



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS



Universidad
Nacional
de Córdoba

REPOSITORIO DIGITAL UNIVERSITARIO (RDU-UNC)

Métodos de clasificación y ordenamiento aplicados a la medición del bienestar social de países latinoamericanos

Josefina Racagni, Mariana Funes

Capítulo del Libro Aplicación de multi-metodologías para la gestión y evaluación de sistemas sociales y tecnológicos. Tomo I, 1^º ed. publicado en 2013 – ISBN 978-987-1436-73-6



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO APLICADOS A LA MEDICIÓN DEL BIENESTAR SOCIAL DE PAÍSES LATINOAMERICANOS

RACAGNI, JOSEFINA

MARIANA FUNES

Palabras Clave: Clasificación no supervisada, TOPSIS, Bienestar Social, Latinoamérica.

1. INTRODUCCIÓN

El grado de Bienestar Social alcanzado por un país ha sido con frecuencia asociado con su grado de desarrollo económico, y por tanto, con el nivel de generación de riquezas. En ese sentido, el Producto Bruto Nacional per cápita (u otras medidas similares), suelen considerarse buenos indicadores de desarrollo. Sin embargo, los indicadores económicos puros no son capaces de reflejar de manera adecuada la naturaleza multidimensional del desarrollo humano.

La Organización Mundial de la Salud, en un intento por definir este concepto, lo asocia a un *conjunto de factores que participan en la calidad de la vida de las personas y aportan a su existencia elementos que dan lugar a su tranquilidad y satisfacción*, y define a la “Calidad de Vida” como *la percepción personal de un individuo de su lugar en la vida, dentro del contexto cultural y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus valores e inquietudes*. Influyen en este segundo concepto un conjunto muy amplio de factores tales como la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales y su relación con los elementos esenciales de su entorno, por lo que nuevamente se trata de un concepto abstracto e impreciso. Sin embargo, estas dos últimas aproximaciones, nos sugieren que el Bienestar Social se vincula estrechamente con un estado de satisfacción y realización de los individuos que integran una sociedad, influido por su estado de salud (físico y psicológico), por factores culturales, por el bienestar económico que goza la sociedad en cuestión y por consideraciones relacionadas con la forma en que la riqueza generada se distribuye entre sus habitantes.

En virtud de estas consideraciones, podemos afirmar que definir al Bienestar Social en forma positiva resulta extremadamente complejo y conlleva un alto grado de subjetividad. Por consiguiente, optamos por estudiar este fenómeno indirectamente a través del análisis de un conjunto de indicadores que representan las exteriorizaciones de tales conceptos, en forma similar a lo que realiza el Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a través del Índice de Desarrollo Humano (IDH).

El Índice de Desarrollo Humano, calculado anualmente desde 1990, se computa como el promedio ponderado de tres indicadores (representativos de otros tantos atributos socioeconómicos):

1. Longevidad: reflejada por la Esperanza de Vida al nacer.
2. Estándar de vida: basado en el Producto Bruto Interno per cápita medido en Dólares Paridad Poder Adquisitivo.
3. Logros educativos: calculado como un promedio ponderado de otros dos sub-indicadores: i) Tasa de alfabetización de adultos; ii) Tasa bruta combinada de matriculación primaria, secundaria y terciaria.

En este trabajo intentamos evaluar el bienestar social de los países latinoamericanos, contemplando el conjunto de indicadores empleados en el cálculo del IDH, e incorporando otros que permitan aportar más información sobre los aspectos medidos y puedan captar otras dimensiones no consideradas en el cálculo de este índice, como el impacto en el medio ambiente, el acceso a la tecnología y la calidad de la gobernabilidad. En una primera etapa, utilizamos métodos de clasificación no supervisada, particularmente, los métodos K-means y Jerárquico, obteniendo tres grupos de países con características similares respecto de los indicadores seleccionados. En una segunda etapa, recurrimos al método multiatributo TOPSIS para ordenar los países de cada grupo en sentido decreciente de su grado de bienestar social y de esta manera obtener un ranking de todos ellos.

Se hace constar que el texto base de este capítulo ha sido presentado en carácter de full paper en el congreso de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa (XXIV ENDIO - XXII EPIO), realizado durante el año 2011 en la localidad de Río Cuarto, Provincia de Córdoba. Oportunidad en la que fue sometido a referato y aceptado por la comisión científica del evento.

En el apartado siguiente presentamos los indicadores que utilizamos para evaluar el bienestar social de los países. En el punto 3 describimos la metodología que proponemos para agrupar y ordenar los

países y los resultados de la aplicación de los métodos. En el punto 4 presentamos las consideraciones finales y en el punto 5, las referencias.

2. INDICADORES QUE INCIDEN EN EL BIENESTAR SOCIAL

Sin pretender abarcar la totalidad de los aspectos relevantes, en la presente aplicación consideraremos los siguientes atributos e indicadores¹:

Atributo Salud

Podemos considerar que la posibilidad de vivir una vida larga y saludable contribuye a un mayor nivel de Bienestar. Los indicadores seleccionados para caracterizar este atributo son la Esperanza de Vida al Nacer (EVN), el Gasto en Salud per Cápita, medido en U\$S de Paridad de Poder Adquisitivo (GS) y la Tasa de Mortalidad Infantil (TMI).

Atributo Educación

Una adecuada educación no sólo es un símbolo de Bienestar Social en sí mismo, sino que representa también la posibilidad de mejoramiento a futuro. Los indicadores representativos de este atributo son: la Tasa de Alfabetización de Adultos (TAA) y la Tasa Bruta Combinada de Matriculación Primaria, Secundaria y Terciaria (TBC).

Atributo Estándar de Vida

Aunque la creación de riquezas pueda ser objetable como única medida de desarrollo, es indudable que contribuye a hacer posible el aumento de la calidad de vida de la población. Consideramos como representativo de este atributo el Producto Bruto Interno per Cápita, medido en U\$S de Paridad de Poder Adquisitivo (PBI).

Atributo Acceso a la Tecnología

Para considerar el acceso de la población a los beneficios generados por la tecnología en términos de telecomunicaciones, aspecto que contribuye a mejorar la calidad de vida, consideramos los indicadores Líneas de Telefonía Celular (LTC) y Usuarios de Internet (UI).

¹Esta selección ha estado condicionada por la disponibilidad de información, que no siempre es todo lo completa que hubiéramos deseado.

Atributo Impacto Medioambiental

Si deseamos tener en cuenta la sustentabilidad y capacidad de conservar el nivel de Bienestar Social alcanzado, no sólo para nuestra generación, sino especialmente para el futuro, no podemos ignorar el efecto que sobre el medio ambiente tiene el accionar del hombre, aspecto que indudablemente impacta sobre la calidad de vida presente y futura de la población. El indicador considerado para representar esta dimensión del Bienestar Social es Emisiones de Dióxido de carbono per Cápita (ECO2).

Atributo Calidad de la Gobernabilidad

Se ha comprobado que existe una fuerte relación de causalidad entre la buena gobernabilidad y mejores resultados de desarrollo tales como mayores niveles de ingreso, menor mortalidad infantil, mayor alfabetización, considerándola, en términos generales, como las tradiciones e instituciones por las cuales se ejerce la autoridad de un país. A fin de medir las consecuencias de la gobernabilidad o la falta de ella para el desarrollo, empleamos dos agregados elaborados por el Banco Mundial en su reporte Governance Matters², Efectividad Gubernamental (EG) y Calidad Regulatoria (CR), construidos en base a las percepciones de los residentes de un país, empresarios, expertos, inversores externos y la sociedad civil en general.

La Tabla 1 resume los indicadores seleccionados según el atributo que intenta medir, la codificación asignada, la clasificación de los mismos en positivos o negativos en virtud de considerar si mayores valores de los indicadores son deseables o no, en término de aumentar el grado de bienestar social y las fuentes utilizadas para la obtención de los datos³.

Tabla 1: Codificación y clasificación de los indicadores seleccionados

Atributo	Indicador	Código del indicador	Clasificación	Fuente
Salud	Esperanza de vida al nacer (2000-2005)	EVN	Positivo	Informe sobre Desarrollo

² Kaufman, et al. 1999

³ En el Anexo I al final del Trabajo se ofrece un detalle de todos los indicadores seleccionados y en el Anexo II se presenta la base de datos.

Salud	Gasto en salud per cápita U\$S PPP (2004)	GS	Positivo	Humano 2007-2008
Salud	Tasa de Mortalidad Infantil (2005)	TMI	Negativo	
Educación	Tasa de alfabetización de adultos (1995-2005)	TAA	Positivo	
Educación	Tasa bruta combinada de matriculación primaria,	TBC	Positivo	
Estándar de vida	PBI per Cápita U\$S PPP (2005)	PBI	Positivo	
Uso de tecnología	Líneas de telefonía celular (cada 1000 habitantes) (2005)	LTC	Positivo	
Acceso a la tecnología	Usuarios de internet (cada 1000 habitantes) (2005)	UI	Positivo	
Impacto Medioambiental	Emisiones de dióxido de carbono per cápita (2004)	ECO2	Negativo	
Calidad de Gobernabilidad	Indicador de Efectividad Gubernamental	EG	Positivo	Cuestiones de Gobernabilidad V (Banco Mundial) ⁴
Calidad de Gobernabilidad	Indicador de Calidad Regulatoria (2005)	CR	Positivo	

3. ANALISIS DE LOS PAISES SEGÚN SU BIENESTAR SOCIAL

Antes de avanzar en el desarrollo del tema consideramos oportuno establecer la terminología y notación utilizada.

Sea A el conjunto de m países a estudiar. Consideraremos que el desempeño de cada país depende de un conjunto J de n indicadores,

⁴ Governance Matters V. Acceso al documento y la base de datos en <http://worldbank.org/wbi/governance>.

de tal manera que x_{ij} representará el desempeño del país i respecto del indicador j , para $i: 1, 2, \dots, m$ y $j: 1, 2, \dots, n$.

El conjunto de datos será representado por la matriz $\mathbf{X} = [x_{ij}]$.

Cada vector fila de la matriz representará un país $\mathbf{a}_i = x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$,

y cada vector columna, un indicador $\mathbf{j}_j = [x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}]$.

3.1. Metodología para la obtención de los grupos⁵:

Las técnicas de agrupamiento permiten descomponer una estructura compleja de los datos en partes que puedan ser explicadas más fácilmente. Determinado un cierto número de grupos, es posible encontrar patrones que los caractericen. Técnicamente, los algoritmos de clasificación no supervisada buscan encontrar una estructura en los datos sin considerar un objetivo en particular, conformando grupos de observaciones con características similares dentro de cada uno de ellos. Existe una gran variedad de algoritmos para agrupar datos. Se los puede clasificar, en algoritmos particionantes y jerárquicos.

En los particionantes se asume que el número final de grupos es conocido y todas las observaciones se clasifican de manera que pertenezcan a uno y sólo uno de estos grupos internamente homogéneos.

En los jerárquicos, las observaciones se van agrupando (cuando estos son aglomerativos)⁶, en función de algún criterio de similitud, estableciendo niveles, de tal manera que los grupos de los niveles superiores contienen observaciones de los grupos de niveles inferiores. Estas técnicas difieren por las diferentes definiciones de distancia o semejanza que utiliza la regla de asignación de objetos a un conglomerado.

Una de las principales características de los procedimientos de agrupamiento jerárquicos, es que la ubicación de un objeto a un grupo es irrevocable, es decir, una vez que un objeto se ubicó en un grupo, no cambia su ubicación. En los particionantes, en cambio, la asignación de una observación a un grupo es tentativa y puede ser modificada.

⁵ Esta sección se basa en el apartado "Métodos de Clasificación no Supervisada" de Stimolo, Funes (2009).

⁶ También existen métodos jerárquicos divisivos.

3.1. Métodos clásicos

3.1.1. De partición

El algoritmo K -means es uno de los algoritmos particionantes más utilizados. El nombre hace referencia a que en el algoritmo se fija un número (k) de grupos, que son determinados de acuerdo a la proximidad de los datos (según la métrica utilizada).

Partiendo de una muestra con m observaciones y n variables (indicadores), el objetivo es dividir la muestra en un número K (prefijado) de grupos. El algoritmo puede resumirse en cuatro etapas:

1. En una primera etapa se seleccionan aleatoriamente K puntos como semillas del centro de cada grupo.
2. Se asigna cada observación al centro de grupo más cercano, considerando en general la distancia euclídea como medida de proximidad.
3. Secuencialmente, se recalculan las coordenadas del nuevo centro de grupo (tanto del centro del grupo que recibe una nueva observación, como del que la pierde), a partir de un criterio de optimalidad que permita comprobar una mejora del mismo al reasignar algunas observaciones.
4. El proceso termina cuando no es posible mejorar el criterio de optimalidad.

Para comprobar la estabilidad de los conglomerados logrados, es común correr nuevamente el procedimiento con distintos puntos semilla.

3.1.2. Jerárquicos

En los métodos jerárquicos la matriz de datos $m \times n$ (m observaciones estudiadas y n variables), debe ser transformada en una matriz de proximidad o similaridad ($m \times m$) que mide la semejanza o la distancia entre pares de observaciones i, j para $i = 1, \dots, m$ y $j = 1, \dots, m$. La distancia más utilizada si las variables son continuas, es la euclídea.

Los algoritmos aglomerativos⁷, parten de las observaciones individuales y las van agregando en grupos:

1. Inicialmente, comienzan con tantos grupos como observaciones, m , y las distancias entre grupos coincide con las distancias de la matriz inicial.
2. Se seleccionan las dos observaciones más próximas (las que reflejan la mínima distancia de la matriz), y con ellas se forma un grupo.

⁷ Son los más utilizados y requieren menos tiempo de cálculo.

3. Se sustituyen estos dos elementos por uno nuevo que represente al grupo, considerando algún criterio: ligamento simple o vecino más cercano, ligamento completo o vecino más alejado, vinculación promedio, método del centroide, entre los más conocidos.
4. Se calcula una nueva matriz de distancias considerando este nuevo representante del grupo.
5. Se repiten los pasos 3 y 4 hasta que todas las observaciones formen un solo grupo.

3.1.1. Determinación de los Grupos

Previo a la determinación de los grupos se realizó un Análisis de Componentes Principales de manera de identificar los indicadores más relevantes en el conjunto de datos. Según este análisis, el PBI per cápita, la Efectividad Gubernamental, la Esperanza de Vida al Nacer y la Tasa de Mortalidad Infantil resultaron ser los indicadores con más peso en el cálculo de la primera componente, que explica el 56,4 % de la Varianza total. (Ver Anexo III).

Para la determinación de los grupos utilizamos los algoritmos clásicos de K-means y clasificación jerárquica utilizando el criterio de vinculación promedio inter-grupos, en ambos casos empleando distancias euclídeas. Los datos fueron procesados con el software SPSS 15 y optamos por clasificar los países en tres grupos. La clasificación obtenida por ambos métodos fue la misma y se presenta en la Tabla 2.

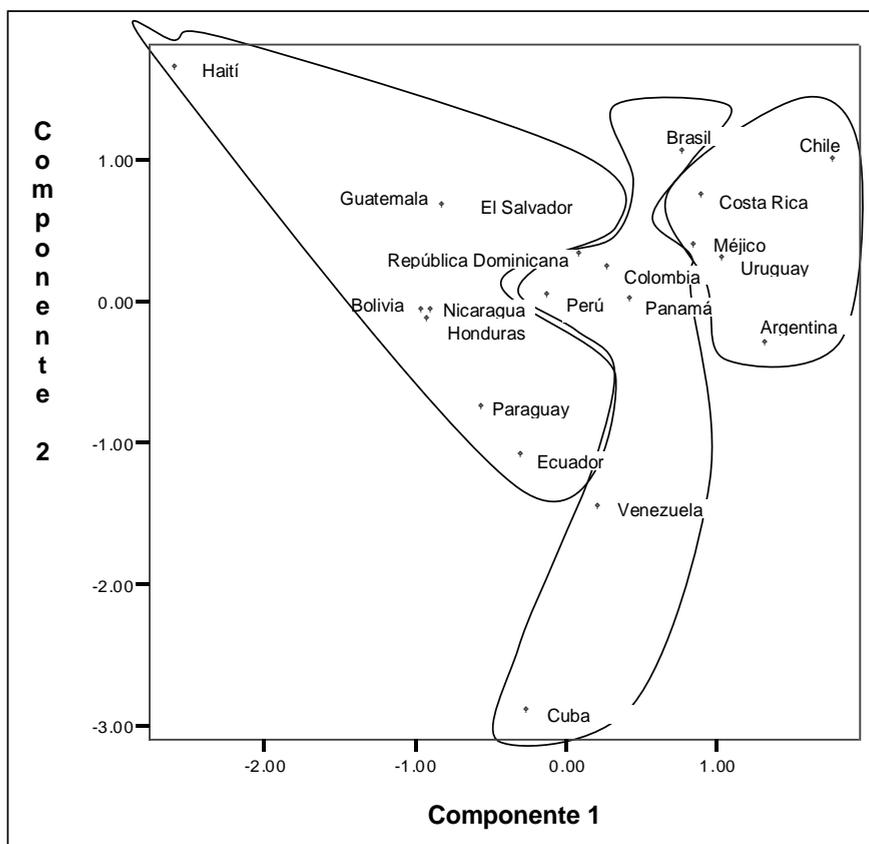
Tabla 2: Clasificación de los países en tres grupos

Grupo I	Grupo II	Grupo III
Argentina	Brasil	Bolivia
Chile	Colombia	Ecuador
Costa Rica	Cuba	El Salvador
Méjico	República Dominicana	Guatemala
Uruguay	Panamá	Haití
	Perú	Honduras
	Venezuela	Nicaragua
		Paraguay

La asignación del número del grupo responde a un ordenamiento natural en relación al grado de bienestar social, de manera que los países del Grupo I gozan de mayor bienestar social que los siguientes y los del Grupo II, de mejor bienestar social que los del Grupo III.

El siguiente gráfico de dispersión presenta al conjunto de países analizado respecto a las dos primeras componentes principales.

Gráfico 2: Diagrama de dispersión de los países respecto a las componentes 1 y 2



Para caracterizar los grupos calculamos medidas descriptivas (media aritmética, desviación típica y coeficiente de variación), las que pueden consultarse en la Tabla 3.

Tabla 3: Medidas descriptivas de los indicadores por grupo

	Grupo I			Grupo II			Grupo II		
	Media	Desviación típica	Coefficiente de Variación	Media	Desviación típica	Coefficiente de Variación	Media	Desviación típica	Coefficiente de Variación
	11440.00	1778.83	0.16	7171.29	979.69	0.14	3799.00	1158.23	0.30
	95.24	2.23	0.02	91.57	4.37	0.05	79.05	12.57	0.16
	82.02	7.58	0.09	80.73	6.10	0.08	70.33	9.10	0.13
	76.10	1.77	0.02	72.59	2.57	0.04	68.26	5.03	0.07
	14.00	5.24	0.37	20.00	7.92	0.40	36.75	21.56	0.59
	805.00	271.80	0.34	549.71	456.52	0.83	239.38	89.68	0.37
	2.98	1.32	0.44	2.43	1.89	0.78	0.95	0.57	0.60
	453.20	162.91	0.36	349.71	177.11	0.51	275.88	129.71	0.47
	195.40	33.67	0.17	119.71	63.23	0.53	54.75	23.61	0.43
	0.36	0.59	1.62	-0.41	0.40	0.99	-0.81	0.31	0.39
	0.39	0.73	1.87	-0.38	0.76	1.99	-0.52	0.40	0.76

Del análisis de los valores medios de los indicadores de cada grupo, se advierte que en el Grupo I se encuentran los países que comparten los mejores valores para todos los indicadores, excepto en el caso de las emisiones de dióxido de carbono per cápita, para las que se registra el valor promedio menos deseado. Este grupo está formado por países con alto PBI per cápita, mejores niveles de gasto en salud, de esperanza de vida al nacer y de calidad gubernamental y con un alto número de usuarios de Internet cada 1000 habitantes.

El Grupo II reúne países de PBI per cápita medio, buena tasa de matriculación de adultos, esperanza de vida al nacer relativamente alta y una tasa de mortalidad infantil que sin ser la mejor, difiere bastante de la que corresponde a los países que forman parte del Grupo III.

Por último, el Grupo III está conformado por países de PBI per cápita bajo y con peor desempeño en el atributo Salud, que se refleja en un bajo gasto en salud, una alta tasa de mortalidad infantil y la esperanza de vida al nacer más baja en comparación con el resto de los países latinoamericanos.

3. 2. Metodología para ordenar los países que conforman cada grupo

Para ordenar los países dentro de cada grupo, utilizamos el método TOPSIS (**T**echnique for **O**rdery by **S**imilarity to **I**deal **S**olution)⁸, que se basa en un postulado con respecto al comportamiento humano denominado “axioma de elección de Zéleny”, que Barba Romero y Pomerol (1997, pp. 244) enuncian como: *es racional elegir una alternativa lo más próxima a la ideal o lo más lejana del anti-ideal.*

Este enfoque plantea dos ideas fundamentales:

- La fijación de puntos o soluciones de referencia de existencia no real: una solución o alternativa “ideal” (a^+) y una solución o alternativa “anti-ideal” (a^-) que, dado un conjunto con m alternativas (observaciones) evaluadas en término de n indicadores y una matriz \mathbf{X} cuyos elementos x_{ij} reflejan el desempeño de la alternativa i respecto al indicador j , se definen como:

$$a^+ = [x_{i1}^+, x_{i2}^+, \dots, x_{in}^+] \quad \text{y} \quad a^- = [x_{i1}^-, x_{i2}^-, \dots, x_{in}^-]$$

donde x_j^+ y x_j^- representan los niveles más y menos deseados para el indicador j , respectivamente.

- La noción de proximidad que se materializa por medio de funciones de distancia.

El método construye un índice de similaridad a la alternativa ideal, combinando la proximidad a la alternativa ideal y la lejanía a la alternativa anti-ideal (según la métrica utilizada) que permite establecer una ordenación del conjunto de alternativas sujeto a evaluación, aplicando los siguientes pasos:

1. Determinada una matriz con las medidas del desempeño de cada alternativa “ i ” con respecto a cada indicador “ j ” ($\mathbf{X} = [x_{i,j}]$), normalizar las evaluaciones $x_{i,j}$ y obtener la matriz de los valores normalizados $r_{i,j}$:

$$\mathbf{R} = [r_{i,j}]$$

2. Determinar la ponderación asociada a cada indicador, w_j (que puede considerarse como una medida de su importancia relativa).

3. Multiplicar la j -ésima columna de \mathbf{R} por la ponderación correspondiente (w_j), obteniendo la matriz \mathbf{V} :

$$\mathbf{V} = [w_j \cdot r_{i,j}] = [v_{i,j}]$$

Cada alternativa queda caracterizada por una fila de la matriz \mathbf{V} representada por el vector $\mathbf{v}_i = [v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}]$.

4. Definir los vectores asociados a las alternativas ideal (\mathbf{v}^+) y anti-ideal (\mathbf{v}^-):

⁸ Ver Hwang, Ch-L.; Lai, Y-J; Liu, T-Y (1994)

$$\mathbf{v}^+ = [v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+] \quad \wedge \quad \mathbf{v}^- = [v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-]$$

5. Calcular las distancias de cada alternativa en evaluación a las alternativas Ideal y Anti-ideal:

$$S_i^+ = d_p \mathbf{v}_i, \mathbf{v}^+ \quad \wedge \quad S_i^- = d_p \mathbf{v}_i, \mathbf{v}^-$$

6. Calcular el "ratio de similitud a la alternativa ideal" como:

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$

Este indicador varía en el intervalo $[0,1]$, con $C_i = 0$ para $\mathbf{a}_i = \mathbf{a}^-$ y $C_i = 1$ para $\mathbf{a}_i = \mathbf{a}^+$.

7. Ordenar las alternativas en orden decreciente del Índice de Similitud a la alternativa ideal C_i .

Existen diferentes versiones del método que dependen:

- del procedimiento que se utilice para normalizar los datos (de manera que la suma de los diferentes indicadores tenga sentido),
- del método que se emplee para obtener los pesos relativos de los indicadores que se agregan,
- de la función de distancia seleccionada.

En la presente aplicación:

- Normalizamos los indicadores con el método de fracción del módulo del vector asociado al indicador correspondiente.
- Para establecer las ponderaciones de cada atributo, teniendo en cuenta que las componentes principales son nuevas variables que conservan la variabilidad de las variables originales y la varianza generalizada de las componentes es igual a la original, utilizamos los pesos de los indicadores en la primera componente, en valor absoluto, y los normalizamos con el método de fracción de la suma.
- Utilizamos la distancia euclídea para calcular las proximidades a las alternativa ideal y anti-ideal.

3.2.1. Resultados de la aplicación del método TOPSIS

Los valores para los ponderadores asociados a cada indicador se exponen en la Tabla V. Los indicadores con mayor peso relativo, en la presente aplicación, resultaron el PBI per cápita, la Efectividad Gubernamental, la Esperanza de Vida al Nacer, la Tasa de Alfabetización de Adultos y la Tasa de Mortalidad Infantil.

En las Tablas 6 a 8 presentamos los países ordenados aplicando TOPSIS en cada uno de los grupos, utilizando el mismo conjunto de ponderaciones en todos los grupos.

En virtud de considerar que los grupos 1 a 3 reflejan un ordenamiento en relación al nivel de Bienestar Social de los países que los integran, en las tablas especificamos el lugar que le corresponde al país según el ordenamiento dentro del grupo al que pertenece (Columna 2) y el lugar que se le asigna al país con la intención de establecer un orden general de todos los países (Columna 1).

Tabla 5: Ponderaciones de los indicadores empleados en el análisis

Indicador	w_j	Indicador	w_j
PBI	0,113	ECO2	0,070
TAA	0,098	LTC	0,087
TBM	0,083	UI	0,086
EVN	0,102	EG	0,102
TMI	0,096	CR	0,074
GS	0,089		

Al analizar los índices obtenidos para cada grupo de países, observamos que, si bien los valores del índice pueden oscilar entre 0 y 1 (valores que asumen las alternativas anti-ideal e ideal, respectivamente), la diferencia entre los valores de los índices de los 5 países del Grupo 1 es de 0,4152, entre los 7 países del Grupo 2 es de 0,0824 y entre los 8 países del Grupo 3 es de 0,7141, reflejando poca diferenciación entre los países del grupo 2, y una menor homogeneidad dentro de los grupos 1 y 3.

Las columnas 5 y 6 de cada tabla registran las diferencias en el índice entre países consecutivos y las razones porcentuales de las mismas en término del rango de variación total del índice, respectivamente. En función de la magnitud de la diferencia, podríamos identificar países que gozan de un mayor grado de bienestar social respecto de otros del mismo grupo, y casos en los que el bienestar social alcanzado es similar.

Por ejemplo, en el Grupo I, Chile se diferencia significativamente del resto al mantener una diferencia en el índice respecto de su sucesor inmediato (Uruguay) del 26,43%. Sin embargo, las exiguas diferencias del índice entre Uruguay y Costa Rica permiten asumir un grado de

bienestar social similar entre estos países. El salto que se registra entre Costa Rica y Argentina (diferencia porcentual de 13,94) y la escasa diferencia entre esta última y Méjico, hacen asumir que el grado de bienestar social de estos dos últimos países es similar y se encuentra un escalón más abajo del de sus antecesores inmediatos.

En el Grupo II, el más homogéneo de los tres, Brasil registra el mayor grado de bienestar social, pero las pequeñas diferencias en los índices de los países de este grupo, sugieren similar grado de bienestar entre todos ellos.

En el grupo III, si bien se produce un salto en el valor del índice entre El Salvador y Guatemala del 16,65% de la variación total, la diferencia más importante se registra entre Bolivia y Haití (35,17% de la variación), reflejando el gran atraso de este último país, respecto de los demás países considerados.

Tabla 6: Ordenamiento de los Países del Grupo I

Orden Gral.	Orden Grupo	Países	Índice	Diferencia entre índices consecutivos	Porcentaje de diferencia respecto del
1	1	Chile	0.7226		
2	2	Uruguay	0.4583	0.2643	26.43%
3	3	Costa Rica	0.4521	0.0062	0.62%
4	4	Argentina	0.3127	0.1394	13.94%
5	5	Méjico	0.3073	0.0054	0.54%

Tabla 7: Ordenamiento de los Países del Grupo II

Orden Gral.	Orden Grupo	Países	Índice	Diferencia entre índices consecutivos	Porcentaje de diferencia respecto del total
6	1	Brasil	0.9688		
7	2	Colombia	0.9458	0.0230	2.30%
8	3	Panamá	0.9446	0.0012	0.12%
9	4	República Dominicana	0.9307	0.0139	1.39%
10	5	Perú	0.9227	0.0080	0.80%
11	6	Venezuela	0.8938	0.0288	2.88%
12	7	Cuba	0.8864	0.0074	0.74%

Tabla 8: Ordenamiento de los Países del Grupo III

Orden Gral.	Orden Grupo	Países	Índice	Diferencia entre índices consecutivos	Porcentaje de diferencia respecto del total
13	1	El Salvador	0.8792		
14	2	Guatemala	0.7127	0.1665	16.65%
15	3	Paraguay	0.6521	0.0606	6.06%
16	4	Nicaragua	0.6490	0.0031	0.31%
17	5	Honduras	0.6429	0.0061	0.61%
18	6	Ecuador	0.6052	0.0377	3.77%
19	7	Bolivia	0.5168	0.0884	8.84%
20	8	Haití	0.1651	0.3517	35.17%

Finalmente, comparamos el orden general obtenido de la aplicación de las metodologías descriptas, con el orden en el que aparece este conjunto de países en el IDH calculado por el PNUD (presentados en las columnas 2 y 3 de la Tabla IX), obteniendo un valor de 0,7368 y 0,917 para los coeficientes de Kendall y Spearman, respectivamente. Si bien estos coeficientes evidencian una alta correlación entre los ordenamientos, despiertan atención las diferencias de ubicación de Cuba, Guatemala y Ecuador. Respecto del IDH, Cuba pierde 7 posiciones, Ecuador, 5 y Guatemala gana 5 lugares.

Tabla 9: Comparación de ordenamientos obtenidos y el determinado por el IDH

Países	Orden Gral.	Orden IDH
Chile	1	2
Uruguay	2	3
Costa Rica	3	4
Argentina	4	1
México	5	6
Brasil	6	8
Colombia	7	10
Panamá	8	7

República Dominicana	9	11
Perú	10	12
Venezuela	11	9
Cuba	12	5
El Salvador	13	15
Guatemala	14	19
Paraguay	15	14
Nicaragua	16	16
Honduras	17	17
Ecuador	18	13
Bolivia	19	18
Haití	20	20

Cabe mencionar que el IDH resulta de un promedio ponderado de los tres indicadores mencionados en la Introducción, que reciben idéntica ponderación (1/3 cada uno) y que el indicador de logros educativos asigna una ponderación de 2/3 a la TAA y 1/3 a la TBM.

El índice construido en este trabajo consiste en el cálculo de distancias ponderadas de 11 indicadores (4 de los cuales se utilizan en el cálculo del IDH), en el que las ponderaciones asignadas a estos cuatro indicadores, si bien no es baja, en el mejor de los casos llega a la mitad del peso que el indicador registra en el IDH. Por otra parte, los indicadores de Efectividad Gubernamental (EG) y la Tasa de Mortalidad Infantil (TMI) alcanzan ponderaciones significativas.

Al analizar el desempeño de Cuba, Ecuador y Guatemala respecto del conjunto de indicadores, se ha podido advertir que:

- Aún cuando Cuba goza de muy buen desempeño en el atributo Educación (reflejado en TAA y TBM) y tiene una Esperanza de Vida al Nacer elevada, el peso que aportan estos indicadores en el índice determinado no alcanza a contrarrestar el deficiente desempeño en los atributos Calidad de la Gobernabilidad y Acceso a la Tecnología, lo que la posiciona por debajo de países como Méjico, Panamá, Brasil, Venezuela, Colombia, Rep. Dominicana y Perú, que registran menor nivel de desarrollo según el IDH.
- Comparado Ecuador con Paraguay, El Salvador, Nicaragua y Honduras (países que ocupan una peor posición en el IDH y se encuentran mejor posicionados en el índice calculado), se advierte que el desempeño de todos estos países es bastante homogéneo en la mayoría de los indicadores, excepto en los que reflejan el atributo

Calidad Gubernamental, para el que Ecuador registra los peores niveles.

- Al analizar la situación de Guatemala, que escala 5 posiciones respecto del IDH, ubicándose por encima de Honduras, Nicaragua y Paraguay, observamos que este país registra el peor desempeño en el atributo Educación respecto de los países mencionados y un desempeño superior en el atributo Acceso a la Tecnología y en el indicador de Calidad Regulatoria. Estas diferencias en los desempeños, asociadas a las ponderaciones asignadas por la metodología empleada en el presente y la aplicada por el PNUD le permiten ubicarse por encima de los mencionados países.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Los cambios experimentados en los criterios para definir el Desarrollo de los países, avanzando hacia la aceptación de la postura que sostiene que la simple generación de riquezas no alcanza a representar adecuadamente los logros en materia de Bienestar, han generado la necesidad de desarrollar indicadores que permitan incorporar dimensiones que hacen a su caracterización, hasta el momento no tenidas en cuenta. El IDH representa un valioso avance en esta materia y ha servido de inspiración a un gran número de autores, entre los que podemos contarnos. Sin embargo, consideramos que en el cálculo del mismo, permanecen aún sin incluir dimensiones fundamentales para la caracterización del Bienestar Social, algunas de las cuales hemos incorporado en el presente trabajo.

Aplicar métodos de clasificación no supervisada resultó útil como una primera exploración de los datos, detectándose un ordenamiento natural en relación al grado de Bienestar Social alcanzado por los países, a partir de la caracterización de los grupos.

Empleando el método multicriterio Topsis fue posible ordenar los países dentro de cada uno de los grupos en sentido decreciente de su Bienestar Social. Esto permitió distinguir países que exteriorizan un grado de avance similar a este respecto y otros que se diferencian en mayor medida, en cuanto a sus logros en esta materia.

El ranking obtenido a partir de la ordenación intra-grupos combinada con el orden natural entre grupos, fue comparado luego con el orden en que aparecen los países latinoamericanos en el Índice de Desarrollo Humano calculado por el PNUD, encontrándose un alto nivel de correlación entre ambos ordenamientos. No obstante, para algunos países, pudimos observar cambios importantes en su posicionamiento, lo que llevó a analizar las causas de estos cambios.

De este último análisis concluimos que, la selección de los atributos e indicadores a incluir en el análisis, como así también de los ponderadores asociados a los mismos, tiene un impacto importante en los ordenamientos obtenidos, situación que motiva una cuidadosa selección de los primeros y de las metodologías para el cálculo de sus pesos relativos.

Es nuestro propósito continuar trabajando en la selección de indicadores que permitan captar con mayor precisión las dimensiones fundamentales del Bienestar Social y en la búsqueda de mejores métodos para la construcción de indicadores compuestos para su medición.

REFERENCIAS

- Banco Mundial. World Development Indicators:
<https://publications.worlbank.org>.
- Banco Mundial. Governance Matters V:
<http://worlbank.org/wbi/governance>.
- Hwang, C. ; Lai, Y.J. ; Liu, T.Y. (1994). "TOPSIS FOR MODM". European Journal of Operation Research, Vol. 76. pp 486-500.
- KAUFMANN, D., KRAAY, A. Y ZOIDO-LOBATÓN, P. (1999): Governance Matters. Policy Research Working Paper 2196. Banco Mundial.
- KAUFMANN, D., KRAAY, A. Y MASTRUZZI, M. (2006): "Governance Matters. V: Aggregate and Individual Governance Indicators for 1996-2005". Banco Mundial.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). "Informe Sobre Desarrollo Humano" (2007-2008):
<http://hdrstats.undp.org/es/cuadros/default.html>
- Stimolo, M.I. y Funes, M. (2009): "Clasificación de Países en Desarrollo según los Factores que Inciden en su Riesgo Crediticio". Anales del XXII Encuentro Nacional de Docentes en Investigación Operativa – XX Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa. Buenos Aires.

ANEXO I DETALLE DE INDICADORES SELECCIONADOS

Estándar de Vida

PIB per cápita (PPA en US\$). Producto Interno Bruto (suma del valor agregado de todos los productores residentes en la economía, más todos los impuestos de los productos, menos los subsidios no incluidos en la valoración de la producción), en términos de la paridad de poder adquisitivo en dólares norteamericanos (Tipo de cambio que refleja las diferencias de precios entre países y permite hacer comparaciones internacionales del producto y del ingreso real), dividido por la población a mitad de año.

Educación

Tasa de alfabetización de adultos. Porcentaje de personas de 15 años o más capaces de leer y escribir en relación con la población correspondiente, el total o un sexo determinado, en un país, territorio o zona geográfica determinada, en un momento específico del tiempo, usualmente a mitad de año. Para efectos estadísticos, una persona está alfabetizada si puede leer, escribir y comprender un texto breve y sencillo relacionado con su vida cotidiana.

Tasa bruta de matriculación combinada para escuelas primarias, secundarias y terciarias. Número de estudiantes matriculados en el nivel de enseñanza primaria, secundaria y terciaria, sin importar la edad, como porcentaje de la población en edad escolar teórica para los tres niveles. En el caso de la enseñanza terciaria, la población utilizada es el grupo etáreo de cinco años que sigue a la edad de egreso de la enseñanza secundaria. Una tasa bruta de matriculación superior a 100% indica que hay pupilos o estudiantes fuera del grupo etáreo teórico matriculados en ese nivel de educación.

Salud

Esperanza de vida al nacer. Número de años que vivirá un recién nacido si los patrones de mortalidad por edades imperantes en el momento de su nacimiento siguieran siendo los mismos a lo largo de toda su vida.

Gasto en salud per cápita (PPA en US\$). Suma del gasto público y privado (PPA en US\$), dividida por la población de medio año. El gasto en salud comprende prestación de servicios sanitarios (preventivos y curativos), actividades de planificación familiar, actividades de nutrición y

de ayuda en caso de emergencia destinada a la salud, pero no incluye suministro de agua y saneamiento.

Tasa de mortalidad infantil. Probabilidad de morir entre el parto y al cumplir exactamente un año de edad, expresada por cada 1.000 nacidos vivos.

Acceso a la Tecnología

Líneas telefónicas principales. Líneas telefónicas que conectan el equipo del cliente con la red telefónica pública conmutada.

Usuarios de Internet. Personas con acceso a la red mundial.

Impacto Medioambiental

Emisiones de dióxido de carbono. Emisiones antropogénicas (originadas por el ser humano) de dióxido de carbono procedentes de la quema de combustibles fósiles, la combustión de gas y la producción de cemento. Las emisiones se calculan a partir de datos sobre el consumo de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, de la combustión de gas y de la producción de cemento. El dióxido de carbono también puede provenir de la biomasa forestal a medida que se reducen las áreas forestales.

Calidad de la Gobernabilidad

Efectividad Gubernamental En este índice se combinan las percepciones de la calidad en la provisión de los servicios públicos y de la burocracia; la aptitud de los servidores públicos y su independencia a las presiones políticas; y la credibilidad de las promesas del gobierno.

Calidad Regulatoria Este agregado mide la habilidad del gobierno de formular e implementar políticas y regulaciones que permitan y promuevan el desarrollo del sector privado.

ANEXO II BASE DE DATOS

	PBI	TAA	TBM	EVN	TMI	GS	ECO2	LTC	UI	EG	CR
Argentina	14,280	97.2	89.7	74.3	15	1274	3.7	570	177	-0.27	-0.64
Bolivia	2,819	86.7	86	63.9	52	186	0.8	264	52	-0.8	-0.53
Brasil	8,402	88.6	87.5	71	31	1520	1.8	462	195	-0.09	0.08
Chile	12,027	95.7	82.9	77.9	8	720	3.9	649	172	1.26	1.4
Colombia	7,304	92.8	75.1	71.7	17	570	1.2	479	104	-0.09	0.05
Costa Rica	10,180	94.9	73	78.1	11	592	1.5	254	254	0.3	0.61
Cuba	6,000	99.8	87.6	77.2	6	229	2.3	12	17	-0.94	-1.75
Republica Dominicana	8,217	87	74.1	70.8	26	377	2.2	407	169	-0.41	-0.27
Ecuador	4,341	91	75	74.2	22	261	2.2	472	47	-1.01	-0.83
El Salvador	5,255	80.6	70.4	70.7	23	375	0.9	350	93	-0.3	0.12
Guatemala	4,568	69.1	67.3	69	32	256	1	358	79	-0.7	-0.26
Haiti	1,663	54.8	53	58.1	84	82	0.2	48	70	-1.39	-1.17
Honduras	3,430	80	71.2	68.6	31	197	1.1	178	36	-0.64	-0.44
Mexico	10,751	91.6	75.6	74.9	22	655	4.2	460	181	-0.01	0.33
Nicaragua	3,674	76.7	70.6	70.8	30	231	0.7	217	27	-0.78	-0.31
Panama	7,605	91.9	79.5	74.7	19	632	1.8	418	64	0.11	0.25
Paraguay	4,642	93.5	69.1	70.8	20	327	0.7	320	34	-0.83	-0.77
Peru	6,039	87.9	85.8	69.9	23	235	1.1	200	164	-0.6	0.1
Uruguay	9,962	96.8	88.9	75.3	14	784	1.6	333	193	0.53	0.26
Venezuela	6,632	93	75.5	72.8	18	285	6.6	470	125	-0.83	-1.15

ANEXO III
REPORTES OBTENIDOS CON EL SOFTWARE SPSS 15

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	6,205	56,414	56,414
2	1,673	15,205	71,618
3	1,000	9,088	80,706
4	,829	7,540	88,246
5	,527	4,787	93,034
6	,340	3,092	96,125
7	,175	1,589	97,715
8	,105	,954	98,669
9	,082	,743	99,413
10	,037	,336	99,749
11	,028	,251	100,000

Matriz de componentes

Indicador	Componente		
	1	2	3
PBI	,927	,112	,153
TAA	,799	-,503	-,136
TBM	,679	-,329	-,099
EVN	,835	-,358	-,235
TMI	-,786	,449	,286
GS	,730	,266	,226
ECO2	,572	-,319	,629
LTC	,713	,192	,377
UI	,704	,453	,148
EG	,838	,379	-,271
CR	,606	,641	-,356