

7

Pensar

Epistemología y Ciencias Sociales



Artículos

César Arrueta

María Alejandra Ciuffolini y María Gabriela Brandán Zehnder
Losandro Antonio Tedeschi

Intersecciones

Gustavo Javier Motta
Pía Paganelli

Fichas de Epistemología y Política

Ariel Rodolfo Fuentes
Alí Ruiz Coronel y Pablo Padilla Longoria

Debates Contemporáneos

Claudia María Correa Osorio

editorial



acceso libre

Pensar

Epistemología y Ciencias Sociales

Nro. 7 | 2012

ISSN N°: 1852-4702



DIRECTORES:

Diego A. Mauro
Gustavo M. Cardozo

EDITORES CIENTÍFICOS:

Leonardo Simonetta
Horacio M. H. Zapata

SECRETARÍA TÉCNICA DE REDACCIÓN:

María Liz Mansilla

COMITÉ EDITORIAL:

Trilce I. Castillo
Miguel Saigo
Hernán A. Uliana
Leonardo Simonetta
Horacio M. H. Zapata
María Liz Mansilla
Diego A. Mauro
Gustavo M. Cardozo

DISEÑO DE PORTADA:

Pablo Pompa Lares

Cómo citar este artículo:

Alí Ruiz Coronel y Pablo Padilla Longoria. **Los modelos matemáticos en las ciencias sociales.** En revista *Pensar. Epistemología y Ciencias Sociales*, N° 7, Editorial Acceso Libre, Rosario, 2012.

Disponible en la World Wide Web:

<http://revistapensar.org/index.php/pensar/issue/view/7/showToc>

www.revistapensar.org – info@revistapensar.org - ISSN N°: 1852-4702

LOS MODELOS MATEMÁTICOS EN LAS CIENCIAS SOCIALES

Alí Ruiz Coronel

*Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH) /
Universidad Nacional Autónoma de México
alircoronel@yahoo.com.mx*

Pablo Padilla Longoria

*Universidad Nacional Autónoma de México
pabpad@gmail.com*

Resumen

En el presente artículo se retoma la discusión sobre la pertinencia del empleo de modelos matemáticos desde las Ciencias sociales. Fue escrito con dos objetivos principales. Primero, argumentar en favor de su empleo, dadas las ventajas que se obtienen especialmente para el aspecto aplicado de las ciencias sociales. Segundo, dar a conocer algunos de los modelos que se han empleado con éxito y señalar algunas temáticas privilegiadas para la modelación con agentes. Inicia con un esbozo de la trayectoria histórica de la gestación de las ciencias sociales para enfatizar su aspecto empírico y aplicado, haciendo referencia principalmente al contexto mexicano. Posteriormente se argumenta sobre los beneficios que, desde un punto de vista semántico y sintáctico, reciben las teorías al ser modeladas. Finalmente, se describen los principales rasgos de los modelos de agentes, se enuncian las virtudes por las cuales se les considera herramientas útiles para las investigaciones sociales, se mencionan algunos modelos ya aplicados y se sugieren algunos temas susceptibles de ser modelados matemáticamente.

Palabras clave: modelos matemáticos, modelos basados en agentes, ciencias sociales aplicadas.

Abstract

This article takes up the discussion on the relevance of the use of mathematical models in the Social Sciences. It was written with two main objectives. First, to argue for their use based on several advantages they offer, especially for the applied aspect of the Social Sciences. Second, to present some of the models that have been successfully used in this area, and to point out some of the social problems that could be approached by agent-based modeling. We provide an outline of the historical trajectory of the Social Sciences to emphasize its empirical and applied aspect, referring mainly to the Mexican context. Later, we argue on the benefits that theories get, semantically and syntactically, from being modeled. Finally, we describe the main features of agent-based models, emphasizing the virtues by which they are considered useful tools for social research. We also provide references of models that have been successfully applied and suggest some issues that can be modeled mathematically.

Key words: Mathematical models, Agent-based Models, Applied Social Sciences

Introducción

La pregunta de cuál es el papel y la posible utilidad de las matemáticas en las ciencias sociales no es nueva. Sin embargo, por diversas razones, creemos que vuelve a cobrar actualidad e importancia. No sólo es esta reflexión necesaria desde la perspectiva metodológica, pues se puede argumentar y discutir, como trataremos de hacerlo más adelante, que la posibilidad de realizar simulaciones computacionales basadas en agentes ha ofrecido recientemente una herramienta para la generación de escenarios y “sociedades virtuales”. Más allá de una discusión metodológica, también el papel de los modelos matemáticos en las ciencias sociales merece desde nuestra perspectiva ser reconsiderado y revaluado. En general, las posiciones adoptadas son antagónicas. Por una parte, se tiene la impresión de que las ciencias sociales no son matematizables (cualquier cosa que esto quiera decir) y el trabajo de especialistas (físicos, matemáticos, etc.) en estas áreas es, como lo dice el refrán, darle las llaves al ladrón. Por otra, muchos los defensores de la incorporación de ideas y metodologías cuantitativas en las ciencias sociales sostienen que dichas disciplinas “están ya maduras” para que se efectúe ese proceso. Si bien el punto medio aristotélico está lejos de ser fácil de encontrar, sí creemos que una reflexión seria y el replanteamiento de algunas preguntas desde una perspectiva diferente puede ayudar a tener una visión más objetiva y, eventualmente, a facilitar la comunicación y colaboración entre los investigadores de diferentes áreas y formaciones.

Además, si bien es cierto que quizá las simulaciones a las que hicimos referencia en el párrafo anterior no pueden contestar de manera definitiva algunas preguntas en las disciplinas sociales, sí proveen un marco de referencia que permite normar criterios. Es bien conocida la cita de Mark Twain en la que atribuye a su vez a Diraeli la existencia de tres tipos de mentiras: “lies, damned lies and statistics” (TWIN, 1906). Alguien ahora la ha extendido diciendo que no sólo hay mentiras, grandes mentiras y estadísticas sino también simulaciones por computadora. Podríamos en esta misma línea decir que el mal no termina aquí, y que a la lista de “mentiras” se agrega la de los modelos matemáticos.

En lo que sigue, presentamos primeramente una breve discusión de estos temas, haciendo énfasis en los aspectos aplicados de las ciencias sociales. Consideramos también el papel de los modelos matemáticos en dichas ciencias, específicamente en algunos problemas en los que podrían contribuir de manera significativa. También describimos con cierto detalle los modelos basados en agentes, que en nuestra opinión, pueden servir como una herramienta útil y que permita la comunicación entre los científicos sociales y otros investigadores.

Las ciencias sociales como ciencias aplicadas

La ciencia es una manera de entender el mundo, de abordarlo, y es también un discurso de él. Es, por lo tanto, un fenómeno social; una manera particular de hablar de los acontecimientos dada por la posición particular del observador como actor social. Los discursos científicos son un producto social que incide en lo social. El circuito es cerrado: tienen efectos en la sociedad e incluso determinan su orientación a la vez que son determinados por ella, pues como afirma Larry Laudan: “No hay una meta epistemológica que trascienda la historia” (LAUDAN, 1986: 16). No pude ser de otra manera si se tiene en cuenta que el conocimiento es acumulativo y, por lo tanto, relativo al estadio de desarrollo en el que se genere. Por otro lado, el estatus de las teorías está

dado por su efectividad como aproximaciones para resolver problemas empíricos y conceptuales visibles para una sociedad en un determinado momento histórico. Es por esto que nos ha parecido conveniente iniciar la discusión sobre la pertinencia del empleo de modelos matemáticos en las ciencias sociales, examinando brevemente la configuración histórica de estas ciencias como ciencias aplicadas haciendo énfasis en el contexto mexicano.

Las ciencias sociales son una invención muy reciente. Hasta el Medioevo, el saber en el mundo occidental consistió en la explicación por parte de las autoridades clericales de tres valores fundamentales: la verdad, lo bueno y lo bello. La Modernidad consistió en una tentativa de secularizar el conocimiento. La Reforma insistió en el acceso directo del individuo a Dios y a lo bueno sin intermediarios, sin clero. Entre los siglos XV y XVII los filósofos defendieron la posibilidad de conocer la verdad por medio de la racionalidad. Se rebelaron contra los teólogos y los despojaron del monopolio al demostrar que existía un saber fuera de las autoridades establecidas, introduciendo así la duda en la búsqueda de los valores e insistiendo en la posibilidad de que cada individuo accediera sin autoridad a la verdad y a lo bueno (WALLERSTEIN, 1997).

Alrededor del siglo XVIII, algunos intelectuales denunciaron que la verdad no se deduce de ordenamientos divinos, como defendían los teólogos; pero tampoco de los andamiajes filosóficos. Postularon que la verdad se descubre empíricamente a través de un método particular que denominaron científico. Así, las leyes naturales descubiertas -y no inventadas por teólogos o filósofos-, propiciaron la separación de la ciencia como un área especializada en la búsqueda de la verdad. Paulatinamente se institucionalizaron dos tipos distintos de saber, dos epistemologías; lo que Wallerstein llama «las dos culturas»: la cultura filosófica, humanista, y la cultura científica natural.

A la Revolución francesa atribuye Wallerstein la consolidación de las ideas de que la sociedad, como los fenómenos naturales, tiene reglas que pueden ser descubiertas, explicadas y utilizadas con la finalidad de controlar el proceso mismo. Se afirmaba que en el mundo social existe evidencia empírica susceptible de ser abordada por el mismo método científico empleado en las ciencias naturales con el fin de poner al descubierto las leyes subyacentes que rigen su desarrollo. Esta certeza dio lugar a un sector entre las humanidades y las ciencias naturales que recibió el nombre de «ciencias sociales» (WALLERSTEIN, 2007).

El interés creciente en estudiar a detalle los fenómenos sociales estaba auspiciado por otro interés: el de circunscribir, matizar, vigilar y controlar los procesos de cambio social. No es casualidad que las primeras ciencias sociales que se estudiaron fueran la Historia, la Economía, la Ciencia Política y la Sociología. La primera, dedicada al estudio del pasado, donde se podía encontrar patrones con base en evidencia empírica y supuestamente objetiva. Las otras tres respondieron a la lógica de la idea liberal que concibió la Modernidad como la separación de tres áreas diferentes de la realidad que se reflejaron en la investigación social: el mercado, el Estado y la sociedad civil.

Las ciencias sociales vieron la luz acunadas en la epistemología del positivismo a través del paradigma evolucionista que justificaba convenientemente el orden colonial. Cuando en un momento determinado del proceso histórico aparecieron los otros -unos otros diferentes, con sistemas, instituciones y modos diferentes que ponían en tela de juicio la legitimidad unívoca e incuestionable de la estructura social propia-, hubo que entenderlos, hubo que estudiarlos científicamente para tener explicaciones racionales que validaran su posición inferior, que dieran la certeza de que eran modos no adoptables propios de estadios anteriores, y que, en concomitancia, legitimaran la altruista empresa colonizadora emprendida por la sociedad “de punta” que les iba a ahorrar el fastidioso y lento proceso de su propio desarrollo.

Esta necesidad estimuló la creación de ciencias especializadas en el estudio de los otros de acuerdo a una gradación. Los más “salvajes” fueron el objeto de estudio de la Etnología. Los otros menos salvajes fueron materia de la Antropología. Más ciencias y subdisciplinas fueron apareciendo a lo largo de los años, notablemente en el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial debido al auge económico y a la creación de universidades y centros de investigación. En cualquier caso, las ciencias sociales surgieron por un imperativo práctico de entender las sociedades para incidir en ellas, y lo hicieron, con efectos que variaron de acuerdo a las realidades concretas de las sociedades afectadas.

En México, las ciencias sociales positivistas fueron el sustento teórico que dio cuerpo al Estado nación. El heraldo de las ideas de Henri de Saint-Simon y de Auguste Comte fue el médico Don Gabino Barreda, discípulo del segundo. Por medio suyo, el positivismo impregnó el pensamiento de los intelectuales mexicanos liberales durante los gobiernos de Benito Juárez, Sebastián Lerdo de Tejada y Porfirio Díaz. Fue en el gobierno de éste último cuando logró consolidarse en acciones de ingeniería social.

Para 1888 el presidente Díaz reorganizó su gabinete convocando a civiles que tenían una sólida formación académica en diversos campos de estudio y que eran impulsores del positivismo. Este grupo al que se conoció más tarde como “Los científicos” estuvo integrado por alrededor de cincuenta personas cuya influencia en cada ramo llega hasta nuestros días. Evoquemos, por ejemplo, dos de los nombres más reconocidos: José Yves Limantour Marquet y Justo Sierra Méndez. El primero fue Secretario de Hacienda y Crédito Público desde 1893 hasta 1911 y el segundo, Ministro de la Suprema corte de Justicia y Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes.

Si bien el juicio de los historiadores sobre el periodo del Porfiriato no es homogéneo, en la figura de Don Porfirio y de su gabinete tienden a exaltarse los atributos proclives al conservadurismo, la oligarquía, la tecnocracia y el extranjerismo exacerbado. De cualquier forma, es difícil desacreditar el impulso que recibió la industria en general, la construcción de portentosas obras de infraestructura, la consolidación del sistema bancario, el ensamblaje del mercado local con el nacional y de éste con el internacional, la planeación presupuestal equilibrada y las buenas relaciones diplomáticas con el resto del mundo. En todo esto, el papel de Limantour fue protagónico.

Por su parte, Justo Sierra, ocupó su situación privilegiada de cercanía con Porfirio Díaz para promover un proyecto educativo de gran alcance. A su iniciativa se creó en 1905 la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. En su actividad como primer titular de ella, dio a la educación primaria el carácter de nacional, integral, laica y gratuita. El enorme prestigio con el que contaba fue decisivo en la fundación de la Universidad Nacional de México, de la que fue un entusiasta promotor. La hoy Universidad Nacional Autónoma de México se ubica dentro de las 200 primeras del mundo. Su población es de alrededor de 314, 557 alumnos, y 35, 057 académicos. En ella se produce gran parte de la formación académica y de la investigación nacional.

En el México posrevolucionario, las Ciencias Sociales se mantuvieron influyentes. Aún positivistas, se alejaron del evolucionismo a favor del funcionalismo inglés y del relativismo cultural estadounidense. No fue raro que los funcionarios públicos de los estratos más altos fueran también científicos reconocidos. Hablemos, por ejemplo de Manuel Gamio. Alumno privilegiado de Franz Boas con sólida formación antropológica, Gamio ocupó diversos puestos de la administración pública por el convencimiento de que era necesario intervenir científicamente para resolver los “grandes problemas nacionales”. Su pensamiento fue la línea directriz de una política pública caracterizada por el compromiso moral y el deseo de inducir cambios sociales a través de programas gubernamentales enfocados a la integración de una nación homogénea.

Durante la segunda mitad del siglo XX la teoría marxista se adueñó del escenario. Desde este nuevo posicionamiento, se emitieron severas críticas a la “enajenación romántica” del culturalismo y al nexo del funcionalismo con el populismo y el nacionalismo gubernamental. Los científicos sociales se mantuvieron activos en el afán de transformación de la sociedad, ésta vez desde el lado de las clases desfavorecidas: denunciando sus condiciones de vida, auspiciando las luchas de obreros y campesinos, fomentando la toma de conciencia de clase y la emergencia de organizaciones reivindicativas como los sindicatos.

La bien conocida onceava tesis de Marx sobre Feuerbach reza: “Los filósofos no han hecho más que interpretar de diversos modos el mundo, pero de lo que se trata es de transformarlo” (MARX, 1969: 65). Este fue el grito de guerra para las ciencias sociales. Las propuestas se enfilaron con entusiasmo heroico a la conformación de una nueva realidad. El socialismo real fue la rosa dorada de la ingeniería social con fundamento científico. A su caída, el entusiasmo fue reemplazado por una parquedad terriblemente lúcida, melancólica e impotente.

Otras voces aprovecharon el silencio. El postmodernismo agrupa un conjunto heterogéneo de posturas unidas por su rechazo común a los principios de la Modernidad. Los autores posmodernos criticaron con severidad la obra de los científicos anteriores proclamando la imperiosa necesidad de romper las estructuras de una ciencia caduca, pero sin dar a conocer su nueva planificación. Todo esfuerzo de rigor y formalidad fue tachado de neopositivista, cualquier tinte teórico fue considerado arrogante, la mínima intención de repercutir en la realidad fue calificada de osada y condenada –a priori- al fracaso. Este “giro” en las ciencias sociales podría entenderse como un movimiento pendular que las desplazó de la epistemología científica empiricista a la epistemología humanista, filosófica a la que se refiere Wallerstein. Pero desde una perspectiva un tanto nihilista, debemos decir.

Así llegamos al momento actual. Indiscutiblemente, la posibilidad de acceso al conocimiento en México se ha extendido. Entre 1998 y 2006, el total de egresados de licenciatura en México se incrementó 80.1 por ciento pasando de 183,400 a 331,800 egresados. La tendencia siguió en aumento con un total de 333,400 egresados en 2009 y 340,600 en 2010. El área del conocimiento con el mayor número de egresados de licenciatura en México fue la de las Ciencias Sociales y Administrativas (50.6 %) seguida por el área de Ingeniería y Tecnología (28.4%). El 21% restante lo componen quienes estudiaron una licenciatura en las áreas de Ciencias Naturales y Exactas; Educación y Humanidades; Ciencias Agropecuarias; y Ciencias de la Salud (CONACYT, 2010).

Desafortunadamente, el incremento en el número de profesionales formados en alguna de las Ciencias sociales, no ha implicado el desarrollo de éstas. La mayor parte de los egresados se integra al sistema económico como mano de obra calificada y no a la investigación científica. Así lo demuestra el hecho de que para el mismo periodo, sólo se hayan registrado 4,099 egresados de nivel doctoral sumando las seis áreas de conocimiento a nivel nacional. Más aún, la ciencia y la función pública han llegado a un punto de bifurcación en el que son parcelas prácticamente antagónicas y excluyentes entre sí. El desarrollo nacional se proyecta en la corta escala con una estrategia reactiva de escaso sustento científico, mientras que la ciencia se desembaraza de su aplicabilidad.

La minoría dedicada a la investigación científica en lo general se ha apartado de la acción social. Enclaustrada en cubículos de académicos y auditorios de las universidades, el quehacer actual de las ciencias sociales en México se autolimita en muchas ocasiones a la descripción de los fenómenos sociales, a la selección de casos que demuestren la veracidad de teorías que, por haberse generado en contextos y países

diferentes, distan de ser aplicables; y, en los extremos más aventurados, a proponer una interpretación de ellos, siempre enfatizando tímidamente que se trata de una entre múltiples posibilidades. El discurso científico toma la forma de un soliloquio desconectado de la realidad mexicana. Lo que es más grave aún, en la mayoría de los casos, no existe coherencia entre la investigación científica, la aplicada y la su articulación con la investigación tecnológica para resolver problemas nacionales de importancia.

Nuestros argumentos no se esgrimen en contra de la ciencia teórica, abstracta. Reconocemos la legitimidad de la producción de conocimiento por el conocimiento mismo. Nuestra intención es llamar la atención sobre la necesidad imperiosa de ocuparse de los “grandes problemas” que aquejan a nuestra sociedad. De dar un nuevo aliento a la vocación transformadora que dio origen a las Ciencias sociales. De unir el pensamiento con el acto para recuperar el sentido crítico y el valor ético del inconforme que se rebela a través de ideas. Nadie mejor que el científico social sabe y tiene evidencia de que el mundo humano es imperfecto y, por ello, perfectible. En ello radica su principal responsabilidad y es ahí donde los modelos se muestran como una herramienta de gran utilidad, como trataremos de argumentar a continuación.

La importancia de los modelos en las ciencias sociales

Uno de los rasgos emblemáticos del paradigma positivista es la consideración de que las ciencias naturales exactas -en particular la física- establecen un canon o ideal metodológico que mide el grado de desarrollo y perfección de todas las demás ciencias y a la cual, tras la nivelación de las diferencias, se deben reducir todas las áreas del saber (KOLAKOWSKI, 1993). Esta no es nuestra postura al sugerir el empleo de modelos matemáticos para la solución de problemas sociales. Se trata, más bien, de diluir la escisión entre distintos campos del saber en favor de mayor reciprocidad entre teoría y objeto. Consideramos que la imbricación de saberes obtiene su validez si aumenta su potencial para resolver problemas concretos, pues la ciencia progresa en el caso de que las sucesivas teorías resuelvan más problemas que sus predecesoras (LAUDAN, 1981). Para conseguirlo, es necesario tomar en cuenta tanto el aspecto sintáctico como el aspecto semántico de la teoría.

Cuando se habla de una teoría en sentido sintáctico, ésta es entendida como un sistema de conceptos coherentes unidos mediante relaciones lógicas con independencia de lo empírico. Por otro lado, cuando se hace referencia al sentido semántico, se le considera como un conjunto de enunciados observacionales que valen por su relación con lo empírico. Son la formalización de la percepción general y funcionan como herramientas por medio de las cuales entender, e incluso manipular, lo que se está conociendo. Los modelos son un elemento más en el andamiaje teórico. Ni estrictamente a priori ni a posteriori respecto de la teoría, aportan a su belleza formal a la vez que parten de lo empírico y vuelven ahí para confrontar su validez.

Los modelos derivan de una teoría, comparten con ella su aspecto sintáctico y su aspecto semántico. Por ello, un modelo es una construcción lógica y lingüística; y no un isomorfismo del segmento de la realidad que representa. No debe esperarse una correspondencia estructural punto a punto entre enunciados y realidades. Como entidades conceptuales, “no pueden ser ni más ni menos simples que la realidad, ya que desde el inicio son otra cosa” (REYNOSO, 1998: 241). Si son entendidos sencillamente como la forma global de las formulaciones teóricas, casi todas las teorías más o menos formalizadas encarnan algún tipo de modelo. En cuanto a las ciencias sociales, esta tendencia se agudiza por la imposibilidad de controlar su objeto de estudio, la construcción de modelos es imprescindible por tanto que corresponde a la experimentación en las ciencias naturales.

Dos tipos de modelos se emplean tradicionalmente en las ciencias sociales: los modelos mecánicos y los modelos estadísticos (LÉVI-STRAUSS, 1987). Los primeros quieren explicar los mecanismos, factores o procesos que producen determinado estado de cosas; en los segundos se inducen regularidades o correlaciones entre diversas series de fenómenos. Los modelos mecánicos, por la estructura de sus inferencias, son deductivos: derivan explicaciones de casos a partir de principios generales porque su objetivo es explicar hechos en función de leyes actuantes, leyes deterministas. Los modelos estadísticos, por el contrario, son una modalidad de análisis correlacional, cuantitativa, que no necesariamente arriesga hipótesis sobre la naturaleza precisa de los mecanismos y las relaciones causales, a menos que se suponga que dichos mecanismos son, ellos mismos, de naturaleza aleatoria. Estos modelos consideran varios casos individuales y abstraen de ellos generalizaciones y regularidades, es decir, su estructura de inferencia es inductiva. En general, de ellos resultan tipologías y leyes probabilistas.

De acuerdo a esta tipología, serían mecánicos, por ejemplo, los modelos sociales que buscan identificar las instancias que determinan ciertas prácticas culturales, dilucidar cuáles son los factores que producen esas prácticas y cómo operan. Son estadísticos, en cambio, los estudios sociales en los que se busca establecer la probabilidad de ocurrencia de una práctica dada en presencia de determinada institución, o a la inversa (REYNOSO, 2009). Los modelos matemáticos y de agentes que presentamos más adelante, son una alternativa distinta de estos dos tipos de modelos y presentan beneficios sobre los anteriores tanto en el aspecto sintáctico (en cuanto al proceso de investigación); como semántico (en la relación del objeto con el enunciado).

El diseño e implementación de modelos en una investigación social contribuye al proceso de la investigación dotándolo de formalidad, no por el hecho de usar un lenguaje matemático sino porque requiere de cierto rigor en el empleo de los datos. Previene a las ciencias sociales del “empiricismo”, que consiste en el “pensar absurdo de que los hechos den ellos mismos lugar a una teoría” (OSIPOV, 1975: 232). Las investigaciones sociales con intención descriptiva suelen ser una saturación de datos débilmente organizados. En cambio, el investigador que considera la modelación de su información como parte del proceso de investigación, se ve obligado a seguir un protocolo de organización de la información que posee.

Antes que nada, tiene que delimitar el sistema que tratará según su problema de investigación. La elección de los datos significativos y la discriminación de datos no significativos (así como la gradación jerárquica de los más a los menos relevantes), son relativas a la delimitación temática, al problema que se pretende resolver, y al concreto real seleccionado como objeto de estudio; entre otros aspectos. Debajo de todo ello subyace una teoría. La delimitación del sistema implica enunciar qué elementos lo conforman, referir su relación con el medio y con otros sistemas y variables consideradas exógenas.

Posteriormente, debe buscar las interacciones fuertes¹ entre los elementos y distinguirlas de las débiles. Así podrá determinar si su objeto -respecto al problema que busca resolver- puede ser explicado mediante una analítica que distingue en él un sólo nivel de organización, o bien, relaciones directas entre los diversos niveles. Cuando lo consiga, procederá a describir el comportamiento interno del sistema en términos de variables de estado y de su interdependencia. Después podrá seguir con la descripción externa, del sistema, relativa a su comportamiento en interacción con el medio. En ese momento se encontrará en posibilidad de formalizar la estructura del sistema y de su dinámica. Con base en su enunciado formal, puede construir un modelo de simulación y derivar pronósticos respecto a su comportamiento.

¹ Ilya Prigogine las llama interacciones persistentes, que requieren una interpretación holística, es decir, no local (PRIGOGINE, 2001:118).

Los modelos de los que hablamos no tienen funciones predictivas porque su premisa no es la causalidad directa. En cambio, cumplen con funciones de diagnóstico y pronóstico basándose en el supuesto de la necesidad lógica. Esto es, en una investigación retrospectiva es posible mostrar que el nivel de figuración C se cuenta entre las condiciones necesarias de D, el de B entre las de C y el de A entre las de B. Pero en una visión prospectiva del ciclo de figuraciones, independientemente de qué punto de referencia se tome en ese ciclo, es posible comprobar en muchos casos que la figuración B es sólo una de las posibles transformaciones de A y lo mismo C de B y D de C (ELIAS, 1982:196). Existen otras alternativas al esfuerzo por entender la causalidad adaptada a las relaciones inestables. Por ejemplo, la causalidad circular retroactiva en la que el efecto puede retroalimentar para estimular o hacer disminuir la producción de dicho efecto; o la causalidad recursiva en la que los efectos y los productos son necesarios para el proceso que los genera.

En este formato de modelación, el procedimiento para testar una explicación propuesta se parece al argumento judicial en el que la posición propuesta es considerada como la mejor de las posibles alternativas para organizar la información. A través del uso de la interpretación sugerida, la información es estructurada de una forma que sea significativa y razonable. Los resultados de este enfoque garantizan un nivel de entendimiento que, sin ser absolutista, lleva más allá de la visión puramente relativista en la que todas las interpretaciones tienen el mismo valor.

Como entidades abstractas, permanecen en el acervo intelectual de las ciencias y son herramientas heurísticas que pueden ser recuperadas y reconfiguradas para abordar un nuevo problema. La modelación es una estrategia para abstraer de los fenómenos sociales la: “base de comparación”. O sea, “el conjunto de las particularidades que los miembros de la oposición poseen en común” (TRUBETZKOY, 1973:60) y con base en los cuales se lleva a cabo el método comparativo. De esta manera, se relacionan los fenómenos entre sí y se evidencia que son simultáneamente genéricos y específicos: “ni puramente cíclicos ni meramente analógicos, a la vez parecidos y originales” (GONZÁLEZ, 1978: VI).

Los modelos, como construcciones conceptuales, pueden ser indefinidamente modificados para cuestionar nuevas hipótesis o perfeccionar su correspondencia con ellas. Esto, sin afectar ninguna realidad humana, lo que tiene gran relevancia. Por otro lado, cuando se toma la decisión de intervenir socialmente, es conveniente modelar tantos y tan diversos escenarios de la intervención como la imaginación permita. Ello no asegura la previsión profética de los acontecimientos, pero permite sin duda, una toma de decisiones mejor fundamentada y la contemplación de, al menos, un buen número de variables afectadas. La amplitud potencial del espectro explicativo de los modelos responde también a que –por tratarse de un discurso formal y por existir la tecnología para ello- científicos con las más diversas formaciones pueden, y deben, aportar en su construcción e implementación.

El papel de los modelos matemáticos en las ciencias sociales

En un famoso artículo de principios de los años cincuenta del siglo pasado, el matemático Alan Turing escribe que un modelo es siempre una simplificación y en este sentido, también siempre una falsificación (TURING, 1952). Queremos empezar esta sección discutiendo lo que los modelos matemáticos pueden y no pueden hacer, no sólo en las ciencias sociales, sino en general, para después puntualizar qué es lo que de hecho puede esperarse que los modelos matemáticos o de cualquier tipo aporten en el contexto de las ciencias sociales. Comencemos “con el pie izquierdo” diciendo lo que no son o no pretenden los modelos matemáticos. Debe de quedar claro que no se busca con un modelo tener una representación fiel de la realidad. Como en el episodio de

Alicia en el País de las Maravillas en el que cada vez se tiene un mapa más exacto de Inglaterra hasta que finalmente se consigue el más preciso de todos los mapas, escala uno a uno. Claro que tiene el pequeño inconveniente de que no se puede desdoblarse y de que aún si se pudiera, sería inútil, pues más valdría la pena referirse a Inglaterra misma. Podrá parecer simplista, pero muchas veces se pretende que los modelos matemáticos incluyan “todo”. Cuando un modelo matemático es una representación abstracta de algunos aspectos relevantes que corresponden al sistema que se estudia y que se consideran suficientes para entender los procesos relevantes de interés.

En otras palabras, un modelo puede ser adecuado para explicar, entender y predecir ciertos procesos en algún sistema, sea biológico, físico o, por supuesto social, pero no otros del mismo sistema. Esto implica que un modelo tiene un margen de aplicabilidad limitada dentro del mismo sistema y aun cuando se considera el mismo fenómeno. Por ejemplo, las ecuaciones de la mecánica clásica han permitido comprender en gran medida el movimiento de los planetas, ayudado a predecir eclipses, etc., pero son inadecuadas al tratar de ser aplicadas al mundo atómico. Podríamos también mencionar a las ecuaciones de la dinámica de poblaciones, que han resultado extraordinariamente útiles para entender y predecir los cambios en el número de individuos de ciertas especies. Al grado de que se han utilizado para determinar políticas de pesca o caza. Sin embargo, estas mismas ecuaciones resultan poco aplicables si se está interesado en las fluctuaciones aleatorias de las mismas poblaciones.

En el caso de las ciencias sociales y como ya mencionamos anteriormente, una de las mayores aportaciones que pensamos pueden hacer los modelos matemáticos y su implementación computacional es el brindar la posibilidad de crear escenarios virtuales que permitan poner a prueba algunas hipótesis. Para fijar ideas, pensemos en un problema típicamente de dinámica social, podría ser el de estudiar los mecanismos de segregación en una comunidad multicultural o multiétnica. Existen numerosas hipótesis sobre los posibles mecanismos que pueden dar origen patrones de segregación. Entre éstos se puede mencionar la existencia de conductas de discriminación por parte de algunos sectores de la población que podrían estar basados en diferencias culturales, de ingreso, raciales, etc. El economista T. C. Schelling, usando modelos matemáticos basados en la teoría de juegos muestra que las dinámicas de segregación pueden surgir sin que haya de por medio criterios de discriminación (SCHELLING, 1969: 488-493).

Como apuntábamos más arriba, una de las aportaciones que los modelos matemáticos pueden tener en las ciencias sociales consiste en proveer de “universos virtuales” en los que se puedan poner a prueba hipótesis sobre la dinámica de ciertos sistemas sociales. Esto es particularmente importante por el hecho de que, a diferencia de las ciencias experimentales, tales como la biología, la física, o la química, en las ciencias sociales la posibilidad de realizar experimentos controlados es mucho más limitada. En diversas ocasiones los sistemas sociales, simple y sencillamente “son”, sin que se tenga la posibilidad de modificarlos.

Pero en algunos casos, también pueden tener validez cuantitativa y como tal, servir como herramientas de pronóstico. Un caso notable es el estudio de la dinámica urbana hecho por Allen y Forrester (ALLEN et al., 1997) entre otros. En su trabajo, Allen empleó modelos de sistemas dinámicos para estudiar el crecimiento y comportamiento espacio-temporal de las ciudades en Bélgica. Mediante consideraciones e hipótesis básicas sobre los mecanismos subyacentes, plantea concretamente un sistema de ecuaciones diferenciales que, por otra parte, contiene una serie de parámetros medibles o que pudieron ser estimados de datos reales. Una vez hecho lo cual, el modelo se usó para pronosticar cuantitativamente la evolución temporal de la población, obteniendo resultados confiables. Este ejemplo y otros similares son particularmente importantes, porque muestran que si bien, tal cual hemos enfatizado anteriormente, los modelos en

ciencias sociales son relevantes, no aun cuando no necesariamente sean de carácter cuantitativo, no obstante, esto no implica que no existan algunos que además, se ajusten de forma cuantitativa en la descripción de los procesos considerados y que, por lo tanto, puedan ser utilizados como herramientas de pronóstico.

En esta misma situación se encuentra, por ejemplo, el trabajo sobre la dinámica poblacional de los Anasazi de Axtella et al. (AXTELLA et al. 2002), en el que se proponen criterios sencillos con base en los cuales los pobladores de cierta localidad toman la decisión de permanecer en dicha localidad o emigrar en cierta región geográfica. Se desarrolla a partir de estas hipótesis un modelo basado en agentes, en el que cada agente es, de forma natural, un habitante. De esta manera, es posible implementar el modelo computacionalmente y realizar simulaciones para determinar un escenario que se podría llamar típico y que caracterice a la dinámica espacio-temporal. Los autores obtuvieron resultados que se ajustan de forma satisfactoria a los datos históricos recabados. Reiteramos que estas concordancias no pueden, de ninguna manera, ser tomadas como “demostraciones” sobre la validez de las hipótesis, pero ciertamente garantizan la coherencia y compatibilidad de las mismas con las observaciones. En este sentido, no es tan distinto del modo de proceder de los científicos experimentales en otras ciencias, como la biología o la física, en donde se considera a una teoría como aceptable si es capaz de explicar consistentemente el cuerpo de resultados empíricos, hasta el momento en que se realice un experimento que indique lo contrario.

Este modelo está basado en agentes y, dado que consideramos que esta clase de modelos constituye una propuesta metodológica adecuada para generar escenarios o sociedades virtuales, describimos brevemente sus características más importantes. Por otra parte, enfatizamos que los modelos basados en agentes ya han demostrado ser útiles en las ciencias sociales y que tienen, no obstante, todavía un gran potencial. Posteriormente mencionamos algunos de los problemas que nos parecen relevantes y que han empezado a ser o que podrían ser estudiados con esta herramienta.

En esta clase de modelos se estudia, tal como su nombre lo indica, la acción e interacción de agentes. Estos últimos son entes autónomos que están dotados de atributos (variables internas de estado). En el contexto social dichos atributos pueden ser, por ejemplo, edad, sexo, nivel de escolaridad, preferencias políticas, movilidad en un entorno geográfico, etc. La propuesta fundamental de los modelos basados en agentes es que una vez determinada la forma en que cada agente reacciona e interactúa con otros agentes y con el ambiente, el comportamiento global del sistema queda determinado. Es entonces posible estudiar la aparición de conductas colectivas coherentes y complejas a partir de reglas simples de interacción.

En este sentido, la modelación basada en agentes comparte muchos elementos con la teoría de juegos, pues es posible considerar que la interacción entre agentes está dada por un juego, en el sentido formal. Mencionamos este hecho porque de esta manera es posible establecer un enlace conceptual con otras disciplinas como la economía (en donde la teoría de juegos desempeña un papel relevante para entender el comportamiento de agentes en el mercado, las preferencias de los consumidores, etc.) o la biología (en donde la teoría evolutiva de juegos ha aportado elementos importantes en la comprensión de conductas individuales y colectivas).

De hecho, un problema central que ha sido abordado desde esta perspectiva tanto en la economía como en la biología, es el del surgimiento de conductas cooperativas. El problema de la cooperación en las ciencias sociales en general es, nos parece, mucho más complejo, pero ameritaría ser abordado también desde este punto de vista. Usualmente, como ya se mencionó, el proceso convencional consiste en hacer una implementación computacional del modelo incorporando en muchos casos aspectos

aleatorios. De hecho, una de las desventajas importantes de este tipo de modelos es que no se cuenta con muchas herramientas analíticas que permitan establecer el tipo de conductas emergentes por lo que las simulaciones constituyen básicamente la única vía.

En este punto es también importante mencionar que existen diversas plataformas computacionales, libres y propietarias para la implementación computacional de estos modelos². Finalmente, mencionamos algunos de los problemas que se prestan de forma natural para ser estudiados desde una perspectiva de modelación y poder contrastar hipótesis sobre los mismos.

Encuestas y elecciones: En este caso, los modelos basados en agentes pueden servir para contrastar el efecto que diversas legislaciones tendrían sobre la propaganda electoral, las encuestas y la forma en que se difunden los resultados de las mismas.

Colapso de civilizaciones: En este sentido, los modelos basados en agentes proporcionan una forma natural de probar hipótesis sobre los posibles mecanismos de colapso de algunas civilizaciones antiguas. Por ejemplo, el llamado colapso del clásico en las sociedades mesoamericanas. Una pregunta natural es si dicho colapso se debía a factores intrínsecos de la jerarquización social o, tal cual parece ser la opinión de la mayoría de los arqueólogos, se debió a factores exógenos como sequías u otros cambios ambientales.

Estabilidad social: Estrechamente ligado con el anterior, pero en un contexto histórico diferente es el de la estabilidad de una sociedad, dadas cierta estructura y organización de la misma. Aquí de nuevo hay una estrecha liga con la economía.

Dinámica de cohabitación: En unidades más pequeñas, tales como condominios o casas es importante estudiar el efecto de favorecer o implantar cierto tipo de reglas de convivencia.

Medios de comunicación: En general la influencia de los medios de comunicación en la formación de opiniones y toma de decisiones de las personas.

Sustentabilidad y uso adecuado de recursos: Este es un tema que ha sido abordado desde la perspectiva económica e incluso ecológica desde hace tiempo, pero no es claro cómo incorporar aspectos de la dinámica social en el diseño de políticas óptimas de uso y aprovechamiento de recursos

Conclusiones

Las ciencias sociales emergieron en un momento histórico en el que se hizo necesaria una epistemología especializada en explicar y controlar el proceso social. Así, surgieron con naturaleza empirista y vocación transformadora. En México, sin embargo, paulatinamente se ha llegado a una escisión casi excluyente entre los aspectos teórico y aplicado de las ciencias sociales. La realidad reclama la atención científica para la solución de diversos problemas sociales, para la toma de decisiones en el nivel estatal, para el diseño de políticas públicas y acciones organizadas de la sociedad civil, entre otras. Es en ese contexto en el que el empleo de modelos matemáticos y su implementación computacional resulta de mayor provecho para las ciencias sociales. La modelación brinda la posibilidad de crear escenarios virtuales que permiten poner a prueba hipótesis sobre la dinámica del sistema social de interés. En algunos casos, también pueden tener validez cuantitativa y, entonces, servir también como herramientas de pronóstico. El software para su implementación es cada vez más asequible en todos los sentidos, por lo que puede fungir como un lenguaje común para profesionales de áreas diversas con interés en un problema común.

Bibliografía

² Véase Salomon (2011).

- ALLEN, Peter *Cities and regions as self-organizing systems. Models of Complexity*, Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam, 1997.
- AXTELL, Robert et al “Population Growth and Collapse in a Multiagent Model of the Kayenta Anasazi In Long House Valley” *PNAS*, 2002.
- CONACYT *Informe General del estado de la Ciencia y la Tecnología 2010*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), México, 2010.
- ELÍAS, Norbert *Sociología fundamental*, Gedisa, Barcelona, 1982.
- GONZÁLEZ CASANOVA, Pablo *Las Nuevas Ciencias y las Ciencias Sociales*, Anthropos / Instituto de Investigaciones Sociales, Barcelona, 2004.
- KOLAKOWSKI, Lesek *La filosofía positivista*, Red Editorial Iberoamericana, México, 1993.
- LAUDAN Larry “Un enfoque de solución de problemas al progreso científico”, en HACKING, Ian *Revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1985.
- LAUDAN Larry *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico*, Encuentro, Madrid, 1986.
- LÉVI-STRAUSS, Claude *Antropología estructural*, Paidós, Barcelona, 1987.
- MARX, Karl “*Tesis sobre Feuerbach*” *Obras escogidas*, Progreso, Moscú, 1969.
- OSIPOV, Guennadi V. *Sociología. Problemas teóricos y metodológicos*, Nuestro Tiempo, México, 1975.
- PRIGOGINE, Ilya *La fin des certitudes. Temps, chaos et les lois de la nature*, Poches Odile Jacob, Paris, 2001.
- REYNOSO, Carlos *Corrientes en antropología contemporánea*, Biblos, Buenos Aires, 1998.
- REYNOSO, Carlos *Modelos o metáforas. Crítica al paradigma de la complejidad de Edgar Morin*, Colección Complejidad Humana, Buenos Aires, 2009.
- SALAMON, Tomas *Design of Agent-Based Models: [Developing Computer Simulations for a Better Understanding of Social Processes](#)*, Bruckner Publishing, 2011.
- SCHELLING, T. C. “Models of Segregation”, en *The American Economic Review*, Vol. 59, N° 2, Papers and proceedings of the eighty-first Annual Meeting of the American Economic Association, May 1969.
- TWAIN, Mark "Chapters from My Autobiography", en *North American Review*, 1906.
- TRUBETZKOY, N. S. *Principios de fonología*, Cincel, Madrid, 1976.
- TURING Alan “The Chemical Basis of Morphogenesis”, en TURING, A. M. *Philosophical Transactions Royal Society of London*, Series B, 1952
- WALLERSTEIN, Immanuel *Historia de las Ciencias Sociales* UNAM, México, 1997.
- WALLERSTEIN, Immanuel *Impensar las Ciencias Sociales*, Siglo XXI Editores-UNAM, México, 2007.