

## La técnica de escalamiento lineal por intervalos: una propuesta de estandarización aplicada a la medición de niveles de bienestar social

ACTIS DI PASQUALE, EUGENIO

Grupo Estudios del Trabajo, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)

Correo electrónico: edipasq@mdp.edu.ar

BALSA, JAVIER

Centro de Investigaciones sobre Economía y Sociedad en la Argentina Contemporánea

Universidad Nacional de Quilmes (Argentina)

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)

Correo electrónico: jjbalsa@unq.edu.ar

### RESUMEN

En el presente estudio realizamos una propuesta de estandarización de indicadores basada en la técnica de escalamiento lineal (LST por sus siglas en inglés) que denominamos “LST por intervalos”. Los métodos tradicionales poseen ciertas limitaciones diferenciales en cuanto a invariancia, robustez, posibilidad de analizar series temporales, pérdida de la variabilidad original de los datos y capacidad de generar escalas ordinales que representen niveles —bajo, medio, alto— del fenómeno social estudiado. La LST por intervalos consigue superar esas limitaciones a través de dos etapas: 1) la fijación de niveles de correspondencia intermedios a través de un consenso intersubjetivo entre especialistas, y 2) la estandarización lineal entre los valores de referencia.

El método propuesto representa un doble avance. Por un lado, permite construir índices parciales (correspondientes a cada dimensión de un concepto) que satisfacen todas las condiciones deseadas. Por otro lado, generar una escala ordinal equiparable entre los distintos componentes que están listos para ser agregados por algún método particular que no elimine esa condición.

Para ilustrar estas ventajas se presenta un ejercicio de transformación aplicado a tres indicadores de bienestar social con datos de Argentina. No obstante, el método puede ser aplicado para la estandarización de otros conceptos teóricos.

**Palabras claves:** estandarización; índices sintéticos; bienestar social.

**Clasificación JEL:** C10; C43.

**MSC2010:** 91B82; 91B15; 62P10.

Artículo recibido el 14 de junio de 2015 y aceptado el 22 de mayo de 2017.

# Interval Linear Scaling Technique: Proposal for Standardization Applied to the Measurement of Social Well-Being Levels

## ABSTRACT

In the present study, we propose a standardization of indicators based on the Linear Scaling Technique (LST) that is called “interval LST”. Traditional methods have certain limitations in terms of robustness, capability to analyze time series, loss of original variability for data and capability to generate ordinal scales for representing levels —low, medium, and high— of the social phenomenon to be studied. This technique manages to overcome these limitations through two stages: 1) establishing intermediate levels of correspondence through an inter-subjective consensus among specialists, and 2) the linear standardization among the reference values.

The proposed method represents a double advance. On the one hand, it allows us to build partial indices (one for each dimension of a concept) that meet all the required conditions. On the other hand, the method can generate a comparable ordinal scale between the various components that are available to be added by any other particular method that preserves such a condition.

To illustrate these advantages, we present an exercise of modification which is applied to three social well-being indicators using data from Argentina. However, the method can be applied to the standardization of other theoretical concepts.

**Keywords:** Standardization; Synthetic Indices; Social Well-Being.

**JEL classification:** C10; C43.

**MSC2010:** 91B82; 91B15; 62P10.



## 1. INTRODUCCION

El proceso de operacionalización en Ciencias Sociales implica la descomposición del concepto teórico hasta llegar a indicadores empíricos. Es decir, cuando partimos desde un enfoque metodológico-conceptual para analizar la realidad compleja, se comienza por elaborar un constructo teórico. Luego, se conforman las dimensiones que lo componen y en cada una de éstas, los indicadores que dan cuenta de la extensión que alcanza esa dimensión. En este sentido, al final de este proceso, en la medida que continuamos pensando la realidad en términos de un concepto, y no como una serie de dimensiones autónomas, vamos a requerir algún tipo de operación que resuma ese conjunto de indicadores en una única medida: el índice sintético.

No obstante, la elaboración de índices sintéticos no es sencilla, ya que nos enfrentamos a una serie de problemas que intentan ser resueltos en cada una de las siguientes etapas: 1) selección de las dimensiones y variables; 2) estandarización; 3) ponderación; y 4) agregación. La primera etapa dependerá de la problemática específica de cada estudio y, por ende, no la abordaremos en el presente trabajo.

La segunda etapa busca homogeneizar un conjunto de indicadores con unidades de medida heterogéneas y de distinta naturaleza para que puedan ser agregados con algún método específico. A diferencia de las mediciones estrictamente económicas (como el cálculo del producto nacional en el que todos sus componentes se miden en unidades monetarias), los indicadores sociales se pueden medir en años, personas por metros cuadrados, distancias entre la vivienda y el centro prestador de servicios, porcentajes o tasas de ocurrencia de un determinado fenómeno o característica del hogar o de los individuos por cada 10.000 o 100.000 habitantes y también, en unidades monetarias destinadas a determinados servicios, entre otros. Esta complejidad de cómo agregar variables medidas en formas tan disímiles, intenta ser resuelto a través de la estandarización. El meollo estaría dado en la elección de una técnica que resulte válida para el objetivo de medición, dado que los resultados obtenidos variarán con cada tipo de procedimiento. En este sentido, se puede preferir una técnica que reúna ciertas bondades o condiciones deseadas.

Sin embargo, la propia selección de método de estandarización va a generar otro inconveniente: el de la ponderación implícita. Dado que el resultado obtenido dependerá de la técnica utilizada, aquella que sobreestime ciertos parámetros estadísticos de la distribución del indicador entre las unidades de análisis, le estará asignando más peso implícitamente en la medida final (por ejemplo, considérense dos indicadores de igual rango entre sus unidades de análisis que se estandaricen a través de la inversa de la desviación estándar  $\sigma$ , si  $\sigma$  es más bajo en el indicador 1 que en el 2, entonces al estandarizar el índice 1 será mayor en una gran cantidad de unidades de análisis; al agregarlos en la medida final, se pueden obtener resultados

con sesgos indeseados). Por este motivo, resulta perentorio analizar las ventajas y limitaciones de cada técnica de estandarización.

La tercera y la cuarta etapa se pueden efectuar en forma conjunta o separada, dependiendo de si el método utilizado las integra en un solo paso o no. Respecto a la ponderación (explícita), se debe determinar el peso de cada índice parcial en la medida sintética que se intenta elaborar. Independientemente que las unidades de medida sean iguales y las variaciones sean proporcionales, algunas dimensiones pueden tener más incidencia en el valor global que otras, ya sea porque así lo dictamina la teoría, o las estimaciones a través de métodos estadísticos, o bien por una asignación subjetiva basada en la validez o calidad de los datos. Así, por ejemplo, podría considerarse en base a alguno de esos criterios que una tasa de analfabetismo del 4% tendría que tener más incidencia sobre un índice sintético de bienestar social que una tasa de no acceso a cloacas del 4%.

En cuanto a la agregación, se busca conjugar a los índices parciales en un índice sintético a través de algún procedimiento estadístico, matemático o lógico. Resulta deseable que el valor que arroje la medida final represente niveles factibles de ser interpretados en una escala ordinal – alto, medio, bajo o nulo –. Esto último dependerá de si la técnica de estandarización utilizada cumplió con la condición de conseguir escalas equiparables entre los diferentes índices parciales. Entonces, estamos en presencia del problema de encontrar equivalencias en los valores de diferentes dimensiones, todo lo cual requiere de un trabajo de reflexión conceptual y, a la vez, técnico que construya la forma teóricamente más adecuada de resolver esta cuestión.

Estos tipos de razonamientos son los que, lamentablemente, muchas veces se obvian en los procesos de estandarización y construcción de índices sintéticos y le restan validez teórica a estas operaciones. En este sentido, si bien mantendremos la denominación de “estandarización de los indicadores”, no compartimos cierto halo semántico tecnicista que tiende a asociarse con esta noción, ya que esta etapa incluye la toma de una serie de decisiones de tipo teórico que, explícita o implícitamente, se realizan al escoger entre una u otra técnica de estandarización.

En este trabajo proponemos un proceso de estandarización basado en una reformulación de la técnica denominada técnica de escalamiento lineal (en inglés *Linear Scaling Technique*, con las siglas *LST*) con el fin de obtener índices sintéticos que brinden (sin perder, en cierto sentido, la medición de intervalo) una categorización ordinal que represente niveles equiparables entre los distintos indicadores que componen la operacionalización de un concepto.

Para ello, en la segunda sección, basándonos en cinco condiciones deseables, analizamos las características propias de cada una de las técnicas (incluyendo la *LST* estándar), de modo que se pueda explicitar cuál nos parece el procedimiento más adecuado. Luego, en la tercera sección, presentamos una propuesta original que permite satisfacer el objetivo enunciado y que denominamos “*LST* por intervalos”. Para ilustrar las ventajas que posee, la aplicamos a

tres indicadores de bienestar social que permiten generar la escala de niveles equiparables ya mencionada.

Consideramos que la técnica propuesta representa un doble avance, dado que no sólo permite construir índices parciales que satisfacen todas las condiciones deseadas, sino también porque consigue generar una escala ordinal equiparable entre los distintos componentes que están listos para ser agregados por algún método particular que no elimine esa condición. En este sentido, las bondades de la estandarización conseguida se verán reflejadas en la agregación y, por ende, en el índice sintético.

## **2. ANALISIS COMPARATIVO DE LAS TÉCNICAS DE ESTANDARIZACIÓN**

### **2. 1. Las propiedades deseables**

Para poder analizar las ventajas y limitaciones de cada técnica de estandarización, tendremos en cuenta cuatro propiedades que la literatura especializada ha señalado como claves para poder medir la validez de estas técnicas: la robustez, el cumplimiento de la propiedad de invariancia, la capacidad de permitir el análisis de series temporales y el grado de conservación de la variabilidad original. Asimismo, añadimos una quinta propiedad que para nosotros es significativa debido a que metodológicamente facilita la interpretación y valoración conceptual de los resultados luego de la agregación: la posibilidad de atender a la categorización ordinal de los valores de los índices parciales. Dado que todas las técnicas presentan una cierta simplicidad en su cálculo, no consideramos al nivel de complejidad como una condición relevante para discriminar procedimientos, aunque sí destacamos cuáles son los más sencillos. El significado de cada una de estas características se detalla a continuación:

- a) La robustez se refiere a que la estandarización se vea poco afectada por las observaciones atípicas. No obstante, si la técnica de estandarización empleada no logra despojarse del efecto de los valores atípicos, se pueden efectuar transformaciones que se aplican a menudo a los datos antes de la estandarización. Una de ellas es el uso de valores ordinales (con la consiguiente pérdida de toda información de la medición por intervalos) y otra es el truncamiento, en el cual se recortan las colas de las distribuciones de los indicadores con el objetivo de evitar que los valores extremos dominen demasiado el resultado y, en parte, para corregir problemas de calidad de datos. Sin embargo, el truncamiento no resulta del todo aconsejable pues está dejando de lado casos reales cuyo desconocimiento debería poder justificarse teóricamente. Otra es la transformación funcional, que se aplica a los datos en bruto para representar el significado de los cambios marginales (Molpeceres Abella, 2008: 16).

- b) La invariancia es una propiedad que considera que el indicador estandarizado debe ser invariante respecto a un cambio de origen y/o de escala en las unidades en que vengan expresados los valores de los componentes. Es decir, se puede suponer una transformación lineal del indicador  $X$  como  $X' = a + bX$ , donde  $a$  y  $b$  son dos parámetros –  $b$  positivo –. A partir de allí, se analiza si el indicador estandarizado sin transformación lineal es igual al indicador estandarizado con esa transformación (Zarzosa Espina, 1996).
- c) La posibilidad de análisis de series temporales implica que la técnica no sólo genere un *ranking* con valores que sirvan para analizar un momento determinado en el tiempo, sino que a su vez permita análisis diacrónicos. Una escala que no sea comparable a través del tiempo anula la viabilidad de medir la evolución de las distintas unidades de análisis.
- d) La variabilidad original intra- e inter-indicadores<sup>1</sup> se verá afectada a través del proceso de estandarización, y su magnitud dependerá no sólo de la fórmula que se utilice sino también de los parámetros que se fijen en la misma. Algunas técnicas realizan el cálculo a través de la inversa de la desviación estándar entre las unidades de análisis y, por ende, a mayor desviación estándar, menor será la variabilidad del índice parcial y viceversa. En cambio, otras técnicas ajustan al índice parcial en un rango de máximos y mínimos (teóricos o empíricos), con lo cual la variabilidad conseguida dependerá del tamaño de ese rango. Por lo tanto, la variabilidad original siempre se ve modificada, aunque se puede llegar a mantener parcialmente o bien perder totalmente. Si la magnitud del cambio es significativa, se generan dos problemas: uno de interpretación conceptual de ese valor numérico y otro al momento de la agregación, dado que se estaría agrupando variabilidad desconocida.
- e) Cuando proponemos la categorización ordinal de los valores de los índices parciales hacemos referencia a la posibilidad de representar niveles – alto, medio, bajo o nulo – de cualquier fenómeno social o concepto que se esté estudiando. Lo que se pretende conseguir es que un determinado valor, por ejemplo 0,60, represente en todos los indicadores estandarizados la misma situación (por ejemplo, un nivel medio-bajo). Para llegar a ello, la estandarización de los indicadores, en una escala entre 0 y 1 para cada dimensión del concepto, debería darse a través de puntos de correspondencia intermedios que implican tanto una discusión teórico-conceptual como también el empleo de técnicas específicas.

---

<sup>1</sup> La variabilidad intra-indicadores se refiere a la desviación estándar y el rango de un mismo indicador calculado con los valores de todas las unidades de análisis. En cambio, la variabilidad inter-indicadores alude a la comparación de esas medidas estadísticas entre dos o más indicadores que componen un concepto.

A partir de estas cinco cuestiones o propiedades deseables es que procederemos a comparar las principales técnicas de estandarización.

## **2. 2. Ventajas y desventajas de cada una de las técnicas**

Con el fin de estudiar la bondad de distintos procedimientos, efectuamos un análisis comparativo de las seis técnicas más empleadas en la literatura y que son también las más representativas, dado que de éstas se derivan otras similares. Estas técnicas de estandarización son: el recuento de Borda o método ordinal, la estandarización a un valor de referencia o año base, el ratio o proporción respecto a la media, la tipificación, la distancia relativa a la desviación estándar  $\sigma$  y la técnica de escalamiento o transformación lineal (o LST por ser las siglas en inglés de *Linear Scaling Technique*); véase Booyesen (2002), Saisana y Tarántola (2002), Salzman (2003) y Schuschny y Soto (2009).

La notación general que utilizaremos es la siguiente:

- $X_i$ : indicador  $X$  sin estandarizar del territorio geográfico  $i$ ;
- $X_*$ : valor de referencia;
- $X_t$ : indicador  $X$  en el momento  $t$ ;
- $X_{t-1}$ : indicador  $X$  en el momento  $t-1$ ;
- $\mu$ : media del indicador  $X$  entre todos los territorios geográficos analizados;
- $\sigma$ : dispersión del indicador  $X$  entre todos los territorios geográficos analizados;
- $I_i$ : índice parcial del territorio geográfico  $i$  (que es el indicador  $X$  estandarizado).

En los casos que el método posea una notación específica se la definirá para ese caso particular.

### **2.2.1. Recuento de Borda o método ordinal**

Consiste en ordenar las observaciones conforme a cada componente o indicador simple y así clasificar en un *ranking* a las regiones o países. A partir de allí se le asigna una puntuación categórica que puede ser ordinal – como, por ejemplo:  $n, n-1, n-2, \dots, n-(n-1)$  – o bien, que esté basada en los percentiles de la distribución del valor del indicador. Para los estudios de series temporales, la clasificación se lleva a cabo en cada punto en el tiempo y, por ende, solamente se puede seguir el desempeño del país en términos de la posición relativa.

Este método tiene varias ventajas, como la simplicidad, la independencia a los valores atípicos y la invariancia, ya que ante una transformación lineal de igual magnitud para todas las

unidades de análisis, el orden no se modifica y se cumple esa propiedad. Una limitación que reviste gravedad es la pérdida total de información de la variabilidad original de los indicadores y, por ello, no se pueden obtener conclusiones sobre el nivel alcanzado por cada unidad de análisis, ni tampoco la posibilidad de efectuar un seguimiento de la evolución a través del tiempo.

Por estas limitaciones, esta técnica de estandarización no es muy empleada para construir índices parciales con las características buscadas y, por ende, resulta poco recomendable.

### 2.2.2. Estandarización a un valor de referencia o año base

Este método divide el valor del indicador para una región o país dado en un punto determinado en el tiempo con un valor de referencia. En los casos en los que se pretende estudiar la evolución de las series temporales, ese valor puede ser el de una región o país en un año base. Una alternativa del método es que en lugar de utilizar la simple relación entre el valor del indicador y una referencia, primero se podría restar el valor de referencia desde el dato en bruto y luego dividir por ese mismo valor. Es decir:

$$I_i = \frac{X_t}{X_{t-1}} \text{ o bien, } I_i = \frac{X_t - X_{t-1}}{X_{t-1}}$$

$$I_i = \frac{X_t}{X_*}, \text{ o bien: } I_i = \frac{X_t - X_*}{X_*}$$

El método es sencillo en su cálculo y permite que la variabilidad original se reduzca a términos proporcionales respecto al valor de referencia, con lo cual se pierde parcialmente. No obstante, es poco robusto cuando hay valores atípicos dado que no logra suavizarlos; tampoco permite comparar niveles, solo tasas de crecimiento y no cumple con la propiedad de invariancia:

$$\frac{X_t}{X_*} \neq \frac{a + bX_t}{a + bX_*}$$

$$\frac{X_t - X_{t-1}}{X_{t-1}} \neq \frac{b(X_t - X_{t-1})}{a + bX_{t-1}}$$

En definitiva, no resulta recomendable para el objetivo propuesto, dado que sólo cumple con la propiedad de analizar series temporales

### 2.2.3. *Ratio o proporción respecto a la media*

Este método se calcula como una proporción respecto a la media para cada indicador:

$$I_i = \frac{X_i}{\mu}$$

Como el método anterior, presenta la ventaja de simplicidad. Sin embargo, es menos robusto cuando hay valores atípicos dado que la media es un estadístico muy sensible a la presencia de datos extremos. Por otra parte, la variabilidad original se pierde dado que el índice parcial resulta una proporción respecto al valor de la media del indicador original. En virtud de ello, las medias de los índices parciales convergen a 1. Asimismo, los valores obtenidos no se pueden categorizar en una escala ordinal equiparable. La posibilidad de su utilización en series temporales estaría acotada al empleo de una media de un año base, lo que distorsiona el objetivo del método. Por otra parte, no cumple con la propiedad de invariancia:

$$\frac{X_i}{\mu} \neq \frac{a + bX_i}{a + b\mu}$$

En este sentido, dado que el método no satisface ninguna condición no resulta recomendable para calcular índices con las características buscadas.

### 2.2.4. *Tipificación, estandarización normal o puntuación Z*

Ésta es una de las técnicas de estandarización más difundidas, hasta el punto de comprenderse casi como “la” estandarización<sup>2</sup>. En particular, es uno de los métodos más utilizados en estudios de bienestar social (Diener, 1995; Estes, 2003; Distaso, 2007) y se calcula como el cociente de la diferencia entre el valor del indicador  $X$  y la media  $\mu$  dividida por la desviación estándar  $\sigma$ :

$$Z_i = \frac{X_i - \mu}{\sigma}$$

Esto lo convierte en una escala común con media de cero y desviación estándar de uno, lo que posee el significado de factor de escala.

La ventaja principal de la normalización en relación a los métodos anteriores es que resulta más robusto cuando se trata con valores atípicos (Saisana y Tarántola, 2002: 10-11). No obstante, la transformación continúa da un peso mayor a los países o regiones con valores extremos, lo cual podría ser una propiedad deseable sólo si se quiere premiar el comportamiento excepcional. Asimismo, cumple con la propiedad de invariancia:

---

<sup>2</sup> De hecho, es común considerar normalización como sinónimo de estandarización.

$$\frac{b(X_i - \mu)}{b\sigma} = \frac{X_i - \mu}{\sigma}$$

Las limitaciones principales que posee son dos: la falta de validez como medida que arroje una escala ordinal equiparable y la pérdida de la variabilidad original de los indicadores. Respecto a lo primero, el resultado no asegura que los valores más bajos de  $Z_i$  para cualquier indicador signifiquen niveles bajos de algún fenómeno. De hecho, la tipificación genera valores con signo negativo y positivo respecto a la diferencia con el promedio. Y la media no necesariamente tiene que ser un parámetro de un nivel estándar para delimitar los valores bajos y altos. Por ende,  $Z_i$  solamente indica la distancia a la media como una relación inversa a la desviación típica.

Esto último nos lleva a la segunda desventaja respecto a la pérdida de variabilidad original intra- e inter-indicadores, dado que se verá modificada respecto a la distancia con la media y en relación inversa al valor de la desviación estándar. Un ejemplo puede ser ilustrativo de esta limitación: supongamos dos indicadores  $X_A$  y  $X_B$ , pertenecientes a dos dimensiones de un fenómeno social que están expresadas en la misma unidad de medida; en este caso, porcentajes (para simplificar didácticamente el problema). Como vemos en el Cuadro 1, el indicador  $X_A$  tiene un rango mayor y una variabilidad más grande que el indicador  $X_B$  (con  $\sigma$  tomando valores 27,39 y 11,01 y rangos 80 y 37, respectivamente). Al aplicar la estandarización normal, los valores de la media y de la desviación  $\sigma$  de los índices parciales ( $Z_A$  y  $Z_B$ ) convergen a 0 y 1, y el mayor rango pasa a ser el del indicador B estandarizado. De este modo, se perdió la variabilidad intra- e inter-indicadores que estaba representada por la mayor variabilidad de la dimensión A. Por otra parte, al estudiar los casos concretos, un mismo valor de 40% (que podría estar significando lo mismo si fueran dimensiones similares), en un indicador normalizado obtendría el valor de -0,37, mientras que en el otro sería de -1,18. Similares valores estandarizados estarían dando cuenta de valores originales muy diferentes (así, -1,10 en la dimensión A es la estandarización de 20%). Esto indica que, cuando la variabilidad inter-indicadores cambia significativamente, se generan limitaciones en la interpretación de los resultados y en su posterior agregación.

**Cuadro 1 - Ejemplo de pérdida de variabilidad original intra- e inter-indicadores empleando la estandarización normal**

| Países       | Indicadores sin normalizar |       | Indicadores normalizados |       |
|--------------|----------------------------|-------|--------------------------|-------|
|              | $X_A$                      | $X_B$ | $Z_A$                    | $Z_B$ |
| A            | 10%                        | 50%   | -1,46                    | -0,27 |
| B            | 20%                        | 45%   | -1,10                    | -0,73 |
| C            | 30%                        | 50%   | -0,73                    | -0,27 |
| D            | 40%                        | 55%   | -0,37                    | 0,18  |
| E            | 50%                        | 40%   | 0,00                     | -1,18 |
| F            | 60%                        | 60%   | 0,37                     | 0,64  |
| G            | 70%                        | 44%   | 0,73                     | -0,82 |
| H            | 80%                        | 56%   | 1,10                     | 0,27  |
| I            | 90%                        | 77%   | 1,46                     | 2,18  |
| $\sigma$     | 27,39                      | 11,01 | 1,00                     | 1,00  |
| $\mu$        | 50                         | 53    | 0                        | 0     |
| <b>Rango</b> | 80                         | 37    | 2,92                     | 3,36  |

Fuente: elaboración propia

Una tercera limitación se da al momento de estudiar las series temporales dado que modificaciones en la dispersión de datos entre países provocarían alteraciones en la estandarización, sin que los umbrales del concepto operacionalizado se hayan visto modificados. Una alternativa sería calcular la estandarización para cada año, utilizando los valores de la media y desviación estándar de un año de referencia. Nuevamente, dependerá de esos valores el resultado de la normalización.

Finalmente, la existencia de valores con signo negativo limita su uso en índices sintéticos de distancia, dado que una de las condiciones exigidas en el espacio métrico es la no negatividad.

En definitiva, la tipificación, aunque es la técnica más conocida de estandarización, no es recomendable para construir índices sintéticos de las características buscadas dado que solamente satisface la invariancia y robustez.

### 2.2.5. Distancia relativa a $\sigma$ ( $D_i$ )

Esta técnica logra superar la presencia de valores negativos tras aplicar la estandarización al incorporar el valor absoluto en el numerador. Su cálculo se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$D_i = \frac{|X_i - X_*|}{\sigma} = \frac{d_i}{\sigma}$$

donde el valor que se resta al indicador  $X_i$  es un valor de referencia u objetivo  $X_*$  (Ivanovic, 1973; Pena Trapero, 1977).

Esta estandarización, al igual que la anterior, cumple con la condición de invariancia:

$$\frac{b|X_i - X_*|}{b\sigma} = \frac{d_i}{\sigma}$$

Asimismo, también resulta robusto cuando se tratan valores atípicos. Sin embargo, al seguir utilizando  $\sigma$  en el denominador, no permite escapar de las limitaciones antes mencionadas respecto a la pérdida de la variabilidad original que genera esta relación inversa. Es decir, al darle menor importancia a las distancias correspondientes a los componentes cuyos valores presentan mayor  $\sigma$ , termina otorgando una ponderación implícita que puede llegar a ser indeseada en el resultado del índice sintético. Con lo cual  $\sigma$  no es un buen relativizador para efectuar mediciones que arrojen resultados equiparables a categorías ordinales.

Al usar el valor absoluto, no logra obtener una medida que represente una escala ordinal equiparable dado que su resultado indica la distancia al valor de referencia como una relación inversa a la desviación típica, lo cual no es posible interpretar conceptualmente.

Finalmente, comparte con la tipificación las limitaciones al estudiar series temporales, con lo que la única alternativa sería calcular la estandarización para cada año, utilizando los valores de la desviación estándar de un año de referencia.

Por ende, al satisfacer las mismas condiciones que la tipificación, tampoco es recomendable para el cálculo de índices sintéticos que posean las características que escogimos al inicio. No obstante, ambas técnicas podrían ser coherentes con otra forma de configurar un concepto complejo.

#### **2.2.6. Técnica de escalamiento lineal (LST)**

Esta técnica fue definida por Drewnowski y Scott (1966) y es una de las más utilizadas en la construcción de numerosos índices sintéticos sociales y económicos (Morris, 1979; Zárate Martín, 1988; PNUD, 1990-2011; Velázquez y Gómez Lende, 2005; Velázquez, 2008). El cálculo se diferencia de los anteriores dado que utiliza los valores máximos ( $X_{max}$ ) y mínimos ( $X_{min}$ ) de los indicadores y el rango en lugar de la media y/o desviación estándar. Estos valores pueden ser empíricos, históricos o bien ideales, dependiendo del objetivo de la medición.

El índice parcial se calcula como el cociente de la diferencia entre el valor del indicador  $X_i$  y el valor mínimo  $X_{min}$  dividido por el rango absoluto ( $X_{max} - X_{min}$ )

$$I_i = \frac{(X_i - X_{min})}{(X_{max} - X_{min})}$$

En el caso de que exista una relación inversa entre el indicador y el constructo teórico – por ejemplo, la tasa de analfabetismo y el bienestar–, el cálculo será el siguiente, que incluye un cambio direccional:

$$I_i = \frac{(X_{\max} - X_i)}{(X_{\max} - X_{\min})}$$

En ambos casos, el resultado queda comprendido entre cero y uno, siendo cero la peor situación y uno la mejor. De esta manera, la estandarización se realiza en base a la distancia al valor mínimo –o máximo– en relación al recorrido total, sin importar la dispersión de los datos<sup>3</sup>. Por lo tanto, lo podemos considerar como una estandarización en términos de distancia respecto al valor objetivo de cada indicador

Entre sus ventajas, es robusto, permite el análisis de series temporales a través de la fijación de máximos y mínimos históricos o ideales, y cumple con la propiedad de invariancia:

$$\frac{b(X_i - X_{\min})}{b(X_{\max} - X_{\min})} = \frac{(X_i - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})}$$

Sin embargo, resulta parcialmente válida para establecer categorías ordinales que expresen niveles debido a estar supeditada a la fijación de los extremos de referencia sin considerar los valores intermedios. Es decir, que un valor de 0,70 solamente nos indica que la distancia respecto al mínimo representa el 70% del rango establecido y no podemos asegurar que represente una situación media o media-alta del fenómeno estudiado.

Asimismo, la variabilidad original se ve afectada parcialmente. Si bien la respectiva a una unidad de análisis no se pierde al modificarse la dispersión del total de los territorios estudiados, la variabilidad dependerá de la selección del rango de máximos y mínimos. En aquellos casos en los que los valores del indicador están situados en un rango pequeño de máximo y mínimo, la aplicación de LST aumenta el tamaño del rango y, por consiguiente, pequeñas variaciones en los datos originales se traducen en grandes variaciones en los datos estandarizados, lo que puede producir fuertes sesgos en el cálculo del índice sintético. Es decir, la variabilidad de los indicadores va a resultar sobrestimada en los casos que el indicador posea un rango pequeño para los territorios estudiados y lo contrario ocurre cuando el rango es muy amplio.

Un claro ejemplo de estos problemas fue el recálculo del Índice de Desarrollo Humano (IDH) para las provincias argentinas realizado en el informe del PNUD Argentina (2002). En

---

<sup>3</sup>En su versión original, en el cálculo interviene como multiplicando el factor  $e = 1-k$ , siendo  $k$  el coeficiente de concentración –deducido de la curva de Lorenz– que se introduce para tener en cuenta la desigualdad de la distribución.

líneas generales, los indicadores de las tres dimensiones que miden el IDH eran buenas en todas las jurisdicciones de la Argentina, por lo cual generaban poco poder discriminante entre las mismas –en un extremo se ubicaba Formosa con un valor de IDH de 0,745 y, en el otro, la Ciudad de Buenos Aires con 0,845–. Recuérdese que, en el cálculo de este índice, se emplearon como valores mínimos y máximos las realidades presentadas por los mejores y peores países para cada dimensión.

Por lo tanto, para reflejar mejor la disparidad de condiciones de vida en las provincias se incorporaron nuevos indicadores a cada una de las dimensiones (longevidad, conocimientos y estándar de vida), construyendo lo que se denominó el Índice de Desarrollo Humano Ampliado (IDHA)<sup>4</sup>. Pero, además, se recalcularon los índices parciales a partir de los valores mínimos y máximos que presentaban las provincias argentinas y no el conjunto mundial de países. De modo que el IDHA para Formosa fue de 0,156, y el de la Ciudad de Buenos Aires de 0,867. El problema es que estos resultados fueron incomparables con los valores internacionales e incluso podían dar lugar a fuertes equívocos interpretativos, ya que algunas provincias presentaban valores muy bajos que podían ser entendidos como equivalentes a algunos países que tenían un IDH mucho peor que estas provincias.

En virtud de las ventajas señaladas, si se definen valores adecuados de máximo y mínimo, la LST surge como el único método que satisface la mayor parte de las características deseadas: invariancia, robustez y análisis de series temporales sin mayores complicaciones. Sin embargo, la generación de categorías ordinales se realiza con posterioridad a la estandarización y, por ende, no necesariamente refleja niveles bajos, medios y altos de ese indicador (tal como se verá en el próximo ejemplo). La variabilidad original intra- e inter-indicadores se mantiene parcialmente, dado que tiene una relación inversa con el rango.

A modo de resumen, en el Cuadro 2 se recogen las principales características de cada tipo de estandarización. Por un lado, encontramos tres métodos muy sencillos pero que no resultan adecuados para nuestro objetivo. El recuento de Borda, al desentenderse de los valores absolutos (sólo queda un *ranking*) satisface la invariancia y robustez, pero, por ese mismo motivo, no cumple con el resto de las propiedades. La estandarización a un valor de referencia y la proporción respecto a la media son las técnicas con menos propiedades deseables, a tal punto que esta última no cumple con ninguna condición.

Por otro lado, las técnicas más utilizadas (la tipificación, la distancia relativa y la LST) poseen algunas ventajas dado que cumplen tanto con la invariancia como con la robustez y, con ciertas precauciones, permiten analizar series temporales. Sin embargo, la tipificación y la distancia relativa poseen limitaciones muy importantes debido a que en su cálculo interviene la desviación estándar. En rigor, se pierde totalmente la variabilidad original, a tal punto que

---

<sup>4</sup> Véase PNUD Argentina (2002).

resulta en una convergencia inter-indicadores y el resultado no permite la generación de categorías ordinales equiparables que representen niveles de un fenómeno social estudiado. Por ende, la LST se posiciona como la técnica más recomendable dado que, si bien no se genera una escala ordinal equiparable, la variabilidad original se mantiene parcialmente.

**Cuadro 2 - Comparación de métodos de estandarización**

| MÉTODO DE ESTANDARIZACIÓN                              | CARACTERÍSTICAS |   |   |  |  |
|--|-----------------|---|---|--|--|
|  | Invariancia     | Robustez                                    | Análisis de series temporales                                     | Variabilidad original                                | Categorías ordinales equiparables                    |
| 1- Recuento de Borda                                   | SI              | SI.<br>Independencia a los valores atípicos | NO, dado que permite estudiar sólo cambios en el <i>ranking</i> . | Se pierde totalmente.                                | NO. Pérdida de información en los niveles absolutos. |
| 2- Estandarización a un valor de referencia o año base | NO              | Poco robusto                                | SI. Sólo sirve para analizar series temporales                    | Se pierde parcialmente.                              | NO   |
| 3-Ratio o proporción respecto a la media               | NO              | Poco robusto                                | NO  | Se pierde parcialmente.                              | NO   |
| 4- Tipificación o estandarización normal               | SI              | SI  | Solamente si se considera $\mu$ y $\sigma$ de un año base.        | Se pierde totalmente.<br>Converge inter-indicadores. | NO. Debido a la relatividad respecto a $\sigma$ .    |
| 5- Distancia relativa                                  | SI              | SI  | Solamente si se considera $\sigma$ de un año base.                | Se pierde totalmente.<br>Converge inter-indicadores. | NO. Debido a la relatividad respecto a $\sigma$ .    |
| 6- Técnica de Escalamiento Lineal (LST)                | SI              | SI  | SI (con valores max y min históricos o ideales).                  | Se mantiene parcialmente.                            | NO.  |

Fuente: elaboración propia

A continuación presentamos un ejemplo numérico con el objeto de ilustrar las diferencias de resultados, sus implicancias y limitaciones, que se presentan al estandarizar un mismo indicador en dos momentos de tiempo con las tres técnicas más utilizadas: la tipificación, la distancia relativa y la LST.

### 2. 3. Un ejemplo ilustrativo

Supongamos dos indicadores  $-X_A$  y  $X_B$ - pertenecientes a dos dimensiones de un fenómeno social que están expresadas en la misma unidad de medida; en este caso, porcentajes y donde el valor 10 representa niveles de malestar ( $X_{min}$ ) y el valor 90 niveles de bienestar ( $X_{max}$ ), que pueden estar teórica y/o empíricamente definidos. En ambos indicadores, si bien la media es la misma ( $\mu_A = \mu_B = 50$ ), algunos países presentan situaciones diferentes, a tal punto que la desviación estándar es:  $\sigma_A = 27,39$  y  $\sigma_B = 20,98$ ; véase Cuadro 3.

**Cuadro 3 - Ejemplo de dos indicadores de bienestar**

| Países | Indicador A  | Indicador B  |
|--------|--------------|--------------|
| A      | 10           | 10           |
| B      | 20           | 45           |
| C      | 30           | 50           |
| D      | 40           | 40           |
| E      | 50           | 55           |
| F      | 60           | 44           |
| G      | 70           | 60           |
| H      | 80           | 56           |
| I      | 90           | 90           |
| □      | <b>27,39</b> | <b>20,98</b> |
| □      | <b>50</b>    | <b>50</b>    |

Fuente: elaboración propia

El país D es uno de los que tiene el mismo valor en ambos indicadores: 40. Si los parámetros de bienestar/malestar son idénticos, uno esperaría que los valores de los índices parciales para esa unidad de análisis sean los mismos.

Ahora comparemos los resultados de estandarizar el valor 40 en ambos indicadores con las tres técnicas que resultaron superadoras en nuestro análisis crítico:

**Cuadro 4 - Diferencias al aplicar tipificación Z, distancia relativa o LST al País D.**

| Indicador | Método de estandarización            |                                       |                                     |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
|           | Tipificación Z                       | Distancia relativa*                   | LST                                 |
| <b>A</b>  | $Z_t = \frac{40-50}{27,39} = -0,365$ | $D_t = \frac{ 40-50 }{27,39} = 1,095$ | $I_t = \frac{40-10}{90-10} = 0,375$ |
| <b>B</b>  | $Z_t = \frac{40-50}{20,98} = -0,477$ | $D_t = \frac{ 40-50 }{20,98} = 1,430$ | $I_t = \frac{40-10}{90-10} = 0,375$ |

Fuente: elaboración propia.

Nota: \* se consideró un valor de referencia  $X_*$  de 50, que coincide con la media, para que sea comparable con la tipificación Z.

Con la tipificación Z, el valor es menor en B dado que, al relativizar un valor negativo con una desviación estándar menor, este se hace aún más negativo. Con la distancia relativa, la estandarización arroja un valor mayor ya que el resultado es inversamente proporcional a la varianza. En cambio, mediante la aplicación de la LST, el valor estandarizado es el mismo, aunque la desviación estándar de cada indicador sea diferente. En este ejemplo se puede apreciar cómo la estandarización cumple con la función de ponderación implícita de los componentes.

En definitiva, la LST es el que más se ajustaría al objetivo propuesto de conseguir un índice parcial que arroje una categorización ordinal válida dado que, si una determinada unidad de análisis posee dos indicadores (pertenecientes a distintas dimensiones de un mismo concepto)

con el mismo valor (40), los índices parciales resultantes de esa estandarización serán los mismos (0,375), sin importar la variabilidad del resto de las unidades de análisis.

Entonces el éxito de la técnica depende de la fijación de esos valores extremos, lo cual significa un problema. Si en el ejemplo se hubieran alterado, la ventaja se hubiera disipado. Por lo general, estos valores pueden mantenerse fijos al asociarlos a máximos y mínimos teóricos, históricos o ideales.

Sin embargo, habría un segundo problema ya que intuitivamente es común asociar los valores de la estandarización a una escala ordinal y lo cierto es que no necesariamente tiene que haber una correspondencia entre el resultado y el significado del mismo. En el ejemplo, el valor 0,375 podría no representar realmente niveles bajos del fenómeno estudiado. Lo que indica es que la distancia respecto al mínimo representa el 37,5% del rango establecido.

Por ende, el desafío estaría dado en elaborar una transformación que permita soslayar las debilidades de la LST. En rigor, conseguir medidas equiparables que permitan la ordenación de niveles y controlar la pérdida de variabilidad original del indicador. En estos términos se enmarca nuestra propuesta de la siguiente sección.

### **3. PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN: LST POR INTERVALOS**

Para superar la limitación principal de la LST proponemos una transformación lineal pero por intervalos, con lo que se reducirían los sesgos indeseados que pudiera generar la selección de máximos y mínimos. Es decir, esta concepción va un paso más allá que la desarrollada para el *United Nations Research Institute for Social Development* (UNRISD) por Drewnowski y Scott (1966) y que considera solamente los niveles máximos y mínimos que pueden ser representativos de valores extremos ideales, mundiales, nacionales o bien del rango correspondiente a los datos analizados. Nuestra propuesta la denominamos “LST por intervalos” y, a través de su aplicación, se logran soslayar las limitaciones enunciadas ya que la transformación se realiza entre valores de correspondencia intermedios y no entre los extremos. Para ello, hay que proceder en dos etapas:

1. Conceptualización y fijación de valores de referencia;
2. Cálculo de los valores intermedios al interior de los intervalos.

En la primera etapa se debe elaborar conceptualmente una escala de conversión con límites que oscilan entre 0 y 1. Los valores de referencia a fijar pueden ser los siguientes: a) 0 (cero) que implica la peor situación; b) 0,40 que representa un nivel bajo (tal vez un “mínimo aceptable”); c) 0,70 que indica un nivel medio (tal vez calificable como una “situación buena”); y d) 1 constituye un nivel alto, donde pueden convivir una diversidad de situaciones. Al conceptualizar de esta manera el valor más alto del indicador, se consigue eliminar el sesgo que

provocaría un valor atípico. Por ejemplo, se pueden fijar como 1 los niveles de ingresos monetarios por encima de un determinado valor que ya es considerado como saturador del nivel de bienestar<sup>5</sup>.

La asimilación de un determinado valor del indicador sin estandarizar a un valor de referencia debe ser a través de un proceso de revisión de estudios previos específicos a cada componente, el análisis de estándares y las recomendaciones de organismos internacionales, la exploración de legislación nacional (en los casos que corresponda) y, fundamentalmente, la participación de especialistas o informantes cualificados. De esta manera, a través de un *consenso intersubjetivo*, se obtiene una medida válida desde el punto de vista de las “voces cualificadas”. Esta es la validez de expertos, que se consideró por muchos años como parte de la validez interna, aunque ya se concibe como un tipo de evidencia distinta (Bostwick y Kyte, 2005).

En la segunda etapa, luego de establecer los valores de referencia, se calculan los valores intermedios a través de una modificación del método LST. La fórmula utilizada difiere según estemos en presencia de indicadores positivos o negativos. En términos generales, para los primeros, la fórmula utilizada para cada intervalo de referencia es:

$$I_{\text{interm}} = \left( \frac{X_i - MIN_j}{MAX_j - MIN_j} \times rango_j \right) + \min_j$$

mientras que para los indicadores negativos, la fórmula resulta ser:

$$I_{\text{interm}} = \left( \frac{MAX_j - X_i}{MAX_j - MIN_j} \times rango_j \right) + \min_j$$

donde:

- $I_{\text{interm}}$ : es el valor intermedio del índice parcial;
- $X_i$ : es el valor del indicador sin estandarizar del territorio geográfico  $i$ ;
- $MAX_j$ : límite superior del intervalo  $j$  de ese indicador sin estandarizar;
- $MIN_j$ : límite inferior del intervalo  $j$  de ese indicador sin estandarizar;
- $rango_j$ : es la diferencia entre max y min del intervalo  $j$  de valores de referencia;
- $\min_j$ : límite inferior del intervalo  $j$  de los valores de referencia;
- $\max_j$ : límite superior del intervalo  $j$  de los valores de referencia.

---

<sup>5</sup> Esta idea de colocar un nivel de saturación a partir de un valor de un componente del bienestar, podría conceptualizarse en términos de satisfacción de niveles de “buen vivir” (Acosta, 2010; Kowii Maldonado, 2011) como un estado de consumo compatible con ciertos equilibrios ecológicos y de igualdad social, diferenciados de metas de consumo que podrían incrementarse a niveles incompatibles con estos objetivos.

Para ilustrar las ventajas del LST por intervalos, respecto a sus implicancias en la variabilidad original de los datos y la medición de niveles ordinales, presentamos a continuación tres casos de índices parciales de bienestar social elaborados con esta propuesta metodológica. En todos ellos vamos a considerar la fijación de los valores de referencia: 0 (cero) la peor situación; 0,40 como límite entre el nivel bajo y medio-bajo; 0,70 como límite del nivel medio-bajo y medio-alto; y 1 nivel alto. En los casos que amerite, se fijaran valores de referencia intermedios a éstos. Los datos utilizados corresponden a la Argentina para el año 2005.

- A) *Índice de ingreso relativo a la canasta básica.* Este es un indicador que mide indirectamente el nivel de bienestar. A diferencia de los indicadores de pobreza de ingresos, tiene en cuenta los niveles de ingreso de toda la población. Se calcula dividiendo el ingreso total familiar por el valor de la canasta básica ajustado por la escala de equivalencias. El resultado representa cantidades de canastas que pueden comprar en ese hogar de acuerdo a las necesidades de cada edad y sexo. A partir de esto, se fijan las escalas intermedias mencionadas al valor de cada persona que habita en ese hogar, lo que permite efectuar una ordenación correcta de los valores de los tramos asociados a la medición de niveles de bienestar. Para su cálculo es necesario una base de microdatos.
- B) *Índice de personas por dormitorio.* Este índice considera la situación habitacional de todas las personas, no sólo aquellas que se encuentren en situación de hacinamiento. Por lo tanto, no se corre el riesgo de dejar afuera a aquellos que se encuentran muy cerca del umbral definido. Nuevamente, para su cálculo es necesario una base de microdatos.
- C) *Índice de homicidios culposos en accidentes de tránsito.* Este indicador tiene dos particularidades. Por un lado, da cuenta de la peor situación que puede ocurrir como consecuencia de la inseguridad (dado que no incluye cifras sobre delitos a la integridad personal, robos o hurtos de bienes, entre otros), con lo cual es un indicador a nivel agregado que no permite caracterizar los distintos niveles de inseguridad del total de la población. Por otro lado, y en relación a lo anterior, los valores de referencia para la estandarización por tramos corresponden a distintos niveles de homicidios culposos en accidentes de tránsito. En este tipo de problemáticas, que involucra sólo a las muertes, resulta más difícil encontrar consenso en cuáles son los niveles intermedios aceptables para dar cuenta de un gradiente de inseguridad.

### 3.1. El Índice de ingreso relativo a la canasta básica (INGREL)

Los valores de referencia se ajustan a la cantidad de canastas básicas alimentarias (CBA) o de canastas básicas totales (CBT) a las que puede acceder el hogar. La CBA fija el límite de la indigencia, en 0,20 puntos, y la CBT delimita la pobreza en 0,40 puntos. El resto de los valores de correspondencia está basado en estudios empíricos y conceptuales estadísticos.

Murmis y Feldman (1997: 57) aluden a que, en contextos económicos inflacionarios, hasta un valor de 1,50 CBT se incluyen segmentos próximos a la línea de pobreza "que se encuentran en una situación de particular incertidumbre en la que pueden caer más o menos rápidamente por debajo de la línea de pobreza".

Otro grupo de trabajos arriba a un valor similar, entendiendo que el límite debiera colocarse en torno a las 3,3 CAB (o 1,52 CBT aproximadamente) para que la satisfacción de las necesidades humanas logre una vida digna y sostenible. A ese punto lo denominan línea de dignidad; y lo reconocen no como óptimo, pero sí como intermedio y factible de alcanzar en pocos años<sup>6</sup> (Schatan, 1999; Wautiez, 2000; Aedo y Larraín, 2002).

Tomando como base estas propuestas, podría considerarse que un valor de 2 CBT resulta atinado para el nivel aceptable de 0,70 dado que se encuentra a una distancia prudente con el valor que consideramos pobreza. Y por último, para mantener una brecha similar entre los valores de referencia, asignamos el máximo puntaje a partir de las 4 CBT, nivel que se encuentra en el percentil 87 del total de aglomerados<sup>7</sup> y que replica el máximo valor de análisis de los estudios empíricos citados. Este valor daría cuenta de un nivel de ingresos que permite no solo la satisfacción de necesidades cubiertas por la CBT, sino también de participación, esparcimiento y demás actividades que hacen al pleno desarrollo de las personas como seres sociales. Asimismo, existen dos razones más que apoyan esta elección:

- Porque a partir de las 4 CBT comienza un cambio de pendiente en la serie de ingreso relativo. De esta manera, logramos reducir el impacto por peso adicional y la distancia con respecto a los mayores valores, que se ubican entre 11,3 y 84,47CBT en el último percentil<sup>8</sup>;
- Porque existe una cuasi-relación geométrica entre cada uno de los niveles de referencia, dado que el nivel 0,40 de 1 CBT es igual a 1 CBA x 2 aproximadamente –de acuerdo al coeficiente de Engel que varía en el período en 2,15 y 2,17–; el nivel de 0,70 es igual a 1 CBT x 2; y el nivel de 1 es igual al cálculo anterior por 2.

<sup>6</sup> Las 3,3 CBA corresponden a un monto monetario equivalente al ingreso promedio de los veintiles 9 y 10 de la población de Chile de fines de la década de 1990; es decir, el de la población con ingresos medios. El nivel escogido se acerca bastante al que algunos países europeos utilizan para determinar la frontera entre pobreza y no pobreza. Allí se consideran pobres todos aquellos que tienen un ingreso inferior a la mitad del promedio nacional.

<sup>7</sup> Según análisis de la base de microdatos de la EPH-INDEC para el IV trimestre de 2005.

<sup>8</sup> Según datos del IV Trimestre de 2005 EPH-INDEC.

El cálculo de los intervalos entre cada uno de los valores de referencia lo realizamos a través de la LST por intervals.

**Cuadro 5 – Índice de nivel de ingreso relativo (INGREL)**

| CONDICIÓN          | CANTIDAD DE CANASTAS A LAS QUE ACCEDE EL HOGAR | INTERVALOS DE INGREL | NIVEL DE BIENESTAR |
|--------------------|--|----------------------|--------------------|
| Indigente          | <b>Sin ingresos</b>                            | <b>0</b>             | <b>Nulo</b>        |
|                    | Menos de 1 CBA                                 | (0; 0,20)            |                    |
| Pobre no indigente | <b>1 CBA</b>                                   | <b>0,20</b>          | Bajo               |
|                    | Más de 1 CBA y menos de 1 CBT                  | (0,20; 0,40)         |                    |
| No pobre           | <b>1 CBT</b>                                   | <b>0,40</b>          | Medio-Bajo         |
|                    | Más de 1 CBT y menos de 2 CBT                  | (0,40; 0,70)         |                    |
|                    | <b>2 CBT</b>                                   | <b>0,70</b>          | Medio-Alto         |
|                    | Más de 2 CBT y menos de 4 CBT                  | (0,70-1)             |                    |
| <b>4 o más CBT</b> | <b>1</b>                                       | <b>Alto</b>          |                    |

Fuente: elaboración propia

Este indicador resulta una alternativa superadora con respecto a las que se centran en una parte de la población –indicadores de pobreza de ingresos– y de aquellos indicadores que dan cuenta de la distribución de ingresos percibidos sin considerar alguna medida normativa de referencia. Es decir, la medida elaborada resulta válida ya que permite analizar la totalidad de la población por medio de un análisis percentílico y, de esta manera, se pueden ubicar los valores cercanos a la línea de pobreza sin necesidad de realizar cálculos alternativos.

Asimismo, en la literatura existe un debate acerca de la sensibilidad de los indicadores de ingreso monetario para medir el bienestar o la pobreza dado que, ante pequeñas alteraciones en la línea de pobreza, estos indicadores se ven modificados (Feres y Mancero, 2001). El INGREL cumple con una serie de propiedades relacionadas con la monotonicidad y transferencia a saber:

1- Si aumenta el valor de la CBT, las posiciones percentílicas de las personas no cambian, solamente la cantidad de personas en cada nivel –más personas en los grupos más bajos– y, por ende, del INGREL. Es decir: si aumenta la CBT, disminuye INGREL.

2- Una disminución del ingreso de cualquier persona –u hogar–, incluso si se produce solamente entre los que ya son indigentes o pobres, provoca una disminución del INGREL. Esto demuestra una total sensibilidad del indicador ante cambios del ingreso. La disminución de INGREL será mayor si la persona es pobre que no pobre debido a la transformación escalar que realizamos. Es decir, ante una variación de 1 CBT, INGREL varía según se indica en Cuadro 6.

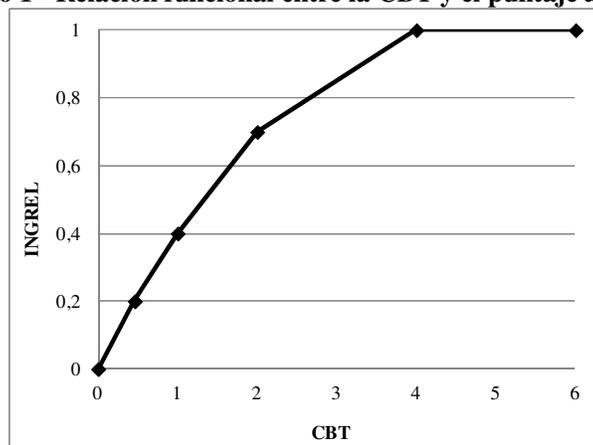
**Cuadro 6 -Pendiente de la relación funcional INGREL**

| INTERVALOS de INGREL | $\Delta$ INGREL |
|----------------------|-----------------|
| [0; 0,20)            | 0,431           |
| [0,20; 0,40)         | 0,371           |
| [0,40; 0,70)         | 0,30            |
| [0,70; 1]            | 0,15            |

Fuente: elaboración propia

Esto queda reflejado en la pendiente de la relación funcional entre la CBT y el índice obtenido, donde se observa el menor impacto por peso adicional de ingreso a medida que aumentamos de tramo (véase Gráfico 1). Cabe aclarar que esta pendiente no está relacionada con la utilidad, sino con la posibilidad de satisfacción de las necesidades fundamentales.

**Gráfico 1 - Relación funcional entre la CBT y el puntaje asignado**



Fuente: elaboración propia

3- Una transferencia de ingresos de una persona de mayores ingresos a una de menores ingresos, siempre que ambas estén en el mismo intervalo (indigentes, pobres o no pobres) y que la variación sea menor o igual a la diferencia entre ambos, no modifica el valor promedio del INGREL, pero sí disminuye la desigualdad de ingresos.

4- Ante una transferencia de ingresos de una persona no pobre a una pobre o indigente, el valor promedio del INGREL aumenta dado que la caída del indicador en el intervalo (0,40, 1) es menor al aumento en el intervalo por debajo de 0,40, tal y como se detalla en el Cuadro 6. Asimismo, mejora la distribución de ingresos.

Estas cuatro propiedades dan cuenta de la bondad del indicador elaborado para dar cuenta de los niveles de bienestar.

### 3.2. El Índice de personas por dormitorio (IPD)

Para definir los valores de referencia, tuvimos en cuenta tanto aspectos teóricos como empíricos. Los umbrales de hacinamiento crítico y semicrítico sirven para definir los niveles menores a 0,40. La mayor parte de los países, incluida Argentina, lo establecen en más de 3 personas por dormitorio<sup>9</sup>.

<sup>9</sup>Respecto a la noción de hacinamiento, es un concepto que varía según el nivel de desarrollo de las sociedades, el momento histórico y las particularidades culturales, lo cual implica que no existe un umbral universal de hacinamiento. Algunos autores lo establecen partir de las tres personas por habitación (UN-HABITAT, 2009: 9; Rodríguez, 1999: 225; Szalachman, 2000: 23) y se lo suele denominar como hacinamiento semicrítico; mientras que

Debido a que el tamaño del hogar y el número de dormitorios son variables relativamente acotadas, la definición del umbral para el nivel de hacinamiento puede afectar fuertemente los resultados. En nuestra propuesta, un hogar constituido por un matrimonio y dos hijos que cuente con dos dormitorios, sería una situación adecuada –2 personas por dormitorio–. Si luego llega un tercer hijo a ese hogar y se cuenta con la misma cantidad de habitaciones, las condiciones pasarían a estar en el umbral de lo aceptable –2,5 personas por dormitorio–. Un cuarto hijo con la misma infraestructura ubicaría a esta familia en el umbral de lo mínimo –3 personas por dormitorio–. Más allá de este valor, aparece el hacinamiento en sus diversas formas –semicrítico y crítico–.

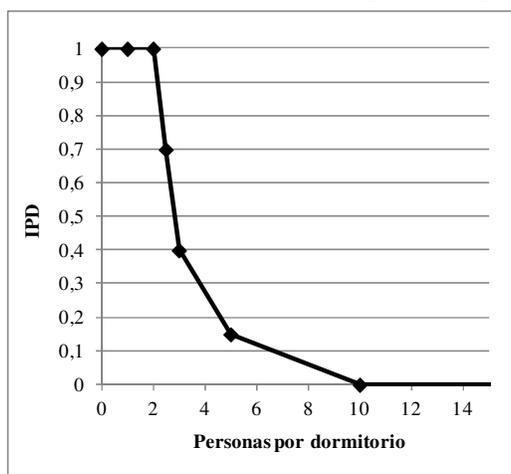
**Cuadro 7- Índice de personas por dormitorio (IPD)**

| INTERVALOS DE PERSONAS POR DORMITORIO | INTERVALOS DEL IPD | NIVEL DE BIENESTAR |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>10 o más</b>                       | <b>0</b>           | <b>Nulo</b>        |
| (5; 10)                               | (0; 0,15)          | Bajo               |
| 5                                     | 0,15               |                    |
| (3; 5)                                | (0,15;0,40)        |                    |
| <b>3</b>                              | <b>0,40</b>        | Medio-Bajo         |
| (2,5;3)                               | (0,40; 0,70)       | Medio-Alto         |
| <b>2,5</b>                            | <b>0,70</b>        |                    |
| (2; 2,5)                              | (0,70; 1)          | Alto               |
| <b>2 o menos</b>                      | <b>1</b>           |                    |

Fuente: elaboración propia

El cálculo para los niveles intermedios se realizó con la fórmula de la LST por intervalos, lo que arrojó una relación funcional como la representada en el Gráfico 2, muy sensible a la incorporación de un nuevo habitante en el primer intervalo –hasta 3 personas por cuarto–, relativamente sensible entre 3 y 5 personas por dormitorio y poco sensible a partir de las 5 personas por dormitorio.

**Gráfico 2 - Relación funcional entre la cantidad de personas por dormitorio y el IPD**



Fuente: elaboración propia.

otros consideran a más de tres personas por habitación como hacinamiento crítico (Lentini y Palero, 1997: 26). Sobre las diferencias de umbrales entre países, se recomienda visitar el sitio de la CEPAL: <http://www.eclac.cl/esalc/>

No obstante, asumida la sensibilidad ante pequeños cambios de los niveles establecidos, esta forma de elaboración del índice permite que no se pierda información cercana a los umbrales a diferencia del tradicional indicador porcentual que muestra la proporción de población por encima de cierto valor. En este sentido, el análisis percentílico permite observar la distribución de todos los niveles de personas por dormitorio.

### 3.3. El Índice de homicidios culposos en accidentes de tránsito (IHCAT)

Este caso es un ejemplo de un indicador en el cual resulta muy difícil encontrar un consenso sobre qué nivel de homicidios se corresponde con cada valor de referencia intermedio dado que, por ejemplo, estaríamos ponderando entre los expertos consultados hasta que nivel de homicidios en accidentes de tránsito resulta aceptable o adecuado para hablar de bienestar social medio.

En el nivel de bienestar alto, al valor de referencia 1 le asignamos una tasa de 0/100.000, que indica la ausencia de muertes. También se podría considerar como situación de bienestar alto la existencia de un número muy bajo de muertes por inseguridad. En cambio, en el nivel más bajo, el índice 0 (cero) se corresponde con los valores máximos mundiales de cada indicador. Los valores de 0,40 y 0,70 los fijamos de acuerdo a los intervalos que elabora la United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC, 2011) para comparar las tasas de homicidios dolosos de los distintos países del mundo. Así por ejemplo, cuando el nivel de homicidios se encuentra entre 5 y 10 muertes por cada 100.000 habitantes de acuerdo a la escala de la UNODC, el nivel de bienestar medio-bajo (entre 0,40 y 0,70) en nuestra propuesta. De esta manera, asignamos los valores de referencia a los límites de cada una y luego aplicamos la fórmula de la LST por intervalos (véase Cuadro 8).

**Cuadro 8 -Índice de homicidios culposos en accidentes de tránsito (IHCAT).**

| INTERVALOS DE LA THCAT<br>(Muertes cada 100.000 habitantes) | INTERVALOS DEL<br>IHCAT | NIVEL DE BIENESTAR |
|---|-------------------------|--------------------|
| <b>La THCAT más alta del mundo</b>                          | <b>0</b>                | <b>Nulo</b>        |
| 20 o más  | (0; 0,15)               | Bajo               |
| <b>20</b>   | <b>0,15</b>             |                    |
| (10; 20)  | (0,15; 0,40)            | Medio-Bajo         |
| <b>10</b>   | <b>0,40</b>             |                    |
| (5; 10)   | (0,4; 0,70)             | Medio-Alto         |
| <b>5</b>  | <b>0,70</b>             |                    |
| (2; 5)  | (0,70; 0,9)             |                    |
| <b>2</b>  | <b>0,90</b>             | Alto               |
| (0; 2)  | (0,90; 1)               |                    |
| <b>0</b>  | <b>1</b>                |                    |

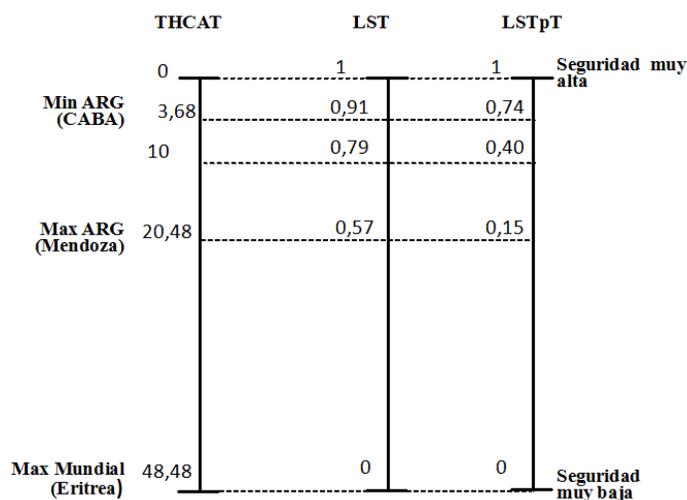
Fuente: elaboración propia en base a escala ordinal UNODC (2011).

Analicemos ahora la diferencia entre estandarizar la tasa de homicidios culposos en accidentes de tránsito (THCAT) a través de la LST y de la LST por intervalos para observar las

implicaciones en la variabilidad original de los datos y la medición de niveles ordinales. En Argentina en el año 2005, la THCAT tuvo un valor máximo para la provincia de Mendoza de 20,48 muertes por cada 100.000 habitantes y un valor mínimo de 3,68 para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires<sup>10</sup>. En el *ranking* mundial de países, el peor valor es el de 48,4 que corresponde al país africano de Eritrea<sup>11</sup>. Como mejor valor consideramos la inexistencia de muertes; es decir, una tasa de homicidios igual a cero. Veamos la diferencia entre la aplicación de la LST y nuestra propuesta de LST por intervalos:

- Si estandarizamos los valores de las provincias argentinas a través de la LST con el máximo y mínimo mundial, la peor situación quedaría en 0,57 y la mejor en 0,91 (véase LST en Esquema 1).
- En cambio, si asignamos los valores de referencia a cada intervalo de nivel de seguridad, entonces la aplicación de la LST por intervalos (véase LSTpT en Esquema 1) permite obtener un índice que da cuenta de los niveles de bienestar. De esta manera el peor valor de Argentina resulta un nivel muy bajo (0,15) y el mejor valor es alto (0,74).

#### Esquema 1– Comparación de estandarizar THCAT con LST y LST por intervalos



Fuente: elaboración propia en base a datos suministrados por la Dirección Nacional de Política Criminal del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos

En este sentido, la variabilidad del índice obtenido se encuentra relacionada directamente con la noción de bienestar que representa y, de esta manera, se evitan las transformaciones lineales asociadas a valores extremos arbitrarios. La utilización de valores de referencia conceptualmente establecidos convierten a la tasa de homicidios en accidentes de

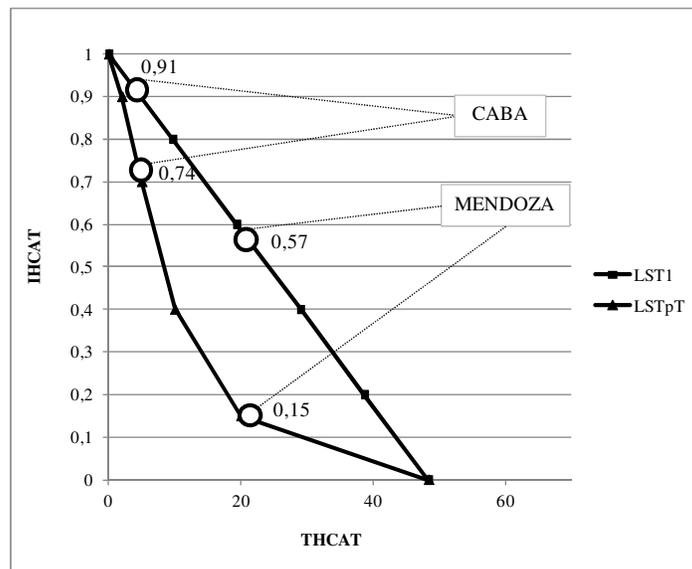
<sup>10</sup> En base a datos suministrados por la Dirección Nacional de Política Criminal del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos.

<sup>11</sup> En el año 2006, la tasa más alta fue de 48,4 (Eritrea-África) y la más baja 1,7 (Islas Marshall). Fuentes: THD: UNODC - Homicide statistics - Data series; THCAT: WHO - Global Health Observatory Data Repository.

tránsito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires de un valor que parecía casi ideal por su proximidad con el valor nulo (0,91 según la LST estándar) en un valor alto pero apenas por encima de lo que hemos fijado como “medio” (0,74 en la LST por intervalos). Al mismo tiempo, la tasa de Mendoza desciende de un valor que parecía aceptable (0,57), por estar muy lejos de lo que sucede en el peor país del mundo en accidentes de tránsito, a un valor claramente muy bajo (0,15) por encontrarse en una posición intermedia entre dicho país y el valor que hemos fijado como “bajo” (véase Gráfico 3).

También se puede apreciar que la relación se encuentra suavizada y la pendiente de la relación funcional es diferente de acuerdo al nivel de seguridad que se posea. En otras palabras, en los valores de seguridad más alto, un aumento porcentual de la tasa de homicidios se traduce en una disminución más que proporcional del índice obtenido. En cambio, en los niveles de seguridad más bajos, un aumento porcentual de la tasa de homicidios se traduce en una disminución menos que proporcional del índice estimado.

**Gráfico 3 – Comparación de las relaciones funcionales entre el indicador original y el índice parcial a través de LST y LST por intervalos**



Fuente: elaboración propia

### 3.4. Equiparación de los índices parciales

El análisis de cada índice por separado demuestra que la LST por intervalos logra superar las limitaciones de la LST estándar en cuanto a los cambios en la variabilidad original y la posibilidad de generar una escala ordinal que represente niveles, en este caso, de bienestar.

No obstante, las ventajas no terminan ahí dado que, si conceptualmente los valores de referencia (0; 0,4; 0,7; y 1) representan las mismas situaciones de malestar/bienestar, entonces la

validez de nuestra propuesta se extiende a la equiparación de las escalas de los tres índices, lo que permite agregarlos mediante algún procedimiento que no elimine esta condición de equiparabilidad y, por ende, el índice sintético permitirá ser interpretado en los mismos términos.

En el Cuadro 9 se presenta esta relación de correspondencia con las limitaciones que representa la tasa de homicidios culposos en accidentes de tránsito, que es el único indicador agregado que no surge de bases de microdatos sino de registros administrativos agregados. Así por ejemplo, un nivel de bienestar medio (0,70) incluiría que, en el territorio geográfico, la THCAT sea de 5/100.000, que las personas habiten en un hogar con 2,50 personas por dormitorio y con un nivel de ingresos correspondiente a 2 CBT.

**Cuadro 9 – Equiparación de los índices parciales.**

| <b>NIVEL de BIENESTAR</b> | <b>Intervalos de los Índices</b> | <b>Intervalos de ingreso relativo (CBT)</b> | <b>Intervalos de personas por dormitorio</b> | <b>Intervalos de la THCAT (Muertes cada 100.000 habitantes)</b> |
|---------------------------|----------------------------------|---|--|---|
| <b>Nulo</b>               | <b>0</b>                         | Sin ingresos                                | 10 o más                                     | Máximo valor mundial  |
| <b>Bajo</b>               | <b>(0; 0,40)</b>                 | (0; 1)                                      | (3; 10)                                      | Más de 10 y menos del máximo mundial                            |
| <b>Medio-Bajo</b>         | <b>[0,40; 0,70)</b>              | [1; 2)                                      | (2,50; 3]                                    | (5; 10]   |
| <b>Medio-Alto</b>         | <b>[0,70; 1)</b>                 | [2; 4)                                      | (2; 2,50]                                    | (0; 5]  |
| <b>Alto</b>               | <b>1</b>                         | 4 o más                                     | 2 o menos                                    | 0   |

Fuente: elaboración propia

Sin lugar a dudas, estos tres índices dan cuenta de tan solo una parte de las dimensiones del bienestar social dado que también habría que incluir medidas sobre salud, educación, seguridad ciudadana, trabajo y vivienda, entre otros. Por ende, la conclusión sobre la posible agregación de los índices parciales resulta incompleta. Sin embargo, en un estudio realizado con trece índices equiparables de bienestar social para Argentina, la agregación mediante la media aritmética ponderada arrojó resultados que pueden ser interpretados en términos de la misma escala ordinal de bienestar (Actis di Pasquale, 2013).

#### **4. CONCLUSIONES**

Como hemos visto el “escalamiento lineal por intervalos” permite transformar variables de distinta naturaleza en índices equiparables que representan niveles de algún fenómeno social estudiado. De esta manera, se logra combinar intervalos con niveles ordinales que poseen una interpretación conceptual. La validez quedó demostrada en el ejercicio de aplicación en tres casos de indicadores de bienestar social: a) el índice de ingreso relativo, basado en una variable

cuantitativa con información individual proveniente de bases de microdatos; b) el índice de personas por dormitorio, que cuenta con similares características; y c) el índice de homicidios culposos en accidentes de tránsito, calculado a partir de un indicador agregado que da cuenta de una parte de la situación estudiada (solamente las muertes). Por ende, es posible aplicar este método incluso con variables de límites teóricos mucho menos claros y con niveles intermedios muy arbitrarios, como es este último caso.

De esta manera, el LST por intervalos consigue un doble progreso. Por un lado, logra superar las limitaciones del LST estándar dado que la variabilidad del indicador cambia, pero no se pierde, al reasignarse a través de los puntos de correspondencia que se definan. De esta manera, se puede obtener una medición más precisa del objeto de estudio y, por ende, se reduce la brecha entre teoría y empiria.

Por otro lado, y como consecuencia de esa reasignación, se obtienen medidas equiparables que no sólo permiten la interpretación de niveles previamente acordados a través de un *consenso intersubjetivo*, sino que se encuentran en condiciones para ser agregados por algún método particular que no elimine esas propiedades.

Este alto grado de subjetividad, que permite la participación de especialistas en cada disciplina, es el ingrediente principal que lo diferencia de otro tipo de técnicas de mayor rigidez, como por ejemplo, la tipificación y la distancia relativa. Y ello no resulta en perjuicio de la medición, sino todo lo contrario, ya que permite despojarse del isomorfismo que caracteriza a los métodos más duros, que parten implícitamente de una correspondencia entre la estructura lógico-matemática y la estructura de la realidad.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Actis di Pasquale, E. (2013): *Bienestar Social, resignificación del concepto y de su operacionalización. Un aporte metodológico aplicado al caso argentino (1988-2005)*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Quilmes.
- Acosta, A. (2010): *El Buen Vivir en el camino del post-desarrollo. Una lectura desde la Constitución de Montecristi*, Policy Paper 9, Fundación Friedrich Ebert, Quito.
- Aedo, P. y Larraín, S. (2002): *Línea de dignidad: Desafíos sociales para la sustentabilidad*. Programa Cono Sur Sustentable, Santiago de Chile.
- Booyesen, F. (2002): “An overview and evaluation of composite indices of development”, *Social Indicators Research*, 59:2, pp. 115–151.
- Bostwick, G. J., y. Kyte, N. S (2005): *Measurement Social Work: Research and Evaluation Quantitative and Qualitative Approach*. 7ª ed. Oxford University Press, New York.

- Diener, E. (1995): “A value based index for measuring national quality of life”, *Social Indicators Research*, 36, pp 107–127.
- Distaso, A. (2007): “Well-being and/or quality of life in EU countries through a multidimensional index of sustainability”. *Ecological Economics*, 64:1, pp. 163–180.
- Drewnowski, J y Scott, (1966): *The level of living index*. Report N° 4. UNRISD. Ginebra.
- Estes, R.J. (2003): “European social development trends: development challenges of the New Europe”, en Voguel, J. (ed.): *Good times and hard times in Sweden during 1990's*, Living Conditions Series, Report 100. Statistics Sweden, Estocolmo, pp. 435–468.
- Feres, J.C. y Mancero, X. (2001): “Enfoques para la medición de la pobreza. Breve revisión de la literatura”. *Estudios Estadísticos y Prospectivos 4*. Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Ivanovic, B. (1973): *Comment établir une liste des indicateurs de développement*. Etude XXVI. UNESCO, París.
- Kowii Maldonado, W.A. (2011): “El Sumak Kawsay”. *Aportes Andinos*, 28, pp. 1–5.
- Lentini, M. y Palero, D. (1997): El hacinamiento: la dimensión no visible del déficit habitacional. *Revista invi*, 12:31, pp. 23–32.
- Molpeceres Abella, M. de las M. (2008): *Métodos de aproximación a la medición del bienestar: una panorámica*. Documento de trabajo para el Informe FOESSA 2008, España.
- Morris, D. (1979): "Measuring the Condition of the World's Poor: the Physical Quality of Life Index". *Pergamon Policies Studies*, 42. Pergamon, New. York.
- Pena Trapero, B. (1977): *Problemas de medición del bienestar y conceptos afines. Una aplicación al caso español*. INE, Madrid.
- PNUD (1990 a 2011): *Informe sobre Desarrollo Humano*. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Mundiprensa Libros, Madrid / Fondo de Cultura Económica, México.
- PNUD Argentina (2002): *Aportes para el Desarrollo Humano de la Argentina / 2002. Desigualdad y Pobreza*. PNUD, Buenos Aires.
- Rodríguez, J. (1999): “Información censal relevante para la medición del déficit habitacional”, en *América Latina: aspectos conceptuales de los Censos del 2000 (Seminario Censos 2000: diseño conceptual y temas a investigar en América Latina)*, Serie Manuales 1. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.
- Saisana, M. y Tarántola, S. (2002): *State-of-the-art Report on Current Methodologies and Practices for Composite Indicator Development*. Report EUR 20408 EN. Joint Research Centre. European Commission, Ispra.

- Salzman, J. (2003): *Methodological Choices Encountered in the Construction of Composite Indices of Economic and Social Well-Being*. Center for the Study of Living Standards Ottawa, Ontario.
- Schatan W. J. (1999): *Pobreza, Distribución del Ingreso y Línea de Dignidad*. Documento elaborado para el Programa de Economía Ecológica del Instituto de Ecología Política, Santiago de Chile.
- Schuschny, A. y Soto, H. (2009): *Guía metodológica. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Documento de proyecto. DDSAH/CEPAL, Santiago de Chile.
- Szalachman, R. (2000): “Perfil del déficit y políticas de vivienda de interés social: situación de algunos países de la región en los noventa”, *Serie Financiamiento y Desarrollo* 103. Unidad de Financiamiento para el Desarrollo, División de Comercio Internacional y Financiamiento Habitacional, Santiago de Chile.
- UNODC -United Nations Office on Drugs and Crime (2011): *2011 Global Study on Homicide. Trends, contexts, data*. UNODC, Viena.
- UN-HABITAT (2009): *Urban Indicators Guidelines. 'Better Information, Better Cities': Monitoring the Habitat Agenda and the Millenium Development Goals-Slums Target*. UN-HABITAT.
- Velázquez, G.A. (2008): “Bienestar y jerarquía urbana. Un análisis regional en la Argentina (2001)”, en Lucero, P. (ed.): *Territorio y calidad de vida, una mirada desde la geografía local: Mar del Plata y Partido de General Pueyrredón*. EUDEM. Mar del Plata, pp. 41–72.
- Velázquez, G.A. y Gómez Lende, S. (2005): “Población y calidad de vida en la Argentina (1991-2001). La fragmentación de la sociedad y el territorio”, en Velázquez, G.A. y Gómez Lende, S. (comp.): *Desigualdad y calidad de vida en la Argentina (1991-2001) Aportes empíricos y metodológicos*, UNCEN-REUN-CIG, Tandil, pp. 63–86.
- Wautiez, F. (2000): “La equidad socio-ambiental en Chile: una tarea pendiente”. Programa Chile Sustentable, Santiago de Chile.
- Zárata Martín, M.A. (1988): “Bienestar Social y diferenciación interna del espacio urbano. Vitoria-Gasteiz”, *Revista de la Facultad de Geografía e Historia*, 1, pp. 163–178.
- Zarzosa Espina, P. (1996): *Aproximación a la medición del Bienestar Social*. Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones, Valladolid.