

Los modelos mundiales: un reto pendiente

Antonio Pulido

Instituto L.R. Klein
Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

El artículo se estructura en dos partes claramente diferenciadas. En la primera se revisan, comentan y clasifican diversas experiencias en modelización mundial, con especial atención a los enfoques desarrollados en el presente número monográfico.

La segunda parte, plantea algunas sugerencias sobre cuál puede ser el futuro de los modelos globales.

JEL: C55, C67, C68, F17, F47

Palabras clave: modelos econométricos, modelos I-O, modelos 3-E, modelos integrados, economía mundial, modelos de equilibrio general computable

A lo largo del tiempo, uno de los objetivos permanentes tanto de la economía teórica como de la economía aplicada ha sido construir modelos lo más generales e integrados posible que expliquen el comportamiento de la economía mundial y sus implicaciones y dependencia de otros aspectos claves tales como el medio ambiente, la evolución tecnológica o la situación socio-política.

El presente artículo de presentación de este número sobre modelos mundiales tiene un triple objetivo: 1) servir de introducción y resumen a los artículos que componen este monográfico; 2) situar los modelos comentados por los autores dentro de la amplia variedad de enfoques posibles; 3) tratar de proporcionar una evaluación de conjunto de lo mucho ya realizado y de algunas posibles ideas de futuro.

Para ello el artículo se estructura en dos grandes apartados. El primero resume experiencias y modelos. El segundo se centra en algunos puntos cruciales de lo que podemos haber aprendido de esas experiencias y la sugerencia de ciertas líneas de acción para nuevos intentos de modelización mundial.

1.- Experiencias

Intentar clasificar las múltiples experiencias en modelización, en cualquier campo, siempre resulta una tarea necesaria para ordenar experiencias, pero ingrata por lo discutible de la ordenación elegida, de la asignación de modelos a cada grupo y de continuas novedades que obligan a reordenar experiencias.

En el artículo de Ignacio Hidalgo (2005) que incluimos en este monográfico se incluye un amplio esfuerzo de clasificación limitada a los modelos de sistemas energéticos, que permite ordenar 45 experiencias en cuatro tipos de modelos:

- modelos “ingenieriles” específicos del sector energético
- modelos híbridos
- modelos de equilibrio general
- modelos de evaluación integrada

En todo caso, se trata de modelos que responden a la denominación general de modelos 3-E (energía, economía, entorno medio ambiental), con distintas dosis de cada uno de estos tres componentes.

Los *modelos puramente energéticos* tratan de explicar el comportamiento del sistema energético, con mayor o menor detalle, considerándolo como un conjunto de tecnologías de producción, distribución y demanda final de energía, que compiten entre sí. En ese tipo de modelos las variables macroeconómicas son exógenas (p. ej. PIB y sus componentes), así como las de carácter demográfico. Las variables endógenas del modelo se refieren a oferta, demanda y precios de energía, con distinta desagregación por sectores y tipos de energía. A veces estos modelos son de predicción y simulación, utilizando técnicas econométricas o dinámica de sistemas; en otras ocasiones son modelos de optimización, empleando técnicas de investigación operativa.

Los *modelos híbridos*, dentro del enfoque 3-E, se caracterizan por una parte económica que considera explícitamente a la energía como un factor más de producción. Habitualmente trabajar con funciones de producción sectoriales del tipo KLEM (capital, trabajo, energía y otras materias primas y manufacturados intermedios), que permiten deducir tanto la incidencia de la energía sobre la producción sectorial, como la demanda energética para alcanzar una producción establecida. A ese submodelo económico se añade otro puramente energético.

Los *modelos de equilibrio general computable* corresponden a un enfoque metodológico que va más allá de los modelos 3-E. Como es conocido, se trata de considerar el equilibrio simultáneo de los mercados de bienes y servicios, así como de los distintos factores productivos. El comportamiento de empresas y consumidores se considera que busca una situación óptima, minimizando costes o maximizando utilidad. En la práctica se procura trabajar con un alto nivel de desagregación tanto sectorial como de tipos de consumidores u otros agentes económicos. En el caso de los modelos 3-E, la energía será uno de los modelos en equilibrio, que nos permitirá deducir la conexión entre actividades económicas y energéticas que optimiza, en cada momento, estas relaciones.

Los *modelos de evaluación integrada* han sido generalmente aplicados a estudios de cambio climático bajo las siglas IAM (**I**ntegrated **A**ssessment **M**odels of Climate Change). Habitualmente combinan modelos de los sistemas económicos y energéticos, con otros modelos estrictamente climáticos, ecológicos o, más en general, de entorno (incluso geopolítico).

En el artículo de Meyer, Lutz y Wolter (2005), que también incluimos en el presente número monográfico, se propone clasificar los modelos según la propuesta de Uno (2002) que ordena 34 modelos de simulación global de tipo 3-E en los siguientes tipos:

- modelos con desarrollo económico exógeno
- modelos con economía endogenizada pero desagregación limitada
- modelos con desagregación sectorial y regional amplia.

En esta propuesta, los modelos de equilibrio general computable se consideran como una alternativa técnica a los modelos econométricos en que los parámetros se “calibran” en lugar de estimarse a partir de series de datos.

Los *modelos con desarrollo económico exógeno* son un tipo similar a los “ingenieriles” específicos del sector energético de la clasificación utilizada por Hidalgo. Sin embargo, una idea de la variedad de experiencias disponibles y de la arbitrariedad de cualquier selección nos la proporciona el hecho de que las 27 experiencias de este tipo citadas por Uno y las 17 citadas por Hidalgo sólo tengan 7 en común.

También el criterio de desagregación “limitada” o “amplia” (“desaggregated deeply” en el texto original) es difícil de establecer. Meyer et al. dan algunos ejemplos de modelos con alrededor de 10 sectores y de 8 a 12 regiones mundiales que consideran como de desagregación limitada. Como alternativa, comentan otros modelos con varias decenas de sectores y regiones (entre 35 y 70) que valoran como de desagregación amplia. En conjunto sólo un tercio aproximadamente de los modelos seleccionados por Hidalgo y Meyer/ Uno coinciden.

Aparte de considerar la amplitud del modelo en cuanto a la incorporación de aspectos económicos, energéticos, ambientales, sociales,...; la consideración exógena o endógena de cada aspecto; la mayor o menor desagregación sectorial o geográfica; también podemos clasificar los modelos globales por la metodología utilizada en su elaboración. Así, Fontela y Rueda (2005) mencionan en su artículo modelos de distintos tipos:

- Dinámica de Sistemas
- Modelos input/output
- Modelos de equilibrio general computable (EGC)
- Modelos econométricos nacionales integrados

Aún podríamos añadir a los anteriores criterios clasificatorios, otros aspectos claves en la modelización a los que nos referiremos más adelante, tales como las relaciones entre modelos de diferentes países o áreas geográficas (resolución top-down o bottom-up); sistema organizativo en la elaboración y mantenimiento del modelo (grado de descentralización); tratamiento de las relaciones internacionales (bilateral o multilateral).

En cualquier caso, una comparación entre las experiencias de los diversos modelos incluidos en este monográfico, puede ayudarnos a entender mejor la complejidad del proceso de especificación, mantenimiento y utilización de los modelos mundiales.

Disponemos de cuatro ejemplos muy característicos:

- Modelo económico mundial integrado a partir de modelos nacionales (*Proyecto LINK*).
- Modelo energético con crecimiento económico exógeno (Modelo POLES)
- Modelo integrado económico-energético (Modelo COMPASS y GINFORS)
- Modelo input-output de nueva generación [Enfoque propuesto por Duchin, Fontela, Nauphal y Pulido (2002)]

Los rasgos principales del *Proyecto LINK* nos lo presenta Julián Pérez (2005) en el artículo que incluimos en este monográfico. Su objetivo básico ha sido, durante sus más de 35 años de funcionamiento, disponer de un sistema que integre un conjunto de modelos económicos realizados independientemente por diversos países (unos ochenta en la actualidad) y que pueda predecir/simular la marcha de la economía mundial con detalle por áreas geográficas y países.

La congruencia entre los diferentes modelos se consigue mediante un modelo de comercio internacional con desagregación por grandes tipos de productos, que permite calcular exportaciones por países y precios de importación a los que deben ajustarse los resultados de los diferentes países miembros del proyecto.

Es interesante destacar la flexibilidad de que disponen los miembros de cada equipo nacional para diseñar y mantener su modelo, con muy pocas limitaciones. En la práctica basta con presentar a los otros miembros el modelo operativo, que debe permitir calcular, al menos, un cuadro macroeconómico básico y desagregar el comercio exterior en las categorías de bienes y servicios acordadas. Dos veces al año los resultados de todos los modelos pertenecientes al proyecto se integran en una solución única y en las posibles simulaciones alternativas.

Se trata, por tanto, de un proyecto cooperativo, financiado para cada modelo nacional por los propios equipos integrantes, con un equipo central coordinador que garantiza la congruencia que cuenta con el apoyo de Naciones Unidas. El promotor y guía del proyecto ha sido, durante su amplio periodo de vida, el Premio Nobel de Economía, Lawrence Klein [véase, por ejemplo, Klein y Peeterssen (1973)].

Por su enfoque metodológico, consiste en la integración de modelos macroeconómicos, sin desagregación sectorial ni consideración explícita de aspectos extraeconómicos. Aunque se ha utilizado para simular impactos de alteración en los precios del petróleo, “dividendos de paz mundial” o impactos de políticas medioambientales, estas variables son siempre exógenas al modelo.

Durante las últimas décadas se han desarrollado otros múltiples modelos económicos mundiales de características parecidas, aunque con variantes muy diversas. A título de ejemplo voy a referirme brevemente a los modelos de dinámica de sistemas de Forrester y Meadows, a los modelos tipo Leontief, el modelo Globus de incorporación del entorno socio-político y al modelo HERMES de la UE, como prototipo de modelo económico con reducida desagregación sectorial y conexión con un modelo energético.

Los modelos de *dinámica de sistemas* [principalmente Forrester (1971) y Meadows et al. (1972)] son un ejemplo de “soft-modelling” basado en un esquema de cálculo muy flexible y subjetivo que posibilitó respaldar las ideas del Club de Roma de principios de los 70 sobre “crecimiento-cero”.

Sin entrar en las posibilidades y limitaciones de la dinámica de sistemas frente a los modelos estimados econométricamente, resulta importante subrayar las diferencias esenciales entre un proyecto como el LINK y un modelo mundial del tipo Forrester-Meadows. Frente a un proyecto cooperativo con casi 100 equipos modelizadores, se plantea un modelo de ejecución centralizada. Frente a un modelo planteado como un instrumento permanente de predicción/simulación multi-tarea, nos encontramos con un modelo de aplicación-única, en que la limitación de recursos naturales forma una parte central del mismo.

A los *modelos de tipo Input-output* dedican Fontela y Rueda su artículo en este monográfico. Los primeros intentos de modelización mundial con este enfoque corresponden a mediados de la década de los 70 [Leontief (1974) y Leontief, Carter y Petri (1977)]. Naturalmente, el gran reto, desde un principio, fue añadir la variante sectorial al ya complejo entramado de países y relaciones macroeconómicas entre ellos. Por el momento, se redujo al mínimo la desagregación por productos, aunque diferenciando aquellos con implicaciones contaminantes diferenciadas.

Con una perspectiva actual, Fontela y Rueda comentan algunos rasgos de la propuesta de Duchin et al. (2002) para promover un modelo de nueva generación, con un enfoque interdisciplinar que incorpore tanto las posibilidades del análisis input-output, como las técnicas para integrar las opiniones de expertos (tipo Delphi e impactos cruzados) en un análisis de escenarios alternativos.

La idea central de la propuesta es a partir de una matriz de contabilidad social global que considere actividades, factores, instituciones, acumulación y comercio, en forma tal que analice junto al tradicional intercambio mundial de bienes y servicios, los flujos financieros, las transferencias de tecnologías de producción o los procesos internacionales de generación y distribución de rentas.

Conscientes de las dificultades prácticas de este ambicioso enfoque señalan que “en el estado actual del conocimiento, ciertamente la traslación a impactos económicos de las intersecciones entre las características no económicas globales del sistema no ha sido muy cuantificable. En este sentido, pensamos que ésta es la mejor área para la investigación de futuros con métodos tales como Delphi, análisis de impacto cruzado y modelización estructural interpretativa”.

Existen algunos precedentes importantes de modelos que tratan de integrar aspectos económicos con sus condicionantes demográficos, tecnológicos o incluso socio-políticos. Como ejemplo característico esta el *Globus Model* [Bremer (1987)].

En este modelo se diferencian hasta 25 países con seis bloques de ecuaciones interconectadas entre sí: condiciones demográficas (crecimiento de la población total, urbana y por grupos de edad); condiciones económicas internas (producción, consumo e intercambio de productos por grandes tipos); presupuesto público; condiciones políticas internas (grado de soporte del gobierno) y relaciones económicas internacionales (flujos de mercancías, ayuda internacional,...).

La propia complejidad de este tipo de modelos nos alerta sobre sus posibilidades reales de mantenimiento como una herramienta operativa para el apoyo de decisiones internacionales, más allá de una interesante experiencia académica de análisis de la compleja y cambiante estructura mundial de interrelaciones.

Por último y como introducción a los modelos 3-E que posteriormente comentaremos, voy a referirme a la experiencia del *modelo HERMES* (**H**armonised **E**conometric **R**esearch **M**ultisectorial and **E**nergy **S**ystems) desarrollado para la Comisión Europea durante la década de los 80 [d'Alcantarae Italianer (1982)]. Creo que es interesante en este apresurado repaso de experiencias por varias razones. La primera es por ser un modelo desarrollado en cooperación por varios equipos (uno por país), pero con unas normas muy estrictas para que todos los modelos y bases de datos sean iguales. Las restricciones prácticas que este proceder introdujo hacen dudar de la conveniencia de estos enfoques homogeneizadores a ultranza.

La otra característica de Hermes es que, al ser concebido para dar respuesta a los problemas de una época de inestabilidad energética, se trató de alcanzar una desagregación sectorial que permitiese determinar las interacciones economía-energía. Para ello se diseñó un modelo econométrico macrosectorial (9 ramas) para cada país, con conexión entre ellos a través de un modelo de flujos comerciales bilaterales y un modelo adicional (por país) de conexión economía-energía.

En lugar de introducir explícitamente un modelo tipo input-output, la desagregación sectorial se realizó a través de funciones de producción complejas que introducían la energía como input y trataban el progreso tecnológico mediante “cosechas de capital” (funciones de producción “putty-clay”).

Aquellos que vivimos esta experiencia creo que coincidimos en el alto interés como investigación académica y en sus escasos resultados prácticos. El proyecto fue abandonado a principios de los 90.

Frente a los modelos económicos que tratan de buscar su conexión con temas energéticos y medioambientales, están los modelos energético-ambientales que consideran como exógenos los condicionantes económicos. Un ejemplo característico es el *modelo POLES* (**P**rospective **O**utlook on **L**ong-term **E**nergy **S**ystems), desarrollado conjuntamente por un centro de investigación de la Comisión Europea (IPTS, situado en Sevilla) y un instituto de estudios de política energética de Francia.

Su objetivo es establecer escenarios energéticos mundiales a largo plazo (horizonte 2050), con determinación de demanda, oferta y precios de la energía por países/regiones (unos 47 diferenciados). Las variables económicas y demográficas son exógenas al modelo y los cambios tecnológicos se incorporan a través de curvas de aprendizaje.

El modelo POLES [Criqui (1996) y, en la versión desarrollada en este monográfico, Hidalgo (2005)] se compone de cuatro módulos: 1) demanda de energía final por sectores (desarrollado sólo para algunos sectores clave como el acero o el cemento); 2) tecnologías emergentes; 3) producción de electricidad y transformación de energía primaria; 4) suministro de energía primaria.

POLES se ha aplicado en el proyecto WETO (World Energy Technology Outlook) de la UE con diversos escenarios y simulación de efectos de diferentes políticas sobre el cambio climático.

Comparativamente con POLES, los modelos *COMPASS* (**C**omprehensive **M**odel of **P**olicy **A**ssessment) y *GINFORS* (**G**lobal **I**nterindustry **F**orecasting **S**ystems) que nos presentan Meyer, Lutz y Wolter (2005), suponen el paso de un modelo puramente energético a otros 3-E de evaluación integrada, según la clasificación ya comentada con anterioridad.

COMPASS es un modelo, desarrollado a mediados de la década de los 90, que diferencia 36 sectores y 53 países/regiones, cuyo elemento integrador es un modelo de comercio bilateral multisectorial, al que se añaden modelos macro, I/O y energéticos por países. Se aplicó en el proyecto MOSUS (**M**odelling **O**pportunities and **L**imits for **R**estructuring Europe Towards **S**ustainability).

GINFORS es una versión actualizada de COMPASS en que ahora los modelos I/O recogen la demanda final agregada de los modelos macro y la desagregan dependiendo de los precios relativos, incorporando exportaciones y precios de importación del modelo de comercio bilateral. Por su parte, el modelo energético calcula la demanda final por tipos de energía y permite cálculos sobre emisiones de CO₂. Meyer y al. nos ilustran el modelo con un ejemplo de la simulación efectuada para medir los efectos de un euro más fuerte sobre el crecimiento del PIB real.

Tras esta breve revisión de modelos mundiales, con especial referencia a los desarrollados en el presente monográfico, vamos a pasar a exponer nuestra opinión sobre el futuro de la modelización mundial.

2.- Ideas de futuro

No hay dudas de que existen motivos de frustración en el uso de los modelos globales. Una prueba evidente es que la mayoría de las iniciativas han muerto al poco tiempo de plantearse, en algunos casos incluso antes de proporcionar resultados operativos.

Parece que en ocasiones, los modelizadores de la economía mundial no han valorado adecuadamente la complejidad de la tarea y el coste de mantener este tipo de modelos.

Pero además, la experiencia nos demuestra que modelos excesivamente amplios y complejos terminan transformándose en “cajas negras” poco manejables, muy dependientes de la propia subjetividad de los modelizadores y donde hay dificultades para disponer de predicciones y simulaciones fiables, sobre todo en el largo plazo. En palabras de Hidalgo (2005), “el grado de incertidumbre en los resultados es muy difícil de cuantificar puesto que proviene de una combinación muy compleja de datos, hipótesis y ecuaciones. El hecho de que un modelo sea capaz de reproducir muy bien la evolución pasada de un sistema no implica que sus proyecciones sean menos inciertas que las de otros modelos que no replican tan bien el pasado. Puesto que los métodos de modelado y los datos disponibles son limitados, los resultados de los modelos 3-E deben ser vistos más bien como indicadores de hacia dónde pueden conducir las hipótesis que las fundamentan, en vez de ser interpretadas como predicciones exactas del futuro”.

Sin embargo y con todas las precauciones, creo que existen múltiples e importantes motivos para una vuelta a centrar nuestra atención sobre modelos globales.

Por, una parte, nadie puede dudar de que los problemas y soluciones a los retos económicos, energéticos, medio ambientales o socio-políticos, son de carácter global y exigen además una evaluación conjunta de los diferentes aspectos implicados.

Pero, además, a una necesidad creciente se añaden las potenciales de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, que permiten hoy día (y aún más a futuro) organizar de una forma más eficiente la elaboración y mantenimiento de un modelo global, en particular a través de redes virtuales de equipos.

Resumiré a continuación algunas de las ideas de futuro que incorporé al proyecto de la *International Input-Output Association* (IIOA) y que se recogen en Duchin et al. (2002), para una propuesta de acción común para un “*Next Generation World Model*”.

Empezaba reconociendo que cualquiera que sea el diseño definitivo de un nuevo modelo global, somos conscientes de que nos enfrentamos a un proyecto de gran complejidad, larga duración y elevado presupuesto, así como con riesgos considerables de fallos en su intento de convertirse en una herramienta operativa de análisis, simulación y gestión de futuro para la economía mundial.

Por otra parte, la estrategia de puesta en funcionamiento del modelo pensamos que debe adaptarse a tres requisitos básicos:

- a) Promover una amplia participación, que permita integrar esfuerzos de especialistas de diversos países y áreas de trabajo complementarias.
- b) Utilizar las potencialidades de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, como corresponde a un proyecto a escala global, de amplia duración y que trata de ser innovador.
- c) Aprovechar el centro común de interés por un enfoque input-output, aunque sea con muy distintas variantes.

Sobre estas bases y condicionantes, ordenamos algunas ideas previas que puedan servir como una propuesta inicial para discusión, en relación con los siguientes puntos:

- 1.- Delimitación de las distintas fases del proyecto
- 2.- Opciones organizativas
- 3.- Difusión de resultados y soporte institucional

1.- Delimitación de las distintas fases del proyecto

A efectos operativos nos parece conveniente diferenciar las siguientes fases:

- A.- Delimitación de un primer proyecto de trabajo
- B.- Diseño del modelo
- C.- Construcción del modelo
- D.- Primeras pruebas de funcionamiento
- E.- Mantenimiento del modelo y aplicaciones

Sin entrar en detalles técnicos que habría que concretar, comentamos cual sería el posible contenido de cada una de estas fases, así como los productos que irían obteniéndose y su difusión.

A.- Delimitación de un primer proyecto de trabajo

Después de analizar las múltiples opciones y propuestas, uno o varios grupos de trabajo seleccionarían su propia opción y elaborarían un proyecto inicial que se pasaría a la lista previa de interesados, para sugerencias y propuestas de colaboración. Este proyecto revisado debería servir de propuesta para obtener los primeros apoyos institucionales y una financiación para las fases posteriores.

B.- Diseño del modelo

En la fase anterior se habría propuesto un enfoque determinado y valorado las posibilidades reales de aplicación, pero sin entrar en detalles sobre la estructura del modelo. En esta fase se desarrollarían los diferentes módulos del modelo. Previsiblemente, diferentes grupos de expertos diseñarían cada módulo dentro de una estructura predefinida.

C.- Construcción del modelo

Al iniciar esta fase se debería tener ya definidos equipos de trabajo, organización, apoyo institucional y soporte financiero. Dependiendo de la opción seleccionada esta fase de construcción efectiva del modelo puede ser más o menos amplia, aunque entendemos que difícilmente podría realizarse en menos de dos años y no debería superar los tres o cuatro años, como máximo.

D.- Primeras pruebas de funcionamiento

Una programación realista debe prever una fase de pruebas y puesta a punto que puede extender durante varios meses desde el final de la etapa previa y solaparse con las primeras aplicaciones.

E.- Mantenimiento del modelo y aplicaciones

Es fundamental que seamos conscientes, desde un principio, que tras unos cinco años de trabajos se dispondría de un modelo listo para su aplicación, que sería preciso mantener y mejorar de acuerdo con la experiencia. La propia viabilidad del proyecto exige garantizar que una excesiva complejidad no convierta al modelo en una herramienta tan pesada y costosa como para no poder mantenerla.

2.- Opciones organizativas

Por planteamiento descartamos de entrada la opción de un equipo único localizado en un solo centro que se hiciese cargo de la elaboración y mantenimiento del World Model.

Dentro de la opción por un plan cooperativo entre diferentes equipos caben varias alternativas que podemos resumir en las tres siguientes:

- A.- Concentración de actividades en un equipo central.
- B.- Descentralización de funciones en una red de equipos que compartan responsabilidad.
- C.- Red de equipos jerarquizada por módulos.

A.- Concentración de actividades en un equipo central

Se constituye un equipo que diseña el modelo en su conjunto y que posteriormente va a ser quien lo utilice, aunque en la elaboración y mantenimiento participan otros diversos equipos por encargo directo del equipo central, que es quien se responsabiliza del éxito del proyecto y busca la financiación global del mismo.

Un ejemplo de este tipo de organización es el modelo HERMES financiado en los años 80 por la Unión Europea y cuyo equipo central estaba en la Universidad de Lovaina, Bélgica. Los restantes equipos participantes (uno por país de la UE) se encargaban de estimar y mantener, bajo contrato, el modelo diseñado y explotado en forma centralizada.

B.- Descentralización de funciones en una red de equipos que comparten responsabilidades.

La dirección estratégica del proyecto la lleva un Consejo compuesto por representantes de los equipos implicados. Existe un equipo central (o varios) con funciones de coordinación, pero los resultados del modelo global pueden ser utilizados por todos los equipos que intervienen. Dentro de unas normas de común aceptación, cada equipo es responsable del diseño, mantenimiento y financiación de la parte del modelo que le es asignada (habitualmente un país o área geográfica).

Un ejemplo de este tipo de organización lo tenemos en el proyecto Link de Naciones Unidas, dirigido por un Consejo compuesto por representantes de algunos de los equipos más comprometidos en la tarea común y coordinado conjuntamente por un grupo de trabajo en Naciones Unidas, otro en la Universidad de Pennsylvania y otro en la Universidad de Toronto, que es el que lleva la responsabilidad de su mantenimiento como herramienta operativa conjunta.

La financiación de cada modelo que forma parte de la red corresponde al equipo responsable, que no recibe ningún fondo de investigación centralizado (a excepción de gastos de viaje y estancia para reuniones conjuntas). El equipo coordinador operativo dispone de fondos para mantener un grupo de trabajo dedicado al proyecto. Los equipos participantes tienen financiaciones obtenidas de diferentes formas (de la propia institución, fondos de investigación del país, servicios de predicción y simulación,...).

C.- Red de equipos jerarquizada

La propia complejidad del Next Generation World Model y las nuevas posibilidades que brindan las nuevas tecnologías, nos hacen pensar en una organización que combine una estructura jerarquizada, con responsabilidades en cadena, junto con una participación amplia y descentralizada.

La idea básica sería partir el proyecto en módulos independientes ensamblables en un modelo único. Estos módulos podrían integrar, a su vez, otros módulos de trabajo. De cada uno de los módulos elementales se encargaría un equipo con plena autonomía, siempre que se garantice su integración con los restantes módulos del sistema.

Por ejemplo, un módulo elemental podría ser cada uno de los modelos que explotase la tabla de consumos intermedios interiores de cada zona geográfica diferenciada. Otros módulos podrían referirse a la distribución de la renta, los flujos comerciales entre zonas, los flujos de capital o las transferencias. Otros módulos podrían atender a incorporación de expertos para el diseño de escenarios políticos, tecnológicos, etc..

La organización trataría de posibilitar el que los resultados de cada módulo tuviesen interés en sí mismos, aparte de los obtenidos por su integración con otros módulos, de forma tal que pudiesen ser objetivos de investigación por grupos de trabajo y obtener así el apoyo institucional necesario para consolidar equipos.

Cada equipo responsable de un módulo de ensamblaje coordinaría los trabajos de los equipos que llevasen los módulos simples con los que compartiría los resultados agregados, hasta llegar a la agregación última que daría lugar al modelo mundial.

3.- Difusión de resultados y soporte institucional

Aunque tanto difusión como soporte dependen de la opción organizativa adoptada, en cualquier caso es posible considerar una doble línea de actuación, individualizada por equipos integrantes y conjunta para el proyecto integrado.

En cuanto a difusión pudiera considerarse:

- a) Workshops permanentes sobre Global Models.
- b) Acuerdos con editoriales o revistas para la publicación de libros y artículos sobre el proyecto conjunto.
- c) Creación de un logotipo común que diese unidad a los esfuerzos aislados de los equipos integrantes.
- d) Creación y mantenimiento páginas web con links entre todas ellas, de acuerdo con una estrategia común de la red de equipos.

Por lo que respecta al soporte institucional de conjunto, algunas opciones serían las siguientes:

- 1) Buscar el patrocinio de un organismo internacional tipo Naciones Unidas, Banco Mundial, Club de Roma, ...
- 2) Organizar una red mundial de instituciones de apoyo al proyecto compuesta por organismos, empresas, fundaciones, etc. con intereses en la globalización y sus consecuencias.
- 3) Buscar patrocinadores para cada fase del proyecto durante la etapa de construcción del modelo y ofrecer resultados bajo pedido a los patrocinadores en la etapa de resultados.
- 4) Crear un fondo común con aportaciones de instituciones que respalden a cada equipo participante en el proyecto.

Las ideas aquí expuestas sobre diseño de un modelo mundial de nueva generación no tratan de ser más que un punto inicial de reflexión basado en experiencias previas y en las posibilidades que abren las innovaciones TIC.

Bibliografía

- Brecke, P. (2005) “Global Models”. En <http://www.inta.gatech.edu/peter/globmod.html>; Pérez. J. (2005), “El Proyecto Link de modelización económica internacional”. *Revista de Economía Mundial*.
- Bremer, S. A, editor (1987), *The Globus Model. Computer simulation of worldwide political and economic developments*. Campus Verlag and Westview Press.
- Criqui, P. (1996), “Prospective Outlook on Long-term Energy Systems”, EUR 17358 EN, *European Commission*.
- d’Alcantara, G. e Italianer, A. (1982), “European Project for a multinational Macrosectorial model”. *Comisión of the European Communities*, doc. MS11.
- Duchin, F.; Fontela, E.; Nauphal, K. y Pulido, A. (2002), “Scenario Models of the World Economy”. *Cuadernos del Fondo de Investigación Richard Stone*, N° 7, Noviembre.
- Fontela, E. y Rueda, J. M. (2005), “Modelos input-output y análisis probabilístico de impacto cruzado mediante escenarios”. *Revista de Economía Mundial*.
- Forrester, J. W. (1971), *World Dynamics*, Wright-Allen Press. Meadows, D; Randers, J. y Behren, W. (1972), *The limits to growth. First Report to the Club of Rome*, Universe Books.
- Hickman, B. G. edit. (1983), *Global International Economic Models*, North-Holland.
- Hidalgo, I. (2005), “Introducción a los modelos de sistemas energéticos, económicos y medioambientales: descripción y aplicaciones del modelo POLES”. *Revista de Economía Mundial*.
- Klein, L. y Peetersen, R. (1973), “Forecasting World Trade Within Project Link”. En R. J. Ball, editor, *The International Linkage of National Economic Models*. North-Holland.

- Leontief, W.; (1974), "Structure of the World Economy". *The American Economic Review*, diciembre 1974. Vol. 44, nº 6, págs. 823-834.
- Leontief, W. Carter, A. y Petri, P. (1977), *The future of the World Economy*, Oxford University Press.
- Meyer, B.; Lutz, Ch; Wolter, M. I. (2005), "Global multisector / multicountry 3-E modelling: from COMPASS to GINFORS". *Revista de Economía Mundial*.
- Uno, K. (2002), "Energy projections: comparison of methodologies". En Uno (edit) *Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol*. Dordrecht, Boston, págs. 193-298.