ANEXO METODOLÓGICO 3

MÉTODO DE ELABORACIÓN DEL INDICE DE DESARROLLO HUMANO Y SOCIAL

1. DESARROLLO HUMANO Y SOCIAL: CONCEPTO MULTIDIMENSIONAL

El Desarrollo Humano y Social es definido a partir de una concepción multidimensional, como la puesta en juego de una serie de condiciones y potencialidades para el logro de diversas realizaciones de integración humana y social. La ausencia de desarrollo humano y social equivale a privaciones en las capacidades de las personas para desarrollar una vida digna.

El concepto de desarrollo humano usado en este caso se basa en la concepción de Amartya Sen, que entiende el desarrollo humano en función de *capacidades* y *realizaciones*. Las capacidades o potencialidades están fundadas en el acceso a medios de vida e inclusión social, y las realizaciones o funcionamientos se refieren al logro de un adecuado desarrollo personal y social.

La construcción de una medida de Desarrollo Humano y Social exige resumir en un indicador de resumen las diferentes dimensiones que se investigan en la EDSA. Esa construcción debe reconocer las interrelaciones y correlaciones entre los varios componentes, y asignarles ponderaciones apropiadas. El concepto fundamental para ello es que las distintas dimensiones observables a través de la encuesta son distintas *dimensiones* o aspectos de un mismo concepto subyacente que no es directamente mensurable, y que denominamos (en su faz positiva) Desarrollo Humano y Social.

Este complejo concepto, tal como ha sido estudiado en este Informe y sus predecesores, reconoce dos niveles principales con tres dimensiones cada una:

NIVEL DE LAS CONDICIONES MATERIALES DE VIDA
1. HÁBITAT, SALUD Y SUBSISTENCIA 2. ACCESO A RECURSOS PÚBLICOS 3. TRABAJO Y AUTONOMÍA ECONÓMICA

NIVEL DE LAS CONDICIONES DE INTEGRACIÓN HUMANA Y SOCIAL
4. CAPACIDADES Y COMPETENCIAS PSICOLÓGICAS 5. TIEMPO LIBRE Y VIDA SOCIAL 6. CONFIANZA POLÍTICA

A su vez, cada una de las dimensiones fue medida a través de varios indicadores que se tradujeron en otras tantas preguntas de la encuesta. Estas preguntas, en la mayor parte de los casos, eran de naturaleza cualitativa, es decir que presentaban dos o más opciones, no necesariamente ordenables, y que reflejaban diferentes situaciones o posiciones de cada respondente en referencia a cada tema.

La construcción del Índice de Desarrollo Humano y Social se encaró como una tarea escalonada:

• En primer término se construyó una medida para cada dimensión.
• En segundo lugar se construyó un índice para cada uno de los dos niveles o dimensiones mayores.
• Finalmente se usaron las medidas de las dimensiones mayores para construir una medida general de desarrollo humano y social.

El problema de reducir varios indicadores de una misma dimensión conceptual a un índice unidimensional es un problema que ha sido tratado ampliamente en las ciencias sociales, sobre todo en la Psicología y la Sociología. La idea fundamental que orienta el tratamiento científico de ese problema es que los indicadores son signos visibles de una dimensión subyacente inobservable, la cual puede ser entonces inferida indirectamente a partir de los indicadores observables y sus mutuas correlaciones.

El problema de construir una medida global de desarrollo humano y social que contemple las varias dimensiones requiere incorporar además consideraciones de tipo más normativo. En efecto, por motivos conceptuales se ha considerado que las varias dimensiones consideradas son esenciales para asegurar buenas condiciones de vida, sin que ninguna de ellas pueda tener mayor prioridad que las otras. Por tal razón, la medida de condiciones materiales de vida se construyó mediante un promedio simple de las medidas de las tres dimensiones, asignando el mismo peso a todas ellas, y lo mismo ocurre con la medida de integración humana y social, y con la medida global de desarrollo humano y social.

La siguiente sección de este anexo explica el procedimiento adoptado para construir las medidas o índices de cada dimensión.

2. MÉTODOS DE REDUCCIÓN DIMENSIONAL: EL ANÁLISIS FACTORIAL

El problema general

Cada una de las dimensiones (por ejemplo, Hábitat, Salud y Subsistencia) es un concepto o construcción intelectual abstracta, que de por sí es inobservable. Su medición se efectúa a través de indicadores, pero estos indicadores son siempre parciales e imperfectos, de modo que se utilizan varios de ellos con el objeto de reflejar de manera más completa la variabilidad que presenta el concepto subyacente.

La construcción de un índice o medida unidimensional a partir de datos multidimensionales es un problema común en la vida diaria. Por ejemplo, la calificación de las capacidades de un estudiante requiere tomar en cuenta simultáneamente los resultados de múltiples tareas y evaluaciones a las cuales el estudiante ha sido sometido. En otro ejemplo, la posición de un país en cuanto a su nivel de desarrollo humano, tal como es medido por las Naciones Unidas, requiere reducir a un solo número varios conceptos como, esperanza de vida, nivel de alfabetismo, tasa de matriculación escolar y PBI per cápita.

Esto se puede generalizar a cualquier número de dimensiones. Un concepto de *k* dimensiones requiere representar a cada caso concreto como un punto en un espacio de *k* dimensiones, y lo describe mediante una colección de *k* números.

Representar un país mediante *k* números es una manera bastante compleja de identificar cada posición del objeto (o cada objeto). Por ello se recurre a mecanismos de reducción dimensional que permitan sintetizar la posición de los objetos representándola en un número menor de dimensiones. La reducción dimensional consiste en "proyectar" la posición de cada caso sobre un espacio con un número menor de dimensiones. Por ejemplo, en un mapa las tres dimensiones del espacio se han reducido a dos. Cuando se traza una línea que indica la distancia entre dos puntos geográficos, aquellas tres dimensiones se han reducido a sólo una.

Reducir las dimensiones sacrifica detalles, pero facilita el análisis. Si una persona en la ciudad A tiene una tabla que le indica la distancia hasta una serie de ciudades B, C, D, etc., puede elegir la ciudad más cercana, u ordenar las ciudades por distancia, pero ha perdido momentáneamente otros detalles como la latitud y longitud en que se encuentra cada ciudad, su altitud sobre el nivel del mar, etc. Pero para muchos propósitos prácticos las distancias serán suficientes. Para otros análisis necesitará datos adicionales.

Esta clase de "reducciones dimensionales", como el promedio de calificaciones de un estudiante o la distancia entre las ciudades, son procedimientos *ad hoc*, que no conservan mucho de la información original, y que sirven sólo a un propósito específico. Por ejemplo, la tabla de distancias no permite identificar el recorrido más eficiente para visitar todas las ciudades con un menor recorrido total. El promedio de calificaciones no reconoce que hay materias más difíciles que otras.

En nuestro caso el propósito es más ambicioso: después de aplicar un largo cuestionario con preguntas sobre distintos aspectos del Desarrollo Humano y Social, aspiramos a tener una medida de resumen que permita clasificar a las personas en una escala, desde las que tienen mayor nivel de privaciones hasta las que no tienen ninguno, teniendo en cuenta toda la información recogida.

Cuando se utilizan varios indicadores para medir un mismo concepto, el fundamento para hacerlo es la creencia de que una variación de los indicadores está reflejando una variación del concepto subyacente. Por ejemplo, las respuestas de un estudiante ante las varias preguntas de un examen de Historia reflejan su mayor o menor conocimiento de esa materia. La construcción de una medida única (la nota del estudiante en la materia Historia) puede obtenerse en forma simple asignando un punto a cada pregunta, y sumando los puntos; ese procedimiento, sin embargo, está olvidando el hecho de que algunas preguntas son más difíciles que otras, y que hay preguntas relacionadas entre sí (de modo que si el alumno conoce la respuesta de una de ellas seguramente también conoce la otra). Para tomar en cuenta las diferencias de dificultad, algunos profesores asignan más peso o puntaje a algunas preguntas. Pero esas diferencias de puntaje (aunque están basadas en los conocimientos y experiencia

del profesor) son hasta cierto punto subjetivas o arbitrarias, y en el caso de las encuestas ni siquiera se dispone de una semejante base de conocimiento para asignar puntajes confiables del modo subjetivo en que lo hacen los profesores. Y de todas maneras esas diferencias de ponderación no toman en cuenta las correlaciones entre las preguntas: tres preguntas sobre el mismo tema están en realidad midiendo lo mismo, mientras que tres preguntas sobre distintos temas están midiendo conocimientos diferentes, y esto normalmente no es tenido en cuenta.

Para arribar a ponderaciones apropiadas en estos casos se parte del hecho que los indicadores relacionados con un mismo concepto subyacente deben estar correlacionados entre sí. Por ejemplo, los alumnos que responden bien una pregunta pueden tender a responder bien algunas otras también (aunque no siempre). Del mismo modo, la presencia de cada uno de los atributos del déficit de desarrollo humano y social tiende a estar correlacionada con los otros atributos: carecer de agua corriente suele ir acompañado por una vivienda más precaria, o por ingresos más bajos. Estas correlaciones se explican porque todos esos atributos están a su vez correlacionados con el concepto subyacente de pobreza.

Esta concepción ha dado origen al Análisis Factorial. La idea básica de ese enfoque es que si se pudiera medir directamente el concepto subyacente, y tomarlo en cuenta en el cálculo de las correlaciones, sus variaciones "explicarían" las correlaciones observadas entre los indicadores, o por lo menos una parte considerable de esas correlaciones. Si tenemos dos indicadores A y B, cuya correlación es r_{AB}, y ambos se relacionan con un concepto o factor subyacente F, la correlación de A y B *controlando F* debería reducirse considerablemente: $r_{AB.F} < r_{AB}$. Idealmente la correlación debería desaparecer, $r_{AB.F}=0$, cuando F explica toda la correlación entre A y B. Ese caso extremo rara vez ocurre, porque los indicadores pueden estar correlacionados también por otras causas: los alumnos que respondieron bien a las varias preguntas de Historia pueden haberlo hecho porque saben historia (factor F_1) pero también pueden haber intervenido secundariamente otros factores independientemente de F_1, por ejemplo su mayor facilidad para responder exámenes (F_2), la ayuda clandestina que recibieron de un compañero (F_3), su estado psicológico el día del examen (F_4), etc. Si éste fuera el caso, luego de tomar en cuenta el primer factor todavía quedaría por explicar una parte de la correlación entre los indicadores ($r_{XY.F_1} < r_{XY}$ pero $r_{XY.F_1} \neq 0$).

En el caso del desarrollo humano y social ocurre algo similar: algunos indicadores varían en forma concomitante, mientras otros no guardan una relación tan estrecha con los anteriores. Por ejemplo, los atributos relacionados con la infraestructura de vivienda y servicios básicos tienden a variar en forma paralela, mientras en cambio los aspectos educativos pueden variar en forma relativamente autónoma respecto a los de vivienda (pues los servicios educativos son provistos por la instrucción pública independientemente del sector social, sobre todo en las áreas urbanas cubiertas por la EDSA). De ese modo, una parte de la correlación entre indicadores de vivienda puede ser independiente de la variabilidad en los indicadores educativos, requiriendo más de un factor subyacente para explicar el total de las correlaciones observadas entre los indicadores. Aún después de extraer estos factores, queda siempre algún residuo de variabilidad no explicable, atribuible a causas no conocidas (por ejemplo, en el examen de Historia, el caso de los estudiantes que se hubieran copiado clandestinamente de un compañero sin ser detectados; en el caso de la pobreza, ciertos casos anómalos o especiales que "se salen de la norma" por razones ignoradas, como por ejemplo: viviendas de buena calidad carentes de un buen sistema sanitario).

El análisis factorial clásico

El desarrollo inicial del análisis factorial fue una derivación de la regresión lineal, y por lo tanto exigía que las variables involucradas fuesen escalas de intervalo, es decir mediciones cuantitativas que permitiesen efectuar operaciones aritméticas como las sumas y restas, la obtención de promedios, etc.[28]

El análisis factorial presupone que entre diversas variables de intervalo existen correlaciones lineales: para cada par de variables observables (X, Y) un incremento unitario en una de ellas es acompañado por un incremento fijo (de una magnitud *b*) en la otra, más un margen de error aleatorio. La variabilidad de una de las variables es así "explicada" por la variabilidad de la otra, por lo menos en una cierta proporción. El coeficiente de correlación r_{XY} es la representación numérica de esa covariación de ambas variables; el cuadrado de ese coeficiente, r^2_{XY}, equivale a la proporción de la varianza de cada variable que es explicada por la otra.

La correlación entre dos variables no implica que una sea la *causa* de la otra. La correlación puede deberse a *otra* variable, digamos Z. Si se controla la variable Z se obtiene la correlación parcial de X con Y controlando Z, es decir $r_{XY.Z}$. Cuando Z es responsable de la totalidad de la relación entre X e Y, se dice que la relación entre éstas era espuria, y que es explicada por la variable Z. En ese caso el coeficiente de correlación parcial es cero: $r_{XY.Z}=0$. Cuando Z sólo explica una parte de la correlación entre X e Y, el coeficiente parcial no es cero, pero es inferior al original: $r_{XY.Z} < r_{XY}$. En ese caso queda un residuo sin explicar, que puede tal vez ser explicado por alguna otra variable W, o que queda sin explicación (atribuido a factores aleatorios).

El análisis factorial clásico se basa en estas ideas, pero con una peculiaridad: las variables de control (Z, W u otras) no existen realmente, y no han sido observadas. El procedimiento de análisis busca unas variables ficticias que si existieran explicarían la mayor parte posible de la correlación entre las variables observadas. Estas variables ficticias e inobservables se consideran como factores subyacentes que "explican" las correlaciones observadas. Por ejemplo, si las variables observadas son varios tests de inteligencia, muy correlacionados entre sí, el análisis factorial buscaría una variable subyacente que explique esas correlaciones: si ese factor subyacente existiese, se lo podría interpretar como "inteligencia", una cualidad mental inobservable capaz de explicar por qué algunos sujetos tienden a obtener altos puntajes en diferentes tests, y otros sujetos tienden a obtener bajos puntajes en todos los tests. El razonamiento se origina en aquel precepto de lógica de Stuart Mill: cuando varios fenómenos varían en forma concomitante, o bien unos son causa de otros, o bien todos son efecto de una causa común. Dado que los resultados en un test no pueden ser la causa de los resultados en otro test, se deduce que todos los resultados deben ser efecto de una causa común (por ejemplo, la mayor o menor inteligencia de los sujetos).

Existen diferentes enfoques para resolver el problema del análisis factorial, que no se detallan aquí por razones de brevedad y por ser matemáticamente muy complejos. El más conocido y más clásico es el llamado Análisis de Componentes Principales (*Principal Component Analysis)*. Este análisis, al operar sobre *k* variables observadas, puede extraer hasta *k* factores subyacentes, empezando por los que explican una mayor proporción de la varianza total de las variables y avanzando hasta los que explican menos. Por lo general los últimos factores se desdeñan pues sólo explican fracciones residuales de varianza atribuibles a factores aleatorios, defectos de la medición o peculiaridades de cada variable; los

28 Una exposición clásica del análisis factorial puede encontrarse en Harman, 1967.

análisis generalmente se circunscriben al primer factor, o a unos pocos de los primeros factores, que son los que explican la mayor parte de la varianza total de las variables observables. Normalmente el primer o primeros factores explican una proporción elevada pero no necesariamente la totalidad de la varianza de las variables observadas.

A partir de este análisis, se puede determinar la correlación de cada variable con cada factor (la carga de cada factor en esa variable), y de ese modo es posible interpretar mejor los factores. Por ejemplo, cuando se trata de tests de inteligencia puede ser que un factor subyacente esté más correlacionado con las pruebas verbales y otro con las pruebas visuales. Cada uno de esos factores podría así ser interpretado como "inteligencia verbal" o "inteligencia visual".

A partir de esa relación entre las variables y los factores se puede calcular el puntaje de cada sujeto en cada factor. Ese puntaje factorial es una escala de intervalo, pero su valor numérico es convencional, pues no se conoce la unidad de medida de los factores dado que éstos no son observables. Se los mide como variables estandarizadas, con promedio igual a cero y con desviación estándar igual a uno, y se los calcula en función de las variables observables, también estandarizadas. El valor de cada variable observado en un determinado sujeto (X_{1i}, X_{2i}, X_{3i}, ..., X_{ki}) es estandarizado restándole el promedio y dividiendo por la desviación estándar de esa variable:

$$z_{ji} = \frac{X_{ji} - \overline{X}_j}{\sigma_j}$$

El puntaje factorial de un sujeto *i* en el factor *h* es una combinación lineal de los valores de estas variables estandarizadas:

$$F_{hi} = b_{h1} z_{1i} + b_{h2} z_{2i} + \ldots + b_{hk} z_{ki}$$

De modo similar, una vez calculados los puntajes factoriales es posible obtener *valores esperados* de las variables observadas, como función de los factores subyacentes:

$$z^*_{hi} = c_{h1} F_{1i} + c_{h2} F_{2i} + \ldots + c_{hk} F_{ki}$$

Análisis factorial de variables categóricas

En el caso de la encuesta que nos ocupa, el análisis factorial clásico no se puede aplicar porque las preguntas no generan escalas de intervalo, sino variables categóricas, donde las respuestas se reparten entre varias categorías diferentes que pueden tener un orden preestablecido (por ejemplo "Muy bueno, Bueno, Regular y Malo") o carecer totalmente de un orden intrínseco preestablecido (por ejemplo las zonas de la ciudad donde residen los sujetos).

Para estos casos se ha desarrollado, y es aplicada aquí, una adaptación del método clásico denominada Análisis de Componentes Principales para Variables Categóricas por Mínimos Cuadrados Alternados (*Categorical Principal Component Analysis by Alternating Least Squares)*, conocido por la sigla CATPCA[29]. Este método realiza en última instancia un análisis factorial clásico pero para ello atribuye valores numéricos óptimos a las diferentes categorías de respuesta. Estos valores numéricos son calculados por aproximaciones sucesivas con un método de iteración, a fin de optimizar la solución final.

29 El método de análisis de componentes principales para variables categóricas por mínimos cuadrados alternados está disponible en el paquete estadístico SPSS (comando CATPCA del módulo optativo Categorías). Fue desarrollado por el Grupo de Teoría de los Datos en la Universidad de Leiden (Holanda). Los detalles del algoritmo utilizado aparecen en la documentación del SPSS. Como referencias bibliográficas básicas puede consultarse De Leeuw y otros (1976), y Young y otros (1978). La versión actual del procedimiento y su instrumentación en el SPSS puede examinarse en Meulman y otros (2004), y en Meulman y Heiser (2005).

El procedimiento general del CATPCA es el siguiente:

a. El método acepta toda clase de variables: de intervalo, ordinales o nominales. El usuario debe declarar al inicio a cuál de estas clases pertenece cada variable.

b. Se toma como punto de partida los códigos numéricos iniciales que se hayan asignado a las categorías de las variables categóricas (por ejemplo 1.Mucho, 2.Poco, 3.Nada). Estos códigos numéricos son arbitrarios, pero las variables ordinales deben tener valores que aparezcan en el orden correcto.

c. Usando esos valores numéricos arbitrarios, que son estandarizados automáticamente, CATPCA realiza un análisis factorial clásico, extrayendo los factores subyacentes y los puntajes factoriales.

d. Sobre la base de esos puntajes factoriales, CATPCA estima los valores esperados de las variables observadas, según la ecuación predictiva antes mencionada, es decir, $z^*_{hi} = c_{h1} F_{1i} + c_{h2} F_{2i} + \ldots + c_{hk} F_{ki}$.

e. En una segunda iteración, pero ahora usando estos valores z^*, se realiza de nuevo un análisis factorial para obtener una segunda solución, y unos nuevos puntajes factoriales. Con esos nuevos puntajes factoriales se vuelven a estimar valores esperados de las variables, z^{**}.

f. El proceso iterativo se repite hasta que converge y se estabiliza, es decir, hasta que los nuevos valores esperados de las variables y los nuevos puntajes factoriales son iguales a los del paso anterior (cuando en ninguno de ellos la diferencia supera un umbral mínimo muy pequeño, por ejemplo, 0,0001). Esa solución se considera la solución definitiva.

De este modo CATPCA genera por una parte un análisis factorial de todas las variables observadas, y además –como subproducto– asigna valores numéricos óptimos a todas las variables categóricas (sean ordinales o nominales) en un procedimiento de escalamiento óptimo (*optimal scaling*). Estos valores numéricos óptimos de hecho convierten esas variables categóricas en escalas de intervalo, indicando la "distancia" entre las diferentes categorías en relación a los factores subyacentes identificados en el análisis.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que asignar un valor numérico esperado a cada categoría de una pregunta categórica no equivale a detectar el verdadero valor numérico de ese sujeto en la variable continua que subyace a esa pregunta categórica. Supóngase que la pregunta fuese ordinal, con respuestas Alto, Medio y Bajo; el análisis puede asignar a esas respuestas unos valores numéricos esperados de 8, 4 y 1. Estos valores representan el valor esperado o valor promedio en una variable continua subyacente que la pregunta representa, indicando que **en promedio** los sujetos que respondieron "Alto" están a cuatro unidades de distancia de los que respondieron "Medio", pero en realidad cada sujeto que respondió "Alto" puede estar a una mayor o menor distancia del punto "Medio". El cálculo del valor esperado admite un margen de error. Clasificaría, en este ejemplo, a todos los sujetos exclusivamente en tres puntos del continuo, cuando probablemente ellos estén distribuidos de una manera más dispersa. El hecho de haber presentado sólo tres alternativas tiene como consecuencia que los sujetos se presentan en tres grupos indiferenciados, y el análisis sólo puede predecir el valor promedio de cada categoría, y no el valor individual de cada sujeto. Algo similar sucedería si se les hubiera pedido que se ubiquen en tres grupos de edad: "Menos de 30", "30-49" y "50 o más". El análisis podría predecir un valor esperado en cada categoría, pero nunca la edad exacta de cada sujeto. De todas maneras, este análisis permite ponderar mejor las

diferencias entre las categorías, en lugar de darles puntajes puramente arbitrarios.

3. LA CONSTRUCCIÓN DE MEDIDAS POR COMPONENTES PRINCIPALES CATEGÓRICOS

Al extraer componentes o factores subyacentes de un conjunto de variables inter-correlacionadas, se descubre que cada factor explica un cierto porcentaje de la varianza total de todas esas variables, en orden descendente. El primer factor es el que más explica, y el último el que menos explica.

En algunas aplicaciones, sobre todo psicológicas, el interés del analista consiste en medir un solo rasgo subyacente, al cual apuntan todas las preguntas, y en esos casos el primer factor suele explicar la mayor parte de la varianza conjunta de todas las variables observadas. El puntaje de ese primer factor puede tomarse como una medida aproximada de la variable subyacente, desdeñando los otros factores atribuyéndolos a fuentes aleatorias de varianza ajenas al rasgo que se desea medir.

En otras ocasiones, lo que se quiere medir es un conjunto de atributos no necesariamente correlacionados estadísticamente pero que contribuyen al mismo concepto teórico. En tal caso, dos o más factores (independientes entre sí, es decir, con correlación nula uno con el otro) pueden ser utilizados para construir un índice o medida, por ejemplo, el desarrollo sostenible de un país es función del desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente, dos dimensiones independientes entre sí.

Este es el caso en el presente análisis. Los indicadores de cada dimensión miden diversos aspectos de esa dimensión, que son todos importantes aun cuando su correlación mutua sea débil. Al realizar un análisis factorial, el primer factor explica sólo una parte, quizá no mayoritaria, de la varianza total, pero entre los dos o tres primeros factores alcanzan a explicar la mayor parte.

En estos casos, la medida que se construye es un promedio ponderado de los puntajes factoriales, ponderados según el porcentaje de varianza que cada uno explica. Cada factor explica una proporción w_j del total de varianza de las k variables observadas. Si la medida se basa en los m primeros factores (de un total de k factores posibles), la fórmula de la medida de una dimensión D para el sujeto i sería la siguiente:

$$D_{mi} = \frac{1}{\sum_{h=1}^{m} w_h} \sum_{h=1}^{m} w_h F_{ih}$$

Se usa como denominador la suma de las ponderaciones de los m factores utilizados, para que la suma de las ponderaciones sea igual a 1. Dado que a su vez los puntajes factoriales F_h son función de las variables estandarizadas z_j, y redefiniendo las ponderaciones como:

$$v_h = \frac{w_h}{\sum_{h=1}^{m} w_h}$$

La fórmula sería:

$$D_{mi} = \left[\sum_{h=1}^{m} v_h \left[\sum_{j=1}^{k} \beta_{ij} z_{jh} \right] \right]$$

Dado que cada factor F y cada variable z tiene una media cero y una desviación estándar igual a uno, la medida así definida sigue teniendo una media cero, aunque su desviación estándar no es igual a la unidad sino a una cantidad σ_m. Dividiendo D_m por σ_m se obtiene una versión estandarizada de esta medida, con media cero y desviación estándar igual a uno.

En el caso presente, cada una de las seis dimensiones fue medida a través de un diferente número de indicadores, y para construir el índice respectivo de cada una de ellas se usó un número variable de

factores subyacentes. La decisión en cada caso se basó en la proporción de varianza explicada por los varios factores, y la correlación o carga de cada factor con los diferentes indicadores.

Construcción de las medidas globales

Como ya se adelantó, la medida de las Condiciones Materiales de Vida y la medida de la Integración Humana y Social se construyeron como promedios simples de las medidas de las correspondientes dimensiones, y lo mismo ocurrió con el Índice General de Desarrollo Humano y Social. Este enfoque obedece al criterio de que todas las dimensiones son cualitativamente necesarias y se les asigna el mismo peso. Si D_m es la medida de cada dimensión, la medida global o general es el promedio simple. Por ejemplo, para el nivel de evaluación de las Condiciones Materiales de Vida, que tiene tres dimensiones (Hábitat, Salud y Subsistencia; Acceso a Recursos Públicos y Trabajo y Autonomía Económica), la medida global es simplemente $(D_1+D_2+D_3)/3$.

Estandarización de las medidas

Previo a esta promediación, las medidas fueron estandarizadas para que varíen de 0 a 10, situando el cero en el mínimo absoluto posible, que representa –según los estándares vigentes en nuestra sociedad– la máxima lejanía posible a los umbrales normativos mínimos establecidos en cada caso, y el 10 en el máximo valor posible, que expresa el acceso a las condiciones establecidas por los umbrales normativos.

Dado que las variables observables son categóricas, el máximo y el mínimo se pueden establecer con facilidad. La fórmula del índice depende de unos coeficientes fijos, β, unas ponderaciones fijas v, y los valores de las variables observables estandarizadas, z, los cuales pueden asumir sólo ciertos valores correspondientes a las varias categorías de cada pregunta. Por ello es fácil determinar la combinación de respuestas que daría el valor más bajo, y la combinación que daría el valor más alto. Dando el valor 0 a la más baja y el valor 10 a la más alta se obtiene una medida estandarizada en esa forma. Los sujetos concretos observados en la encuesta en general no llegaron ni al valor mínimo absoluto ni al máximo absoluto, excepto en casos excepcionales.

Variación de las medidas a través del tiempo

Las medidas obtenidas del modo detallado precedentemente son ponderadas de acuerdo a las correlaciones que presentan las variables en cada onda de la encuesta, expresadas en el análisis de componentes principales. Al comparar los resultados de dos encuestas, realizadas en diferentes años, la diferencia entre las medidas puede estar sesgada por el uso de esas diferentes ponderaciones.

Por tal motivo se construyeron los números índice de la siguiente manera. Inicialmente, se calculó la medida de un año con las ponderaciones corrientes y con las ponderaciones correspondientes a cada uno de los años de análisis. Luego se realizó un promedio simple de los cuatro valores obtenidos, para obtener una única medida comparable. De este modo las diferencias tienden a reflejar de manera más directa los cambios en los factores subyacentes, y no las fluctuaciones accidentales en los indicadores y sus correlaciones mutuas.