

# **SIMULACIÓN Y JUEGOS DE EMPRESA**

## **Presentación de la parte monográfica de este número de RAE y contenido del CD-ROM**

**Rafael M.<sup>a</sup> García Rodríguez**

*Universidad de Oviedo*

### **1. PRESENTACIÓN**

No es posible seguir ignorando la gran complejidad de los sistemas en los que nos vemos inmersos, —empresas, organizaciones, sistemas económicos...—, ni negar la necesidad de mejorar nuestra capacidad para diseñarlos y dirigirlos de forma eficaz. Sin embargo, la comprensión de organizaciones dinámicas y complejas, exige la utilización de instrumentos diferentes de los convencionalmente utilizados por los directivos. En concreto, los directivos necesitan métodos e instrumentos que les permitan reconocer y valorar sus propias hipótesis sobre el funcionamiento de sus organizaciones, discernir las políticas que logran los objetivos deseados, de aquellas otras cuyo impacto resulta mínimo o negativo.

El aprendizaje más efectivo se produce como consecuencia de nuestros propios errores. Pero los errores que se producen en las organizaciones, más que promover el aprendizaje, pueden comprometer la viabilidad de las mismas dada nuestra incapacidad para reconocer o experimentar directamente las consecuencias de nuestras propias decisiones. Al igual que ingenieros, físicos y arquitectos hacen un uso intensivo de modelos, con objeto de detectar los fallos en sus diseños antes de iniciar la construcción de los mismos, los directivos necesitan modelos del funcionamiento de sus organizaciones, capaces de poner de manifiesto los puntos débiles en su comprensión del mismo, permitirles someter a prueba sus políticas y descubrir los puntos de apalancamiento, o de alta sensibilidad que sus organizaciones poseen.

Parece, que una de las grandes limitaciones percibida por los directivos es la incertidumbre. Como consecuencia, cualquier avance significativo en las técnicas de dirección debería de probar su capacidad de predecir el futuro. En este sentido, el portentoso desarrollo, durante la última década, tanto del hardware como del software, ha contribuido a aumentar extraordinariamente las posibilidades de utilización de sofisticadas herramientas analíticas en ordenadores personales, cuyo uso era impensable poco tiempo atrás, incluso en los grandes ordenadores corporativos.

Sin embargo, este desarrollo ha contribuido a crear la ilusión de la predicción. Esto es, la creencia de que la capacidad de conocer el futuro sólo era cuestión de tiempo y capacidad de cálculo. Paralelamente, se comenzó a confirmar la imposibilidad de predicción a largo plazo del comportamiento de sistemas dinámicamente complejos. Se produce así, una especie de encrucijada: nuestro poder de desarrollar modelos cada vez más sofisticados y potentes, parece chocar con la confirmación teórica de la imposibilidad de utilizarlos con fines de predicción.

Si el futuro es impredecible, y por tanto los modelos no pueden ser instrumentos de predicción, ¿cuál es la utilidad de los modelos de simulación para la dirección de empresas? Planteado de forma alternativa, si no somos capaces de predecir el futuro, ¿cómo podemos hacer frente al mismo?

La respuesta a la cuestión anterior supone replantear de forma radical el uso de los modelos de simulación. El nuevo planteamiento se apoya en lo que constituye el pilar básico del aprendizaje<sup>1</sup>: lo que un individuo puede aprender, y como lo aprende, depende de los modelos con los que cuenta. Esto plantea, a su vez, la cuestión de cómo los aprendió. De hecho, los modelos de simulación no sólo representan un mecanismo de aprendizaje, sino, y sobre todo, un mecanismo que cambia la forma en la que el propio proceso de aprendizaje tiene lugar; permiten un cambio de un aprendizaje basado en el *qué*, a un aprendizaje centrado en el *cómo*. En cierta medida, la *elaboración* y el *uso* de modelos de simulación.

Así, los modelos de simulación se constituyen en *objetos transicionales* que permiten el desarrollo y formación de modelos mentales capaces de fomentar un aprendizaje innovador que acabe creando una especie de *memoria del futuro* en los usuarios, al permitirles probar sus políticas ante diferentes escenarios.

No se trata ya del grado de conocimiento que un modelo pueda proporcionar al directivo sobre el mundo reflejado en el mismo, sino que el modelo proporciona una capacidad de comprensión del modelo mental sostenido por los directivos acerca del funcionamiento de su empresa. La realidad se constituye así, en juez de nuestros propios modelos del mundo, sirviendo de referencia para un eficaz mecanismo de aprendizaje organizativo.

En la década de los cincuenta, Jay W. Forrester, ingeniero de sistemas del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) recibió el encargo de la compañía norteamericana Sprage Electric de estudiar las acusadas oscilaciones de sus ventas y establecer medidas para corregirlas. Por su formación y experiencia, Forrester comprendió que en esencia el patrón de comportamiento de las ventas era idéntico al patrón de comportamiento exhibido por los sistema cuya estructura está constituida por bucles de realimentación y retrasos en las relaciones causales de sus variables. Esta observación le llevó a aplicar los principios del control de los sistemas de realimentación al campo de la gestión de empresas. Su empresa culminó con la publicación en 1961 de su

---

(1) Su origen hay que buscarlo en la epistemología genética de Piaget y en su desarrollo posterior por Seymour Papert en el MIT. (Piaget, 1979 y Papert, 1981).

obra *Industrial Dynamics*, (Forrester, 1961), que supone el inicio de la dinámica de sistemas como metodología de análisis y simulación del comportamiento de los sistemas sociales. Desde entonces la aplicación de dicha metodología ha avanzado exponencialmente, pasando por sucesivos campos de aplicación, campos como la dinámica urbana (Forrester, 1969), los límites del crecimiento (Forrester, 1971, Meadows y Meadows, 1973)<sup>2</sup>. Con la explosión informática provocada por la masiva implantación del ordenador personal, la incorporación de la metodología de dinámica de sistemas a la vida académica y profesional en las ciencias sociales es ciertamente imparable.

Sensible a este hecho, la Revista Asturiana de Economía ha querido ofrecer a sus lectores, en este número, una aproximación a la simulación y a los juegos de empresa. Sin embargo, tal propósito exigía cubrir un doble objetivo:

1. Ofrecer una panorámica sobre juegos de empresa y sobre simulación desde el enfoque concreto de la dinámica de sistemas; este objetivo se cubre con los trabajos reunidos en la revista.

2. Proporcionar al lector interesado en la simulación, acceso a material selecto para el aprendizaje de dinámica de sistemas, así como permitirle una valoración del software disponible en el mercado para la aplicación práctica de la metodología. Este es el objetivo del CD-ROM que acompaña a la revista.

A continuación expondremos brevemente el contenido de los cinco trabajos que componen el apartado monográfico de la revista y en el apartado siguiente describiremos el contenido del CD-ROM así como una breve guía que facilita al lector su instalación y uso.

## 2. CONTENIDO DEL NÚMERO

La máxima e indiscutible autoridad del profesor Forrester, —creador e impulsor decisivo de la metodología— presenta al lector los fundamentos metodológicos de la dinámica de sistemas, exponiendo, de forma magistral, la dirección de empresas y la toma de decisiones bajo la óptica de procesos de realimentación, analizando con detalle la naturaleza de los procesos de decisión y formulando el concepto de política en la toma de decisiones. Todo ello le sirve de base para exponer cuáles deben de ser las fuentes de información para el proceso de desarrollo de modelos de simulación, contraponiendo la información cuantitativa, rigurosa y formal de los sistemas convencionales de información, a la información cualitativa, imprecisa e informal de los directivos. Sus reflexiones son una fuente inagotable de ideas y sugerencias para el profesional interesado en la aplicación práctica de la dinámica de sistemas.

Mi propia contribución plantea las exigencias ineludibles para afrontar la solución de la compleja problemática empresarial. En primer lugar, se muestra la naturaleza compleja de la empresa como sistema dinámico, profundizando en el papel que desempeñan en esa complejidad las propias decisiones empresariales; se explica en segundo lugar, el sentido dado al aprendizaje y los

(2) El trabajo de Forrester fue la base para el controvertido informe al Club de Roma sobre los límites del crecimiento realizado por Meadows y Meadows.

requisitos del mismo, tanto en el ámbito metodológico como en el ámbito conceptual; en tercer lugar, se desarrolla el concepto de juego de empresa como elemento básico de aprendizaje y se presenta, por último, la dinámica de sistemas como metodología adecuada, no sólo para la elaboración de juegos de empresa, sino también, como soporte para un aprendizaje organizativo basado en el análisis, el desarrollo de modelos y la posterior simulación de problemas empresariales.

El artículo de la profesora Yolanda Álvarez Castaño plantea un modelo de simulación que reproduce la evolución seguida por un proyecto de investigación y desarrollo, desde su puesta en marcha hasta su finalización. En el mismo se expone, como es posible, mediante la aplicación de la dinámica de sistemas al análisis de la gestión de este tipo de proyectos, la incorporación de los factores humanos y organizativos, cuya incidencia en la evolución del proyecto es tal, que marca la diferencia entre el éxito o el fracaso del mismo. El modelo explica, además, las razones del incumplimiento de los plazos y de los objetivos de costes típicos en este tipo de proyectos.

El trabajo de la profesores Begoña González-Busto Múgica muestra la aplicabilidad de la dinámica de sistemas al ámbito sanitario, en concreto al problema suscitado por las listas de espera hospitalarias. En el mismo, se describen las fases a seguir para la elaboración de un modelo de simulación, desarrollando, a continuación, un modelo simple que recoge los principales aspectos relacionados con su gestión. A partir del mismo, es posible simular los efectos de las políticas comúnmente aplicadas, así como plantear políticas alternativas, analizando sus efectos a largo plazo.

El último de los trabajos, elaborado por el departamento de métodos cuantitativos de Telefónica, explica la experiencia real de una empresa en la aplicación de la dinámica de sistemas como instrumento de planificación. Concretamente, se expone en el trabajo la estructura del modelo MISTELA, modelo de simulación que sirve de marco general para la planificación estratégica en Telefónica de España, S. A. Se describen las características generales de MISTELA, relativas a la construcción del modelo matemático, su estructura, implantación informática y su funcionalidad de cara al usuario final. Es en definitiva un trabajo muy ilustrativo de las posibilidades de aplicación práctica que la simulación ofrece a las empresas.

### 3. SOFTWARE DE DINÁMICA DE SISTEMAS

El software para el desarrollo de modelos en dinámica de sistemas ha evolucionado en la última década hacia entornos más amigables para el usuario. A continuación presentamos una breve lista del software más importante disponible:

#### *Dynamo*

DYNAMO fue el primer lenguaje desarrollado específicamente para dinámica de sistemas. Durante mucho tiempo fue la referencia indiscutible para los profesionales de la disciplina. Originalmente desarrollado por Jack Pugh en el MIT fue posteriormente comercializado por Pugh-Roberts en la década



de los 60. Actualmente el DYNAMO está disponible para ordenadores personales compatibles bajo DOS y WINDOWS. Más información en:

Pugh-Roberts Associates  
41 William Linskey Way  
Cambridge MA 02142  
Phone: 617 864 8880  
Fax: 617 864 8884

### *Ithink/Stella*

Originalmente desarrollados para el Macintosh en 1984, el Stella proporciona un entorno gráfico orientado al desarrollo de modelos de dinámica de sistemas. Los diagramas de Nivel Flujo, (diagramas de flujo), usados en dinámica de sistemas son directamente soportados por el software. La escritura de ecuaciones se hace mediante cuadros de diálogo accesibles a partir del diagrama de flujo. Tanto iTHINK como STELLA están disponibles tanto para plataformas Macintosh como Windows. El iTHINK es prácticamente una versión del STELLA orientado específicamente a gestión de empresas. Más información en:

High Performance Systems  
45 Lyme Road Suite 300  
Hanover NH 03755  
Phone: 603 643 9636  
Fax: 603 643 9502  
Email: support@hps-inc.com  
WWW: <http://www.hps-inc.com/>

### *Powersim*

A mediados de los años 80, el gobierno noruego patrocinó la investigación en la mejora de la enseñanza media utilizando dinámica de sistemas. Powersim fue desarrollado en el entorno Windows para el desarrollo de modelos de dinámica de sistemas, facilitando, además, la elaboración de juegos interactivos y entornos de aprendizaje. Para más información:

POWERSIM AS  
PO Box 206, Knarvik Senter  
5100 ISDALSTOE  
NORWAY  
Phone: 47 5634 2400  
Fax: 47 5634 2401  
Email: powersim@powersim.no  
WWW: <http://www.powersim.no>

### *Vensim*

Originalmente desarrollado a mediados de los 80 para su uso en la asesoría de empresas, fue comercializado en 1992. Es un entorno integrado para el análisis y desarrollo de modelos de dinámica de sistemas. Vensim está dis-

ponible para entornos Windows, Windows NT y Macintosh. Para más información:

Ventana Systems, Inc.  
149 Waverley Street  
Belmont MA 02178  
Phone 617 489 5249  
Fax: 617 489 5316  
Email: BobEberlein@vensim.com  
WWW: <http://www.std.com/vensim>

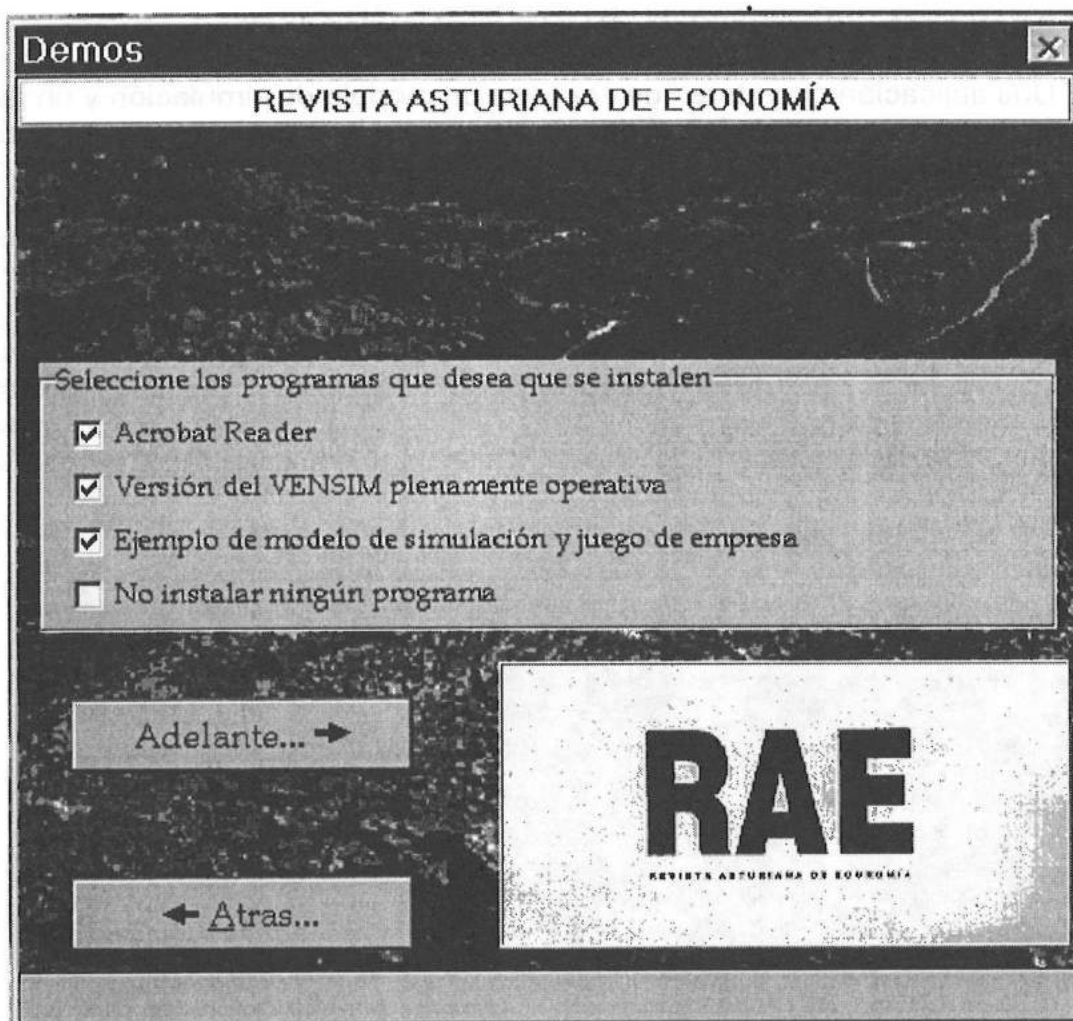
#### 4. CONTENIDO DEL CD-ROM

Para instalar el CD-ROM que acompaña a la revista inserte el disco en la unidad correspondiente y ejecute el programa autorun.exe contenido en el directorio raíz del disco, (si tiene Windows 95 en su sistema y lo tiene apropiadamente configurado, el programa de instalación se ejecutará automáticamente al introducir el disco en la unidad).

Una vez iniciado el programa le aparecerá en pantalla el siguiente cuadro de diálogo:



Con el ratón escoja el sistema instalado en su ordenador —Windows 3.11 o Windows 95— y el programa continuará la instalación presentándole un nuevo cuadro de diálogo:



La instalación, por defecto, le instalará los siguientes programas (*se recomienda su instalación*):

*Acrobat Reader* necesario para visualizar e imprimir todos los ficheros de documentación contenidos en el disco, (ficheros \*.pdf).

Una versión del programa de simulación *Vensim* plenamente operativa y muy potente, que le permitirá desarrollar sus propios modelos de simulación y explorar numerosos modelos de ejemplo que se instalarán con el propio programa. Igualmente se instalará el programa *molecule* que es un módulo adicional del *Vensim* que le facilitará el desarrollo de modelos, al permitirle incorporar fácilmente en sus modelos estructuras de modelos, muy frecuentes, ya elaboradas. Al instalar el *Vensim* y el *Molecule* se le copiarán en su disco duro los siguientes ficheros de documentación:

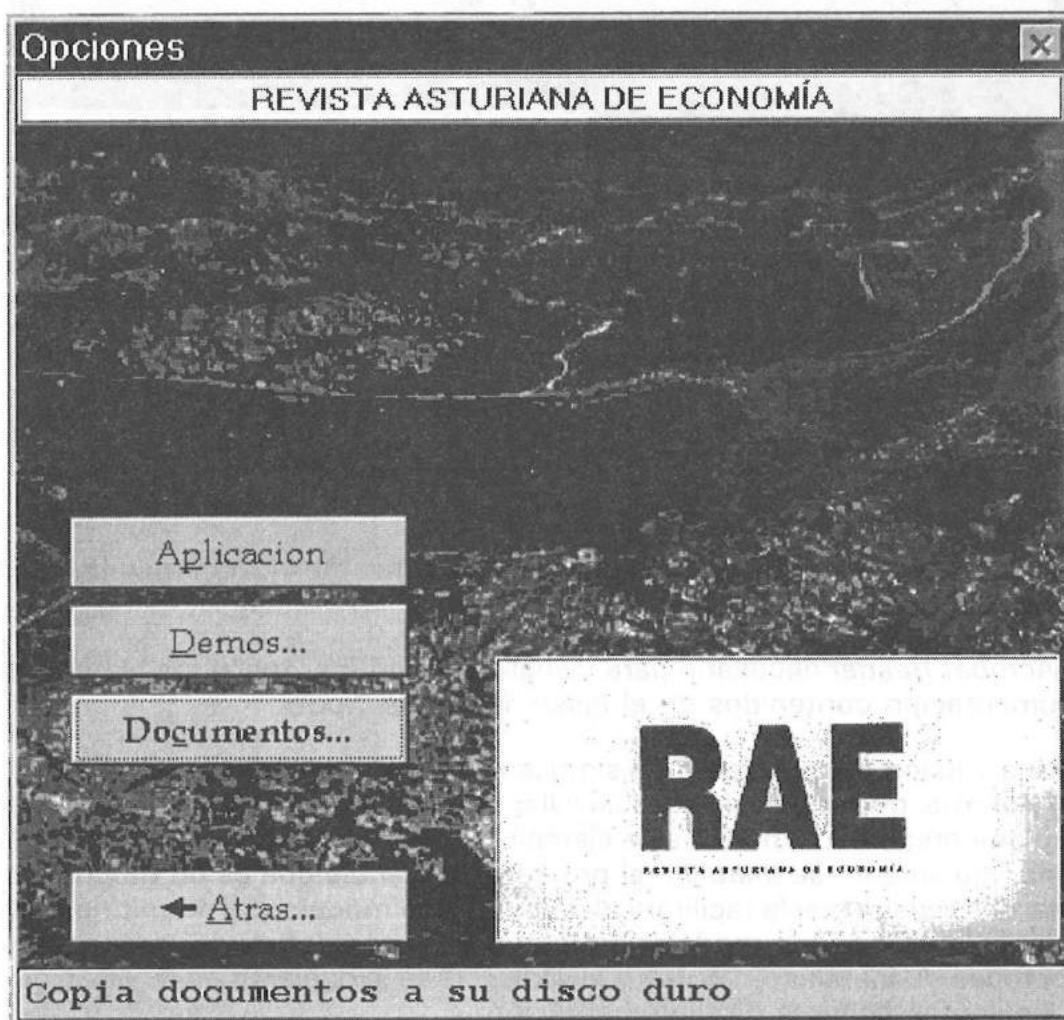
**Modelple.pdf** Documento en castellano, que le va guiando, paso a paso, en la elaboración completa de un modelo de simulación con el programa Vensim PLE.

**Molecule.pdf** Documentación completa del programa *molecule*. (En inglés).

**Tutmolec.pdf** Tutor completo del programa *molecule*. (En inglés).

Una aplicación completa que contiene un modelo de simulación y un juego de empresa acerca de la política de compras e inventario de una empresa comercial. Con ella podrá experimentar tanto la utilización de un modelo de simulación, como el manejo de un sencillo juego de empresa. La aplicación, en castellano, contiene además un completo fichero de ayuda en línea, sensible al contexto. (*Se recomienda que instale las opciones marcadas por defecto en el programa de instalación*).

Una vez señalados los programas que desee instalar, pulse el botón Adelante...→ para que el programa proceda a su instalación. En cada una de las instalaciones el programa le puede permitir escoger los directorios donde quiera instalar cada uno de ellos, así como su nombre y el de su empresa. Concluida la instalación de los programas anteriores, se le presentará el siguiente cuadro de diálogo:

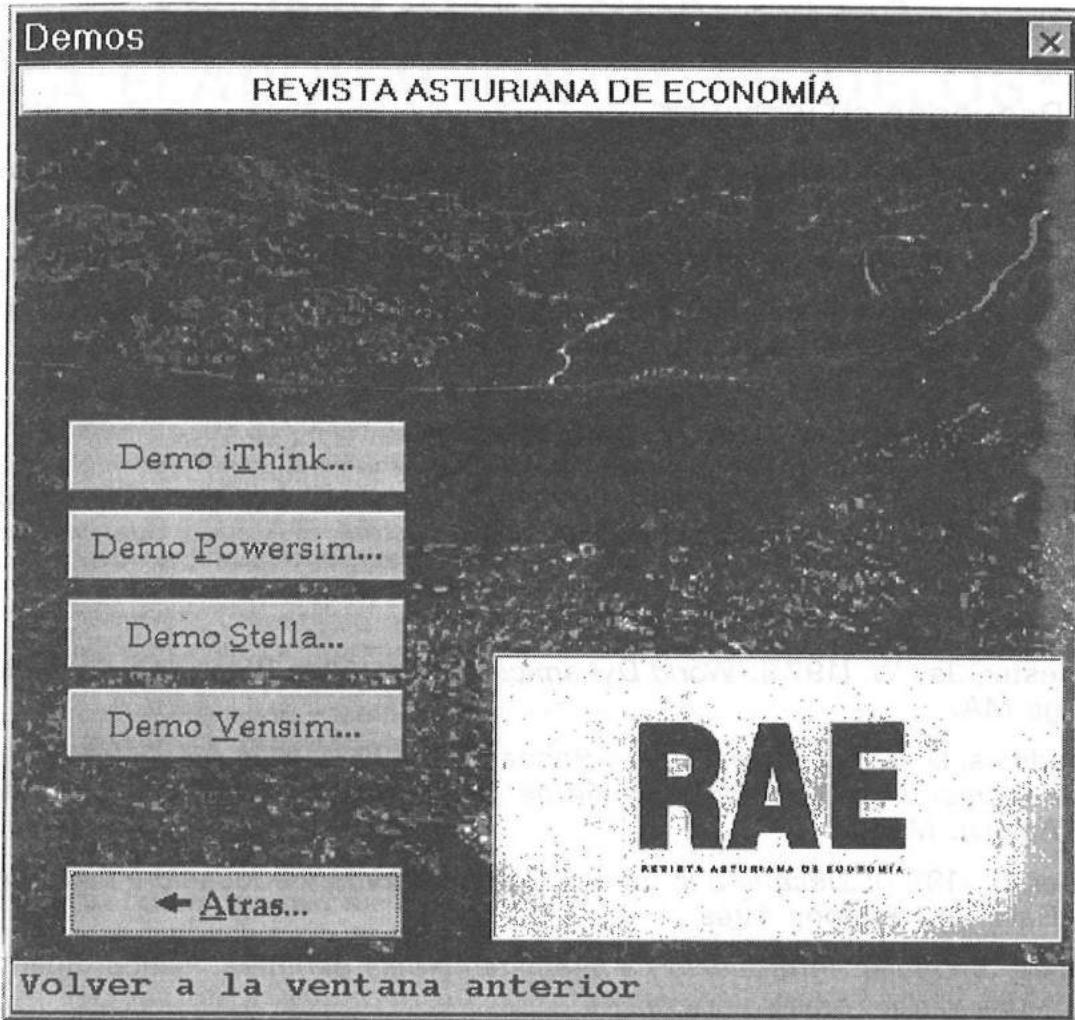




Ahora el programa le permitirá instalar tres opciones distintas:

**Aplicación:** le instala una aplicación Vensim que contiene una demostración muy completa de un modelo de la economía americana. El fichero t21usa01.txt contiene documentación sobre la misma. (En inglés).

**Demos:** le permite escoger la instalación de demos de los programas de simulación más utilizados. Concretamente, como se observa en el cuadro de diálogo siguiente:



En el disco, están las demos de los cuatro programas de simulación más frecuentes y amigables, todos ellos en entorno Windows. iThink, Stella, Powersim y Vensim. Este último es una demo de la versión profesional del Vensim; dado que el disco contiene el Vensim PLE no instale esta opción, a menos que desee ver las opciones complementarias que la versión profesional aporta sobre la versión de estudiante (PLE).

Por último, el botón de documentos le copiará en el disco duro la documentación que contiene material para estudiar los fundamentos de la dinámica de sistemas. Concretamente, le instalará los documentos de la serie Road Maps elaborados, bajo la dirección del profesor Forrester, por el grupo de di-

námica de sistemas del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts). La documentación consta de nueve volúmenes —ROADMAP1 a ROADMAP9—, cada uno de los cuales contiene un conjunto de temas. Aunque los documentos están todos en inglés, el fichero *indice.pdf* contiene un índice del contenido de los nueve volúmenes. Recuerde que para poder visualizar e imprimir estos documentos necesita tener instalado el programa Adobe Acrobat Reader, contenido en el CD-ROM. Tenga también en cuenta, que estos ficheros pueden ser utilizados desde el CD-ROM sin necesidad de ser instalados en el disco duro de su ordenador. Si así lo desea, puede usted elegir que el programa de instalación no se los copie en su disco duro.

## 5. RECURSOS EN INTERNET

<http://ourworld.compuserve.com/homepages/telinges/homepage.htm> (en castellano).

<http://sysdyn.mit.edu/road-maps/rm-toc.html> (Roads-Maps —documentación—).

En la primera de las páginas anteriores, debida a Antonio Barrón, encontrará interesantes enlaces a páginas de la Web.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Forrester, Jay W. (1961): *Industrial Dynamics*. Productivity Press, Cambridge MA. Existe versión castellana: *Dinámica Industrial*, El Ateneo, Buenos Aires 1972.

Forrester, Jay W. (1969): *Urban Dynamics*.

Forrester, Jay W. (1971): *World Dynamics*, Wright-Allen Press, Inc. Cambridge MA.

Meadows, D. H.; Meadows, D. L. y Randers, J. (1992): *Más allá de los límites del crecimiento. La continuación de los límites del crecimiento*, El País-Aguilar. Madrid.

Paper, S. (1987): *Desafío a la mente. Computadoras y educación*, Ediciones Galápagos, Buenos Aires.

Piaget, J. (1979): *Introducción a la epistemología genética*, Paidós, Buenos Aires.