

Fidel Martínez Roget*
Pilar Murias Fernández*
J. Carlos de Miguel Domínguez**

LOS PRINCIPIOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS POLÍTICAS NACIONALES: UN ANÁLISIS COMPARATIVO DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS INDICADORES DEL MILENIO

La Declaración del Milenio de las Naciones Unidas incluye el objetivo de garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, lo que refleja su importancia actual como elemento clave de las políticas de desarrollo impulsadas desde los organismos internacionales. Este trabajo analiza la evolución reciente de un grupo de países con respecto a la incorporación de los principios del desarrollo sostenible en sus políticas nacionales. Para ello, se construye un indicador compuesto a partir de una serie de indicadores parciales seleccionados por los expertos de la ONU para el seguimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).

Palabras clave: desarrollo sostenible, objetivos de desarrollo del milenio, indicador compuesto.

Clasificación JEL: F53, Q56.

1. Introducción

La preocupación por las cuestiones medioambientales está plenamente vigente, de forma que no puede conce-

birse en la actualidad un desarrollo equilibrado sin una adecuada protección del medio ambiente. Aunque no es unánime, se ha alcanzado un amplio consenso sobre las consecuencias que los daños en el medio ambiente ocasionarán sobre las condiciones básicas de la población y sobre los sectores económicos clave, hasta el punto de cuantificar los costes económicos del cambio climático en un 20 por 100 del PIB mundial (Stern, 2006).

Este interés es relativamente reciente, porque hasta no hace demasiado tiempo la cuestión fundamental era

* Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Santiago de Compostela.

** Departamento de Economía Cuantitativa. Universidad de Santiago de Compostela.

Versión de enero de 2008.

la adecuación de los recursos naturales a las necesidades derivadas del desarrollo económico, sin que se mostrase una excesiva preocupación a nivel internacional por la conservación de dichos recursos y por los daños ocasionados al medio ambiente. El cambio se produce fundamentalmente a partir del informe Brundtland (1987), elaborado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, y en el que se formaliza por primera vez el concepto de desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 1987). El concepto se desarrolla en la posterior Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992, donde se establecen los tres pilares sobre los que debe construirse este tipo de desarrollo: el progreso económico, la justicia social y la preservación del medio ambiente. La Cumbre marca un hito histórico de gran calado que no sólo hizo del medio ambiente una prioridad a escala mundial sino que, al asistir a la misma delegados de 178 países, la convirtieron en la conferencia más concurrida y respaldada de las celebradas hasta ese momento.

El acontecimiento más importante de la Cumbre de la Tierra fue la apertura para la firma de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), cuyo objetivo era estabilizar las concentraciones atmosféricas de «gases de efecto invernadero» en niveles que no interfirieran con el sistema climático. A partir de dicha Convención, que entró en vigor en 1994, se iniciaron las conversaciones que culminan en diciembre de 1997 con la adopción del Protocolo de Kioto. El protocolo tenía como objetivo reducir las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero por parte de los países industrializados en, al menos, un 5 por 100 respecto de los niveles de 1990, durante el período de compromiso de 2008 a 2012. Este acuerdo constituye la acción más influyente en materia de cambio climático que se haya emprendido hasta la fecha (Naciones Unidas, 1998) pero, actualmente, el debate se centra ya en la estrategia para luchar contra el cambio climático a partir del año 2012, lo que se conoce como post-Kioto. En la cumbre celebrada en Bali (Indonesia) en diciembre de 2007 se ha aprobado, tras

largas negociaciones, la Hoja de Ruta de Bali, que deberá derivar en un nuevo acuerdo que dé continuidad al Protocolo de Kioto.

La importancia que en la actualidad se le concede a la naturaleza y al medio ambiente es tal que su conservación se incluye entre los elementos clave de las políticas de desarrollo impulsadas desde los organismos e instituciones internacionales. Parece haberse asentado el convencimiento de que no se pueden tener economías sólidas, sociedades sostenibles y habitantes sanos en un planeta en el que no se respete y proteja el medio ambiente. Este convencimiento impregna también la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas, adoptada en el año 2000 por 189 países, que acordaron un marco para alcanzar mayores cotas de desarrollo y unos objetivos, con límite temporal, para medir los logros alcanzados. La Declaración plantea ocho objetivos, conocidos como Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), con la finalidad de conseguir para el año 2015 unas determinadas mejoras respecto a la situación existente en 1990 en temas como: la reducción de la extrema pobreza, el hambre y la mortalidad infantil, la universalización de la educación primaria, la igualdad de género, la mejora de la salud de las madres, la reducción de enfermedades contagiosas o el fomento de una alianza mundial para el desarrollo. Entre estos objetivos, que están numerados, se incluye como séptimo el de garantizar la sostenibilidad del medio ambiente (Naciones Unidas, 2000)¹. La consecución de este objetivo es fundamental para alcanzar muchos de los otros en la medida en que la pérdida de recursos y el empobrecimiento del entorno natural impediría que los avances en la reducción de la pobreza se mantuvieran en el largo plazo.

En relación con este objetivo séptimo se establecieron tres metas, dos de las cuales están relacionadas

¹ Los objetivos concretos, metas e indicadores propuestos por Naciones Unidas pueden consultarse en la siguiente dirección de Internet: <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Home.aspx>.

con la mejora de las condiciones de vida de la población: las metas números 10 (reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento) y 11 (haber mejorado considerablemente, para el año 2020, la vida de, por lo menos, 100 millones de habitantes de tugurios). La tercera meta, la número 9, en la que se centrará nuestro trabajo, tiene como finalidad la incorporación de los principios del desarrollo sostenible en los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente. El seguimiento de la meta se realiza a través de cuatro indicadores parciales o subindicadores, seleccionados y definidos por un conjunto de expertos colaboradores de la ONU.

El objetivo de este trabajo es analizar la evolución y el estado actual de un conjunto de países con respecto a esta meta. Para ello, en vez de analizar por separado cada uno de los subindicadores, lo que nos impediría tener una visión global de la situación del país, toda la información procedente de los distintos indicadores parciales será resumida en un indicador compuesto. De esta forma el índice así construido permitirá aproximar el grado de integración de los principios de desarrollo sostenible en las políticas nacionales de cada país. El trabajo se centra en un grupo de países de renta alta o media alta y estudia la evolución del índice entre dos años concretos: 1990 y 2004. La máxima actualidad del tema y la consolidación en los últimos años de la interrelación entre las cuestiones medioambientales y las económicas son las dos razones fundamentales que nos impulsaron a realizar este trabajo.

Hasta donde hemos podido saber es la primera vez que se utiliza un indicador sintético para analizar la evolución de un conjunto de indicadores del milenio agrupados bajo la misma meta u objetivo. Sin embargo esta herramienta ha sido aplicada en varias ocasiones a cuestiones medioambientales o relacionadas con el desarrollo sostenible, siendo algunos de los ejemplos más conocidos el Índice de Sostenibilidad Ambiental (*World Economic Forum*, 2002), la Huella Ecológica (Wackernagel *et al.*, 2005), el Índice del Planeta Vivo (*World*

Wildlife Fund International), Índice de Bienestar (Prescott-Allen, 2001), el Índice Sintético Global de Desarrollo Sostenible (González y Martín, 2004), el Índice de Bienestar Económico Sostenible (ISEW, Daly y Cobb, 1989) o el Indicador de Progreso Genuino (*Redefining Progress*, 1995).

La principal diferencia entre el modo de construir todos estos índices y el de este trabajo radica en la metodología empleada para agregar los indicadores parciales. En este caso se emplea una técnica de programación lineal, basada en el Análisis Envolvente de Datos (DEA, en la sigla inglesa), que no necesita asignar *a priori* ponderaciones entre los distintos indicadores parciales, ya que las determina de manera endógena. Este enfoque ha empezado a utilizarse en la construcción de indicadores compuestos en épocas recientes y cuenta con aplicaciones en diversos campos. Hashimoto e Ishikawa (1993), Zhu (2001) y Murias *et al.* (2006) usan índices DEA para aproximarse al concepto de bienestar desde distintas perspectivas. Mahlberg y Obersteiner (2001) y Despotis (2005) recalculan el Índice de Desarrollo Humano (IDH). Otros índices basados en DEA fueron usados para evaluar distintas políticas en el marco europeo, como la del mercado de trabajo (Storrie y Bjurek, 2000), la de inclusión social (Cherchye *et al.*, 2004) o la política de mercados internos (Cherchye *et al.*, 2005). En el campo del desarrollo sostenible existe una aplicación de esta metodología (Cherchye y Kuosmanen, 2002) en la que se construye un metaíndice que combina 14 índices de desarrollo sostenible, entre los que se encuentran el popular IDH (PNUD), la «huella ecológica» o el Índice de Sostenibilidad Medioambiental, en un índice global de desarrollo sostenible. En cualquier caso, todos estos trabajos realizan un análisis estático, es decir, construyen un índice sintético y estiman sus valores para un conjunto de países o regiones con respecto a un año determinado.

Dos son las novedades esenciales que aporta este trabajo. Por una parte, es la primera vez que se estudia un grupo de indicadores del milenio recogidos bajo una meta común a través de un indicador sintético, una he-

herramienta que integra de manera fácilmente interpretable tendencias contrapuestas en indicadores simples. Por otra parte, la técnica usada para la agregación de los indicadores parciales permite que el análisis adopte una perspectiva dinámica y que los resultados, además de proporcionar una imagen estática de la situación de cada país con respecto al indicador sintético, reflejen la evolución experimentada por cada uno en el período comprendido entre los dos años analizados.

En el apartado 2 se describe el marco teórico que sirve como guía en las elecciones técnicas, necesarias para la construcción del indicador compuesto. En el 3 se presenta la metodología utilizada en el proceso de agregación de los indicadores parciales y sus principales atractivos. En el apartado 4 se muestran y discuten las estimaciones obtenidas por los distintos países. El apartado final contiene las conclusiones e implicaciones del estudio.

2. Definición del marco teórico

Los indicadores compuestos, que son índices sintéticos de indicadores individuales, están siendo desarrollados en una amplia variedad de contextos políticos y económicos. Su éxito se explica fundamentalmente por su capacidad para integrar gran cantidad de información en un formato fácil de entender por el público en general. Los indicadores compuestos presentan otra ventaja especialmente relevante en nuestro caso: es más fácil interpretarlos que buscar una tendencia en los indicadores simples, que con frecuencia evolucionan, para un mismo país, de manera heterogénea. Éste es el principal motivo que nos lleva a escoger esta herramienta para analizar la evolución de una de las metas de los ODM referida a la integración de los principios del desarrollo sostenible en las políticas nacionales. En cualquier caso, y a pesar de su reconocida utilidad, los indicadores compuestos también tienen limitaciones, y un excesivo simplismo en su interpretación puede derivar en conclusiones políticas incorrectas. Por esa razón, es siempre aconsejable utilizarlos en combinación con toda la información de carácter cualitativo de la que se disponga.

En la construcción de un indicador compuesto, el primer paso lo constituye el establecimiento de un marco teórico, necesario para combinar los indicadores individuales en un índice con significado y para proporcionar las bases para la selección de componentes y ponderaciones. En este caso, los indicadores parciales vienen ya determinados por la selección realizada en su momento por los expertos que asesoraron a la ONU, pero aun así es necesario reflejar la estructura y las dimensiones del fenómeno que se está midiendo y analizar cuál es el sistema de ponderaciones compatible con las mismas.

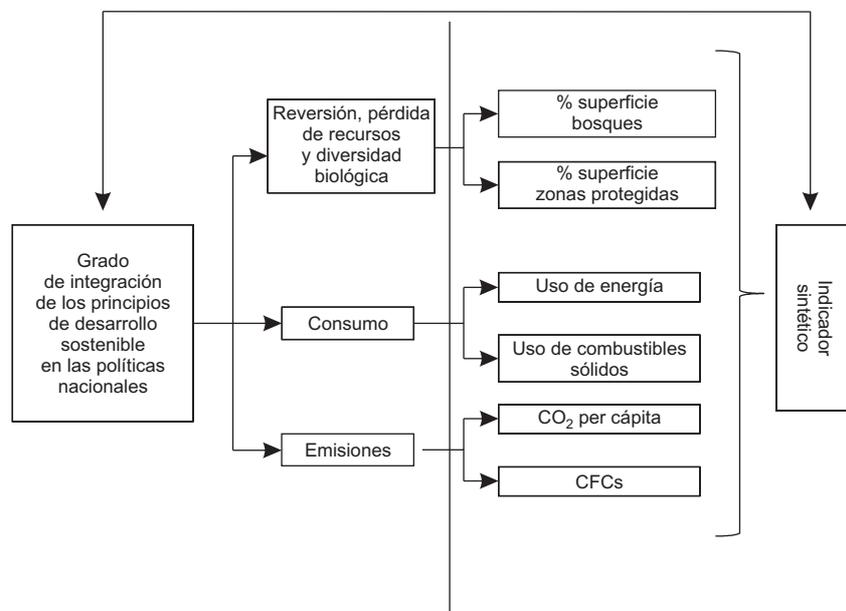
El objetivo del indicador sintético definido en este trabajo es estimar el grado de integración de los principios de desarrollo sostenible en las políticas nacionales de los países comparados. Este objetivo viene determinado por la propia Declaración del Milenio en la definición del *objetivo 7* y la *meta 9*, que responde precisamente a este enunciado.

El Esquema 1 presenta el marco teórico que constituye la base del artículo. En la parte izquierda, se muestra el concepto que se pretende aproximar a través del indicador sintético y las dimensiones de las que se compone. En la parte derecha, se despliega la operacionalización de cada una de las dimensiones a través de varios indicadores simples, cuya información será a su vez sintetizada en el índice. Los indicadores parciales han sido los inicialmente seleccionados por los expertos de la ONU y en todos los casos se trata de medidas de resultados. Esto parece discrepar con la propia definición de la *meta 9* (integración de los principios de desarrollo sostenible en la política nacional), de cuyo enunciado cabría probablemente esperar la inclusión de indicadores de proceso, e incluso de *inputs*, que recogiesen aspectos institucionales.

El indicador *proporción de tierra cubierta por bosques* se define como el porcentaje de la tierra total del país, excluida la superficie ocupada por ríos y lagos, cubierta por árboles, ya sean naturales o plantados, productivos o no (FAO). La información es suministrada por los propios países o estimada fundamentalmente a través de imágenes de satélite.

ESQUEMA 1

MARCO TEÓRICO DEL INDICADOR SINTÉTICO



FUENTE: Elaboración propia a partir de la Declaración del Milenio.

Otro indicador relacionado con la reversión de la pérdida de recursos y sobre todo con la conservación de la diversidad biológica es la *proporción de zonas protegidas*. Este indicador se refiere al porcentaje, calculado sobre el total de la superficie de un país, de las áreas total o parcialmente protegidas que son designadas como parques nacionales, monumentos naturales, reservas naturales, paisajes protegidos o reservas científicas con acceso público limitado. El dato no incluye sitios protegidos bajo ley provincial o local.

Los siguientes dos indicadores están relacionados con el consumo. El primero de ellos, es el indicador *uso de energía* y se define como el consumo de energía (equivalente a kilogramos de petróleo) necesario para obtener un dólar de PIB nacional expresado en paridad de poder adquisitivo.

El segundo indicador de consumo, *uso de combustibles sólidos*, se refiere al porcentaje de la población del país que emplea productos derivados de la biomasa y del carbón como fuentes primarias de energía para cocinar y calentarse. Este indicador no ha sido recogido de forma continua en la base de datos de Indicadores del Milenio mantenida por la División de Estadísticas de las Naciones Unidas, lo que nos ha obligado a renunciar a su inclusión en el análisis.

Con respecto a las emisiones, los expertos definen aparentemente un único indicador, que en realidad son dos. Por un lado, el indicador *emisiones de CO₂*, que se define como las emisiones de dióxido de carbono (procedentes de la combustión de combustibles fósiles) realizadas por un país como consecuencia de las actividades humanas de producción y consumo divididas entre la población de dicho país.

El segundo indicador, *CFC*, representa el consumo de sustancias perjudiciales para la capa de ozono (clorofluorocarburos). Se calcula como la suma de las sustancias individuales ponderada por su capacidad destructiva. Una de las dificultades que entraña este indicador radica en su propia definición ya que el consumo de CFC está integrado por la producción nacional, más las importaciones, menos las exportaciones y los *stocks* destruidos². Esto implica que un país puede obtener un buen indicador produciendo grandes cantidades de CFC y exportándolas a otros países, lo que no parece que esté en línea con la filosofía que subyace dentro de los principios del desarrollo sostenible. Desde el punto de vista técnico se plantea además el problema de que el indicador podría tomar valores negativos. Por otra parte otra de las dificultades que se plantea es que se trata del único indicador de los considerados que no está relativizado con respecto a ninguna variable. Por las razones esgrimidas se ha considerado no incorporar este indicador en nuestro análisis. En los Cuadros 1 y 2 se recoge el análisis descriptivo y de correlaciones para los indicadores considerados.

En definitiva, con los cuatro indicadores para los que se dispone de información fácilmente interpretable, en este trabajo se construye un indicador compuesto, que facilita el análisis de la evolución y situación actual de un conjunto de países en relación con la *meta* 9, incluida dentro del objetivo 7 de los ODM.

Volviendo nuevamente al Esquema 1, es necesario precisar que la división del análisis en tres dimensiones se hace únicamente en el plano conceptual, y no implica que de hecho estas dimensiones y los correspondientes indicadores simples no estén relacionados (incluso estadísticamente) entre ellos.

Es importante señalar que ninguna de las dimensiones y, sobre todo, ninguno de los indicadores por sí solo es suficiente para garantizar la integración de los princi-

pios de desarrollo sostenible en las políticas nacionales. Tampoco esto quiere decir que todos los indicadores tengan necesariamente que tener la misma importancia y, por lo tanto, que todos deban recibir la misma ponderación a la hora de agregarlos en el indicador sintético. Precisamente la cuestión de la ponderación es una de las más complicadas a la hora de construir un índice de este tipo.

A pesar de que existe un gran número de propuestas que van desde métodos estadísticos a otros basados en la opinión de expertos (Nardo *et al.*, 2005), no existe un claro consenso sobre el método apropiado para el establecimiento de ponderaciones. De hecho, Cox *et al.* (1992) revisan una serie de esquemas de ponderaciones publicados y concluyen que muchos de ellos son arbitrarios o tienen escaso significado. Es difícil construir marcos teóricos que permitan derivar enfoques coherentes para asignar ponderaciones y el consenso sobre un sistema único de pesos parece inalcanzable. Incluso si esto fuese posible, en algunos casos como el que nos ocupa surgiría un problema mayor, fundamental: no siempre es razonable utilizar un sistema común de pesos para todos los países que se están comparando. En primer lugar, porque como exponen Foster y Sen (1997) cuando se pretende reflejar conceptos subjetivos, la subjetividad inherente debe ser preservada y no eliminada. Además, porque hay que tener en cuenta las circunstancias y posibilidades reales de cada país a la hora de definir un indicador compuesto, de lo contrario éste será rechazado por parte de muchos de ellos. El caso que se presenta en este trabajo es un claro ejemplo de ello: cada país tiene unas determinadas características geomorfológicas, climatológicas, geográficas, orográficas, etcétera, que condicionan sus posibilidades y sus elecciones estratégicas a la hora de avanzar hacia un medio sostenible. Por ejemplo, sería difícil encontrar un consenso sobre la ponderación común que Emiratos Árabes y Venezuela darían al indicador superficie de bosques. Los dos países tienen unas posibilidades muy distintas en este sentido, y no parece justo para Emiratos ponderar mucho este indicador ni para Venezuela ponderarlo poco. Estas peculiaridades

² Para un mayor detalle en la definición de los indicadores puede consultarse el «Manual para supervisar los ODM» disponible en: <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Resources/Attach/Indicators/HandbookEnglish.pdf>

CUADRO 1
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

	Bosques (%)	Zonas protegidas (%)	Uso de energía (kep*)	Emisiones de CO ₂ (Tm.)
Media	30,67	11,96	252,35	7,59
Desviación estándar	20,14	10,72	183,16	5,55
Máximo.	85,10	62,95	1.352,00	33,56
Mínimo.	0,20	0,30	95,00	0,09

NOTA: * kilogramos equivalentes de petróleo.

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 2
MATRIZ DE CORRELACIONES

	Bosques	Zonas protegidas	Uso de energía	Emisiones de CO ₂
Bosques	1,00	0,28	-0,12	-0,09
Zonas protegidas.	0,28	1,00	-0,07	0,05
Uso de energía	-0,12	-0,07	1,00	0,23
Emisiones de CO ₂	-0,09	0,05	0,23	1,00

FUENTE: Elaboración propia.

ridades no serían respetadas por un sistema que impusiese los mismos pesos para todos los países. Por eso, se precisa de una metodología que permita asignar las ponderaciones de una manera flexible, respetando las peculiaridades de cada país, sin perjuicio de que esta flexibilidad pueda limitarse si se dispone de información adicional que acote los pesos en un intervalo «razonable». Esa metodología se presenta en el apartado siguiente y tiene su base en una técnica de programación lineal utilizada originalmente para el análisis de la eficiencia de las unidades productivas: el Análisis Envoltente de Datos.

3. El DEA en la construcción de indicadores compuestos

La metodología usada en la construcción de este indicador tiene sus raíces en el análisis envoltente de datos

(DEA, en la sigla inglesa) y ha sido denominada a partir de algunos autores (Melyn y Moesen, 1991) como «enfoque beneficio de la duda». El DEA fue inicialmente propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) como una herramienta para estimar la eficiencia técnica de un conjunto de unidades productivas en contextos caracterizados por múltiples *inputs* y *outputs* y falta de información sobre los precios de los mismos. La técnica, que se basa en el uso de la programación lineal, ha sido ampliamente empleada a partir de entonces en el contexto de la estimación de la eficiencia, como se puede comprobar en varias recopilaciones bibliográficas, como la elaborada por Seiford (1996) o la más reciente de Tavares (2002). La idea central consiste en maximizar una especie de índice de productividad total de factores (unidades de *output* producido por cada unidad de *input* empleada) para cada unidad. En el numerador del índice

se agregan todos los *outputs*, igual que en el denominador se agregan todos los factores empleados en el proceso productivo. A falta de un sistema conocido de precios, el DEA determina de forma endógena las ponderaciones/precios sombra para cada *input* y *output*, que son, para cada unidad, precisamente aquellas que maximizan su ratio de productividad³, por lo tanto las que más la benefician en el análisis de su eficiencia.

El paralelismo con el campo de la construcción de indicadores compuestos parece evidente. En este caso, se dispone de información cuantitativa de los valores que toman una serie de indicadores para varias unidades, generalmente regiones o países, pero usualmente no existe consenso a propósito de las ponderaciones que deben usarse en la agregación. Con el «enfoque beneficio de la duda», la agregación de los indicadores parciales se realiza a través de una suma ponderada en la que los pesos se determinan de tal forma que maximicen el valor del indicador sintético para cada país. Para ilustrar el «enfoque beneficio de la duda», consideremos un conjunto de n países y m indicadores parciales, donde y_{ij} representa el valor del indicador parcial i en el país j . En este caso, el valor del indicador sintético para el país j y el conjunto de ponderaciones óptimas se obtendrían resolviendo el siguiente problema de programación lineal:

$$IS_j = \max_{w_i} \sum_{i=1}^m w_i y_{ij}$$

$$\sum w_i y_{ij} \leq 1 \quad \forall j = 1, \dots, n$$

$$w_i \geq 0 \quad \forall i = 1, \dots, m$$

El problema puede ser interpretado simplemente como la maximización de una función objetivo que re-

presenta la suma ponderada de los indicadores parciales con las propias ponderaciones como incógnita del problema y sujeta a dos tipos de restricciones. Por un lado, que las ponderaciones sean no negativas, lo que implica que el indicador sintético es una función no decreciente de los indicadores parciales. Por otro lado, que ningún país obtenga con los pesos del otro un valor mayor que uno para el indicador sintético, una restricción que asegura una cierta interpretación intuitiva para el indicador sintético. Los valores para el índice son entonces, por definición, menores o iguales que 1, y el valor unitario es asignado a los países u observaciones identificadas como las «mejores prácticas». La diferencia entre el valor del indicador alcanzado por un país y el máximo valor posible de 1 muestra las deficiencias de dicho país y su potencial horizonte de mejora.

Como señaló Despotis (2005), este modelo es equivalente al modelo DEA original con rendimientos constantes a escala cuando se consideran m *outputs* y un único *input* con valor unitario para cada país⁴. Esto permite aprovechar otra de las ventajas de los modelos DEA, el hecho de que son invariantes frente a cambios en las unidades de medida, lo que hace redundante la siempre controvertida etapa de normalización⁵ cuando se emplea este enfoque.

El enfoque tiene un atractivo adicional: la metodología provoca menos rechazo que otras en la construcción de indicadores compuestos. Esto es así porque al no exigir que todas las unidades concedan la misma importancia a cada indicador parcial, respeta las peculiaridades de cada país y permite que éstos escojan los pesos que más les beneficien con respecto al valor del índice.

³ El funcionamiento del DEA en su campo de aplicación original, análisis de la eficiencia, puede verse en forma abreviada en BOUSSOFIANE, DYSON y THANASSOULIS (1991) o con más profundidad en CHARNES, COOPER, LEWIN y SEIFORD (1994), THANASSOULIS (2001) o COELLI, PRASADA y BATTESE (1998).

⁴ El *input* «ficticio» con valor unitario ha sido tradicionalmente interpretado como «rector» [KOOPMANS (1951); LOVELL y PASTOR (1995)], un aparato decisor colectivo que subyace a cada unidad que está siendo evaluada. Se supone que el rector intenta impulsar el valor de todos los indicadores parciales a sus máximos niveles. El modelo DEA con un vector unidad en el lado de los recursos ha sido empleado en LOVELL y PASTOR (1995) y MAHLBERG y OBERSTEINER (2001).

⁵ Diferentes métodos de normalización así como sus ventajas e inconvenientes pueden revisarse en FREUDENBERG (2003).

Aunque esta flexibilidad puede parecer inicialmente excesiva, el DEA permite graduarla a través de la introducción de restricciones adicionales sobre las ponderaciones, en función de la información adicional de la que se disponga. Así, aunque las distintas unidades no tienen por qué ponderar de igual forma un mismo indicador, es posible exigirles que la importancia de dicho indicador sea siempre mayor o menor que la de otro o que exista cierta relación entre las ponderaciones de un grupo de indicadores. Esta «libertad controlada» en la fijación de ponderaciones constituye, a nuestro modo de ver, la principal ventaja de cualquier índice sintético obtenido a través de un enfoque basado en el DEA.

4. Modelo y resultados

El indicador sintético propuesto en este trabajo para analizar la evolución del grado de inserción de los principios de desarrollo sostenible en las políticas nacionales ha sido estimado para 55 países. Dentro de éstos están 53 naciones clasificadas como de renta alta y media-alta por el Banco Mundial, para las cuales la ONU ofrece datos para los cuatro indicadores, además de China y la India. El motivo de centrarse en estos países radica en la intención de considerar un subconjunto lo más homogéneo posible, tomando en este caso como criterio de homogeneidad el ingreso nacional bruto per cápita. China y la India fueron incorporadas por el dinamismo experimentado por sus economías durante los últimos años, así como por los continuos debates que sus modelos de desarrollo y su impacto sobre el medio ambiente generan en los foros internacionales. Todos los países considerados, a excepción de tres (Estados Unidos, Kazajstán y Turquía), habían ratificado el Protocolo de Kioto con anterioridad al año 2008, reflejando cierto grado de compromiso con la política medioambiental, al menos en los últimos años.

Para cada uno de los países, el análisis tiene en consideración cuatro indicadores parciales definidos por la ONU, tal y como se ha expuesto en el apartado 2. Estos indicadores son: *superficie de bosques*, *superficie de*

zonas protegidas, *consumo de energía* y *emisiones de CO₂*. Los dos últimos son indicadores del tipo «cuanto menos, mejor», a diferencia de los dos primeros que son de «cuanto más, mejor». Para contar con indicadores del mismo tipo, se ha considerado el inverso tanto del consumo de energía por unidad de PIB como de las emisiones de CO₂ per cápita.

Finalmente, y para llevar a cabo un análisis dinámico que permita analizar la evolución de los países y no sólo mostrar una imagen estática del valor del indicador para cada país, se ha contado con dos observaciones distintas, una correspondiente al año 1990 y otra al año 2004, que se introducen de manera simultánea en el modelo⁶. De esta manera, cada observación entra en el análisis como si se tratase de una unidad distinta, aunque en realidad no lo sea y el modelo cuenta no con 55 sino con 110 observaciones. Este ejercicio se basa en el análisis por ventanas (Charnes, Clark, Cooper y Golany, 1985), propuesto originalmente para capturar variaciones de eficiencia a lo largo del tiempo.

Para cada una de las 110 observaciones se ha resuelto un programa lineal como el formulado en el apartado anterior. A continuación se discuten los principales resultados desde el punto de vista dinámico y estático, aunque en el Cuadro 3 pueden consultarse los resultados para todos los países.

El análisis dinámico, que constituye la principal novedad del trabajo, permite señalar que la mayoría de países mejoran sus índices entre los dos años señalados, lo que nos estaría indicando una mayor integración de los principios de desarrollo sostenible en sus políticas nacionales. En este sentido, y tomando como referencia el Gráfico 1, podrían clasificarse los países analizados

⁶ 1990 es el año base con respecto al cual se pretende evaluar los logros conseguidos y el primero para el cual se dispone de información en la base de datos elaborada por la ONU para el seguimiento de los ODM. 2004, además de ser un año intermedio dentro del período de seguimiento de los ODM (1990-2015), es el más reciente para el que se dispone de información para todos los indicadores utilizados en este trabajo.

CUADRO 3
VALORES DEL INDICADOR COMPUESTO

	1990	2004		1990	2004
Alemania	0,680	0,803	Islandia	0,287	0,251
Argentina	0,603	0,699	Israel	0,702	0,715
Australia	0,424	0,553	Italia	0,825	0,814
Austria	0,863	0,906	Japón	0,961	0,954
Bélgica	0,469	0,491	Kazajstán	0,101	0,184
Brasil	0,958	0,903	Letonia	0,527	0,721
Bulgaria	0,374	0,458	Libano	0,353	0,307
Canadá	0,460	0,487	Lituania	0,428	0,545
Chile	0,555	0,670	Luxemburgo	0,548	0,691
China	0,496	0,514	Malasia	0,850	0,802
Chipre	0,569	0,615	Malta	0,519	0,728
Costa Rica	1,000	1,000	México	0,614	0,619
Croacia	0,615	0,657	Noruega	0,611	0,728
Dinamarca	0,957	1,000	Nueva Zelanda	0,542	0,612
EE UU	0,570	0,642	Panamá	0,938	0,985
Emiratos Árabes	0,195	0,224	Polonia	0,499	0,674
Eslovaquia	0,582	0,672	Portugal	0,790	0,786
Eslovenia	0,774	0,832	R. Checa	0,511	0,568
España	0,741	0,727	Reino Unido	0,586	0,707
Estonia	0,735	0,808	Rusia	0,566	0,567
Finlandia	0,857	0,871	Sudáfrica	0,350	0,384
Francia	0,558	0,596	Suecia	0,789	0,832
Gabón	1,000	1,000	Suiza	0,809	0,913
Grecia	0,664	0,724	Trinidad y Tobago	0,538	0,518
Holanda	0,534	0,596	Turquía	0,561	0,582
Hungría	0,424	0,560	Uruguay	0,936	1,000
India	1,000	0,735	Venezuela	0,893	1,000
Irlanda	0,506	0,883			

FUENTE: Elaboración propia.

en función de la evolución mostrada por sus valores para el índice entre 1990 y 2004 en tres grupos.

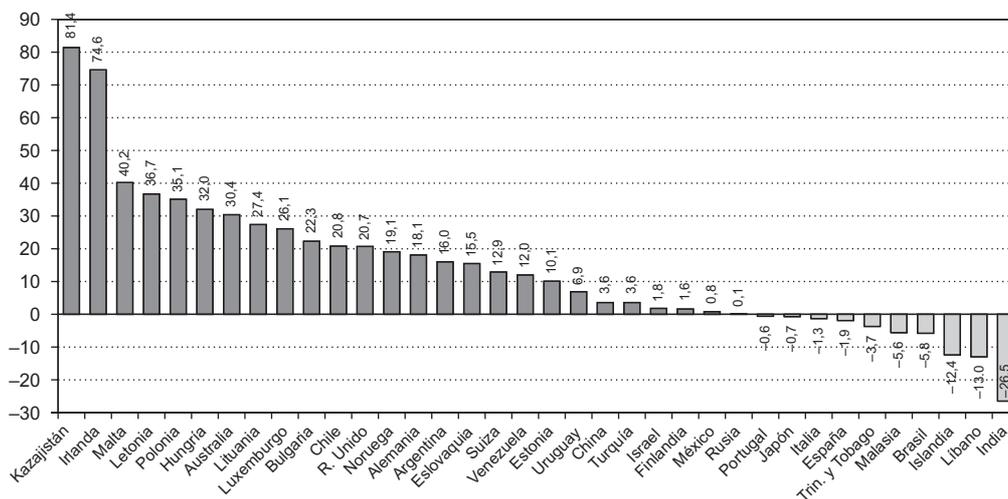
El primer grupo está formado por los países que han mejorado notablemente el índice entre ambas fechas⁷. Se trata de países en su mayoría pertenecientes a la Unión Europea y para los cuales el índice tomaba valo-

res comprendidos entre 0,4 y 0,7 en el año 1990. El único caso atípico es el de Kazajstán, país que parte de un valor muy bajo en el año 1990 (0,10), con lo cual el valor obtenido en el año 2004, aun recogiendo un incremento del 80 por 100, sigue siendo pequeño. De hecho, las observaciones correspondientes a Kazajstán en ambos años se corresponden con los valores mínimos del índice.

Un caso destacable dentro de este grupo lo constituye la mejora experimentada por Irlanda. Este país pasó

⁷ A este efecto, se ha considerado como mejora notable un incremento superior al 15 por 100.

GRÁFICO 1
PORCENTAJE DE VARIACIÓN EN EL ÍNDICE (1990-2004)



FUENTE: Elaboración propia.

de un valor en el índice de 0,51 en el año 1990 a un valor de 0,88 el año 2004, lo que supone un incremento de más del 74 por 100. El intenso proceso de crecimiento económico registrado por el país en los últimos años (el PIB per cápita se multiplicó por 1,5 entre el año 1990 y el año 2006), no se ha visto excesivamente reflejado en el aumento de emisiones de CO₂. Por el contrario, el incremento de la superficie de bosques y zonas protegidas pone de manifiesto una política ambiental más activa, al mismo tiempo que un aumento en la eficiencia energética se plasma en un menor consumo de energía.

Por último, también merece un comentario el caso de Alemania, que partiendo de un valor del índice relativamente alto en el año 1990 (0,68), ha conseguido incrementar ese valor por encima del 18 por 100 para 2004. Otros países con un comportamiento similar, aunque con un incremento ligeramente inferior al indicado, son Noruega, Argentina, Reino Unido o Eslovaquia.

El segundo grupo está formado por un conjunto heterogéneo de países en los que el valor del índice se incrementó en menos de un 15 por 100. En este grupo se incluyen, por un lado, países que experimentaron crecimientos moderados en el valor del índice, partiendo ya de valores elevados en el año 1990, como Suiza, Uruguay o Eslovenia. Por otra parte, también lo integran países cuyo índice prácticamente no ha variado entre los años analizados, como Rusia, México, Finlandia o China. Un caso particular en este último subconjunto es el de Costa Rica y Gabón, cuya variación del índice es nula porque en ambos casos el valor del indicador sintético alcanza el máximo para los dos años estudiados.

El último grupo está conformado por un pequeño conjunto de países para los cuales el valor del indicador sintético empeoró en el período analizado. Se trata, como en el caso anterior, de países con características bastante diferentes, y por lo general (si exceptuamos Islan-

dia, Líbano y Trinidad y Tobago) con un valor de partida del índice bastante elevado (superior a 0,74). No obstante las reducciones no fueron significativas en ningún país, excepto en el caso de la India que, con un valor 1 en el año 1990, experimentó una reducción cercana al 25 por 100 en el año 2004.

Con respecto al tradicional análisis estático, resulta destacable la alta capacidad de discriminación del modelo, que determina una frontera configurada por ocho observaciones y un valor medio del indicador compuesto de 0,660 (0,633 para el año 1990 y 0,687 para el año 2004).

Las observaciones que configuran la frontera «de mejores prácticas» son las correspondientes a Costa Rica para el año 1990 y 2004, Dinamarca para el año 2004, Gabón para el año 1990 y 2004, India para el año 1990 y Uruguay y Venezuela para el año 2004. Costa Rica y sobre todo Gabón y Uruguay, se encuentran entre los países con mayor grado de sostenibilidad ambiental, como reflejan los índices tradicionales de sostenibilidad como la «huella ecológica» o el Índice de Sostenibilidad Medioambiental (ESI, en la sigla inglesa). Sin embargo, la India obtiene resultados bastante negativos en los índices de sostenibilidad citados, y puede decirse que la observación correspondiente al país asiático para el año 1990 se sitúa sobre la frontera exclusivamente por su excepcional comportamiento en cuanto a uno de los indicadores parciales. En cualquier caso, es necesario remarcar que el índice sintético calculado en este trabajo no es un índice de sostenibilidad ambiental sino una medida del grado de cumplimiento de los objetivos del milenio en el apartado medioambiental. Por esa razón, no es posible extraer conclusiones relevantes de las comparaciones entre nuestro indicador sintético y los índices anteriormente citados.

Costa Rica está por encima de la media para todos los países en los cuatro indicadores parciales y en ambos años. En el año 1990, su indicador más favorable era el de las emisiones de CO₂ per cápita, cuatro veces por debajo de la media para el conjunto de países. Sus resultados en dicho indicador son peores en el año 2004, habiéndose multiplicado por 1,7 las emisiones

con relación al año base, pero no obstante siguen siendo reducidas en comparación con la media. Además, entre ambos años Costa Rica incrementó el porcentaje de zonas protegidas y redujo su consumo de energía.

La buena situación de Costa Rica en cualquiera de los indicadores parciales queda reflejada en la estructura de ponderaciones asignada a cada uno de ellos. El valor del índice para este país en el año 2004 se consigue con una contribución porcentual del 52 por 100 del indicador parcial consumo de energía, y un reparto equilibrado del porcentaje restante entre los otros tres indicadores parciales. En el año 1990 la estructura de ponderaciones es incluso más compensada, y las contribuciones porcentuales de los cuatro indicadores se sitúa en todos los casos entre el 20 y el 35 por 100 del valor del índice.

Gabón presenta un dato excepcionalmente favorable en el año 1990 en cuanto a superficie de bosques, que representa el máximo valor para las 110 observaciones. Su consumo de energía se sitúa en torno a la media pero, sin embargo, para los indicadores parciales correspondientes a zonas protegidas y emisiones de CO₂ está bastante por debajo de la media.

La situación de Gabón da un vuelco en el año 2004. Además de mantener su buena situación en cuanto a bosques, incrementa mucho sus zonas protegidas y, sobre todo, reduce drásticamente sus emisiones de CO₂ con respecto al año 1990. Gabón registra un comportamiento mejor que la media en todos los indicadores parciales, exceptuando el consumo de energía, y destaca especialmente por sus reducidas emisiones de CO₂ per cápita, sólo superiores a las de la India del año 1990.

La situación del país africano queda reflejada en su estructura de ponderaciones. En el año 1990, el valor del indicador sintético se obtiene prácticamente con la contribución exclusiva (99,6 por 100) de los indicadores parciales superficie de bosques y consumo de energía. En el año 2004, sin embargo, ninguno de los indicadores parciales contribuye porcentualmente al índice más del 42 por 100 ni menos del 16 por 100.

En resumen, tanto la observación correspondiente a Gabón en el año 2004 como las dos observaciones de Costa Rica parecen situarse «de manera justa» sobre la frontera, afirmación que, como se desprende del análisis de sus indicadores parciales, sería más discutible con respecto a la observación correspondiente al país africano en el año 1990.

Un caso similar al de Gabón en el año base es el de la *India*. La India registra el mínimo valor para las emisiones de CO₂ per cápita, seis veces inferior a la media para el conjunto de los 55 países. Sin embargo, en cuanto al resto de indicadores parciales su comportamiento es peor que la media, especialmente en lo referente a zonas protegidas. Por lo tanto, y a pesar de situarse sobre la frontera, no puede considerarse que el comportamiento de la India en 1990 sea un ejemplo de «buena práctica» en cuanto a la integración de los principios de desarrollo sostenible en su política nacional.

Otras tres observaciones ayudan a la determinación de la frontera: las correspondientes a Dinamarca, Uruguay y Venezuela para el año 2004. En los tres casos existe un comportamiento heterogéneo de los distintos indicadores parciales. *Venezuela* presenta el valor máximo con respecto al indicador parcial zonas protegidas (cinco veces superior a la media) y un valor también alto respecto a la superficie de bosques. Sin embargo, en los otros dos indicadores tiene un comportamiento relativamente peor que la media, especialmente en cuanto al consumo de energía.

La situación de *Uruguay* en el año 2004 es inversa a la de Venezuela en cuanto a consumo de energía, hasta el punto de que el de Uruguay es el valor mínimo para este indicador. También es positivo el dato de emisiones de CO₂, pero no así los relativos a bosques y zonas protegidas, que están muy por debajo de la media para el resto de países. Las ponderaciones asignadas por Uruguay en 2004 a los distintos indicadores parciales reflejan nuevamente estas circunstancias: se reparte prácticamente todo el peso entre los dos indicadores más favorables para el país.

La observación sobre la frontera que falta por analizar, la de *Dinamarca* en 2004, es la única perteneciente a un país OCDE, miembro además de la UE y firmante del Protocolo de Kioto, que ha conseguido «colarse» entre las «mejores prácticas». En 2004, presenta un comportamiento bastante heterogéneo en cuanto a sus indicadores: muy positivo en cuanto a zonas protegidas (más de tres veces superior a la media para el conjunto de observaciones), positivo también en cuanto a consumo de energía pero, por el contrario, bastante peor que la media en cuanto a superficie de bosques y emisiones de CO₂.

Aparte de las observaciones «mejores prácticas», tres países que se habían quedado muy cerca de la frontera en año 1990, consiguieron incrementar dicho valor en el año 2004: son Dinamarca y Uruguay, que como se ha comentado alcanzaron finalmente la frontera y Panamá que se vuelve a quedar muy cerca. Sin embargo, Japón y Brasil, que en el año 1990 también obtuvieron un valor del índice próximo a 1, evolucionaron de forma totalmente distinta y redujeron este valor en 2004. El empeoramiento de Japón fue relativamente pequeño y se explica por una evolución negativa del conjunto de indicadores parciales; por el contrario el retroceso de Brasil se deriva básicamente de la destrucción de sus bosques en el período analizado y del incremento de emisiones dañinas para la capa de ozono.

Los valores mínimos del índice corresponden a Kazajstán, junto con Emiratos Árabes Unidos e Islandia. Kazajstán es en el año 1990 el país con una menor eficiencia energética dentro del conjunto analizado, presentando el mayor consumo por unidad de PIB (1.015 toneladas PAO⁸ de petróleo por unidad de PIB). En el año 2004 ocupa el segundo lugar por detrás de Trinidad y Tobago. Por su parte, Emiratos Árabes Unidos tiene el mayor volumen de emisiones de CO₂ per cápita tanto en el año 1990 como en 2004. Las dificultades de este país

⁸ Cantidad de una sustancia, expresada en toneladas y multiplicada por su factor de agotamiento de la capa de ozono.

con respecto a la sostenibilidad medioambiental se refleja en sus valores para el ESI y la huella ecológica. Concretamente, Emiratos es el país con mayor déficit ecológico, entendido éste como la diferencia entre la biocapacidad y la huella ecológica. En el caso de Islandia se produce una gran discrepancia entre el indicador sintético calculado en este trabajo y su situación en el ranking del ESI. Los indicadores parciales elegidos para representar el apartado medioambiental en los ODM se muestran en este caso especialmente desfavorables para el país, en particular el indicador relativo a superficie de bosques.

Analizando los resultados obtenidos por el subconjunto de países que conforman la UE, puede señalarse que en general estos países obtienen un valor del índice relativamente alto y además que mejora en el período considerado (media de 0,6 para las observaciones de 1990 y de 0,7 para las de 2004). Al igual que ocurre en los rankings de sostenibilidad medioambiental tradicionales o los obtenidos en índices de desarrollo sostenible como el elaborado por González y Martín, los mejores valores del índice dentro de la UE son para los países nórdicos y Austria. En concreto y como ya se ha comentado, los mejores resultados son para Dinamarca, cuya moderna economía de mercado le ha permitido desarrollar una agricultura e industria de alta tecnología que han posibilitado una mayor eficiencia energética en el país y en consecuencia una reducción en el consumo de energía. En la situación opuesta se encuentran los países recién incorporados del Este de Europa, todavía en proceso de adaptación de sus economías a las exigencias impuestas por la competitividad internacional y la globalización de los mercados. En particular, Bulgaria es el país de la UE que obtiene los menores valores del índice. Su situación es particularmente mala en cuanto a consumo de energía, en parte debido a una industria excesivamente dependiente de la siderurgia, alimentada, además, por unas anticuadas centrales térmicas que utilizan carbón y lignito, abundantes en el país. Este planteamiento general presenta importantes excepciones, como el caso de Bélgica, que obtiene el segundo valor más bajo para el indi-

cador compuesto en el año 2004, sólo por detrás de Bulgaria. Las dificultades de Bélgica para alcanzar los ODM en el plano medioambiental son consecuencia de sus problemas de sostenibilidad, que se reflejan en sus valores para la huella ecológica y el ESI. Dichos problemas derivan fundamentalmente de su posición geográfica, en el centro de una de las regiones más industrializadas del mundo, y de su elevada densidad de población (338 habitantes por km²).

España ocupa una posición intermedia dentro de los países de la UE, habiendo empeorado además su posición relativa entre el año 1990 y 2004. El país presenta una intensidad energética creciente, a la que contribuyen factores estructurales y económicos. Por un lado, la orografía y la extensión del territorio español implican un alto consumo de energía por parte del sector del transporte. Además, el proceso de convergencia real de la economía española con la de la UE está propiciando un alto consumo de gas y electricidad. En cuanto a las emisiones de dióxido de carbono, España está por encima de la media de países analizados y la situación también ha empeorado entre 1990 y 2004. Es verdad que, como miembro de la UE, España asumió el Protocolo de Kioto y también que el reparto interno dentro de la UE implicaba que en 2012 España podría haber incrementado sus emisiones hasta en un 15 por 100 con respecto a las de 1990. Pero ya en el año 2004 las emisiones habían crecido en España en un 56 por 100 con respecto a las del período de referencia. Por lo tanto, España se sitúa lejos del compromiso de Kioto para 2012, aunque existen algunos datos positivos en los últimos ejercicios, como la reducción de emisiones desde 2006, o la imposición de una fiscalidad verde o ecológica para los vehículos más contaminantes en 2008. Los índices de sostenibilidad ambiental como el ESI o la huella ecológica reflejan la situación delicada de España en materia medioambiental. En el último año que analizamos en este trabajo, 2004, España ocupaba el puesto 76 en el ESI, de una lista de 146 países. Entre los principales problemas reconocidos internacionalmente para nuestro país están: el estado del suelo, la presión sobre el agua y la baja ca-

lidad de la misma, la contaminación del aire y el fuerte impacto de las infraestructuras.

Para concluir el análisis de los resultados, parece oportuno comentar la situación de dos potencias económicas emergentes llamadas a desempeñar un papel importante en un futuro no lejano en la economía mundial: China y la India. Los índices de sostenibilidad como la huella ecológica o el ESI sitúan generalmente a la India en una posición menos desfavorable que la de China. También en nuestro caso este país obtiene mejores resultados para cualquiera de los dos años. Su estimación para el año 1990, situada sobre la frontera de mejores prácticas, ya ha sido comentada, y se explicó que se debía casi exclusivamente al indicador parcial de emisiones de CO₂. En el año 2004 su valor del índice se reduce porque, aunque reduce su consumo de energía, empeora ligeramente en cuanto a emisiones de dióxido de carbono. En cualquier caso, la intensidad demográfica, que en términos de cálculo beneficia al país con respecto a algunos indicadores parciales (por ejemplo, emisiones de CO₂ per cápita), ejerce una presión sobre el medio que se plasma en el bajo porcentaje de bosques y, fundamentalmente, de zonas naturales protegidas. Precisamente el indicador de zonas protegidas es el único en el cual China, que obtiene valores del índice en torno a 0,5 para los dos años analizados, presenta mejores datos que la India. El país oriental ha crecido en los últimos tres años a un promedio superior al 10 por 100 en base a un alto consumo de energía y a un incremento de más del 50 por 100 en las emisiones de CO₂ per cápita entre el año 1990 y el año 2004. Este incremento en las emisiones, que proceden sobre todo de procesos industriales, especialmente de la producción de cemento, situaron por primera vez en el año 2006 a China por delante de EE UU y, por lo tanto, a la cabeza en este tipo de contaminación en el mundo. En el lado positivo puede señalarse que China ha sido, junto con España, uno de los países en los cuales ha crecido más la superficie cubierta por bosques desde el año 1990.

Con 110 observaciones y cuatro indicadores parciales, el modelo ha mostrado una buena capacidad discrimi-

minatoria. Además, un análisis de las ponderaciones permite observar que ninguna de las observaciones que determina la frontera asigna una ponderación cero a ninguno de los indicadores parciales. Sin embargo otras observaciones sí lo hacen y, en el caso de tres observaciones concretas, el indicador sintético se ha construido a base de un único indicador parcial, ya que se ha asignado una ponderación cero a tres de los cuatro indicadores parciales.

Con la intención de resolver completamente el problema de las ponderaciones cero se ha contemplado la introducción en el modelo de restricciones adicionales sobre los pesos, lo que tendrá el efecto de incrementar aún más su capacidad discriminatoria. La restricción inicialmente introducida limita el peso relativo del indicador *i* con respecto al peso del indicador *k* al intervalo (0,1-10) y se limita a garantizar que exista cierto equilibrio entre las ponderaciones asignadas a los distintos indicadores parciales. De cualquier forma, esto no supone la introducción de juicio de valor alguno con respecto a la mayor o menor importancia de los distintos subindicadores que componen el índice. Este tipo de restricción se denomina en la literatura DEA como «región de confianza Tipo 1» (Allen *et al.*, 1997) y ha sido ampliamente utilizado en este tipo de modelos.

Como se puede ver en el Cuadro 4, al incluir esta restricción adicional cae el valor medio del indicador y dos de las observaciones que determinaban la frontera cuando no se consideraban restricciones adicionales están ahora fuera de ella. Se trata de las observaciones correspondientes a Gabón para el año 1990 y Uruguay para 2004. Como se comentó anteriormente, en ambos casos, especialmente en el de Gabón 1990, la frontera se alcanza con la contribución de únicamente dos de los indicadores parciales. Ante la exigencia planteada por la nueva restricción, que no permite una estructura de ponderaciones tan desequilibrada, ninguna de las dos observaciones son capaces de encontrar un conjunto de pesos alternativo que, cumpliendo la restricción, les mantenga sobre la frontera de mejores prácticas.

CUADRO 4

VALORES DEL INDICADOR EN LOS DISTINTOS MODELOS SIN Y CON RESTRICCIONES

	Sin restricciones	(0,05-20)	(0,1-10)	(0,2-5)
Valor medio	0,660	0,640	0,617	0,580
Valor mínimo	0,101	0,101	0,099	0,096
Observaciones con valor máximo	Costa Rica (04) Costa Rica (90) Dinamarca(04) Gabón (04) Gabón (90) India (90) Uruguay (04) Venezuela (04)	Costa Rica (04) Costa Rica (90) Dinamarca(04) Gabón (04) India (90) Uruguay (04) Venezuela (04)	Costa Rica (04) Costa Rica (90) Dinamarca(04) Gabón (04) India (90) Venezuela (04)	Costa Rica (90) Gabón (04) India (90) Venezuela (04)

FUENTE: Elaboración propia.

También se ha probado con un intervalo más amplio (0,05-20) y otro más estrecho (0,2-5). Tal y como se observa en el cuadro, cuanto más estrecho es el intervalo, menor es la flexibilidad del modelo en la selección de los pesos y más próximo está a un procedimiento en el que los pesos están asignados previamente por expertos. Por el contrario, cuanto más amplio es el intervalo, más próximo está el modelo con restricciones al modelo original presentado en el apartado 3 de este artículo.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha construido un indicador compuesto a partir de la información procedente de cuatro indicadores parciales seleccionados por expertos de la ONU para el seguimiento de la *meta 9* incluida en el objetivo 7 de los ODM. Dicha *meta 9* se propone *incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente*. Por lo tanto, el índice sintético resultante estima la distancia de cada uno de los países analizados al cumplimiento de los ODM en el plano medioambiental, por lo que aproxima de alguna manera el grado de integración de los principios de desarrollo sostenible

en las políticas de cada uno de estos países. Los indicadores compuestos, desarrollados en una amplia variedad de contextos políticos y económicos, se usan por primera vez en este trabajo para el seguimiento de un grupo de indicadores de los ODM.

El proceso de agregación de los subindicadores se ha realizado siguiendo el enfoque «beneficio de la duda», que tiene sus raíces en el Análisis Envolvente de Datos. Este enfoque se caracteriza por determinar de manera endógena las ponderaciones asociadas a cada indicador parcial, respetando las peculiaridades de cada país y permitiéndole que elija la estructura de pesos que más le beneficie. Esto no impide que pueda aprovecharse información *a priori* si está disponible o que se module la flexibilidad en la asignación de pesos si se considera excesiva, lo que puede hacerse introduciendo restricciones adicionales en el modelo. De esta forma se consigue una «libertad controlada» en la fijación de ponderaciones, que constituye la principal ventaja del DEA en la construcción de índices sintéticos.

En la medida en que con los ODM se pretende seguir los progresos de los países implicados, parecía oportuno obtener una idea de cómo había evolucionado el índice desde la definición de los indicadores parciales en

1990, y no quedarse únicamente con una imagen estática. Para ello se diseñó un marco dinámico inspirado en el análisis de ventanas, en el que cada país en 2004 es comparado con todos los demás países en 2004 y en 1990 así como consigo mismo en el año 1990. Esta perspectiva dinámica constituye otra de las principales novedades de este trabajo.

La primera conclusión de este enfoque dinámico es que la mayoría de los países han mejorado sus índices en el período analizado, lo que indica un incremento del grado de integración de los principios de desarrollo sostenible en las políticas nacionales de los países estudiados. Irlanda es el país que más ha evolucionado en este sentido y ha sabido compatibilizar crecimiento económico con sostenibilidad ambiental. Países con un crecimiento importante en los últimos años y un futuro económico prometedor, como Rusia o China, prácticamente no experimentan variaciones en el valor de sus índices, mientras que un grupo pequeño y heterogéneo de Estados han registrado reducciones en los mismos.

El tradicional enfoque estático determina la frontera de «mejores prácticas», constituida por ocho observaciones, cinco de ellas correspondientes al año 2004 y las restantes al año 1990. A excepción de Dinamarca, ninguno de los países con observaciones en la frontera pertenece a los países considerados tradicionalmente como desarrollados y, por lo tanto, miembros de los exclusivos clubes de la OCDE o la UE. En cualquier caso, la presencia de alguna de las observaciones en la frontera es discutible en la medida en que se deriva de un comportamiento excepcionalmente bueno en uno de los indicadores parciales y no tanto de una buena actuación global.

No obstante, a la hora de extraer conclusiones es necesario tener en cuenta que el modelo no está exento de limitaciones. La más importante es sin duda que el método ofrece unos resultados en términos relativos y no absolutos. Por ejemplo, que un país se sitúe sobre la frontera de «mejores prácticas» significa que se comporta mejor que el resto de países, pero no implica que su comportamiento sea óptimo, ni siquiera correcto. Por

eso, aunque algunos de los resultados del análisis invitan al optimismo, es necesario interpretarlos con cautela y tener en cuenta la información adicional de tipo cualitativo y la suministrada por los propios indicadores simples.

Más allá de las limitaciones del modelo, podría discutirse la idoneidad de los indicadores seleccionados por los expertos de la ONU para el seguimiento de la incorporación de los principios de desarrollo sostenible en las políticas nacionales. En general, parece difícil realizar un seguimiento completo de una realidad tan compleja a través de un número tan reducido de indicadores. Por otra parte, ya en un apartado anterior se llamó la atención sobre el hecho de que todos los subindicadores eran de resultados. Sin embargo, el compromiso de las políticas gubernamentales con el desarrollo sostenible implica establecer una serie de condiciones (*inputs*) y precisa de un período de tiempo (procesos) hasta que puedan obtenerse los primeros resultados. Este compromiso, de producirse, tiene lugar mucho antes de que se plasme en unos resultados concretos. En definitiva, si lo que se pretende es ver en qué medida las políticas de un país incorporan los principios del desarrollo sostenible, parecería oportuno haber incluido también indicadores de *inputs* y de proceso. Por todas estas razones, es necesario recalcar de nuevo que no puede decirse que el índice calculado en este trabajo mida el grado de sostenibilidad medioambiental. Simplemente estima la posición relativa de cada país analizado con respecto a los seleccionados como índices ODM medioambientales.

Este trabajo se ha centrado en analizar la evolución de un conjunto de países con respecto a la incorporación de los principios del desarrollo sostenible en sus políticas nacionales, tomando como base los indicadores definidos a tal efecto en los objetivos del milenio. A pesar de que el concepto de desarrollo sostenible engloba aspectos económicos, sociales y medioambientales, ninguno de los indicadores seleccionados por la ONU para la *meta 9* es de carácter estrictamente económico o social. El índice sintético calculado aproxima el grado de cumplimiento de los ODM en materia medioambiental, pero no

pone en relación ese grado de cumplimiento con variables como la renta de cada país o su gasto en política medioambiental. Ésta será precisamente una de nuestras futuras líneas de trabajo, en la medida en que analizar esa relación permitiría estimar el grado de productividad o de eficiencia medioambiental, que puede ofrecer resultados distintos a los del índice ya calculado.

Otra de las futuras líneas de trabajo debería ir en la dirección de relacionar estos resultados medioambientales con el patrón de comercio de los países. Resulta especialmente interesante el caso de las economías especializadas en la exportación de recursos naturales, cuyo crecimiento se basa por lo tanto en la reducción de estos recursos y cuya sostenibilidad futura dependerá de cómo inviertan el dinero proveniente de sus exportaciones. Para analizar este tipo de cuestiones, será necesario complementar el modelo con indicadores adicionales, que recojan no sólo la situación económica de los países analizados, sino también su situación social.

Referencias bibliográficas

- [1] ALLEN, R.; ATHANASSOPOULOS, A.; DYSON, R. G. y THANASSOULIS, E. (1997): «Weight Restrictions and Value Judgements in Data Envelopment Analysis: Evolution, Development and Future Directions», *Annals of Operations Research*, 73, 13-34.
- [2] BOUSSOFIANE, A.; DYSON, R. G. y THANASSOULIS, E. (1991): «Applied Data Envelopment Analysis», *European Journal of Operational Research*, 52, 1-15.
- [3] CHARNES, A.; CLARK, T.; COOPER, W. W. y GOLANY, B. (1985): «A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in US Air Forces», en THOMPSON, R. y THRALL, R. M. (eds.), *Annals of Operational Research*, 2, 95-112.
- [4] CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEWIN, A. y SEIFORD, L. M. (1994): *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*, Ed. Kluwer Academic, Boston.
- [5] CHARNES, A.; COOPER, W. W. y RHODES, E. (1978): «Measuring the Efficiency on Decision Making Units», *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- [6] CHERCHYE, L. y KUOSMANEN, T. (2002): «Benchmarking Sustainable Development: A Synthetic Meta-Index Approach», *EconWPA*, Working Paper.
- [7] CHERCHYE, L.; LOVELL, C. A. K.; MOESEN, W. y VAN PUYENBROECK, T. (2005): «One Market, One Number: A Composite Indicator Assessment of EU Internal Market Dynamics», Centre for Economic Studies DP Series, 05.16, KU Leuven, junio.
- [8] CHERCHYE, L.; MOESEN, W. y VAN PUYENBROECK, T. (2004): «Legitimately Diverse, Yet Comparable: On Synthesizing Social Inclusion Performance in the EU», *Journal of Common Market Studies*, 42, 919-955.
- [9] COELLI, T.; PRASADA, D. S y BATTESE, G. E. (1998): *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [10] COX, D.; FITZPATRICK, R.; FLETCHER, A.; GORE, S.; SPIEGELHALTER, D. y JONES, D. (1992): «Quality-of-life Assessment: Can we Keep it. Simple?», *Journal of the Royal Statistical Society*, 155 (3), 353-393.
- [11] DALY, H. y COBB, J. (1989): *Toward the Common Good: Redirecting the Economy Toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*, Beacon Press, Boston.
- [12] DESPOTIS, D. K. (2005): «A Reassessment of the Human Development Index Via Data Envelopment Analysis», *Journal of the Operational Research Society*, 56, 969-980.
- [13] FOSTER, J. y SEN, A. (1997): *On Economic Inequality*, 2nd Expanded Edition, Oxford, Clarendon Press.
- [14] FREUDENBERG, M. (2003): «Composite Indicators of Country Performance: a Critical Assessment», *STI Working Paper*, 2003/16, OECD, Paris.
- [15] GONZÁLEZ LAXE, F. I. y MARTÍN PALMERO, F. G. (2004): «Diseño de un índice sintético de desarrollo sostenible y aplicación a la Unión Europea», *Economía agraria y recursos naturales*, 4 (7), 3-26.
- [16] HASHIMOTO, A. e ISHIKAWA, M. (1993): «Using DEA to Evaluate the State of Society as Measured by Multiple Social Indicators», *Socio-Economic Planning Sciences*, 27, 257-268.
- [17] KOOPMANS, T. C. (1951): «Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities», en KOOPMANS, T. C. (ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation*, 33-97, Nueva York, John Wiley y Sons.
- [18] LOVELL, C. A. K. y PASTOR, J. T. (1995): «Macroeconomic Performance of Sixteen Ibero-American Countries over the Period 1980-1991», *Department of Statistics and Operations Research Working Paper*, 94-07, Universidad de Alicante.
- [19] MAHLBERG, B. y OBERSTEINER, M. (2001): *Remeasuring the HDI by Data Envelopment Analysis*, International Institute for Applied Systems Analysis Interim Report 01-069.
- [20] MELYN, W. y MOESEN, W. (1991): *Towards a Synthetic Indicator of Macroeconomic Performance: Unequal Weighting when Limited Information is Available*, Public Economics Research Paper 17, CES, DU Leuven.
- [21] MURIAS, P.; MARTÍNEZ, F. y DE MIGUEL, J. C. (2006): «An Economic Wellbeing Index for the Spanish Provinces: A Data Envelopment Analysis Approach», *Social Indicators Research*, 77, 395-417.

- [22] NACIONES UNIDAS (1987): *Documento de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Informe Brundtland. «Nuestro Futuro en Común»*, Resolución aprobada por la Asamblea General, A/RES/42/187.
- [23] NACIONES UNIDAS (1998): *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, FCCC/INFORMAL/83.
- [24] NACIONES UNIDAS (2000): *Declaración del Milenio*, Resolución aprobada por la Asamblea General, A/RES/55/2.
- [25] NARDO, M.; SAISANA, M.; SALTELLI, A. y TARANTOLA, S. (EC/JRC); HOFFMAN, A. y GIOVANNINI, E. (OCDE) (2005): «Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User's Guide», *OECD Statistics Working Paper*, JT00188147.
- [26] PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD) (varios años): *Índice de Desarrollo Humano (IDH)*.
- [27] PRESCOTT-ALLEN, R. (2001): *The Wellbeing Of Nations. A Country-by-Country Index of Quality of Life and the Environment*, IDRC/Island Press, Canadá.
- [28] REDEFINING PROGRESS (1995): «Gross Production vs Genuine Progress», *Excerpt from the Genuine Progress Indicator: Summary of Data and Methodology. Redefining Progress*, San Francisco.
- [29] SEIFORD, L. (1996): «Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of the Art (1978-1995)», *Journal of Productivity Analysis*, 7, 99-137.
- [30] STERN, N. (2006): *Stern Review on the Economics of Climate Change*, disponible en <http://www.hm-treasury.gov.uk>
- [31] STORRIE, D. y BJUREK, H. (2000): *Benchmarking European Labour Market Performance with Efficiency Frontier Techniques*, Discussion Paper at the Centre for European Labour Market Studies, Göteborg University, diciembre.
- [32] TAVARES, G. (2002): *A Bibliography of Data Envelopment Analysis (1978-2001)*, RUTCOR Research Report RRR 01-02, Rutgers University, New Jersey, USA.
- [33] THANASSOULIS, E. (2001): *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis: A Foundation Text with Integrated Software*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [34] WACKERNAGEL, M.; MONFREDA, C.; MORAN, D.; WERMER, P.; GOLDFINGER, S.; DEUMLING, D. y MURRIA, M. (2005): *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The Underlying Calculation Method*. Global Footprint Network, Oakland, Canadá.
- [35] WORLD ECONOMIC FORUM (2002): *Environmental Sustainability Index*, Yale Center for Environmental Law and Policy, and CIESIN.
- [36] WORLD WILDLIFE FUND INTERNATIONAL (varios años): *Living Planet Index*.
- [37] ZHU, J. (2001): «Multidimensional Quality-of-life Measure with an Application to Fortune's Best Cities», *Socio-Economic Planning Sciences*, 35, 263-284.

CLAVES



DE LA ECONOMÍA MUNDIAL

Consecuencias
y futuro del
fenómeno
globalizador

La importancia del
capital físico,
financiero y social
en la empresa

07

La internacionalización
de los servicios y
la competitividad
empresarial

El reto de invertir
en Estados Unidos

Países y regiones:
análisis y estadísticas

La presión fiscal
internacional en
imágenes