

ISSN: 1576-0162

COMPARACIÓN TEMPORAL DEL DESARROLLO MEDIANTE UN ÍNDICE  
CUANTITATIVO

*A TEMPORAL COMPARISON OF DEVELOPMENT USING A QUANTITATIVE  
INDEX*

*Teresa García del Valle Irala*  
Universidad del País Vasco  
[teresa.gvalleirala@ehu.es](mailto:teresa.gvalleirala@ehu.es)

*Carmen Puerta Gil*  
Universidad del País Vasco  
[carmen.puerta@ehu.es](mailto:carmen.puerta@ehu.es)

*Recibido: septiembre de 2007; aceptado: enero de 2008*

RESUMEN

En este trabajo se presenta un índice cuantitativo que permite medir el desarrollo humano de los países y hacer comparaciones temporales.

La metodología desarrollada para obtenerlo tiene unas características que la convierten en una herramienta excelente para este tipo de estudios. Es flexible en el sentido de que no se altera al cambiar el número o las variables con las que se trabaja. A las coordenadas que proporciona se les puede aplicar las técnicas de clasificación múltiple y construir grupos de países enriqueciendo de esta manera el estudio.

Éstas son algunas de las ventajas de la metodología y del índice que proponemos respecto al Índice de Desarrollo Humano (IDH) propuesto por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El IDH no permite comparaciones temporales ni del desarrollo de un país, ni del desarrollo de los diferentes países. No se pueden aplicar las Técnicas de Clasificación Múltiple a los valores que proporciona y además estos valores sólo expresan cambios relativos; así si un país ha mejorado en desarrollo humano, pero menos que otros países, perderá posiciones en el IDH. Su metodología tampoco permite la incorporación de nuevas variables.

Ilustramos el índice que proponemos y la metodología con su aplicación a la década 1992-2002. De los resultados que se obtienen de esta aplicación cabe destacar el alto crecimiento en desarrollo humano que experimentan India y China.

*Palabras clave:* Análisis factorial múltiple; Análisis de componentes principales ponderado; Desarrollo humano; Índices cuantitativos.

## ABSTRACT

In this paper a quantitative index, that allows measuring the human development of the countries and to make temporal comparisons, is presented. The methodology developed to obtain the index has characteristics that make it an excellent tool for this type of studies. It is flexible in the sense that allows changing the number of variables or the variables with which we work in different moments of time. Cluster analysis can be applied to the coordinates provided by this methodology, and it is possible to build sets of countries with them, getting a deeper understanding of the problem.

These are some of the advantages of the methodology and of the index which we propose compared to the Human Development Index (HDI) proposed by the United Nations Development Program (UNDP). The HDI does not allow temporal comparisons neither of the development of a country nor of the development among different countries. It is not possible to apply cluster analysis to the values that HDI proportions. Furthermore the values of the HDI only express relative changes; in this way if a country has improved in human development, but less than other countries, it will loose positions in the HDI. The methodology proposed by the UNDP does not allow incorporating new variables to the study.

The index and methodology we proposed are applied to the period 1992-2002. From these results we point out those obtained by India and China.

*Keywords:* Multiple Factorial Analysis; Weighted Principal Components Analysis; Human Development; Quantitative Indexes.

*Clasificación JEL:* C19; O15.



## 1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta una metodología que permite obtener índices con propiedades cuantitativas, así como una aplicación de ella al estudio del desarrollo en la década 1992-2002.

Al aplicar esta metodología al estudio del desarrollo humano se obtiene un índice con propiedades cuantitativas que permite realizar un estudio temporal del desarrollo. Esta metodología presenta además otras características que enriquecen el estudio. La primera es que es flexible en el sentido de que permite introducir o quitar variables y grupos de variables sin que el método se altere (Puerta, 1996, García del Valle y Puerta, 1999). Permite visualizar la información que aportan las variables ayudando en el proceso de selección de éstas (García del Valle y Puerta, 2000). A las coordenadas que proporciona se les puede aplicar las técnicas de clasificación múltiple y formar grupos de países (García del Valle y Puerta, 2001).

Como definición de desarrollo se ha utilizado la propuesta por el PNUD. El PNUD en 1990 publicó el primer informe sobre desarrollo humano, en él presentó un nuevo concepto de desarrollo y un índice para medirlo. Este índice se elabora combinando tres grupos de variables: salud, educación y renta, que el PNUD llama *componentes esenciales* asignándoles la misma importancia en el concepto de desarrollo y, por tanto, en el índice.

El IDH tiene carácter ordinal, por lo que solo proporciona el orden de los países, y por la forma en que está construido, no es posible comparar los órdenes de los países en los distintos años, es decir, no proporciona la evolución temporal del desarrollo.

En este trabajo el índice que proponemos es cuantitativo, y se construye situando los índices anuales en un mismo sistema de referencia, lo que hace que sea posible compararlos.

## 2. METODOLOGÍA PROPUESTA POR EL PNUD PARA ELABORAR EL IDH

El PNUD para construir el IDH propone, como ya se ha indicado antes, tres grupos de variables: salud, educación y renta. Considera que los tres grupos deben tener el mismo peso en el índice (Human Development Report, 1990).

El grupo salud incluye sólo una variable, *esperanza de vida*. El grupo educación ha estado desde el principio constituido por dos variables. La *tasa de alfabetización* es una de ellas y ha formado parte del índice desde 1990. La segunda variable ha ido variando en los diferentes años. Desde el informe de 1995, la segunda variable que forma parte del grupo educación es la *tasa de matriculación bruta combinada*. Para construir el índice de educación se da una ponderación de 2/3 a la tasa de alfabetización y de 1/3 a la tasa de matriculación bruta combinada.

El grupo renta ha estado constituido por una única variable que ha sido el *producto interior bruto per cápita ajustado* (en PPA dólares), pero éste ha sido ajustado de diversas formas. Desde el informe de 1999 es el ajuste de Anan-Sen el que está siendo utilizado.

La ecuación del IDH desde el informe de 1999<sup>1</sup> presenta la siguiente estructura:

Se construye un índice para cada variable –excepto para la variable PIB– de la siguiente manera:

$$\text{Índice} = \frac{\text{valor actual de } x_i - \text{valor mínimo de } x_i}{\text{valor máximo de } x_i - \text{valor mínimo de } x_i}$$

Lo valores mínimos y máximos asignados a las variables son:

- Esperanza de vida: mínimo 25, máximo 85. Así, el mínimo de esperanza que puede presentar un país es de 25 años.
- Tasa de alfabetización: mínimo 0% máximo 100%.
- Tasa de matriculación bruta combinada mínimo 0% máximo 100%.
- Producto Interior Bruto per Cápita Ajustado (en PPA dólares) mínimo 100\$, máximo 40.000\$.

El índice para la variable PIB adopta la siguiente expresión:

$$\text{Índice} = \frac{\log(\text{Valor actual de } x_i) - \log(\text{valor mínimo de } x_i)}{\log(\text{valor máximo de } x_i) - \log(\text{valor mínimo de } x_i)}$$

La ecuación del IDH es:

$$\text{IDH} = \frac{\text{índice de esperanza de vida} + \text{índice de educación} + \text{índice de pib}}{3}$$

### 3. DATOS Y METODOLOGÍA

En el estudio realizado en este trabajo se ha aplicado el Análisis factorial múltiple (AFM), desarrollado por Escofier y Pagès (1992).

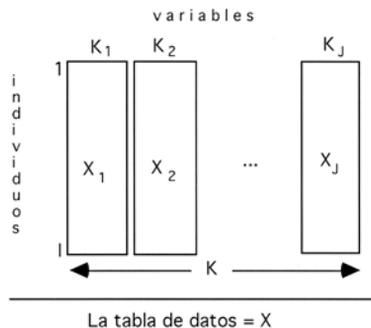
El AFM es una técnica factorial adaptada al tratamiento de tablas, en las que un conjunto de individuos se describe mediante variables, estando estas

<sup>1</sup> El informe de 1999 proporciona datos del año 1997. Los datos para 1992, 1994, 1997, 2000 y 2002 se obtienen de los informes referenciados.

estructuradas en grupos. El objetivo, como en todos los métodos factoriales, es reducir la dimensión de la tabla para así poder proceder a su estudio. Permite, además de estudiar las semejanzas entre individuos y las relaciones entre variables como lo hacen los métodos factoriales clásicos, comparar globalmente los grupos de variables.

El AFM equilibra los grupos de variables para que ninguno de ellos sea preponderante en la determinación del primer factor. Cuando se trabaja con variables cuantitativas, como es nuestro caso, el AFM es un ACP ponderado donde, además, se estudian los grupos de variables.

La tabla estudiada  $X$  cruza  $I$  individuos y  $K$  variables. Las variables de la tabla están divididas en  $J$  grupos, definiendo  $J$  tablas.



En nuestro caso la tabla  $X$  que estudiamos cruza 166 individuos y 20 variables. Esta matriz de datos está dividida en cinco subtablas  $X_j$ , una por cada año en el que se estudia el desarrollo, en nuestro caso, 1992, 1994, 1997, 2000 y 2002. Hay, por tanto, cinco subtablas cada una con cuatro variables. Así, la subtabla  $X_j$  cruza los 166 países seleccionadas con las variables:

- Esperanza de vida al nacer en el año  $j$  ( $EV_j$ ).
- Tasa de alfabetización en el año  $j$  ( $TA_j$ ).
- Tasa de matriculación bruta combinada de primaria, secundaria y terciaria en el año  $j$  ( $MA_j$ )<sup>2</sup>.
- Producto interior bruto en paridad de compra ajustado en el año  $j$  ( $PA_j$ )<sup>3</sup>.

Se trabaja entonces con una base de datos estructurada en grupos, uno por cada uno de los años en el que estudiamos el desarrollo. El análisis separado de cada una de estas subtablas proporciona el estudio del desarrollo para ese año y el índice de desarrollo correspondiente.

<sup>2</sup> Para el año 1992 se usa la variable *media de años de escolaridad*, en lugar de la *tasa bruta de matriculación*, ya que esa es la variable que usa el PNUD ese año.

<sup>3</sup> Para los años 1992 y 1994 la variable *producto interior bruto ajustado* (PPAS) se ajusta por la fórmula de Atkinson. Para los años 1997, 2000 y 2002 el *producto interior bruto ajustado* (PPAS) se ajusta por la fórmula de Anand-Sen. Para todos los años se usan las mismas variables que el PNUD.

Para el estudio de cada año, estudio de cada una de las subtablas, se requiere una ponderación de las variables para que las componentes esenciales la salud, la educación y la renta tengan la misma importancia en la determinación del índice anual (primer factor del análisis de la subtabla).

Para el estudio de la tabla completa se requiere además otra ponderación para que los grupos de variables (uno para cada año que se estudia) tengan el mismo peso en la determinación del índice para el periodo (primer factor de la tabla total X).

Esto lleva a que algunas variables tengan una doble ponderación en el análisis, una para equilibrar su peso en los análisis separados de cada grupo y la segunda para equilibrar su importancia en el análisis conjunto.

El estudio conjunto de las J subtablas a partir de la tabla X permite el estudio del desarrollo para cada año, y situar en un mismo sistema de referencia los índices de desarrollo para los años seleccionados, lo que hace posible su comparación. Es posible, por tanto, estudiar la evolución de cada país a lo largo de este periodo y comparar la evolución de los distintos países en relación de unos con otros.

#### 4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS

El primer factor es el que permite hallar los índices para cada año, situando estos índices en el mismo sistema de referencia.

Este factor proporciona el valor medio para cada país en el periodo estudiado, proporcionando una visión media del desarrollo de cada país en relación a la de los otros países. En  $F_i$  las variables están tipificadas<sup>4</sup>, las variables tipificadas expresan los cambios en relación a otros países. Esto significa que un país que ha crecido, pero menos que la media, presenta valores negativos de crecimiento en el índice. Las variables tipificadas dan cambios relativos no absolutos<sup>5</sup>.

$$\begin{aligned}
 F_i = & \frac{1}{1,61}(-0,27 ZEV92 + \frac{1}{1,34}(-0,18 ZTA92 - 0,18 ZMA92) - 0,25 ZPA92) + \\
 & + \frac{1}{1,61}(-0,26 ZEV94 + \frac{1}{1,35}(-0,18 ZTA94 - 0,19 ZTM94) - 0,25 ZPA94) + \\
 & + \frac{1}{1,61}(-0,26 ZEV97 + \frac{1}{1,35}(-0,18 ZTA97 - 0,18 ZTM97) - 0,26 ZPA97) + \\
 & + \frac{1}{1,60}(-0,26 ZEV00 + \frac{1}{1,35}(-0,18 ZTA00 - 0,18 ZTM00) - 0,26 ZPA00) + \\
 & + \frac{1}{1,59}(-0,25 ZEV02 + \frac{1}{1,34}(-0,18 ZTA02 - 0,19 ZTM02) - 0,26 ZPA02) .
 \end{aligned}$$

<sup>4</sup> Las variables tipificadas se distinguen por que se les antepone una z.

<sup>5</sup> Esto es similar a lo que proporciona el IDH.

Al particularizar  $F_i$  para cada grupo se obtienen los índices para cada año. Como lo que se quiere estudiar es la evolución del desarrollo para cada país pero no en términos relativos, los índices anuales no se expresan en variables tipificadas ya que éstas solo nos darían la información sobre la evolución del desarrollo con respecto a la media. En los índices anuales se dividen las variables por la desviación típica ya que de esta forma no influyen las unidades de medida<sup>6</sup>. A estas ecuaciones les hemos llamado *ID* y son nuestras propuestas de índice de desarrollo. Así el *ID92* y el *ID02* presentan las siguientes ecuaciones:

$$ID92 = \frac{1}{1,63} (0,27 EVD92 + \frac{1}{1,35} (0,17 TAD92 + 0,18 MAD92) + 0,25 PAD92)$$

$$ID02 = \frac{1}{1,59} (0,25 EVD02 + \frac{1}{1,35} (0,18 TAD02 + 0,19 TMD02) + 0,26 PAD02)$$

Las correlaciones entre los *ID* y los IDH elaborados por el PNUD están cercanas a uno. Esto significa que los *ID* dan prácticamente la misma ordenación que los IDH. La ventaja de los *ID* que aquí se proponen, es que están situados en el mismo espacio de referencia y, por tanto, son comparables. Tienen naturaleza cuantitativa mientras que los IDH solo tienen naturaleza ordinal. Esto permite definir la variable *tasa de cambio 92-02* para estudiar el desarrollo en el periodo 1992-2002.

$$tasa\ de\ cambio(92,02) = \frac{ID02 - ID92}{ID92}$$

Los cuartiles de esta variable son:

$$q_1 = 0,2405 \quad q_2 = 0,2946 \quad q_3 = 0,3995$$

En base a los cuartiles hemos elaborado grupos de países. En la Tabla 1 se presentan los países cuya evolución del desarrollo es más significativa en cada uno de estos cuatro grupos. Realizamos a continuación un análisis de los resultados.

<sup>6</sup> Cuando las variables están divididas por la desviación típica se añade una D.

TABLA 1: PAÍSES MÁS REPRESENTATIVOS DE LOS CUATRO GRUPOS DE LA VARIABLE TASA DE CAMBIO EN EL PERIODO 1992 - 2002

CEV	CTA	CPA <sup>1</sup>	Países	Tasa de cambio
-10,20	-11,30	0,05	Rep. Dem. Congo (Zaire)	0,1263
-0,20	3,00	-0,14	Moldavia	0,1395
-18,90	3,90	0,09	Botsuana	0,1568
-3,30	0,30	0,03	Federación Rusa	0,1690
-23,50	3,40	0,08	Lesoto	0,1694
-22,20	21,40	0,02	Zimbabue	0,1796
-21,60	9,90	0,10	Suazilandia	0,1881
-2,80	1,50	0,04	Kazajistán	0,2347
-3,40	24,30	-0,18	Congo	0,2494
-7,70	22,10	0,00	Rep. Tanzania	0,2688
-13,40	6,00	0,16	Sudáfrica	0,2694
2,20	4,40	0,07	Brasil	0,3219
0,40	10,90	0,07	China	0,3255
5,60	1,70	0,10	Vietnam	0,4232
3,20	7,40	0,02	Bolivia	0,4555
2,40	10,70	0,14	Ghana	0,4779
4,00	11,50	0,14	India	0,5614
6,90	17,00	0,03	Nepal	0,6641
5,00	14,10	0,24	Guinea	0,7953
15,20	6,10	0,19	Bután	0,8537

Fuente: Elaboración propia a partir de los Informes de Desarrollo Humano de 1994 y de 2004.

Notas: La C delante del nombre de las variables en la tabla indica el cambio de valor para esa variable entre los años 2002 y 1992. En el año 1992 se utilizó para elaborar el índice de desarrollo la variable *media de años de escolaridad* y en el año 2002 la variable *tasa de matriculación bruta combinada*. Al ser dos variables distintas, no tiene sentido efectuar el cálculo del cambio.

Para hacer comparaciones hemos calculado el producto interior bruto en paridad de compra ajustado por Anand-Sen para el año 1992.

Es destacable el alto crecimiento de China e India. La primera se sitúa por encima de la mediana (segundo cuartil), y la segunda muy por encima del tercer cuartil, perteneciendo al grupo de países con mayor crecimiento.

La República Democrática del Congo (Zaire) presenta en esta variable un valor de 0,13 que es el valor mínimo. Este país ha experimentado una pérdida de diez puntos en esperanza de vida y de once en tasa de alfabetización. Sólo ha mejorado un poco en producto interior bruto.

El valor máximo lo presenta Bután con 0,85. Este país mejora en todas las variables destacando los 15,2 años que mejora en esperanza de vida y los 6,10 puntos que incrementa su tasa de alfabetización.

La mayor parte de los países que pertenecen al intervalo  $(0, 1 \leq q_1)$  proceden de la antigua Unión Soviética o están situados en el África Subsahariana. Así por ejemplo: la Federación Rusa en esperanza de vida pierde 3,3 años, Kazajistán 2,8 años. Moldavia pierde poco en esperanza de vida y pierde también en producto interior bruto.

Los países subsaharianos pierden en esperanza de vida debido al sida y a las guerras, así Botsuana pierde 18,9 años, Lesoto 23,5 años, Zimbabue 22,2 años y Suazilandia 21,6 años, aunque todos ganan en producto interior bruto. Congo está por encima del primer cuartil ya que, aunque pierde 3,4 años en esperanza de vida, gana 24,3 en tasa de alfabetización. Tanzania, al igual que Congo, está también por encima del primer cuartil, ya que, aunque pierde mucho en esperanza de vida, mejora en tasa de alfabetización. Sudáfrica también está por encima del primer cuartil ya que, aunque pierde en esperanza de vida, gana en el resto de las variables, y en especial en producto interior bruto.

Brasil, al igual que China, está por encima de la mediana, ambos países presentan una mejora sustancial en todas las variables.

Guinea y Bhután son dos de los países situados por encima de  $q_3$  y en concreto son los dos países que presentan mayor crecimiento en el  $ID$  junto con Gambia. Guinea mejora mucho en renta y Bhután en renta y esperanza de vida.

La mayoría de los países europeos están situados entre el primero y el segundo cuartil. Portugal, Irlanda y España son los países europeos que mayor crecimiento presentan y están situados por encima de la mediana

## 5. CONCLUSIONES

El AFM proporciona un sistema de referencia común y permite obtener un índice para cada año estudiado y además estos índices anuales son comparables. Los índices obtenidos mediante esta metodología son cuantitativos y permiten por un lado el estudio de la evolución de cada país y por otro comparar las evoluciones de los diferentes países entre ellas.

En el periodo estudiado, 1992-2002:

- Todos los países mejoran en desarrollo humano. Las pérdidas en algunas variables se compensan por las mejoras en otras.
- Los países con peores resultados en la década se sitúan en el África Subsahariana y en la antigua Unión Soviética.
  - Bután es el país que presenta mayor crecimiento en desarrollo humano. Destacan también por su alto crecimiento India y China.
  - Entre los países europeos con mayor crecimiento podemos citar, por ejemplo, a Portugal, Irlanda y España.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Escofier, B. y Pagès, J. (1992): *Análisis factoriales simples y múltiples*, Universidad del País Vasco, Bilbao
- García del Valle, T. y Puerta, C. (1998): “Weighted Principal Components Analysis Applied to the Study of Human Development”, en A. Morineau y K. Fernández de Aguirre (eds.): *Analyses Multidimensionnelles des Dones*, CISIA-CERESTA, Saint-Mandé, Francia.
- García del Valle, T. y Puerta, C. (1999): “New Methodologies for Calculating the HDI”, Primer Foro Global en Desarrollo Humano, Naciones Unidas, Nueva York (EEUU). [http://hdr.undp.org/docs/events/global\\_forum/1999/HDFIrala.html](http://hdr.undp.org/docs/events/global_forum/1999/HDFIrala.html).
- García del Valle, T. y Puerta, C. (2000): “Multiple Factorial Analysis Applied to Urban and Regional Development”, XXII Conferencia en Estadística Urbana y Regional organizada por Scorus y el Instituto Internacional de Estadística (ISI), 7 -17, Shenzhen, China.
- García del Valle, T. y Puerta, C. (2001): “Una nueva metodología para calcular el Índice de Desarrollo Humano: análisis factorial múltiple y análisis cluster de la tabla de datos de 1997”, en Ibarra P. y Unceta K. (coord.): *Ensayos sobre desarrollo humano*, Icaria, Barcelona
- Puerta, C. (1996): *Aplicación del análisis de componentes principales y del análisis factorial múltiple para el estudio del desarrollo humano*, Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco.
- PNUD (1990): *Informe sobre desarrollo humano, 1990*, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Nueva York.
- PNUD (1993): *Informe sobre desarrollo humano, 1993*, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Nueva York.
- PNUD (1994): *Informe sobre desarrollo humano, 1994*, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Nueva York.
- PNUD (1997): *Informe sobre desarrollo humano, 1997*, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Nueva York.
- PNUD (1999): *Informe sobre desarrollo humano, 1999*, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Nueva York.
- PNUD (2002): *Informe sobre desarrollo humano, 2002*, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Nueva York.
- PNUD (2004): *Informe sobre desarrollo humano, 2004*, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Nueva York.