

Progresos en Economía Computacional

AAEP 20 de noviembre de 2008

Omar O. Chisari

Elementos

- Historia
- Progresos
- Aplicaciones principales
- Algoritmos
- Lenguajes
- Críticas
- Debilidades y fortalezas

Objetivos de la mesa

- Bajar costos de entrada de asociados de la AAEP e investigadores al tema.
- Informar qué se trabaja en la academia internacional
- Hacer referencia a la bibliografía principal
- Informar qué se trabaja en la academia argentina.

Expositores

- Guillermo Escudé: modelos estocásticos dinámicos de equilibrio general (uso del programa DYNARE).
- Daniel Heymann: modelos basados en agentes.
- Carlos Romero: calibración y bases de datos en equilibrio general computado (GAMS y MPSGE).
- Martín Cicowiez: microsimulaciones y equilibrio general computado (GAMS).

Otras referencias para la Argentina

- Libro introductorio a varios de los campos de Rubén Mercado con Kendrick y Amman.
- Libro de George McCandless sobre intermediarios financieros en modelos de dinámicos estocásticos (sigue el método de Uhlig).
- Libro “Un modelo de equilibrio general computable para la Argentina” (Omar O. Chisari y C.A.Romero directores).
- Trabajos varios de Guillermo Escudé sobre macro dinámica, Martín Cicowiez sobre comercio internacional.
- Trabajos de Rolf Mantel y Enrique Bour.

Clasificación de programas (Amman, Mercado, Kendrick)

- n“symbolic math paradigm” ej. Mathematica
- npara álgebra simbólica y análisis matemático
-
- n“vector-matrix paradigm” ej. MATLAB
- npara modelos recursivos (ej. programación dinámica), algoritmos genéticos y agent-based models
-
- n“set-driven paradigm” ej. GAMS
- nPara modelos grandes de programación lineal y no lineal y equilibrio general computado

Rol de economía computacional

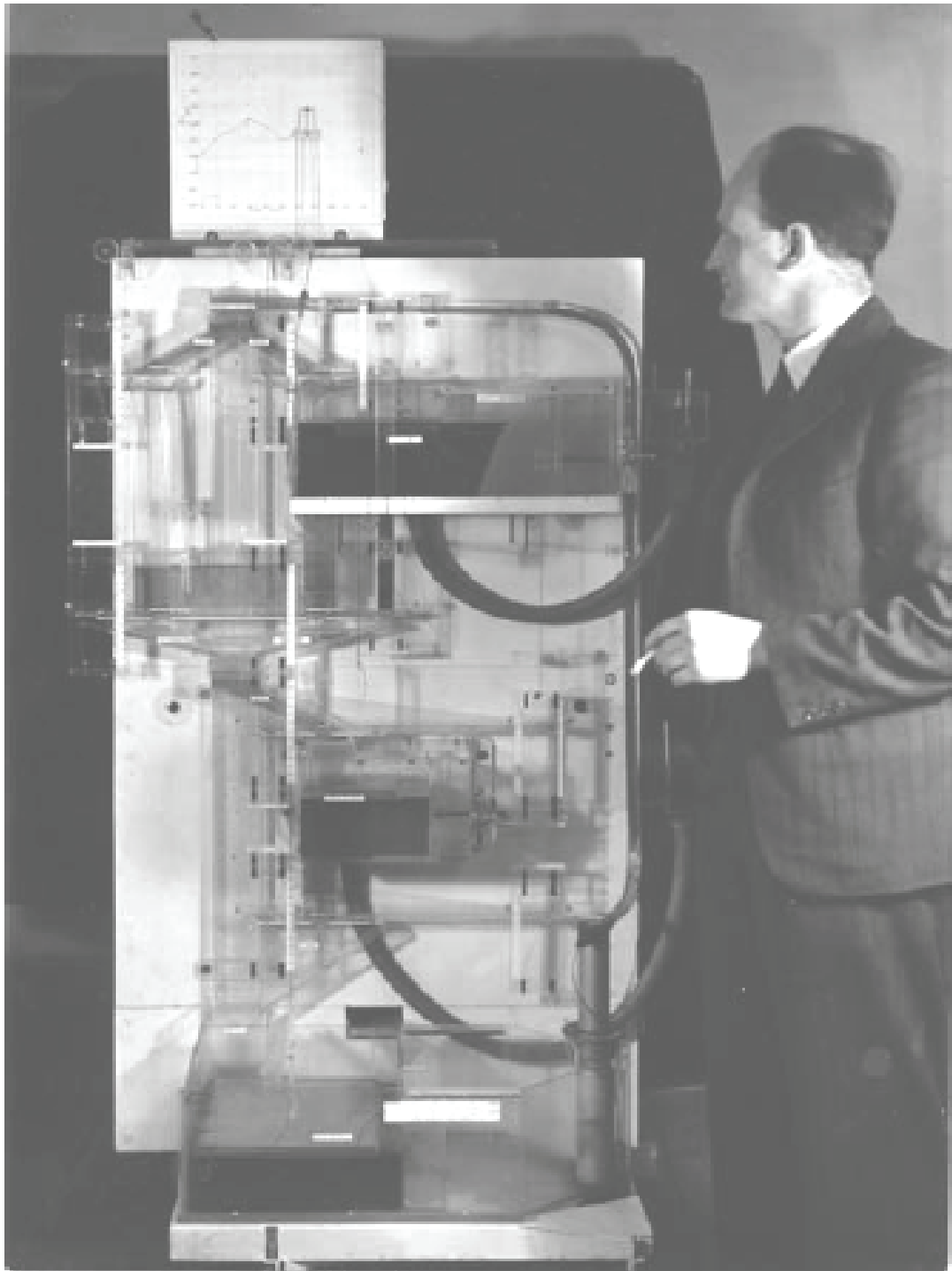
- Campo de economía experimental (A.Roth (1994): cómo se hace el experimento y cómo se informa).
- Mejores métodos cuantitativos.
- Intermedio entre lo normativo y lo positivo: arquitectura de sistemas, efectos de impuestos y subsidios.
- Complemento (¿o sustituto) de la economía teórica.
- Aproximación numérica de soluciones (en aproximación de soluciones de programación dinámica).
- Transparencia.
- Valor educativo.
- Tener orden de magnitud de los fenómenos determina su interés y relevancia en el mundo de la política (The Economist (2006))

Tomamos prestado de Business modelling (The Economist)

- Entorno seguro para simular cuando hay decisiones importantes
- Democratizar decisiones (via acceso a datos, análisis y herramientas de modelización).

Rol de la economía computacional

- ¿Puede servir para mejorar la teoría?
Arquitectura de sistemas, probar o refutar teoremas.
- ¿Puede servir para calcular soluciones en teorías ya aceptadas?
- ¿Puede informar la relevancia (orden de magnitud)? (Judd)
- ¿Puede ayudar a generar nuevas hipótesis?





The MONIAC reassembled, May 2007 (RBNZ).

Figure 1
A simplified flow diagram of the MONIAC

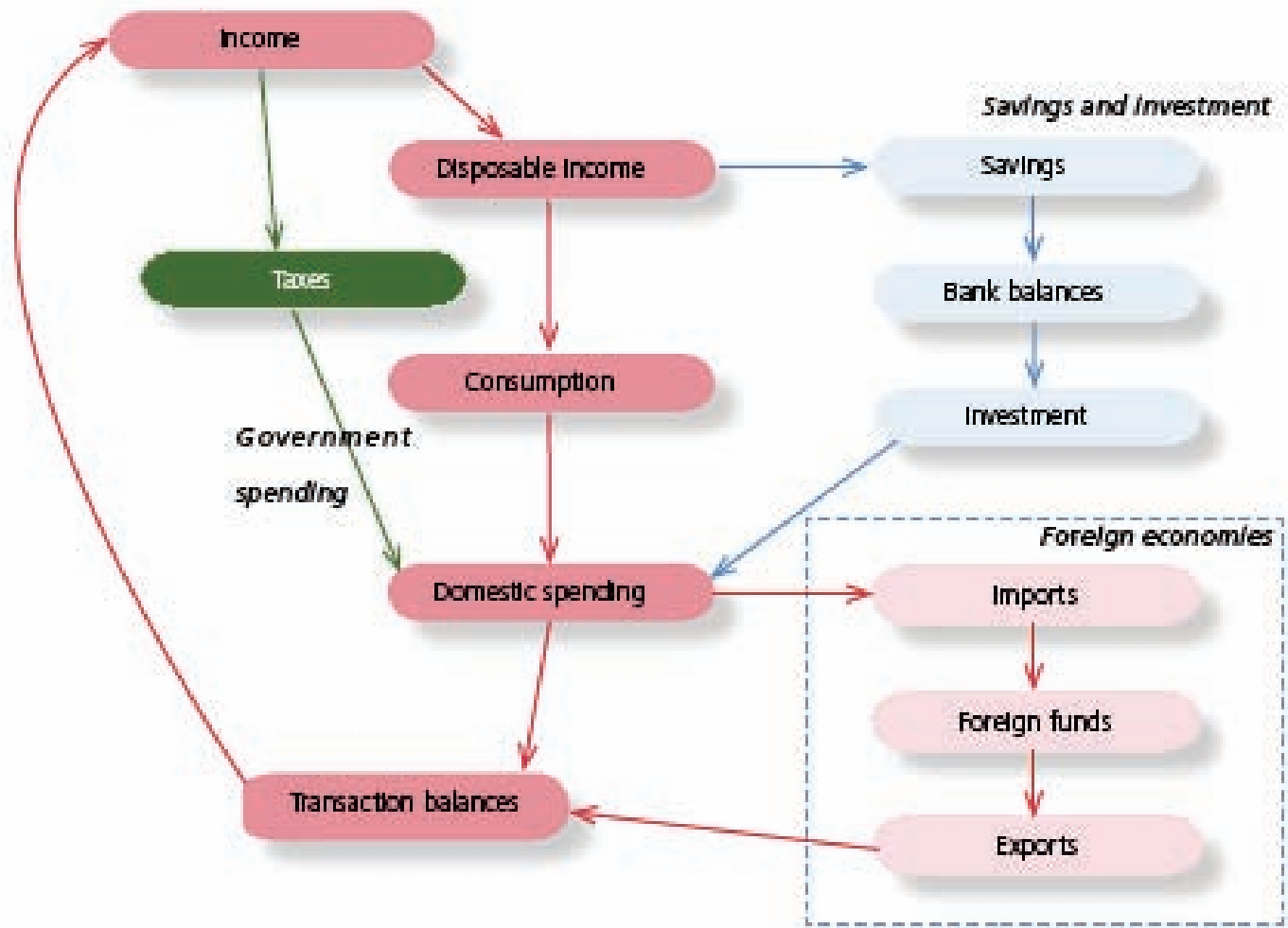


Figure 2

Stocks and flows as represented in the Forecasting and Policy System

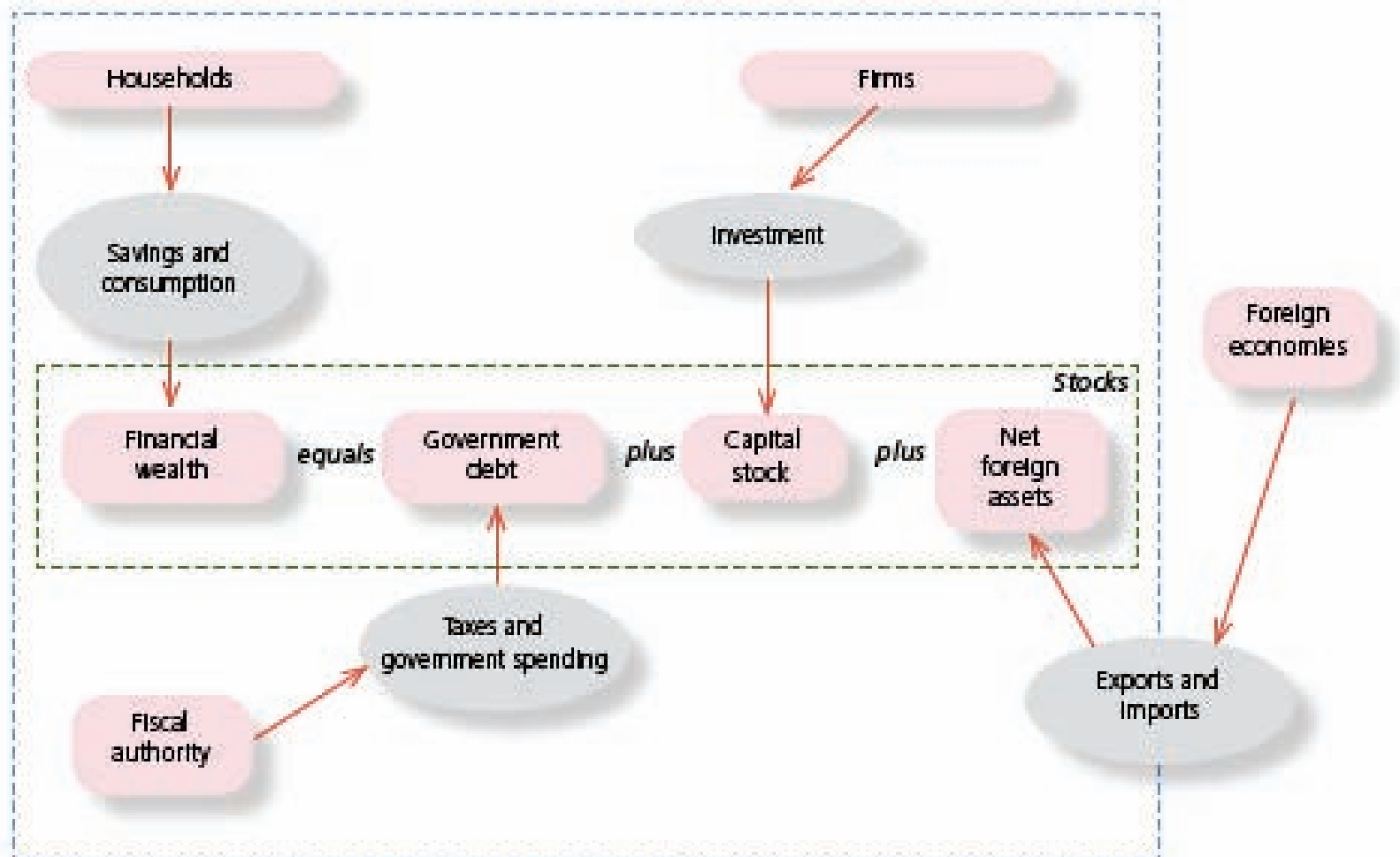


Figure 3
Sample FPS equations

Consumption

$$\begin{aligned}
 c: & \quad c = crt + cfl \\
 crt: & \quad crt = ydrt/pc \\
 cfl: & \quad cfl = (cfl_eq + cv1*((ydf1(-2))/pc(-2))/(ydf1_eq(-2)/pc_eq(-2))-1) \\
 & \quad - cv2*(rsl(-2)-rsl_eq(-2))*cfl_eq(-2) \\
 & \quad + cv3*(nfa/pc-nfa_eq/pc_eq) - cfladj) \\
 \\
 c_eq: & \quad c_eq = cfl_eq + crt_eq \\
 crt_eq: & \quad pc_eq*crt_eq = ydrt_eq \\
 cfl_eq: & \quad pc_eq*cfl_eq = mpcw_eq*twfl_eq + zeta*(fa_eq-fa_ss) \\
 mpcw_eq: & \quad 1/mpcw_eq = (1-gamma)*delta**sigma *(pc_eq/pc_eq(+1) \\
 & \quad *(1+rcon_eq)**(sigma-1)/mpcw_eq(1) + 1 \\
 twfl_eq: & \quad twfl_eq = hwfl_eq + (1+rcon_eq(-1))*fa_eq(-1)/(1+ydot_eq) \\
 hwfl_eq: & \quad hwfl_eq = ydf1_eq + risk_eq + (1-gamma) * (1+qdot_eq) *hwfl_eq(1)/(1+rcon_eq(1)) \\
 fa_eq: & \quad fa_eq + pc_eq*cfl_eq = ydf1_eq + risk_eq + (1+rcon_eq(-1)) *fa_eq(-1)/(1+ydot_eq) \\
 fa_ss: & \quad fa_ss = fa_ss(1)
 \end{aligned}$$

Key:

c	Consumption	sigma	Consumers' coefficient of intertemporal substitution
c_eq	Equilibrium consumption	twfl_eq	Equilibrium total wealth
cfl	Consumption by forward-looking consumers	ydf1	Real disposable income for forward-looking consumers
cfl_eq	Equilibrium consumption by forward-looking consumers	ydf1_eq	Equilibrium real disposable income for forward-looking consumers
crt	Consumption by rule-of-thumb consumers	ydot_eq	Equilibrium trend output growth rate
crt_eq	Equilibrium consumption by rule-of-thumb consumers	ydrt	Real disposable income for rule-of-thumb consumers
delta	Household discount rate	ydrt_eq	Equilibrium real disposable income for rule-of-thumb consumers
fa_eq	Equilibrium real financial assets		
fa_ss	Steady-state real financial assets		
gamma	Probability of death		
hwfl_eq	Equilibrium human wealth		
mpcw_eq	Equilibrium marginal propensity to consume out of wealth		
nfa	Real net foreign-asset ratio		
nfa_eq	Equilibrium real net foreign-asset ratio		
pc	Relative price of consumption		
pc_eq	Equilibrium relative price of consumption		
qdot_eq	Equilibrium growth rate of labour-augmenting technical progress		
rcon_eq	Equilibrium real interest rate for consumers		
risk_eq	Equilibrium transfer to individuals from asset holders		
rsl	Slope of the yield curve		
rsl_eq	Equilibrium slope of the yield curve		

Primeros cómputos

- El MONIAC de William Phillips.
- El modelo de Leontief.
- El modelo de Johansen.
- El modelo de Harberger.
- El algoritmo de Scarf.
- El modelo de Shoven y Whalley.

Usos de EC: CGE

- Cálculo de equilibrio general.
- Método de programación.
- Método de derivación.
- Método de Scarf.

Usos de EC: cómputo de juegos finitos

- Enfoques alternativos para equilibrio de Nash.
- Punto fijo de correspondencia.
- Problema de complementariedad.
- Problema de politopo.
- Mínimo de una función.
- Conjuntos semialgebraicos.

Usos de EC: formar y estimar economías lineales dinámicas

- Solución rápida y precisa de ecuaciones matriciales de Riccati y Sylvester.
- Aproximaciones lineales y necesidad de resolver modelo varias veces para optimizar funciones de verosimilitud.
- Algoritmos de Schur, duplicación de tiempo, signo matricial.

Usos de EC: Economías sectoriales

- Aplicaciones a energía, agricultura...
- Incluyen muchos bienes, muchas localizaciones, sustitución y economías de escala.
- Uso intensivo del GAMS
- Análisis de actividades (Koopmans), programación lineal (DOSSO), localización (Dantzig y Koopmans).

Usos de EC: computación en paralelo

- Desigualdades variacionales y Network Economics.
- Problema de equilibrio walrasiano como desigualdad variacional.
- Aditividad de desigualdades variacionales en suma de problemas.

Usos de EC: inteligencia artificial

- Aprender de características de agentes para tomar decisiones racionales.
- Uso intenso de bases de datos para usar en la asignación de préstamos, comercio de bonos, análisis para otorgamiento de préstamos para compras de inmuebles.

Usos de EC: redes neuronales

- Mejorar la caracterización de equilibrios
- Formas funcionales para representar equilibrios, computarlos y estudiar su estabilidad.
- Basadas sobre funciones discriminantes: a qué clase pertenecen los individuos.

Artículos y libros de interés

- K.L.Judd (1996), “Computational Economics and Economic Theory: Substitutes or Complements?” (NBER). Las otras ciencias lo usan como complementos; la economía está rezagada (para 1996). La aplicación más interesante ha sido a modelos de expectativas racionales. Hay que saber métodos numéricos de aproximación de soluciones. Para poder calcular hay que simplificar excesivamente las teorías (Einstein: “a model should be as simple as possible, but not simpler”).

Artículos y libros de interés

- Judd: ideas computacionales: contribuir a definir mejor racionalidad de agentes económicos: cómo deciden agentes con capacidades computacionales finitas.
- Ejemplo inicial: Rubinstein (1986) usando máquina de Turing para modelar bounded rationality, para ver autómatas en dilema de prisionero repetido.
- Propone: el error numérico puede vincularse al error de optimización de los agentes (que tienen bounded rationality).

Artículos y libros de interés

- Judd: ¿puede usarse resultado computacional en lugar de un teorema de la teoría? Puede que sí o puede que no haya tal teorema. Ejemplo de Quirnbach: pequeños cambios en la probabilidad de éxito en descubrimientos lleva a cambios significativos sobre forma de organización industrial (Bertrand, Cournot, Colusión) que maximiza bienestar. Entonces concluye: no puede haber teorema. Esto parecería originarse en una inestabilidad estructural implícita del modelo.

¿Cómo usar EC para la teoría?

Según Judd

- Encontrar ejemplos con soluciones de forma cerrada (para parámetros en los extremos de sus intervalos)
- Métodos de perturbación alrededor de casos tratables.
- Testear métodos numéricos para esos casos.
- Buscar contraejemplos.
- Hacer muchos modelos y usar la inferencia estadística para resumirlos (Monte Carlo).

Artículos y libros de interés II

- D.Kendrick (1993): “Research opportunities in Computational Economics”. Dada la considerable incertidumbre asociada con la mayoría de los procedimientos de predicción, los modelos macroeconómicos computados permiten la simulación de opciones de política.

Artículos y libros de interés

- K.E.Train (2003): “Discrete Choice Methods with Simulation”. Las computadoras no pueden hacer todo: “Simulation is the researcher’s response to the inability of computers to perform integration”.

Artículos de interés

- D. MacKenzie (2001), “Physics and Finance: S-Terms and Modern Finance as a Topic for Science Studies”, *Science, Technology and Human Values*, vol. 26, No. 2, Spring, 125-144.

Análisis Numérico aplicado a economía

- Complementariedad de métodos de aproximación local (perturbación-proyección).
- Perturbación: formas de tomar derivadas en situaciones complejas. Una: aproximar linealmente alrededor del estado estacionario.
- Aplicaciones a análisis económico dinámico, juegos dinámicos y equilibrio en mercados de activos con asimetrías de información.
- Judd: progreso en An. Numérico tan valioso como mejora de software y hardware.

Uso del GAMS

- El General Algebraic Modelling System llegó a ser el programa común de fácil entrada a muchos modelos computables en economía.
- Principales algoritmos: MINOS, CONOPT, PATH.

Usos de Mathematica

- Libros de Varian con aplicación a economía y finanzas.

Mathiesen y Rutherford

- El problema de EGC como uno de complementariedad mixta.
- Network Economics y desigualdades variacionales.
- No todos los problemas de CM pueden ponerse como uno de maximización.

Modelos basados en agentes

- Cálculos dinámicos complejos, altamente sensibles a modificaciones de hipótesis.

Redes neuronales

- Mejor caracterización de equilibrios.
- Formas funcionales convenientes para representar equilibrios, computarlos y estudiar su estabilidad.
- Basadas sobre funciones discriminantes: ¿a qué clases pertenecen los individuos?

Inteligencia artificial

- Aprender del comportamiento de los agentes para hacer más racionales las decisiones.
- Multiplicidad de modelos: 2000 en 1970, 80 supervivientes en 1994.
- Aplicaciones en finanzas: comercio de bonos, riesgo crediticio (¡en hipotecas!)

Finanzas computacionales

- Donde se usan más intensivamente los métodos computacionales.
- Donde ha costado más dinero la falla del procesador Pentium (1994).

Simulaciones Monte Carlo

- Usos en problemas de evaluación de integrales.
- Cuando funciones de utilidad esperada no pueden ser expresadas como función cerrada de las variables de estado y decisión.
- Se combinan fuentes de incertidumbre con modelos para sacar conclusiones de política.

Limitaciones para el desarrollo de la EC

- Ausencia de un cuerpo de técnicas estándar (Judd).
- Aislamiento y falta de conocimiento histórico.
- Pobres conocimientos de referís.
- Economistas saben poco de computadoras.
- Pero... hay reducción de costos y mayor velocidad de solución.
- ¿Hay una teoría económica de la EC?

Limitaciones

- Está cayendo mucho el precio relativo de computar versus probar teoremas.
- Pero esto aumentaría el valor de ciertos tipos de análisis deductivo.

Críticas I

- Falta de transparencia de los modelos y potencial manipulación (A.Panagariya y R.Dutttagupta): se pueden manipular formas estructurales, además de parámetros, y es muy difícil hacer la reingeniería.
- Críticas a modelos que estudian las ganancias de los acuerdos comerciales.
- Pero no es eso lo que muestran, sino que las hipótesis de algunos modelos son contradictorias entre sí. Eso no invalida el método.

Críticas II

- Velupillai. El Teorema de Uzawa es necesario para los modelos de EGC. Pero la función de exceso de demanda que requiere no es construible con un método computado (por el Halting Problem).

Bibliografía notable

- Se agrega en el texto Word aparte.