

El Modelo Mundial Latinoamericano y sus innovaciones metodológicas

Hugo D.Scolnik
hugo@dc.uba.ar

Planteado como una respuesta al modelo de Forrester y Meadows : “Los Límites del Crecimiento “

Esencialmente: el mundo se encaminaba a una catástrofe, producto del agotamiento de los recursos naturales no renovables, la explosión demográfica, la contaminación, etc.

“Solución”: Detener el crecimiento (los ricos seguían siendo ricos, los pobres seguían siendo pobres, no se planteaban ningún cambio tipo redistribución del ingreso, etc.

Se lo podía refutar fácilmente pues estaba plagado de errores conceptuales, técnicos, etc, pero ante los titulares de la prensa mundial del tipo “MIT computer predicts...” se decidió construir un modelo.

- Equipo interdisciplinario: economistas, ecólogos, matemáticos, sociólogos, especialistas en energía, educación, computación,
- En vez de maximizar el producto bruto el modelo daba valores per cápita de proteínas, calorías, educación, salud, metros cuadrados de vivienda, etc. El PBI era una consecuencia y no el objetivo central.
- Conceptualmente se introdujo la noción de “necesidades básicas” adoptadas por diversos países y las Naciones Unidas.
- El modelo era dinámico, y basado en teoría de control. Permitía definir objetivos y restricciones. Calculaba trayectorias óptimas.
- Se justificaron científicamente todas las relaciones entre las variables. Para ello se creó una base de datos de todos los países del mundo durante varias décadas.
- El libro se publicó en castellano, inglés francés, alemán, holandés, japonés, etc.

Teoría de control discreta aplicada a modelos matemáticos

Scolnik H.D. and Talavera L., Mathematical and computational aspects of the construction of self-optimizing dynamic models, Proceedings of the Second International Seminar on Trends in Mathematical Modelling, UNESCO – Polish Academy of Sciences, Jablonna, 1974.

$$x_1(t_{i+1}) = f_1^{t_i}(x_1(t_i), \dots, x_n(t_i), u_1(t_i), \dots, u_r(t_i))$$

.

$$x_n(t_{i+1}) = f_n^{t_i}(x_1(t_i), \dots, x_n(t_i), u_1(t_i), \dots, u_r(t_i))$$

$$0 = t_0 < t_1 < \dots \text{ y restricciones}$$

Cada ecuación debe de estar validada matemáticamente, y para ello se construyó una gran base de datos con información de todos los países.

Un ejemplo importante fue el submodelo demográfico pues tanto la esperanza de vida al nacer como la natalidad se obtenían mediante un sistema de ecuaciones no lineales acopladas (y su desarrollo llevó muchísimo tiempo)

Otra diferencia fundamental con los modelos usuales es que el MML calculaba trayectorias óptimas buscando las estrategias para tratar de lograr los objetivos planteados, y tomando en cuenta las restricciones.

Técnicamente eso se resolvía mediante un algoritmo de optimización sin derivadas.

Un modelo debe ser estable, o sea que ante “pequeñas” variaciones de los datos las respuestas deben ser esencialmente “parecidas”.

Esto se formaliza matemáticamente

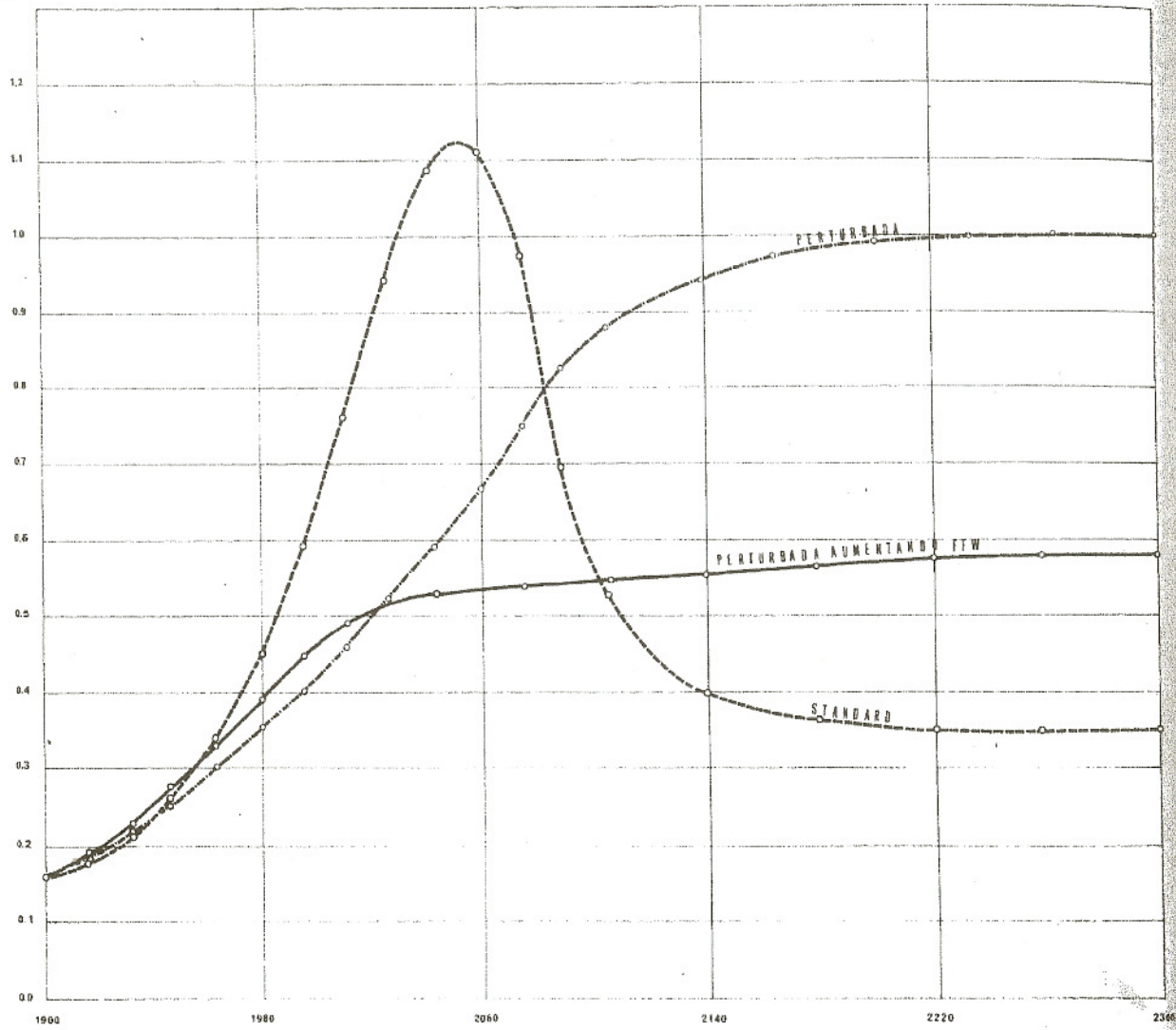
El modelo de Forrester y Meadows equivale – aunque no lo sabían – a integrar una ecuación diferencial no lineal de orden 5. En general, tal como me lo dijo R.Kalman, un modelo de System Dynamics de k sectores equivale a una ecuación diferencial no lineal de orden k .

Absolutamente inestables.

Veamos el análisis de sensibilidad de World 3:

Scolnik H.D., “A critical review of some global models”. Proceedings of the International Summer School on Large Scale and Global Models, Springer-Verlag, 1977.

POP x 10¹⁰



Un error fundamental: creían que las reservas de petróleo conocidas en el año 1900 eran las reservas físicas del planeta

Veamos los últimos datos:

	2000	2007
Consumo mundial de Energía (cuatrillones de Btu)	396.6	483.6
Producción de petróleo (miles de barriles por día)	68495	72989

Caracas, 15 Febr. AVN - Venezuela actualizó y oficializó sus reservas de petróleo a 296.500 millones de barriles hasta el 31 de diciembre de 2010, por lo que el país [pasa a ocupar oficialmente el primer lugar en cuanto a reservas certificadas en el mundo.](#)

La cifra fue publicada en la Gaceta Oficial número 39.615 de fecha 14 de febrero de 2011.

Con esta certificación, Venezuela superó a Arabia Saudita, nación que ocupaba el primer lugar en el mundo con las mayores reservas de petróleo al contabilizar 265.000 millones de barriles.

Así lo consigna el Boletín Estadístico Anual de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Las reservas del país sudamericano crecieron entre el 2009 y el 2010 un 40%, frente al estancamiento de Arabia Saudita, a la que la OPEP reconoce unas existencias de 264.516 millones de barriles. Ecuador es otro miembro latinoamericano de la OPEP que creció en reservas: en el 2010 tenía 7.206 millones de barriles. En el 2011, un 10% más que el año anterior. En total, la OPEP calcula en 1,46 billones de barriles las reservas totales del planeta en el 2010, de los que los doce socios del cartel petrolero acumulan el 81,3 por ciento.

Pero faltó algo esencial: los coeficientes de progreso tecnológico eran exógenos y son críticos

Pero faltó algo esencial: los coeficientes de progreso tecnológico eran exógenos y son críticos. Recordemos que la función de producción de Cobb-Douglas es $Q = K^\alpha T^\beta \delta$ y usamos $\alpha + \beta = 1$ donde

Q es la producción del sector en términos monetarios

K es el capital

T es el trabajo

δ es el coeficiente de progreso tecnológico (≥ 1) y es función de t

Un proyecto de investigación muy importante es tratar de explicar la evolución de las tasas de progreso tecnológico para distintos sectores en función de variables educativas, inversión en Ciencia y Tecnología, etc.

Un antecedente muy importante es el trabajo de Hans Millendorfer en Austria.

El modelo Bariloche tuvo las siguientes aplicaciones:

- Modelos nacionales de Brasil y Egipto

(http://www.idrc.org/wadimena/ev-84537-201-1-DO_TOPIC.html)

Ruiz C., Loiseau I., and Scolnik H.D., Adaptation of the Bariloche Model to Brazil. Proceedings of the Meeting of Experts on the Applicability of Global Modelling Techniques to Integrated Planning in Developing Countries, University of Sussex-UNESCO, England, 1977.

- Sistema para formar planificadores de las Naciones Unidas

<http://unesdoc.unesco.org/images/0002/000243/024311eb.pdf>

- Conexión con el modelo de W.Leontieff para evaluar escenarios de desarrollo

W. Leontief et al., The Future of the World Economy (New York: Oxford University Press, 1977).

J. Tinbergen et al. RIO: Reshaping the International Order (New York: E. P. Dutton, 1978).

M. Hopkins, H. Scolnik, with the collaboration of M. McLean, "Basic Needs, Growth and Redistribution: A Quantitative Approach," International Labor Organization, Geneva, 1975.

- Estudio del impacto sobre las necesidades básicas de los “Lima Targets”

<http://www.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents/XB-82-111.pdf>

Loiseau I. And Scolnik H.D., “Reinterpretation and adaptation of the socio-economic variables of the Latinamerican World Model for studying different development paths leading to the fulfillment of the Lima targets, and their effects on the satisfaction of basic needs”, published by the United Nations Industrial and Development Organization (UNIDO), Vienna, 1979.

Conclusiones:

Los modelos globales pueden ser una ayuda importante para la toma de decisiones.

Hoy en día existen muchos avances en técnicas como data mining, nuevos lenguajes de programación, disponibilidad de datos en la web, etc.

Hay enormes oportunidades de investigación. Por ejemplo el desarrollo de modelos políticos, nuevas funciones de producción en la Economía, etc.

References

- Abt, C. C., & Gordon, M. ,Report on Project TEMPER, in Pruitt, D. G., & Snyder, R. C. (eds). *Theory and Research on the Causes of War*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1969.
- Bautista, R. M. ,Macroeconomic Models for East Asian Developing Countries. *Asian-Pacific Economic Literature*, 2(2), 1-23., 1988.
- Brecke, P. ,The Soviet Global Model: SIM/GDP. *Simulation & Gaming*, 26(1) 17-26, 1995.
- Barney, G. O. ,The Global 2000: Report to the President of the U.S: Entering the 21st Century. Washington D.C: U.S. Government Printing Office, 1980.
- Barney, G. O. ,Global 2000 Revisited: What shall we do?. Arlington, Va: Millenium Institute., 1993.
- Bossel H., *Concepts and Tools of Computer-assisted Policy Analysis*, Birkhauser, 1977.
- Bremer, S.A. ,*Simulated Worlds: A Computer Model of National Decision-Making*. Princeton: Princeton University Press, 1977.
- Bremer, S. A. (Ed.)). *The GLOBUS Model: Computer Simulation of Worldwide Political and Economic Developments*. Boulder: Westview Press, 1987.
- Brody, R. A. (1963). Some Systemic Effects of the Spread of Nuclear Weapons Technology: A Study through Simulation of a Multi-Nuclear Future. *Journal of Conflict Resolution*, 7(4), 665-753.

Brunner, R. D., & Brewer, G. D. (1971). *Organized Complexity: Empirical Theories of Political Development*. New York: The Free Press (MacMillan).

Chadwick, R. W. ,An Empirical Test of Five Assumptions in an Inter-National Simulation about National Political Systems. *General Systems Yearbook*, 12, 177-192, 1967.

Chadwick, R. W. ,An Inductive, Empirical Analysis of Intra- and International Behavior, Aimed at a Partial Extension of Inter-National Simulation Theory. *Journal of Peace Research*, 6(3), 193-214, 1969.

Chadwick, R. W. ,Theory Development through Simulation. *International Studies Quarterly*, 16(1), 83-127, 1972.

Chadwick, R. W. ,Richardson Processes and Arms Transfers 1971-1980: A Preliminary Analysis. *Journal of Peace Research*, 23(4), 309-328, 1986.

Clark, J., & Cole, S. , *Global Simulation Models: A Comparative Study*. New York: John Wiley & Sons, 1975.

Cole, H. S. D., Freeman, C., Jahoda, M., & Pavitt, L. R. ,*Models of Doom: a Critique of The Limits to Growth*. New York: Universe Books, 1973.

Coplin, W. D. ,*Simulation in the Study of Politics*. New York: Markham, 1968.

Deming, W. E. ,*Out of the Crisis*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, 1986.

Deming, W. E. ,*The New Economics*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, 1991.

Edwards, P. N. , Global Comprehensive Models in Politics and Policymaking, *Climatic Change*, 32, 149-161., 1996.

Elder, C. D., & Pendley, R. E. An Economic Model and Government Stability: Reconstructing the Inter-Nation Simulation. In Guetzkow, H., & Valdez, J. J. *Simulated International Processes: Theories and Research in Global Modeling*. Beverly Hills: Sage Publications, 65-100., 1981.

Ehrlich, P., and A. Ehrlich. *Population, Resources and Environment: Issues in Human Ecology*. San Francisco: W.H. Freeman, 1972.

Ehrlich, P., and A. Ehrlich. *The Population Explosion*. New York: Simon and Schuster, 1990.

Forrester, J. W., *Industrial Dynamics*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1961.

Forrester, J. W. *The Beginning of System Dynamics*. System Dynamics Society banquet talk delivered July 13th., 1989. Web:

<ftp://sysdyn.mit.edu/ftp/sdep/papers/D-4165-1.pdf>

Forrester, J. W. *World Dynamics*. Cambridge: Wright-Allen Press, 1971.

Forrester, J. W. (1998). *Designing the Future*. Talk given at the Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain, December 15th. Web:

<ftp://sysdyn.mit.edu/ftp/sdep/papers/Designjf.pdf>

Gallopin, G. et al. *Environment and Development - A Latin American Vision*.

Report to UNCED, Ecological Systems Analysis Group. Bariloche: Fundación Bariloche. June 1991.

Gigengack, A. R., et al. Military Expenditure Dynamics and a World Model, in Schmidt, C., & Blackaby, F. *Peace, Defence and Economic Analysis*. London: The Macmillan Press Ltd., 321-341., 1987.

Goldemberg, J. et al. *Energy for a Sustainable World*. New Delhi: Wiley Eastern Ltd., 1988.

Goodland, R. et al., eds. *Environmental Sustainable Economic Development: Building on Brundtland*. Paris: Unesco, 1991.

Guetzkow, H. Long Range Research in International Relations. *American Perspective*. 4(4), 421-440., 1950.

Guetzkow, H., Alger, C. F., Brody, R. A., Noel, R. C., & Snyder, R. C. Simulation in International Relations: Developments for Research and Teaching. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1963.

Guetzkow, H., & Valdez, J. , Simulated International Processes: Theories and Research in Global Modeling. Beverly Hills: Sage Publications, London, 1981.

Guetzkow, H. Recollections about the Inter-Nation Simulation (INS) and Some Derivatives in Global Modeling. *Simulation & Gaming*, 26(4), 1995.

Herrera, A. O., Scolnik, H. D., Chichilnisky, G., Gallopin, G. C., Hardoy, J. E., Mosovich, D., Oteiza, E., Brest, G. L. de R., Suarez, C. E., & Talavera, L. , *Catastrophe or New Society? A Latin American World Model*. Ottawa: International Development Research Centre, 1976.

Herrera, A., Scolnik H.D. et al, Grenzen des Elends, S.Fischer Verlag, Germany, 1977.

Herrera, A., Scolnik H.D. et al, *Un monde pour tous*, Presses Universitaires de France, 1977.

Hermann, C. F. ,Validation Problems in Games and Simulations with Special Reference to Models of International Politics. *Behavioral Science*, 12, 216-231, 1967.

Hirsch, F. *Social Limits to Growth*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1977.

Hopkins M., and Scolnik H.D, *Basic Needs, Growth and Redistribution: A Quantitative Approach*, International Labour Office, Background Papers of the World Employment Conference, Vol I, pp.9-50, Geneva,1976.

Hughes, B. B. , *World Modeling*, Lexington Books, 1980.

Hughes, B. B. ,*World Futures: A Critical Analysis of Alternatives*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1985.

Hughes, B. B. (1999). *International Futures: Choices in the Face of Uncertainty*. Boulder: Westview Press.

Kahn, H. ,*On Thermonuclear War*. Princeton: Princeton University Press, 1960.

Kahn, H., W. Brown, and L. Martel. *The Next Two Hundred Years*. New York: Morrow, 1976.

Lasswell, H. D., & Kaplan, A. ,*Power & Society: a Framework for Political Inquiry*. New Haven: Yale University Press, 1950.

Lasswell, H. D. ,*The Future of Political Science*. New York: Atherton Press, 1963.

Leontief, W., & Duchin, F., *Military Spending: Facts and Figures, Worldwide Implications and Future Outlook*. New York: Oxford University Press, 1983.

Linnemann, H., De Hoogh, J., Keyser, M., & Van Heemst, H. , *MOIRA – Model of International Relations in Agriculture*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1979.

Loiseau I., Ruiz C. and Scolnik H.D., et al, Answering the 6th IIASA Global Modeling Conference questionnaire in the book “ Groping in the dark” edited by G. Bruckmann, D. Meadows and J. Richardson, J. Wiley, 1982.

Loiseau I. And Scolnik H.D., “Reinterpretation and adaptation of the socio-economic variables of the Latinamerican World Model for studying different development paths leading to the fulfillment of the Lima targets, and their effects on the satisfaction of basic needs”, published by the United Nations Industrial and Development Organization (UNIDO), Vienna, 1979.

Mathews, W., ed. *The Outer Limits and Human Needs: Resources and Environmental Issues of Development Strategies*. Uppsala: The Dag Hammarskjöld Foundation, 1976.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens III, W. W. , *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books, 1972.

Meadows, D. L., Behrens III, W. W., Meadows, D. H., Naill, R. F., Randers, J., & Zahn, E. K. O. , *Dynamics of Growth in a Finite World*. Cambridge: Wright-Allen Press, 1973.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., & Randers, J. ,Beyond the Limits. Post Mills, Vt: Chelsea Green Publishing Company, 1992.

Mesarovic, M., & Pestel, E. Mankind at the Turning Point: The Second Report to the Club of Rome. New York: E. P. Dutton & Co., Inc., 1974.

Onishi, A. (1977). FUGI-Futures of Global Interdependence in Input-Output Approaches in Global Modelling, in Bruckmann, G. (Ed.) *Proceedings of the Fifth IIASA Symposium on Global Modelling*. IIASA Proceedings 9, 91-357. Oxford: Pergamon.

Onishi, A. (1994). *Global Model Simulation: a New Frontier of Economics and Systems Science*. Tokyo: Soka University, Institute for Systems Science, Hachiojishi, Tokyo 1992.

Parikh K. and Rabár F. (ed), Food for All in a Sustainable World, The IIASA Food and Agriculture Program, IIASA, Laxenburg, Austria, 1981.

Paulré B.E. (ed), System Dynamics and the Analysis of Change, Proceedings of the 6th International Conference on System Dynamics, University of Paris-Dauphine, North-Holland, 1980.

Poldy, F. (1986). *AREA Model Handbook*. Canberra: Australian Government Publishing Service.

Raju, Sripada K. S., & Don MacRae (1981) Survey of Participants in the SCS Workshop on Model Acceptance: Some Preliminary Results, in *East-West Center Contributions to the Workshop on Model Acceptance, Washington, D.C., April 22-23, 1981*. Honolulu: East-West Center, Global Models and the Policy Process (G-MAPP) Project.

Rapoport, A. (1957). Lewis Fry Richardson's Mathematical Theory of War. *Journal of Conflict Revolution*, 1(3), 249-299.

Raser, J. R., Campbell, D. T., & Chadwick, R. W. (1970). Gaming and Simulation for Developing Theory Relevant to International Relations, *General Systems Yearbook*, 15, 183-204.

Richardson, L. F. (1960). *Arms and Insecurity: A Mathematical Study of the Causes and Origins of War*. Pittsburgh: Boxwood Press.

Richardson, L. F. (1960). *Statistics of Deadly Quarrels*. Pittsburgh: Boxwood Press.

Ruiz C., Loiseau I., and Scolnik H.D., Adaptation of the Bariloche Model to Brazil. Proceedings of the Meeting of Experts on the Applicability of Global Modelling Techniques to Integrated Planning in Developing Countries, University of Sussex-UNESCO, England, 1977.

Scolnik H.D., On a methodological criticism of the Meadows' World 3 Model. Technical Report, Bariloche Foundation, 1972, and *Ciencia Nueva*, Nro 25.

Scolnik H.D. and Talavera L., The functioning of the model and the demographic model, Latin American World Model, in the book: *Latin American World Model Proceedings of the Second IIASA Symposium on Global Modelling*, G.Bruckmann (ed), IIASA, Laxenburg, Austria, 1974.

Scolnik H.D. and Talavera L., Mathematical and computational aspects of the construction of self-optimizing dynamic models, Proceedings of the Second International Seminar on Trends in Mathematical Modelling, UNESCO – Polish Academy of Sciences, Jablonna, 1974.

Scolnik H.D., “A critical review of some global models”. Proceedings of the International Summer School on Large Scale and Global Models, Springer-Verlag, 1977.

Scolnik H.D., Mathematische Hilfsmittel zur Modellierung dynamisches prozesses, in the book “Weltgesellschaft und Sozialsstruktur”, Verlag Ruegger, Switzerland, 1980.

Scolnik H.D., Estudio de diversos aspectos conceptuales y metodológicos concernientes a la incorporación de variables educacionales al modelo económico y social de la CEPAL, CEPAL (ECLA), 1980.

Scolnik H.D., Un informe acerca del uso de modelos econométricos en cuatro países de América Latina, ILO-PREALC, 1981.

Simmons, H. ,System Dynamics and Technocracy, in Cole, H. S. D., Freeman, C., Jahoda, M., & Pavitt, L. R. , Models of Doom: a Critique of The Limits to Growth. New York: Universe Books, 207, 1973.

Smoker, P. L. ,The International Processes Simulation, in Guetzkow, H., & Valdez, J. J. Simulated International Processes: Theories and Research in Global Modeling. Beverly Hills: Sage Publications, 101-133, 1981.

Snyder, R. C., Bruck, H. W., & Sapin, B. ,Foreign Policy Decision Making: An Approach to the Study of International Politics. New York: Free Press, 1962.

Systems Analysis Research Unit Models. London: Systems Analysis Research Unit, Directorate-General of Research, Department of the Environment, 1976.

SARUM Handbook. London: Systems Analysis Research Unit, Directorate-General of Research, Department of Environment and Department of Transport; 2, Marshap Street. London SW1P 3EB, England, 1978.

UNDP. *Report on Human Development*. New York: UN, 1990.

World Bank. *World Development Report 1990*. Washington, D.C.: World Bank, 1990.