

Agregación ordinal de valoraciones cualitativas en la toma de decisiones multicriterio

JOSÉ LUIS GARCÍA LAPRESTA
Universidad de Valladolid

DAVID PÉREZ ROMÁN
Universidad de Valladolid

INTRODUCCIÓN

En muchos problemas reales abordados desde diversas disciplinas (economía, gestión, *marketing*, psicología, salud, sociología, turismo, entre otras) está bastante extendido el uso de escalas cualitativas ordenadas (ECO), las cuales están formadas por términos lingüísticos. A través de las ECO es posible recoger las opiniones emitidas por un grupo de agentes sobre una serie de alternativas, proporcionando un enfoque intuitivo que se alinea con los patrones cognitivos humanos.

En el caso del *marketing*, se han llevado a cabo varios estudios para asignar valores cualitativos de escala a adverbios y adjetivos de modo que se puedan desarrollar escalas de intervalos iguales. Los primeros investigadores, como Myers y Warner (1968), recopilaron valores de escala para 50 adjetivos en dos categorías de respuesta paralelas: una formal con 5 términos lingüísticos: («extremadamente pobre», «razonablemente pobre», «neutral», «bueno», «notablemente

bueno») y una coloquial, compuesta por 7 términos lingüísticos: («horrible», «malo», «moderadamente pobre», «neutral», «agradable», «delicioso», «fantástico»).

Brown *et al.* (1973) utilizan una escala de evaluación de productos con 6 términos lingüísticos: («pobre», «regular», «bueno», «muy bueno», «extremadamente bueno», «excelente»), que ha sido ampliamente utilizada por empresas de alimentación.

Por otra parte, la *escala de ansiedad y depresión hospitalaria* (HADS), desarrollada por Zigmond y Snaith (1983), utiliza diferentes ECO para medir la gravedad de la depresión en atención primaria. Algunas de estas escalas son: («muy pocas veces», «no a menudo», «a veces», «a menudo») y («solo ocasionalmente», «de vez en cuando, pero no demasiado a menudo», «muchas veces», «una gran parte del tiempo»).

En términos generales, las decisiones clave a la hora de diseñar una encuesta pueden desglosarse en dos componentes principales: el número de términos lingüísticos a ofrecer, incluida la opción de un número par o impar de categorías, y el etiquetado de las categorías de respuesta (Weijters *et al.*, 2010).

Aunque el formato de una ECO puede afectar la calidad de los datos de un cuestionario (Greenleaf, 1992; Lietz, 2010), la evidencia específica del mecanismo interno sobre cómo el formato de la ECO afecta la calidad de los datos del cuestionario ha sido muchas veces ignorada en la literatura. Una razón importante para esta brecha es que la mayoría de las investigaciones sobre estilos de respuesta han adoptado un único enfoque, dando por sentado que las ECO son uniformes: la proximidad psicológica entre cada par de términos consecutivos de la escala es percibida como igual. Sin embargo, esta suposición de uniformidad a menudo no se sostiene, ya que los individuos pueden percibir diferentes grados de proximidad entre los términos de una ECO, en función de factores contextuales o subjetivos.

En los ejemplos presentados anteriormente las ECO pueden considerarse uniformes. Por ejemplo, la escala de Myers y Warner (1968) utilizada para evaluar productos o anuncios: («extremadamente pobre», «razonablemente pobre», «neutral», «bueno», «notablemente bueno»). Sin embargo, no todas las ECO son uniformes. Por ejemplo, la escala utilizada por Brown *et al.* (1973) para evaluar productos: («malo», «regular», «bueno», «muy bueno», «extremadamente bueno», «excelente») no puede considerarse uniforme si se percibe que «regular» está más cerca de «bueno» que de «malo» (o si «bueno» está más cerca de «muy bueno» que de «regular», etc.).

Aunque las ECO consisten en términos lingüísticos vagos, a veces estos términos se representan mediante valores numéricos exactos. Por ejemplo, la Asociación Internacional de Enólogos considera que cada atributo de un vino se evalúa en una ECO de 7 términos lingüísticos: («malo», «mediocre», «inadecuado», «pasable», «bueno», «muy bueno», «excelente») y a cada término se le asocia un número entero (Balinski y Laraki, 2013). Las opiniones y juicios de las personas son generalmente imprecisos y, por tanto, sería engañoso representarlos mediante valores numéricos precisos (Beyth-Marom, 1982; Teigen, 1988; Wallsten *et al.*, 1986). A pesar de que esta práctica ha sido ampliamente utilizada en la literatura (Averkin *et al.*, 2006; Franceschini y Romano, 1999), puede generar dudas debido a que diferentes codificaciones de la misma ECO podrían generar diferentes resultados al agregar evaluaciones individuales (Franceschini *et al.*, 2004; Roberts, 1985).

Para captar la vaguedad de las ECO, algunos autores asignan otros objetos cardinales menos precisos que los números reales, como intervalos o números difusos, a los términos lingüísticos de las ECO (Baas y Kwakernaak, 1977; Chen y Hwang, 1992). Estas representaciones pueden generar desconfianza sobre los resultados obtenidos, ya que no se tiene en cuenta cómo se perciben las proximidades entre los términos lingüísticos de las ECO.

Algunas ECO con un número impar de términos lingüísticos se diseñan como uniformes, fijando un término lingüístico central neutro y disponiendo los demás términos a su alrededor de forma simétrica (por ejemplo, la ECO de 5 términos {«muy malo», «malo», «regular», «bueno», «muy bueno»}). Sin embargo, no todas las ECO con un número impar de términos lingüísticos son necesariamente uniformes¹.

Existen numerosas contribuciones en la literatura que abordan ECO no uniformes que siguen técnicas de lógica difusa y que involucran enfoques cardinales (véanse Herrera *et al.*, 2008; Herrera-Viedma y López-Herrera, 2007, entre otros). Otros autores abordan ECO no uniformes mediante rangos ordinales, evitando medidas cardinales u ordinales de las proximidades entre términos lingüísticos (Franceschini *et al.*, 2004).

1. La pregunta HS140 de la encuesta de estadísticas de la Unión Europea sobre la renta y las condiciones de vida (EU-SILC) realizada por Eurostat utiliza la ECO de 3 términos {«una carga pesada», «una carga algo pesada», «una carga nada pesada»} para preguntar a las personas sobre la carga financiera del coste total de la vivienda. En esta escala de calificación de 3 términos, el término central no es neutro, por lo que no está claro que la escala sea uniforme.

Para tratar las ECO no uniformes de una manera puramente ordinal a través de proximidades psicológicas entre los términos lingüísticos de las ECO, García-Lapresta y Pérez-Román (2015) introducen la noción de *medida de proximidad ordinal* (MPO), con el fin de capturar cómo los individuos perciben las proximidades entre los términos lingüísticos de una ECO, a través de grados ordinales (no numéricos) de proximidad. Los autores también proporcionan algunas aplicaciones para el análisis de consenso y el clustering en el contexto de ECO no uniformes.

1. MEDIDAS DE PROXIMIDAD ORDINAL

El concepto de MPO permite abordar las limitaciones de las ECO uniformes. Su enfoque se centra en capturar las percepciones subjetivas de proximidad ordinal entre los términos lingüísticos de una ECO. A diferencia de los enfoques cardinales, las MPO operan dentro de un enfoque puramente ordinal. Este marco permite la comparación de las distancias relativas entre términos sin suponer intervalos iguales entre ellos. Este enfoque ha sido ampliamente adoptado en contextos donde las escalas numéricas tradicionales no logran reflejar fielmente los juicios matizados de los individuos.

Una MPO asigna un grado de proximidad ordinal a cada par de términos lingüísticos de la ECO considerada. Para garantizar su fiabilidad y consistencia se exigen 4 condiciones:

- Exhaustividad: todos los grados de proximidad deben utilizarse al menos una vez.
- Simetría: el grado de proximidad ordinal entre dos términos no depende del orden en el que se comparen.
- Máxima proximidad: el mayor grado de proximidad solo se consigue cuando se compara un término consigo mismo.
- Monotonía: si 3 términos lingüísticos están dispuestos en orden de peor a mejor, el grado de proximidad entre el primero y el segundo debe ser mayor que el grado de proximidad entre el primero y el tercero, y, análogamente, el grado de proximidad entre el segundo y el tercero debe ser mayor que el grado de proximidad entre el primer y el tercero.

Por ejemplo, si en la ECO («mal», «regular», «excelente») se percibe que «regular» está más cerca de «mal» que de «excelente», la MPO asignará primer grado de proximidad al existente entre cada uno de los 3 términos consigo mismo, segundo grado de proximidad al que hay entre «regular» y «mal», tercer grado de proximidad al

que hay entre «regular» y «excelente», y cuarto grado de proximidad al que hay entre «mal» y «excelente».

Posteriormente, García-Lapresta *et al.* (2018) introducen la noción de MPO metrizable² y proporcionan un método para generar MPO metrizables a través de secuencias de preguntas adecuadas para el caso de ECO con 4 términos lingüísticos. También introducen un procedimiento de agregación de MPO metrizables basado en métricas ponderadas.

1.1. Generación de medidas de proximidad ordinal

La construcción de MPO metrizables es un proceso complejo que puede variar en función del número de términos de la ECO. En las ECO de 3 términos solo existen 3 MPO y todas ellas son metrizables (García-Lapresta *et al.*, 2018). En este caso, respondiendo a una única pregunta sobre la apreciación de proximidad, es posible obtener la MPO correspondiente. Para ECO con 4 términos lingüísticos García-Lapresta *et al.* (2018) desarrollan algoritmos que generan una de las 25 MPO metrizables posibles mediante secuencias adecuadas de 2 a 4 preguntas³.

Sin embargo, a medida que aumenta el número de términos lingüísticos, también aumenta la complejidad de cara a la construcción de la MPO. En las ECO de más de 4 términos, para evitar inconsistencias de los agentes, nuevamente se podrían dirigir a los agentes algunas secuencias de preguntas apropiadas sobre las proximidades entre los términos lingüísticos para obtener las MPO metrizables correspondientes. Con 5 términos lingüísticos se necesitarían entre 4 y 10 preguntas para obtener una de las 473 MPO metrizables. Es fácil imaginar que esa cantidad de preguntas interdependientes puede producir agotamiento mental en los agentes.

Claramente, para escalas de más de 5 términos lingüísticos es prácticamente imposible seguir el mismo patrón para obtener las correspondientes MPO metrizables (por ejemplo, para ECO con 6 términos lingüísticos existen 18.262 MPO metrizables). En consecuencia, se necesita un procedimiento diferente cuando las escalas tienen más de 4 términos lingüísticos.

2. Aquellas que operan como si el individuo estableciera las proximidades ordinales entre los términos lingüísticos de la ECO a través de las comparaciones de las distancias numéricas entre los términos.

3. Las preguntas están diseñadas de tal manera que evitan a los agentes incurrir en inconsistencias.

Teniendo en cuenta que una métrica lineal sobre una ECO se determina unívocamente a partir de las distancias entre términos lingüísticos consecutivos de una ECO, si un agente pudiera proporcionar esas distancias, entonces sería posible generar la única MPO metrizable compatible con dichas distancias. Es importante destacar que los valores numéricos exactos de las distancias no son relevantes, sino las relaciones de igualdad y desigualdad entre dichas distancias.

García-Lapresta y Pérez-Román (2020) proponen un método visual para generar MPO, el cual ha sido desarrollado e implementado por García-Lapresta *et al.* (2025) mediante la utilización de deslizadores. Estas técnicas permiten a los encuestados indicar visualmente, de forma intuitiva, las distancias percibidas entre los términos.

1.2. Agregación de las percepciones de los expertos

Dado que las percepciones sobre las proximidades ordinales entre los términos lingüísticos de una ECO son subjetivas, es posible que coexistan diferentes percepciones en un grupo de agentes. García-Lapresta *et al.* (2018) proponen un procedimiento de agregación de MPO metrizable de forma que, a partir de las percepciones individuales de los agentes sobre las proximidades ordinales entre los términos lingüísticos de una ECO, se genera una MPO metrizable colectiva que sintetiza dichas percepciones, minimizando las desviaciones respecto de las percepciones individuales. Dicho procedimiento se lleva a cabo mediante distancias ponderadas entre MPO metrizable.

2. TOMA DE DECISIONES MULTICRITERIO

Los problemas de toma de decisiones son muy comunes en la investigación operativa, las ciencias de la gestión, la economía y la ingeniería (análisis de control de calidad, estudios de mercado, análisis sensorial, etc.). Una parte significativa de los problemas abordados en la toma de decisiones pueden considerarse problemas de toma de decisiones multicriterio, donde un grupo de expertos evalúa alternativas respecto a múltiples criterios con el fin de obtener la mejor alternativa o una clasificación de estas (Greco *et al.*, 2016; Yan *et al.*, 2017).

En ocasiones, las ECO utilizadas en problemas de toma de decisiones son escalas tipo Likert (Likert, 1932). Estas se caracterizan por tener categorías de respuesta ordenadas de peor a mejor, un número equilibrado de opciones positivas y negativas y un valor numérico asignado a cada categoría. Sin embargo, como ya se ha comentado anteriormente, la asignación de valores numéricos puede generar resultados distintos cuando se agregan evaluaciones individuales utilizando diferentes codificaciones de la misma ECO.

2.1. Toma de decisiones multicriterio mediante MPO

El concepto de MPO metrizable ha sido implementado en procedimientos de toma de decisiones donde las alternativas siempre se evalúan a través de la misma ECO. García-Lapresta y Pérez-Román (2018) introducen un sistema de votación que jerarquiza las alternativas teniendo en cuenta las medianas de los grados de proximidad ordinal entre las valoraciones individuales obtenidas y el término lingüístico más alto de la escala.

García-Lapresta y González del Pozo (2019) presentan un procedimiento de toma de decisiones multicriterio ordinal bajo incertidumbre, extendiendo el procedimiento anterior a un entorno multicriterio, en el que se permite a los agentes en caso de duda asignar dos términos consecutivos de la ECO a cada alternativa.

González del Pozo *et al.* (2020) proponen un procedimiento de toma de decisiones multicriterio en el que los agentes evalúan un conjunto de alternativas respecto de distintos criterios a través de una ECO para cada criterio. Estas ECO pueden ser no uniformes, distintas para cada criterio e incluso pueden tener un número distinto de términos lingüísticos en diferentes criterios. El procedimiento genera un ranking en el conjunto de alternativas basado en un principio intuitivo de compensación entre ventajas y desventajas de cada alternativa en comparación con sus oponentes, evitando asignar codificaciones numéricas arbitrarias a los términos lingüísticos de las escalas.

García-Lapresta *et al.* (2021) han diseñado un nuevo procedimiento multicriterio, puramente ordinal, para el desarrollo de nuevos productos a partir de encuestas⁴. Dicho trabajo comparte con

4. Este procedimiento puede aplicarse a otros escenarios de toma de decisiones multicriterio en donde los agentes evalúen las alternativas atendiendo a diferentes criterios mediante diversas ECO equipadas de MPO metrizables.

González del Pozo *et al.* (2020) el mismo marco, pero ahora se evita cualquier tipo de cardinalización (en ningún momento se utilizan números). Los panelistas evalúan varios tipos de productos en función de diferentes criterios, cada uno de ellos a través de una ECO específica. Estas ECO están equipadas con MPO metrizable que recogen las percepciones sobre las proximidades ordinales entre los términos lingüísticos de las ECO consideradas.

Dado que los criterios implicados en los procesos de toma de decisiones multicriterio pueden tener diferente importancia, y teniendo en cuenta que las valoraciones lingüísticas dadas por los agentes no se pueden multiplicar por números, el procedimiento repite las valoraciones lingüísticas obtenidas por cada alternativa en cada criterio tantas veces como sea necesario de forma que dichas repeticiones reflejen las proporciones entre los pesos⁵ (véanse Balinski y Laraki, 2011; García-Lapresta y González del Pozo, 2019; García-Lapresta y Pérez-Román, 2018). A continuación, se calcula el grado de proximidad ordinal entre cada valoración lingüística y el término lingüístico más alto posible en la ECO correspondiente.

Dado que las ECO utilizadas en los diferentes criterios pueden no compartir los términos lingüísticos, tener diferente número de ellos y las OPM correspondientes constar de distinto número de grados de proximidad ordinal, resulta imprescindible disponer de un proceso de normalización. El procedimiento de toma de decisiones multicriterio diseñado por García-Lapresta *et al.* (2021) dirige el proceso de normalización a los conjuntos de grados de proximidad ordinal de las diferentes OPM metrizable.

2.2. Procedimiento de normalización

El procedimiento de normalización se centra en los conjuntos de grados de proximidad ordinal (en las ECO correspondientes a los criterios resulta imposible si los términos lingüísticos son distintos, y tampoco en las MPO asociadas a las ECO). Los grados de proximidad ordinal se normalizan siguiendo un proceso de homogeneización, de forma que cada conjunto de grados de proximidad ordinal de cada MPO se representa en un conjunto de grados de proximidad

5. Por ejemplo, si hubiera dos criterios, el primero tuviera una ponderación del 70 % y el segundo del 30 %, se repetirían 7 veces las valoraciones de los panelistas sobre cada alternativa respecto del primer criterio y 3 veces las correspondientes al segundo criterio.

ordinal global en el que se encajan todos ellos. A continuación, las alternativas se ordenan a partir de las medianas de los grados de proximidad ordinal normalizados entre las valoraciones individuales y el término más alto de la ECO correspondiente, teniendo en cuenta un orden lineal adecuado en el conjunto de medianas factibles. El procedimiento finaliza con un método secuencial de desempate que proporciona el *ranking* final en el conjunto de alternativas.

Con objeto de explicar el procedimiento de normalización, se considera a continuación un caso sencillo⁶. Supongamos que un grupo de expertos tiene que evaluar un conjunto de alternativas teniendo en cuenta 3 criterios. Cada criterio es valorado mediante su propia ECO, la cual está equipada de una MPO metrizable que describe la percepción de las proximidades ordinales entre los términos lingüísticos de la ECO correspondiente. Por ejemplo, consideremos que las ECO con las que se evalúan los criterios tienen asociadas MPO metrizable que cuentan con 4, 5 y 7 grados de proximidad ordinales, respectivamente.

En este ejemplo el conjunto de grados de proximidad ordinal global tendrá 13 grados, de forma que en el primer conjunto los grados 1, 2, 3 y 4 pasarán a ser 1, 5, 9 y 13; en el segundo, los grados 1, 2, 3, 4 y 5 pasarán a ser 1, 4, 7, 10 y 13, y en el tercero, los grados 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 pasarán a ser 1, 3, 5, 7, 9, 11 y 13. Obsérvese que en el conjunto de grados de proximidad ordinal global, en los 3 casos, el primer grado de proximidad ordinal original sigue siendo el primero y el último de cada OPM ahora es el decimotercero. Merece la pena destacar que los grados de proximidad normalizados de cada OPM siempre están en progresión aritmética (en el ejemplo, con diferencias 4, 3 y 2, respectivamente).

3. UNA APLICACIÓN AL MARKETING

A continuación, se presenta un caso de estudio (García-Lapresta *et al.*, 2021) basado en la tercera mayor exportadora internacional de España en el sector de alimentación y bebidas FMCG (*Fast Moving Consumer Goods*), muy reconocida en la industria a nivel mundial. La compañía cuenta con una unidad científico-técnica dedicada a Investigación y Desarrollo (I+D), compuesta por más de 150 investigadores y tecnólogos. Su propósito consiste en analizar, anticipar y

6. El desarrollo completo para un caso general puede verse en García-Lapresta *et al.* (2021, Subsect. 3.3).

predecir las necesidades intrínsecas del consumidor utilizando las tecnologías más avanzadas para desarrollar nuevas bebidas innovadoras, saludables y nutritivas. En su camino de crecimiento, la compañía se ha centrado en el seguimiento del desempeño de nuevos productos en los mercados internacionales. Se ha planteado como reto en este campo conseguir mejorar el conocimiento de la experiencia del consumidor en diferentes contextos, teniendo en cuenta la falta de información previa sobre el desempeño del mercado inherente a los nuevos productos en las diferentes etapas de lo que se denomina «viaje del cliente»⁷.

Hoy en día es muy difícil tener éxito en el desarrollo de nuevos productos. Según Buffoni *et al.* (2017), el 50 % de los nuevos productos en el mercado no alcanzan sus objetivos, pero cualquier empresa que busque impulsar el crecimiento de los ingresos necesita desarrollar nuevos productos. Más del 25 % de los ingresos y ganancias totales en todas las industrias proviene del desarrollo de nuevos productos.

Por estos motivos el empleo del desarrollo de *indicadores clave de desempeño* (KPI) validados en el mercado, junto a un análisis riguroso y discriminatorio de los resultados, son clave para la toma de decisiones de la empresa. En concreto, la empresa tiene que tomar una decisión sobre qué tipo de nuevo producto se introduce en diferentes mercados a nivel mundial.

En el caso de estudio, la empresa consideró 4 productos: zumos con vitaminas agregadas, zumos 100 % naturales (sin agregados), zumos orgánicos y zumos con probióticos. Para tomar la decisión sobre cuál de los 4 tipos de zumos ha de introducirse, se elaboró un cuestionario en el que se incluyeron preguntas sobre 4 factores relevantes de la compra del producto: intención de compra, atractivo del producto, singularidad y valor del precio percibido.

Las respuestas sobre estas 4 variables se refirieron a 4 categorías cualitativas, dos negativas y dos positivas. Posteriormente se recopilaron los datos a través de Cint, la plataforma de intercambio de muestras más grande del mundo, permitiendo una recopilación de datos eficiente al conectar de manera fluida y rápida a los compradores de muestras con los propietarios de paneles en todo el mundo⁸.

7. Conjunto de experiencias que una persona, y después cliente, tiene con una empresa en un periodo de tiempo, que puede ser corto o largo, dependiendo del producto o servicio en cuestión.

8. El panel está compuesto por más de 100 millones de usuarios registrados en más de 150 países.

Una vez realizado el análisis de frecuencias de los datos, la decisión de introducir un nuevo producto, dentro de uno de los 4 tipos de zumos, se realizó a través de dos procedimientos distintos. Por un lado, se consideró el que habitualmente utiliza la empresa: en función de las *top 2 tier responses* (frecuencias observadas para las dos respuestas situadas en el extremo positivo de la ECO)⁹. Por otro lado, se aplicó el nuevo procedimiento basado en MPO (García-Lapresta *et al.*, 2021). Además, la empresa tuvo en cuenta otras variables, como el nicho de mercado al que va dirigido el producto, el poder adquisitivo de los consumidores, la cultura del país en cuanto a hábitos saludables, el estilo de vida, etc.

El método de investigación elegido fue una encuesta por cuestionario, lo cual permitió recopilar muchas respuestas en un corto periodo de tiempo, entre junio y agosto de 2020, utilizando un formato cerrado. Los datos fueron recopilados por la empresa utilizando el panel de consumidores Cint en 3 países: Alemania, España y Reino Unido, y fueron representativas a nivel nacional. Los panelistas evaluaron los conceptos del producto que se les presentaron y se utilizaron procedimientos de control de calidad para asegurar la captura correcta de datos del panel y la continuidad del panel.

Se evaluaron los 4 tipos de zumos incluidos en la [tabla 13.1](#) en relación con los 4 criterios que se muestran en la [tabla 13.2](#) por 2028 panelistas (825 en Alemania, 800 en España y 403 en el Reino Unido). A cada criterio se le asoció una ECO específica formada por 4 términos lingüísticos (véanse las Tablas [13.6-9](#)).

Dado que los 4 criterios incluidos en la [tabla 13.2](#) pueden tener diferente importancia, se realizó una encuesta a 26 directivos de empresas, los cuales evaluaron la importancia de estos criterios a través de una escala numérica {1, 2, 3, 4, 5}, de menor a mayor importancia. Las valoraciones obtenidas por cada criterio se muestran en la [tabla 13.3](#), junto con las medias y medianas correspondientes.

9. Se suman los números de valoraciones en las dos categorías de respuesta más altas, sin tener en cuenta el resto ni la proximidad entre los términos de la ECO.

Tabla 13.1. Alternativas

x_1	zumos con vitaminas agregadas
x_2	zumos 100 % naturales (sin añadidos)
x_3	zumos orgánicos
x_4	zumos con probióticos

Tabla 13.2. Criterios

c_1	intención de compra
c_2	singularidad
c_3	valor del precio percibido
c_4	atractivo del producto

Tabla 13.3. Determinación de la importancia de los criterios

Criterios	1	2	3	4	5	Media	Mediana
c_1	0	0	1	2	23	4,846	5
c_2	1	2	6	10	7	3,769	4
c_3	1	1	5	11	8	3,923	4
c_4	0	5	4	10	7	3,730	4

Teniendo en cuenta los resultados de la [tabla 13.3](#), a cada criterio se le asignó un peso, redondeando los pesos medios y medianos correspondientes (véase la [tabla 13.4](#))¹⁰. De acuerdo con esos pesos, las opiniones de los panelistas sobre las alternativas respecto a los criterios c_1 , c_2 , c_3 y c_4 se repitieron 30, 23, 24 y 23 veces, respectivamente.

10. Por ejemplo, el peso medio del criterio c_1 es $4,846/(4,846 + 3,769 + 3,933 + 3,730) = 0,297$. A su vez, el peso mediano del criterio c_1 es $5/(5 + 4 + 4 + 4) = 0,294$.

Las preguntas dirigidas a los panelistas se incluyen en la [tabla 13.5](#). A las ECO incluidas en las Tablas 13.6-9 para la evaluación de las alternativas (véase la [tabla 13.1](#)) respecto de los 4 criterios (véase la [tabla 13.2](#)) se les asociaron combinaciones de dos MPO distintas para comparar los resultados: A_{232} y A_{233} (véase García-Lapresta *et al.*, 2021, Sect. 4.1).

Tabla 13.4. Asignación de pesos a cada criterio

Criterios	Media	Mediana	Redondeo
c_1	$w_1 = 0,297$	$w_1 = 0,294$	$w_1 = 0,30$
c_2	$w_2 = 0,231$	$w_2 = 0,235$	$w_2 = 0,23$
c_3	$w_3 = 0,241$	$w_3 = 0,235$	$w_3 = 0,24$
c_4	$w_4 = 0,229$	$w_4 = 0,235$	$w_4 = 0,23$

Tabla 13.5. Preguntas utilizadas en la encuesta

c_1	Suponiendo que este producto estuviera disponible a un precio que usted considera satisfactorio, ¿qué probabilidad habría de que lo comprara para usted o su familia?
c_2	¿Cuál de estas frases describe mejor cuán nuevo y diferente cree usted que es este producto en comparación con otros productos de zumo disponibles?
c_3	De lo que ha visto, ¿qué precio esperaría que tuviera este producto en comparación con otros productos de zumo que están disponibles actualmente?
c_4	¿Cómo de atractivos son estos productos para usted o su familia?

Tabla 13.6. Términos lingüísticos utilizados para evaluar la intención de compra (criterio c_1)

p_1	definitivamente no lo compraría
p_2	probablemente no lo compraría
p_3	probablemente lo compraría
p_4	definitivamente lo compraría

Tabla 13.7. Términos lingüísticos utilizados para evaluar la singularidad del producto (criterio c_2)

I^2_1	nada nuevo ni diferente
I^2_2	algo novedoso y diferente
I^2_3	novedoso y diferente
I^2_4	muy novedoso y diferente

Tabla 13.8. Términos lingüísticos utilizados para evaluar la percepción del precio (criterio c_3)

I^3_1	precio mucho menor
I^3_2	precio algo menor
I^3_3	precio mucho mayor
I^3_4	precio mucho mayor

Tabla 13.9. Términos lingüísticos utilizados para evaluar lo atractivo del producto (criterio c_4)

I^4_1	me desagrada muchísimo
I^4_2	me desagrada moderadamente
I^4_3	me gusta moderadamente
I^4_4	me gusta muchísimo

4. RESULTADOS

La [tabla 13.10](#) incluye los *rankings* sobre el conjunto de alternativas en cada país cuando se consideran las MPO de las 4 primeras columnas asociadas a las ECO de las [tablas 13.6-9](#).

En el primer caso, todas las ECO fueron equipadas con la MPO A_{232} , resultando ganadora la alternativa x_2 . En el segundo caso, la cuarta ECO de la [tabla 13.10](#) fue equipada con la MPO A_{233} . El *ranking* es diferente al caso anterior, pero x_2 sigue siendo la alternativa ganadora. En el tercer caso, la primera ECO de la [tabla 13.10](#) fue equipada

con la MPO A_{233} . Nuevamente, el ranking es diferente del de los casos anteriores, pero, de nuevo, x_2 sigue siendo la alternativa ganadora. En el cuarto caso, las segunda y cuarta ECO de la [tabla 13.10](#) fueron equipadas con la MPO A_{233} , obteniéndose un *ranking* totalmente diferente al de los casos anteriores. Obsérvese que Alemania y España han obtenido el mismo ranking en cada uno de los casos, siempre distinto del de el Reino Unido.

Tabla 13.10: Resultados

	ECO ¹	ECO ²	ECO ³	ECO ⁴	Alemania	España	Reino Unido
Caso 1	A_{232}	A_{232}	A_{232}	A_{232}	x_2 x_3 x_4 x_1	x_2 x_3 x_4 x_1	x_2 x_4 x_1 x_3
Caso 2	A_{232}	A_{232}	A_{232}	A_{233}	x_2 x_3 x_1 x_4	x_2 x_3 x_1 x_4	x_2 x_1 x_3 x_4
Caso 3	A_{233}	A_{232}	A_{232}	A_{232}	x_2 x_3 x_4 x_1	x_2 x_3 x_4 x_1	x_2 x_4 x_3 x_1
Caso 4	A_{232}	A_{233}	A_{232}	A_{233}	x_3 x_1 x_2 x_4	x_3 x_1 x_2 x_4	x_1 x_3 x_2 x_4

Los resultados obtenidos utilizando el procedimiento habitual de la empresa, *top 2 tier responses*, coinciden con el del primer caso de la [tabla 13.10](#) para Alemania y España, pero es distinto para el Reino Unido: x_4, x_1, x_2, x_3 en los 4 casos de la [tabla 13.10](#).

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha descrito un procedimiento multicriterio para guiar el proceso de toma de decisiones en el desarrollo de nuevos productos. Se ha considerado que los criterios bajo los cuales los agentes evalúan las alternativas tienen ECO específicas y también que las proximidades ordinales entre sus términos lingüísticos pueden ser diferentes. Además, se ha proporcionado un procedimiento

de normalización para combinar evaluaciones provenientes de varias ECO, lo que ha permitido llevar a cabo todo el proceso de forma puramente ordinal, sin utilizar números en ningún momento. Esta es una de las contribuciones más novedosas del trabajo.

Como la importancia de los criterios puede ser diferente, un grupo de directivos de empresas valoró los criterios en función de la importancia que percibían respecto al caso de estudio. Teniendo en cuenta la información proporcionada por los directivos, se asoció un peso normalizado a cada criterio dentro del intervalo unidad. Posteriormente, se consideró un procedimiento que genera el número de repeticiones de las evaluaciones de los agentes, en cada uno de los criterios, que son necesarias para reflejar los pesos normalizados de los criterios.

El nuevo procedimiento multicriterio se aplicó a un caso real llevado a cabo por el tercer mayor exportador internacional español en el sector de alimentación y bebidas. La compañía recurrió a la realización de un estudio de mercado para conocer las preferencias de los consumidores alemanes, españoles y británicos sobre 4 categorías de zumos: zumos con vitaminas añadidas, zumos 100 % naturales (sin nada añadido), zumos ecológicos y zumos con probióticos. Con los resultados obtenidos, la compañía buscaba orientar mejor la introducción de su nuevo zumo en estos países.

Teniendo en cuenta el objetivo de la empresa, que implica establecer un ranking de las distintas categorías de zumos, puede concluirse que existen diferencias significativas entre el procedimiento de decisión multicriterio presentado en este trabajo y el utilizado habitualmente por la empresa (*top 2 tier responses*). Este último procedimiento, basado en una estadística muy básica, establece un *ranking* sobre el conjunto de alternativas a partir de las respuestas de los consumidores, pero no considera información valiosa que nuestro procedimiento sí integra.

Merece la pena destacar que mediante nuestro procedimiento se pueden alcanzar diferentes rankings sobre el conjunto de alternativas, en función de las MPO que se asocien a las ECO para tener en cuenta las percepciones sobre las proximidades ordinales entre los términos lingüísticos de las diferentes ECO. Ello conduce a soluciones más refinadas y versátiles que el procedimiento de *top 2 tier responses*.

En el caso de que existan diferentes percepciones sobre una ECO, estas se pueden agregar para obtener una MPO que represente esas percepciones de manera global, lo cual se puede llevar

a cabo siguiendo el mecanismo proporcionado por García-Lapresta *et al.* (2018, Sect. 4).

Si bien en este trabajo se ha supuesto que las opiniones de los expertos tienen la misma importancia, es posible extender el procedimiento a un escenario en el que un decisor asigne diferente importancia a los expertos, según su conocimiento. Franceschini y García-Lapresta (2019) proporcionan 3 paradigmas para abordar ese problema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Averkin, A. N., Kuznetsov, O. P., Kulinich, A. A. y Titova, N. V. (2006): «Decision-making support in weakly structured subject domains: Analysis of situations and evaluation of alternatives», *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 45(3), 469-479.
- Baas, S. M. y Kwakernaak, H. (1977): «Rating and ranking of multiple-aspect alternatives using fuzzy sets», *Automatica*, 13(1), 47-58.
- Balinski, M. y Laraki, R. (2011): *Majority judgment: Measuring, ranking, and electing*. MIT Press.
- Balinski, M. y Laraki, R. (2013): «How best to rank wines: Majority judgment. En E. Giraud-Héraud y M. C. Pichery (eds.)», *Wine Economics*. Palgrave Macmillan UK, 149-172.
- Beyth-Marom, R. (1982): «How probable is probable? A numerical translation of verbal probability expressions», *Journal of Forecasting*, 1(3), 257-269.
- Brown, G., Copeland, T. y Millward, M. (1973): «Monadic testing of new products-old problem and some partial solutions», *Journal of the Market Research Society*, 15(2) 112-131.
- Buffoni, A., de Angelis, A., Grüntges, V. y Krieg, A. (2017): *How to make sure your next product or service launch drives growth*. McKinsey & Company <https://mck.co/33ZwYJk>.
- Chen, S. J. y Hwang, C. L. (1992): *Fuzzy multiple attribute decision making. Methods and applications*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 375. Berlín: Springer-Verlag.
- Franceschini, F., Galetto, M. y Varetto, M. (2004): «Qualitative ordinal scales: The concept of ordinal range», *Quality Engineering*, 16(4), 515-524.
- Franceschini, F. y García-Lapresta, J. L. (2019): «Decision-making in semi-democratic contexts», *Information Fusion*, 52, 281-289.
- Franceschini, F. y Romano, D. (1999): «Control chart for linguistic variables: A method based on the use of linguistic quantifiers», *International Journal of Production Research*, 37(16), 3791-3801.

- García-Lapresta, J. L. y González del Pozo, R. (2019): «An ordinal multi-criteria decision-making procedure under imprecise linguistic assessments», *European Journal of Operational Research*, 279(1), 159-167.
- García-Lapresta, J. L., González del Pozo, R. y Pérez-Román, D. (2018): «Metri-
zable ordinal proximity measures and their aggregation», *Information Sciences*, 448-449, 149-163.
- García-Lapresta, J. L., Iurev, R. y Pérez-Román, D. (2025): «Managing percep-
tions on the linguistic terms of qualitative scales», *Expert Systems with Applications*, 261, 125501.
- García-Lapresta, J. L., Moreno-Albadalejo, P., Pérez-Román, D. y Temprano-
García, V. (2021): «A multi-criteria procedure in new product development
using different qualitative scales», *Applied Soft Computing*, 106, 107279.
- García-Lapresta, J. L. y Pérez-Román, D. (2015): «Ordinal proximity measures
in the context of unbalanced qualitative scales and some applications to
consensus and clustering», *Applied Soft Computing*, 35, 864-872.
- García-Lapresta, J. L. y Pérez-Román, D. (2018): «Aggregating opinions in non-
uniform ordered qualitative scales», *Applied Soft Computing*, 67, 652-657.
- García-Lapresta, J. L. y Pérez-Román, D. (2020): «Eliciting proximities between
terms of ordered qualitative scales», *2020 IEEE 10th International Confe-
rence on Intelligent Systems (IS)*, 294-298. Sofia.
- González del Pozo, R., Dias, L. C. y García-Lapresta, J. L. (2020): «Using diffe-
rent qualitative scales in a multi-criteria decision-making procedure»,
Mathematics, 8(3), 458.
- Greco, S., Ehrgott, M. y Figueira, J. R. (eds). (2016): *Multiple criteria decision
analysis: State of the art surveys*. International Series in Operations Re-
search & Management Science 233. Nueva York: Springer.
- Greenleaf, E. A. (1992): «Improving rating scale measures by detecting and co-
recting bias components in some response styles», *Journal of Marketing
Research*, 29(2), 176-188.
- Herrera, F., Herrera-Viedma, E. y Martínez, L. (2008): «A fuzzy linguistic
methodology to deal with unbalanced linguistic term sets», *IEEE Tran-
sactions on Fuzzy Systems*, 16(2), 354-370.
- Herrera-Viedma, E. y López-Herrera, A. G. (2007): «A model of an information
retrieval system with unbalanced fuzzy linguistic information», *Interna-
tional Journal of Intelligent Systems*, 22(11), 1197-1214.
- Lietz, P. (2010): «Research into questionnaire design: A summary of the litera-
ture», *International Journal of Market Research*, 52(2), 249-272.
- Likert, R. (1932): «A technique for the measurement of attitudes», *Archives of
Psychology*, 2(140), 1-55.
- Myers, J. H. y Warner, G. W. (1968): «Semantic properties of selected evaluation
adjectives», *Journal of Marketing Research*, 5(4), 409-412.
- Roberts, F. S. (1985): *Measurement Theory*. Cambridge: Cambridge Univer-
sity Press.

- Teigen, K. H. (1988): «The language of uncertainty», *Acta Psychologica*, 68(1-3), 27-38.
- Wallsten, T. S., Fillenbaum, S. y Cox, J. A. (1986): «Base rate effects on the interpretations of probability and frequency expressions», *Journal of Memory and Language*, 25(5), 571-587.
- Weijters, B., Cabooter, E. y Schillewaert, N. (2010): «The effect of rating scale format on response styles: The number of response categories and response category labels», *International Journal of Research in Marketing*, 27(3), 236-247.
- Yan, H. B., Ma, T. y Huynh, V. N. (2017): «On qualitative multi-attribute group decision making and its consensus measure: A probability based perspective», *Omega*, 70, 94-117.
- Zigmond, A. S. y Snaith, R. P. (1983): «The hospital anxiety and depression scale», *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 67(6), 361-370.