent valuation and choice experiments. *Journal of Agricultural Economics* 60(1): 154-170. Doi: 10.1111/j.1477-9552.2008.00178.x.

Colombo, S., M. Christie and N. Hanley. 2013. What are the consequences of ignoring attributes in choice experiments? Implications for ecosystem service. *Ecological Economics* 96: 25-35. Doi:10.1016/j.ecolecon.2013.08.016.

Day, B. and J. L. Prades. 2010. Ordering anomalies in choice experiments. *Journal of Environmental Economics and Management* 59(3): 271–285. Doi: 10.1016/j.jeem.2010.03.001.

Deshazo, J. R. and G. Fermo. 2002. Designing choice sets for stated preference methods: the effects of complexity on choice consistency. *Journal of Environmental Economics and Management* 44(1): 123–143. Doi: 10.1006/jeem.2001.1199.

Espinal M., N. E., J. D. Gómez Z., A.D. Ramos R., Alzate T. y B. Mesa Z. 2014. Valoración económica del museo de arte Medellín. Aplicación de experimentos de elección. *Ensayos de Economía* 24(45): 107-128.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/ede/article/view/50502>
(23 de noviembre de 2018).

Foster, V. and S. Mourato. 2003. Elicitation format and sensitivity to scope. *Environmental and Resource Economics* 24(2): 141–160. Doi:10.1023/A:1022856329552.

Greene, W. 2003. *Econometric Analysis*. Pearson Education. New York, NY, USA. 188 p.

Hanemann, W. 1984. Discrete/continuous models of consumer demand. *Econometrica* 52(3): 541-561. Doi: 10.2307/1913464.

Hausman, J. 2012. Contingent valuation: from dubious to hopeless. *Journal of Economic Perspectives* 26(4): 43-56. Doi:10.1257/jep.26.4.43.

Hess, S. and A. Daly, 2014. *Handbook of choice modelling*. Edward Elgar Publishing. Cheltenham, UK. pp. 1-7.

Holmes, T. and W. Adamowicz. 2003. Attribute-Based Methods. *In*: Champ, P., J. K. Boyle and T. C. Brown (eds.). A primer Nonmarket Valuation. Kluwer Academic publishers. Dordrecht, The Netherlands. pp. 171-219.

Hoyos, D. 2010. The state of the art of environmental valuation with discrete choice experiments. *Ecological Economics* 1595-1603. Doi: 10.1016/j.ecolecon.2010.04.011.

Johnston, R. J., K. J. Boyle, W. Adamowicz, J. Bennett, R. Brouwer, T. A. Cameron, W. M. Hanemann, N. Hanley, M. Ryan, R. Scarpa, R. Tourangeau and C. A. Vossler. 2017. Contemporary Guidance for Stated. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 4(2): 319-405. Doi:10.1086/691697.

Lancsar, E. and J. Swait. 2014. Reconceptualising the external validity of discrete choice experiments. *Pharmaco Economics* 32 (10): 951-965.
Doi:10.1007/s40273-014-0181-7.

Louviere, J. J. and G. Woodworth. 1983. Design and analysis of simulated consumer choice or allocation experiments: an approach. *Journal of Marketing Research* 20:350-367. Doi: 10.1177/002224378302000403.

Louviere, J. and D. A. Hensher. 1982. On the design and analysis of simulated choice or allocation experiments in travel choice modelling. *Transportation Research Record* 890: 11–17. <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1982/890/890-003.pdf> (30 de junio de 2019).

Louviere, J. J., D. Hensher and J. Swait. 2000. Stated choice methods: analysis and application. Cambridge University Press. Cambridge, UK. pp. 399.

Mas-Colell, A., M. Whinston and J. Green. 1995. *Microeconomic Theory*. Oxford University Press. New York, NY, USA. pp. 223.

McFadden, D. 1974. Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour. *In*: Zarembka, P. (ed.). *Frontiers in econometrics*. Academic Press. New York, NY, USA. pp. 105-142. <https://eml.berkeley.edu/reprints/mcfadden/zarembka.pdf> (13 de junio de 2019).

McFadden, D. L., A. C. Bemmaor, F. G. Caro and J. Dominitz. 2005. Statistical Analysis of Choice Experiments and Surveys. *Marketing Letters* 16(3-4): 183-196. Doi:10.1007/s11002-005-5884-2.

McFadden, D. and K. Train. 2000. Mixed MNL models for discrete response. *Journal of Applied Econometrics* 15: 447-470. Doi: 10.1002/1099-1255(200009/10)15:5<447::AID-JAE570>3.0.CO;2-1.

Meyerhoff, J. and K. Glenk. 2015. Learning how to choose—effects of instructional. *Resource and Energy Economics* 41: 122-142. Doi:10.1016/j.reseneeco.2015.04.006.

Oehlmann, M., J. Meyerhoff, P. Mariel and P. Weller. 2017. Uncovering context-induced *Statu quo* effects in choice experiments. *Journal of Environment Economics and Management* 81:59-73. Doi:10.1016/j.jeem.2016.09.002.

Raquetonarivo, O., M. Schaafsma and N. Hockiel. 2016. A systematic review of the reliability and validity of discrete choice experiments in valuing non-market environmental goods. *Journal of Environmental Management* 183: 98-109. Doi: 10.1016/j.jenvman.2016.08.032.

Riera M., P. y J. Mogas. 2006. Una aplicación de los experimentos de elección a la valoración de la multifuncionalidad de los bosques. *Interciencia* 31(2): 110-115. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33911306.pdf> (23 de noviembre de 2018).

Tudela-Mamani, J. W. and J. A. Leos-Rodríguez. 2018. Estimation of economic benefits due to improvements in basic sanitation services through choice experiments. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 24(2): 237-250.

Doi:10.5154/r.rchscfa.2017.05.037.

Turner, R. W. 2013. Using contingent choice surveys to inform national park. *Journal of Environmental Studies and Sciences* 3(2): 120-138.

Doi:10.1007/s13412-013-0110-7.

Villanueva, A., J. A. Gómez-Limón y M. Rodríguez-Entena. 2017. Valoración de la oferta de bienes públicos por parte de los sistemas agrarios: el caso del olivar de montaña en Andalucía. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 17(1): 25-57.

Doi:10.7201/earn.2017.01.02.

Weller, P., M. Oehlmann, P. Mariel and J. Meyerhoff. 2014. Stated and inferred attribute non-attendance in a designs approach. *Journal of Choice Modelling* 11: 43-56.

Doi:10.1016/j.jocm.2014.04.002.



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.