

Investigación

Una metodología matemática al servicio de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para el 2030

A mathematical methodology at the service of the Sustainable Development Goals for 2030

Gabriela Fernández Barberis, María del Carmen Escribano Ródenas
y María del Carmen García Centeno

Revista de Investigación



Volumen VIII, Número 2, pp. 055-068, ISSN 2174-0410

Recepción: 2 Jun'18; Aceptación: 26 Jul'18

1 de octubre de 2018

Resumen

Hace tres años, los líderes de todo el mundo adoptaron la ambiciosa Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, centrada en diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible. La Agenda constituye un plan compartido para transformar el mundo en una década y media y, fundamentalmente, fomentar y procurar una vida digna para todos. Los Informes publicados por la ONU en los años 2016 y 2017 han servido de punto de partida para la realización de distintos estudios cuantitativos. La aplicación de herramientas matemáticas ha permitido sacar conclusiones más que sugerentes de la situación en la que se encuentran, actualmente, los distintos países y de las medidas que deberían adoptar para llegar a los niveles de excelencia.

Palabras Clave: Objetivos Desarrollo Sostenible (ODS), Decisión Multicriterio, Modelo Multilogit.

Abstract

Three years ago, leaders around the world adopted the ambitious 2030 Agenda for Sustainable Development, focusing on seventeen Sustainable Development Goals. The Agenda is a shared plan to transform the world in a decade and a half and, fundamentally, to encourage and ensure a dignified life for all. The Reports published for the ONU in the years 2016 and 2017 have served as a starting point for the realization of different quantitative studies. The application of mathematical tools has allowed drawing conclusions more than suggestive from the situation in which countries are, at present, and the measures to be taken to reach the levels of excellence.

Keywords: Sustainable Development Goals (SDG), Multicriteria Decision, Multilogit Model

1. Introducción

En el año 2015 la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) destacando la importancia histórica de una agenda universal que debería implicar a todos los países del mundo y que propone luchar contra la pobreza, la desigualdad y por la sostenibilidad a lo largo de una década y media.

Los ODS proponen una hoja de ruta relevante y comprensiva que ofrece una narrativa moderna del desarrollo y exige compromisos domésticos tangibles por parte de todos los países, no solo de los más pobres.

El alcance de los ODS es un gran reto, difícil pero no imposible. En primer lugar, el contenido completo de la agenda resulta exigente para cualquier país e incluso los más comprometidos con ella deberán hacer un ejercicio de priorización que concluya en un plan creíble y aplicable a lo largo de los próximos años. En segundo lugar, los mecanismos de seguimiento del proceso siguen siendo preocupantemente débiles: por un lado, las agencias internacionales que deben verificar el cumplimiento de los objetivos por parte de los países carecen de cualquier herramienta efectiva de presión; por otro, la autonomía de los países que deben aplicarlos amenaza con diluir los compromisos más complicados.

Con el propósito de dar a conocer al mundo los avances y pormenores de la puesta en marcha y funcionamiento de la llamada Agenda 2030, la ONU ha publicado dos Informes, uno en el año 2016 y otro en el 2017. Los informes proporcionan un panorama de los esfuerzos realizados. Enfatizan que un liderazgo político de alto nivel y nuevas alianzas serán esenciales para mantener el impulso. Asimismo, subrayan la necesidad de datos fiables, oportunos, accesibles y desglosados para medir el progreso, informar a quienes abordan las decisiones y garantizar que todos sean tomados en cuenta.

El año pasado, y tomando como punto de partida los Índices y Paneles de los ODS contenidos en el Informe 2016 realizamos¹ un análisis multicriterio para estudiar la posición de cada uno de los países de la OCDE en el grado de alcance de cada uno de los 17 objetivos que comprende la Agenda 2030. Se obtuvieron conclusiones realmente interesantes y se introdujo un análisis comparativo con el ranking publicado con la ONU.

En el presente año, elaboramos un modelo de decisión multicriterio complementado con un análisis econométrico, pero centrándonos exclusivamente en aquellos ODS en los que los países deben dedicar mucho más esfuerzo para alcanzarlos.

En el presente trabajo, se presentarán los principales resultados de los estudios cuantitativos que hemos realizado, se expondrá un análisis de la situación actual y se presentarán las principales conclusiones.

Es interesante destacar, a modo de aclaración, que los distintos análisis cuantitativos que hemos realizado (multicriterio y econométrico) arrojan resultados más fiables que los de los Informes publicados, debido al rigor de las herramientas matemáticas y estadísticas que se han utilizado.

¹ Fernández, G.; Escribano, M^a. C. (2017). Análisis Multicriterio del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la OCDE para 2030. Anales de ASEPUMA N^o 25.

2. Las Matemáticas al servicio de los ODS

2.1 Ordenamiento de los países de la OCDE según el grado de cumplimiento de los ODS en el horizonte 2030

Con el propósito de estudiar en qué posición se encuentran los países de la OCDE en el grado de cumplimiento de los ODS se elaboraron diversos modelos de decisión multicriterio y se utilizaron los Métodos PROMETHEE y Visual PROMETHEE.

















En un primer estudio y tomando como punto de partida los Índices y Paneles de los ODS publicados en el Informe 2016², se elaboró un modelo de decisión multicriterio. Las alternativas del modelo fueron los países de la OCDE (34 países) y se contemplaron como criterios los 17 ODS. Es importante señalar, que en nuestro modelo se consideraron no sólo los criterios principales sino también, todas sus subdivisiones, quedando un total de 79 criterios. Según el preorden completo (PROMETHEE II) los países que formaban el grupo de los 10 mejores (top ten) estaba formado por: Suecia, Noruega, Finlandia, Dinamarca, Islandia, Suiza, Alemania, Países Bajos, Canadá y Japón. Por otra parte, los únicos países de América Latina, Chile y México, se encontraban en las peores posiciones acompañados de Turquía.

Ello significa que estos últimos países serían los que, en general, deberían esforzarse más para alcanzar un nivel aceptable en el cumplimiento de los ODS en el año 2030.

Tabla 1. Ordenamiento de los países (Flujos positivos, negativos y netos)

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Suecia	◆	0,2429	0,2882	0,0454
2	Noruega	●	0,1998	0,2616	0,0618
3	Finlandia	■	0,1890	0,2662	0,0772
4	Dinamarca	■	0,1781	0,2570	0,0789
5	Islandia	●	0,1746	0,2492	0,0747
6	Suiza	◆	0,1481	0,2226	0,0745
7	Alemania	■	0,1409	0,2080	0,0671
8	Países Bajos	●	0,1113	0,2019	0,0906
9	Canadá	■	0,0871	0,1964	0,1094
10	Japón	●	0,0848	0,2295	0,1447
11	Austria	■	0,0805	0,1739	0,0933
12	Bélgica	■	0,0751	0,1740	0,0989
13	Reino Unido	◆	0,0610	0,1744	0,1134
14	Francia	■	0,0599	0,1626	0,1027
15	Australia	■	0,0567	0,1851	0,1284
16	Eslovenia	■	0,0511	0,1682	0,1171
17	Luxemburgo	●	0,0507	0,1675	0,1168

² Sachs, J. et al (2016). SDG Index and Dashboards-Global Report. New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions network (SDSN).

18	Nueva Zelanda		0,04/1	0,1/34	0,1264
19	Rep. Checa		0,0335	0,1512	0,1176
20	Irlanda		0,0153	0,1802	0,1649
21	Corea		-0,0178	0,2036	0,2214
22	Israel		-0,0256	0,1442	0,1698
23	Estonia		-0,0295	0,1505	0,1800
24	Estados Unidos		-0,0313	0,1656	0,1969
25	España		-0,0551	0,1332	0,1883
26	Portugal		-0,1059	0,1213	0,2272
27	Rep. Eslovaca		-0,1060	0,1130	0,2190
28	Italia		-0,1309	0,1082	0,2390
29	Polonia		-0,1435	0,1133	0,2568
30	Hungría		-0,1524	0,0955	0,2479
31	Grecia		-0,1595	0,0993	0,2588
32	Chile		-0,2583	0,0775	0,3358
33	Turquía		-0,4090	0,0462	0,4552
34	México		-0,4627	0,0667	0,5293

Fuente: Elaboración propia

Al comparar la clasificación obtenida mediante el uso de nuestra herramienta matemática con la clasificación de los países según el Índice Ampliado de los ODS para los países de la OCDE, se puede comprobar que los países que lideran el ordenamiento son, más o menos, los mismos, pueden cambiar entre sí una o dos posiciones. Lo mismo ocurre con los países que se encuentran al final de las clasificaciones (Véase Tabla 2).

Quizá los casos más relevantes por señalar son los de Luxemburgo y Hungría que pierden cinco puestos respecto de la clasificación del Informe, y el de Japón que, por el contrario, gana 10 puestos con relación a la misma.

La justificación de la mejora de Japón, en nuestro modelo, es que hay siete criterios en los cuales es la mejor alternativa de todas y con bastante diferencia de puntuaciones respecto del resto; ello evidentemente demuestra la fortaleza de este país frente a los demás. Si bien es cierto que Luxemburgo también alcanza los mejores resultados en algunos criterios, ese primer puesto es compartido con otros países y no es exclusivo, lo cual resta preponderancia a la hora de determinar su poder de dominación. Por su parte Hungría, es la peor alternativa con carácter absoluto en cuatro ODS, prueba evidente de su debilidad.

La comparación de los resultados del ordenamiento obtenido mediante la aplicación de los Métodos PROMETHEE con la clasificación de los países según el Índice Ampliado de los ODS para los países de la OCDE, se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2 Clasificación de los países según el Índice Ampliado de los ODS para los países de la OCDE.

Rango	País	Puntuación	Rango	País	Puntuación
1	Suecia	80.0	18	Irlanda	69.5
2	Dinamarca	78.8	19	República Checa	69.3
3	Noruega	78.5	20	Australia	69
4	Suiza	76.5	21	Estonia	68.5
5	Finlandia	74.4	22	Estados Unidos	66.7
6	Islandia	74.7	23	Israel	66.4
7	Alemania	74.7	24	República de Corea	66.3
8	Países Bajos	73.7	25	Hungría	65.2
9	Bélgica	72.4	26	España	64.3
10	Austria	72.1	27	Portugal	64.2
11	Canadá	71.8	28	República Eslovaca	63.8
12	Luxemburgo	71.6	29	Polonia	62.9
13	Reino Unido	71.3	30	Italia	62.5
14	Eslovenia	71.2	31	Grecia	60.4
15	Francia	71.1	32	Chile	58.9
16	Nueva Zelanda	70.6	33	Turquia	56.6
17	Japón	69.7	34	México	54.8

Fuente: Elaboración propia

La representación gráfica obtenida con el GAIA³, véase Figura 1, conserva un 71,1% de la información, es decir, que el 28,9% restante se pierde en la proyección al plano bidimensional. Es importante señalar que el eje de decisión π tiene una longitud considerable, al igual que los distintos criterios. Ello significa que permiten discriminar muy bien entre los distintos tipos de alternativas. El espacio de libertad del decisor representado por el conoide que aparece en la Figura 1 representa la libertad que tiene el decisor para expresar la estructura de preferencias que tiene en su mente respecto a los criterios. La representación gráfica n-dimensional del espacio de libertad permite ver el margen que dispone para expresar su estructura de preferencias y en ciertas ocasiones da lugar a estructuras matemáticas más complejas que los preórdenes tradicionales: pseudoórdenes, órdenes de intervalos y semiórdenes⁴.

La distribución de las alternativas en el plano GAIA aparece como una nube de puntos. Se observa con total claridad cómo el eje de decisión se orienta en la dirección de las alternativas

³ Mareschal, B; Brans, J.P. (1988). Geometrical representation for MCDA. European Journal of Operational Research, 34, pp. 69-77. North Holland.

⁴ Brans, J.P. (1996). The space of freedom of the decision-maker. Modelling the human brain. European Journal of Operational Research, 92, pp. 593-602.

que lideran el ordenamiento. Las peores alternativas se encuentran posicionadas en la dirección contraria.

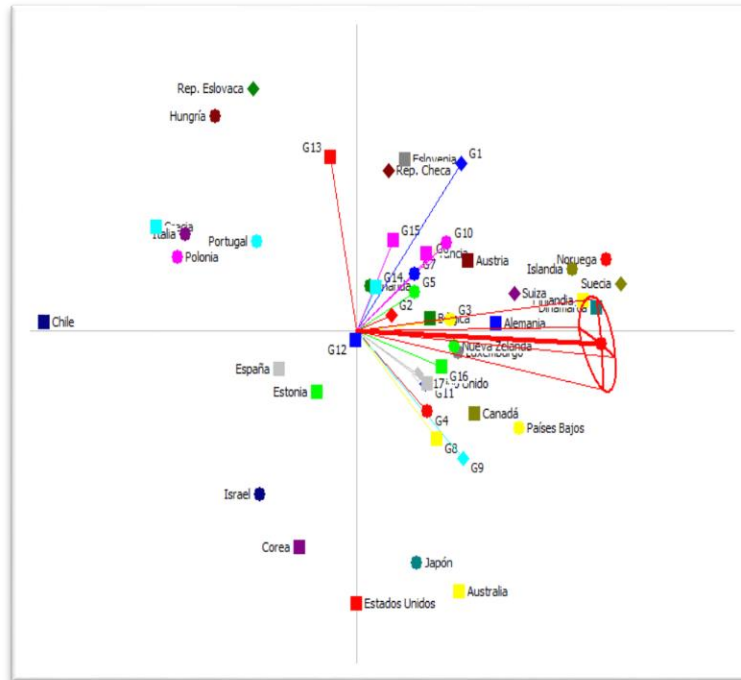


Figura 1. Representación visual del plano GAIA. Espacio de libertad del decisor

Al estudiar la robustez del modelo⁵ puede decirse que es muy fiable dado que todos los criterios poseen intervalos de estabilidad de pesos acotados. Ello significa que el modelo es perfectamente robusto⁶.

El segundo estudio se llevó a cabo recientemente y tomando como punto de partida el Informe⁷ de los Objetivos de Desarrollo Sostenible del año 2017. La nueva edición incluye medidas adicionales y revisadas de los ODS arrojando un total de 99 indicadores (20 más que en el estudio del año 2016). Asimismo, se han introducido mejoras sustanciales en la metodología y se ha ampliado la cobertura de países a nivel mundial. Como rasgo diferenciador del nuevo informe se encuentra el poner de manifiesto cómo los modelos de desarrollo de los países ricos podrían generar efectos colaterales indirectos adversos (spillover) que podrían dificultar la capacidad de gestión de los países pobres para alcanzar los ODS. La identificación de acciones orientadas a alcanzar un desarrollo sostenible es un reto que requiere la implicación de todos, razón por la cual se presenta una versión actualizada y muy rigurosa de los Índices y Paneles, incluso para los países desarrollados.

⁵ Fernández, G.; Escribano, M^a. C. (2017). Análisis Multicriterio del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la OCDE para 2030. Anales de ASEPUMA N^o 25.

⁶ Fernández Barberis, G.; Escribano Ródenas, M. C. (2006): "Desarrollo histórico del concepto de robustez en la Teoría de la Decisión: Métodos de Relaciones de Superación VS Métodos Bayesianos, en: Historia de la Probabilidad y la Estadística (III). A.H.E.P.E.; pp. 313-329.

⁷ ONU (2017). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2017. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DESA) Editorial: Lois Jensen.

En el presente estudio el conjunto de alternativas es de 35 debido a que se incorporó Letonia al grupo de los países de la OCDE. Con respecto a los criterios⁸ sólo se han considerado cuatro de los 17 ODS. No obstante, se ha procedido a la desagregación de los criterios seleccionados, teniendo un total de 22 criterios de decisión, véase Tabla 4.

Tabla 3. Países de la OCDE – Alternativas de Decisión

Alternativas	Países de la OCDE	Alternativas	Países de la OCDE
A ₁	Alemania	A ₁₈	Islandia
A ₂	Australia	A ₁₉	Israel
A ₃	Austria	A ₂₀	Italia
A ₄	Bélgica	A ₂₁	Japón
A ₅	Canadá	A ₂₂	Luxemburgo
A ₆	Chile	A ₂₃	México
A ₇	Corea, Rep.Dem.	A ₂₄	Noruega
A ₈	Dinamarca	A ₂₅	Nueva Zelanda
A ₉	Eslovenia	A ₂₆	Países Bajos
A ₁₀	España	A ₂₇	Polonia
A ₁₁	Estados Unidos	A ₂₈	Portugal
A ₁₂	Estonia	A ₂₉	Reino Unido
A ₁₃	Finlandia	A ₃₀	República Checa
A ₁₄	Francia	A ₃₁	República Eslovaca
A ₁₅	Grecia	A ₃₂	Suecia
A ₁₆	Hungría	A ₃₃	Suiza
A ₁₇	Irlanda	A ₃₄	Turquía
		A ₃₅	Letonia

Fuente: Elaboración propia

En concreto, el Panel de ODS correspondiente a los países de la OCDE muestra que todos los países ricos se enfrentan a grandes desafíos para poder alcanzar numerosos objetivos, tal y como lo señala el código⁹ rojo que poseen. Los mayores desafíos existentes en la actualidad se concentran en los cuatro objetivos en que se centrará nuestro estudio: ODS 12: Producción y consumo responsables; ODS 13: Acción por el clima; ODS 14: Vida submarina; ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres, que han sido estudiados en profundidad por la Comisión de Estadística¹⁰ y los recoge con las denominaciones siguientes:

ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

⁸ El estudio detallado de estos ODS realizado por la Comisión de Estadística puede consultarse en el Anexo de la Resolución A/RE/71/313, pp. 14-19. <http://undocs.org/A/RES/71/313> (consultada en febrero 2018).

⁹ Los nuevos Paneles incluyen, asimismo, códigos de cuatro colores (verde, amarillo, naranja y rojo) uno más que los tres que aparecían en el informe del año pasado, con el propósito de ofrecer una presentación más clara y más diferenciada del estado en el que se encuentra cada país en el logro de los diferentes objetivos.

¹⁰ El estudio detallado de estos ODS realizado por la Comisión de Estadística puede consultarse en el Anexo de la Resolución A/RE/71/313, pp. 14-19. <http://undocs.org/A/RES/71/313> (consultada en febrero 2018).

ODS 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

ODS 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

ODS 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de la biodiversidad.

Tabla 4. Criterios de Decisión

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE		Cambios respecto a 2016
ODS 12: Producción y consumo responsables	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles	
ODS 12.1	Desechos electrónicos (kg/cápita)	Nueva incorporación
ODS 12.2	Aguas residuales tratadas (%)	
ODS 12.3	Emisiones de dióxido de sulfuro (SO ₂) con base en la producción (kg/cápita)	Nueva incorporación/indicador spillover
ODS 12.4	Emisiones netas de SO ₂ importadas (kg/cápita)	Nueva incorporación
ODS 12.5	Impacto ecológico de la producción de nitrógeno (kg/cápita)	Nueva incorporación
ODS 12.6	Emisiones netas importadas de nitrógeno reactivo (kg/cápita)	Nueva incorporación/indicador spillover
ODS 12.7	Residuos sólidos municipales no reciclados (kg/persona/año)	
ODS 12.8	Residuos sólidos municipales (kg/persona/año)	
ODS 13: Acción por el clima	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	
ODS 13.1	Emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) de la energía (tCO ₂ /cápita)	
ODS 13.2	Emisiones de CO ₂ importadas, tecnología ajustada (tCO ₂ /cápita)	Nueva incorporación/indicador spillover
ODS 13.3	Vulnerabilidad al cambio climático (0-1)	
ODS 13.4	Tasa efectiva de carbono	Nueva incorporación (Sólo OCDE)
ODS 14: Vida Submarina	Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible	
ODS 14.1	Sitios marinos, área media protegida (%)	Reemplaza “Sitios marinos de importancia completamente protegidos (%)”
ODS 14.2	Índice de salud de los océanos - Biodiversidad (0-100)	
ODS 14.3	Índice de salud de los océanos – Aguas limpias (0-100)	
ODS 14.4	Índice de salud de los océanos – Pesquería (0-100)	
ODS 14.5	Poblaciones de peces sobreexplotadas o colapsadas (%)	
ODS 15: Vida de Ecosistemas Terrestres	Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de biodiversidad biológica	
ODS 15.1	Sitios terrestres, área media protegida (%)	Reemplaza “Sitios terrestres de importancia completamente protegidos (%)”
ODS 15.2	Sitios de agua dulce, área media protegida (%)	Nueva incorporación
ODS 15.3	Índice de la lista roja de supervivencia de la especie (0-1)	
ODS 15.4	Cambio anual en el área forestal (%)	
ODS 15.5	Impactos importados de la biodiversidad (especies/millones de personas)	Nueva incorporación/indicador spillover

Fuente: Elaboración propia

A pesar de la notable mejora metodológica y el enriquecimiento de las comparaciones de los datos en relación con la edición del año 2016, aún subsisten numerosas limitaciones en el permanente esfuerzo por establecer directrices para los ODS que permitan comparar

internacionalmente a los distintos países. Para un análisis completo de las limitaciones véase Bertelsmann Stiftung (2017)¹¹.

Al aplicar la metodología matemática proporcionada por el PROMETHEE, el preorden completo que se obtiene, pone de manifiesto que los países que forman el grupo de los diez mejores no son, sorprendentemente, los países más ricos. La excepción la representan Suecia y Alemania que siguen ocupando puestos elevados. Sin lugar a dudas, estos resultados nos llevan a una profunda reflexión. Los países más ricos parecen ser los menos cuidadosos con el medio ambiente y los que más efectos indirectos generan, a tal punto que entorpecen el avance y desarrollo de los países más pobres.

En el presente estudio los diez países que encabezan el ordenamiento son: Letonia, República Checa, Eslovenia, Suecia, Estonia, Hungría, Alemania, Polonia, Chile y México. Los únicos países miembros de la OCDE que pertenecen a Latinoamérica son Chile y México. Estos países quedan bien posicionados al tener en cuenta los cuatro ODS objeto de estudio, no obstante, en las clasificaciones que tienen en cuenta la totalidad de los ODS, tanto para el año 2016 como para el 2017, quedan en puestos muy rezagados.

Consideramos muy útil comparar el ordenamiento obtenido con el PROMETHEE con la clasificación de los países según los Índices de los ODS¹². La Tabla 5 muestra las valoraciones medias agregadas para cada uno de los ODS considerados, el valor medio total y la clasificación según dicha puntuación, así como el color que se le ha asignado a cada ODS en los Paneles.

Es realmente sorprendente que, pasados ya dos años de los quince previstos, a día de hoy, ningún país haya alcanzado los niveles deseados prefijados para los ODS de referencia. Asimismo, debe destacarse que la clasificación que hemos obtenido con nuestras herramientas matemáticas es mucho más fiable dado que no se han tenido en cuenta valores medios, sino la desagregación de los objetivos en todas las partidas que los componen y con sus correspondientes unidades de medida.

La representación gráfica obtenida al aplicar el GAIA, Figura 2, conserva un 71,7% de la información, es decir, que el 28,3% restante se pierde en la proyección al pasar al plano bidimensional. El eje de decisión π tiene una longitud considerable, al igual que los criterios, razón por la cual poseen un gran carácter discriminador entre buenas y malas alternativas. El espacio de libertad del decisor representado por el conoide, como ya se ha explicado en el análisis anterior, indica la libertad que posee el decisor para expresar la estructura de preferencias que subyace en su mente.

Del estudio de los intervalos de estabilidad de pesos de los criterios considerados, se deduce que el modelo es perfectamente robusto¹³; todos los criterios poseen intervalos acotados. Así pues, puede decirse que el modelo considerado es muy fiable para la toma de decisiones y que las conclusiones que de él se extraen permiten orientar respecto de los pasos futuros a seguir para lograr un alcance admisible de los ODS.

¹¹ Bertelsmann Stiftung (2017): SDG Index and Dashboards Report 2017. Global Responsibilities. International spillover in achieving the goals. GD20 editions, pp. 7-19.

¹² Bertelsmann Stiftung (2017): SDG Index and Dashboards Report 2017. Global Responsibility. Overall country scores by SDG. Pp. 64-67.

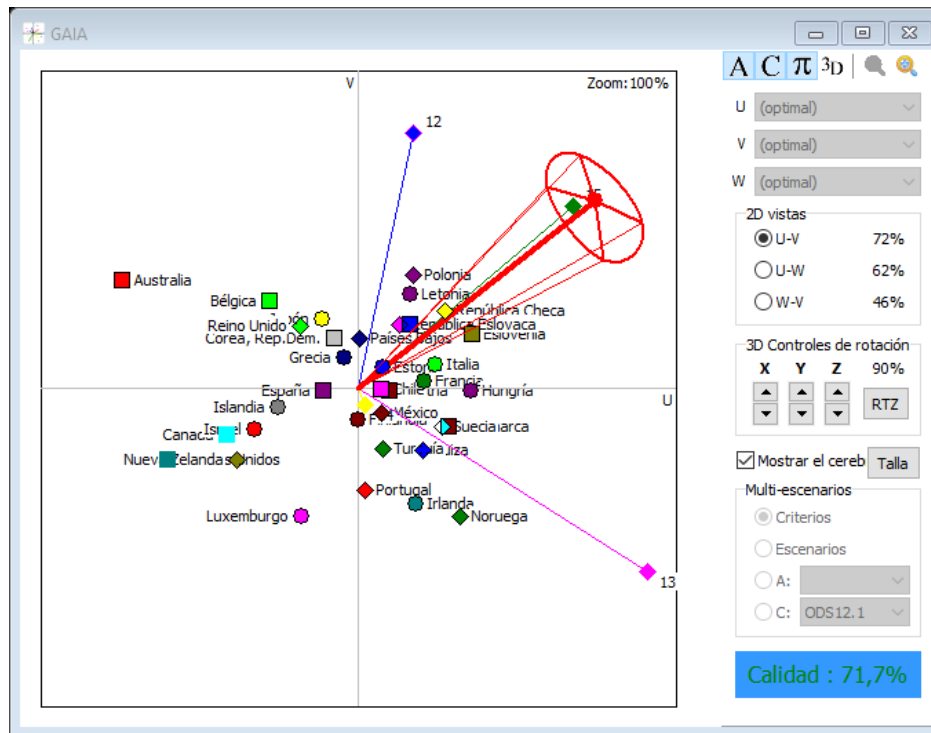
¹³ Fernández, G. (2006). "Robustness Analysis: A powerful tool in the Multiple Criteria Decision Making Field". Newsletter of the European Working Group Multicriteria Aid of Decision. Vol. 3, N° 13; pp. 3-9.

Tabla 5. Ordenamiento según valoraciones medias agregadas vs. PROMETHEE

ODS País	ODS 12	ODS 13	ODS 14	ODS 15	ODS Media	Ranking	Ranking PROMETHEE
Letonia	72	78,8	57,2	78,3	71,57	4	1
República Checa	70,4	85	n.d.	84,1	79,8	2	2
Eslovenia	61,4	88,3	54,9	80,5	71,27	5	3
Suecia	57,7	80,1	59,9	63,1	65,2	14	4
Estonia	60,9	75,1	74,4	78,7	72,27	3	5
Hungría	68,9	92,3	n.d.	79,8	80,33	1	6
Alemania	55	84,3	49,3	77,4	66,5	9	7
Polonia	72,6	82,9	31,2	83,9	67,65	7	8
Chile	73,5	89,7	52,3	48,7	66,05	11	9
México	73,3	85	61,1	42	65,35	13	10
Francia	56,7	79,2	58,5	73,4	66,95	8	11
Italia	56,7	75,7	47,6	78,2	64,55	17	12
República Eslovaca	64	68	n.d.	77,4	69,8	6	13
República de Corea	64,8	79,8	49,7	48,3	60,65	26	14
Finlandia	53,5	68,7	76	67,6	66,45	10	15
Países Bajos	52,1	65,9	49,5	74,6	60,52	27	16
Dinamarca	55,7	83,3	42,4	79,1	65,12	15	17
Austria	51,8	76,8	n.d.	68,3	65,63	12	18
Noruega	38,1	79,9	65,6	67	62,65	20	19
Japón	55,5	80	59	64,9	64,85	16	20
Bélgica	52,8	75	58,8	64,8	62,85	19	21
Reino Unido	51,6	74,9	52,7	64,5	60,92	25	22
Suiza	36,7	81,9	n.d.	66,5	61,7	24	23
Turquía	68,6	82,9	47,2	48	61,72	23	24
Grecia	46,4	70,6	57,9	73,6	62,12	22	25
España	60,8	84,9	45,3	58,3	62,32	21	26
Portugal	55,5	86,3	50,2	48,9	60,22	28	27
Irlanda	46,9	85,7	48,1	74,6	63,82	18	28
Nueva Zelanda	54,8	83,8	51,8	28,6	54,3	30	29
Israel	47,2	83,1	35,1	31,3	49,17	33	30
Australia	50,7	30,1	59,9	55	48,92	34	31
Islandia	51,8	85,3	30	37,3	51,1	32	32
Canadá	52,7	66	54,9	51,2	56,2	29	33
Luxemburgo	34,3	72,8	n.d.	50,9	52,66	31	34
Estados Unidos	38,2	54,2	45,8	44,6	45,7	35	35

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Plano GAIA. Espacio de libertad del decisor



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se ha llevado a cabo un análisis de regresión logística multinomial, con el propósito de estudiar sobre qué variables se podría actuar para determinar la probabilidad de mejora en los objetivos considerados. Se ha utilizado un modelo multilogit dado que la variable dependiente es una variable cualitativa que está clasificada en 4 niveles, representados por diferentes colores según el grado de cumplimiento de los objetivos. De esta forma, el nivel 1 corresponde al color verde y significa que se han cumplido los objetivos; el nivel 2 se identifica con el color amarillo, el nivel 3 con el color naranja, y el nivel 4 con el color rojo. La asignación de colores a cada nivel, en este modelo multilogit, se ha efectuado en correspondencia con la asignación de colores en los Paneles de los ODS y del análisis multicriterio previamente realizado.

Si bien son numerosas las variables explicativas que pueden utilizarse en este modelo, en nuestro estudio, además de los diferentes objetivos se han considerado las siguientes: el producto interior bruto (GDP), el índice de desempeño ambiental (EPI), el índice de desarrollo humano (HDI) y el índice de competitividad global (GCI).

En función de los resultados obtenidos para el modelo multilogit, se aprecia que en ninguno de los casos las variables son estadísticamente significativas, para un nivel de significación del 5%. Aunque podría concluirse, pensando en el signo de los parámetros estimados, que, con carácter general, mejoras en el índice de competitividad global contribuirían al aumento de la probabilidad de mejora en los diferentes objetivos. No obstante, debe señalarse que el resto de las variables no ejerce la misma influencia en la probabilidad de mejora de los objetivos.

Para una mejor comprensión de los efectos direccionales de los coeficientes, así como del efecto que los cambios en las variables explicativas ejercen sobre la probabilidad asociada a

cada nivel, se llevó a cabo un análisis de los efectos marginales y las elasticidades a partir de los valores medios muestrales de cada una de las variables.

De los resultados obtenidos se deduce que las elasticidades y los efectos marginales no son estadísticamente significativos para ninguno de los objetivos, con independencia del nivel en el que se encuentren.

Finalmente, si se utilizan los valores medios muestrales de cada una de las variables explicativas del modelo multilogit, el modelo predice que el nivel 1 de cada uno de los objetivos no se va a alcanzar en un futuro próximo, en ninguno de los países de la OCDE. Esta conclusión es bastante preocupante, y debería llevar a los países a una profunda reflexión respecto de cuáles deben ser los pasos a seguir para alcanzar los niveles deseables de los ODS.

3. Conclusiones

La metodología multicriterio utilizada para realizar el presente trabajo permite asegurar un modelo perfectamente robusto que consolida el ordenamiento de los países de la OCDE según el grado de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para la Agenda 2030. El ordenamiento que hemos obtenido guarda similitud al que se publica en el Informe 2016 de la ONU, aunque las diferencias fueron detalladamente explicadas y justificadas en el trabajo que publicamos en el año 2017.

Asimismo, el modelo multicriterio resultante del estudio realizado en el presente año 2018, ofrece otro modelo perfectamente robusto, aunque se hayan contemplado sólo los ODS 12, 13, 14, y 15. Las alternativas, los 35 países de la OCDE (uno más que en el año 2016), fueron ordenadas y el preorden completo que hemos obtenido guarda similitudes con la clasificación publicada por la ONU en el Informe 2017.

Los resultados del modelo multilogit utilizado en el último estudio realizado, tomando como punto de referencia la información publicada en el Informe 2017, refleja un panorama desolador respecto al grado de cumplimiento de los ODS en el horizonte 2030. Ninguna de las variables utilizadas es estadísticamente significativa, aunque, con carácter general, podría decirse que mejoras en el índice de competitividad global contribuirían al aumento de la probabilidad de mejora en el resto de los objetivos. Se observa, también, que mejoras en el ODS 14 podrían influir positivamente en los demás objetivos, aunque no de forma sustancial.

Teniendo en cuenta que el tiempo es limitado y que el trayecto que queda por recorrer a cada país es arduo, complejo y lleno de dificultades, esperamos que los gobiernos, las empresas y la sociedad en general, sean conscientes de la importancia del reto que afrontan, y se adopten las medidas necesarias para llegar a las metas propuestas.

Referencias

- [1] BERTELSMANN STIFUNG. *SDG Index and Dashboards Report 2017. Global Responsibilities. International spillover in achieving the goals*. GD20 editions, pp. 7-19, 2017.
- [2] BERTELSMANN STIFUNG. *SDG Index and Dashboards Report 2017. Global Responsibility. Overall country scores by SDG*. pp. 64-67, 2017.

- [3] BRANS, Jean Pierre. *The space of freedom of the decision-maker. Modelling the human brain.* European Journal of Operational Research, 92, pp. 593-602, 2006.
- [4] COMISIÓN DE ESTADÍSTICA DE LA ONU. *Anexo de la Resolución A/RE/71/313*, pp. 14-19. <http://undocs.org/A/RES/71/313>, 2018.
- [5] FERNÁNDEZ BARBERIS, Gabriela. *Robustness Analysis: A powerful tool in the Multiple Criteria Decision Making Field.* Newsletter of the European Working Group Multicriteria Aid of Decision. Vol. 3, Nº 13; pp. 3-9, 2006.
- [6] FERNÁNDEZ BARBERIS, Gabriela.; ESCRIBANO RÓDENAS, María del Carmen. *Análisis Multicriterio del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la OCDE para 2030.* Anales de ASEPUMA Nº 25, 2017.
- [7] FERNÁNDEZ BARBERIS, Gabriela.; ESCRIBANO RÓDENAS, María del Carmen. *Desarrollo histórico del concepto de robustez en la Teoría de la Decisión: Métodos de Relaciones de Superación VS Métodos Bayesianos*, en: Historia de la Probabilidad y la Estadística (III). A.H.E.P.E.; pp. 313-329, 2006.
- [8] MARESCHAL, Bertrand; BRANS, Jean Pierre. *Geometrical representation for MCDA.* European Journal of Operational Research, 34, pp. 69-77. North Holland, 1988.
- [9] ONU. *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2017.* Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DESA) Editorial Lois Jensen, 2017.
- [10] SACHS, Jeffrey. *SDG Index and Dashboards-Global Report.* New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions network (SDSN), 2016.

Sobre las autoras:

Nombre: Gabriela Mónica Fernández Barberis

Correo Electrónico: ferbar@ceu.es

Institución: Departamento de Matemática Aplicada y Estadística, Universidad San Pablo CEU, Madrid, España.

Nombre: María del Carmen Escribano Ródenas

Correo Electrónico: escrod@ceu.es

Institución: Departamento de Matemática Aplicada y Estadística, Universidad San Pablo CEU, Madrid, España.

Nombre: María del Carmen García Centeno

Correo Electrónico: garcen@ceu.es

Institución: Departamento de Matemática Aplicada y Estadística, Universidad San Pablo CEU, Madrid, España.

