

Aspectos discursivos y didácticos de las relaciones entre matemáticas y ciencias sociales¹

MARTÍN PUCHET ANYUL

EL PROPÓSITO DE ESTE TRABAJO es responder a qué matemáticas enseñar en los cursos que se imparten en las carreras de ciencias sociales y a cómo hacerlo. Para formular esas respuestas se exploran aquí las relaciones complejas entre proposiciones de las ciencias sociales y formulaciones matemáticas siguiendo, como ejemplo, las vinculaciones que ellas presentan en la economía matemática. Se parte del prejuicio de que sólo mediante la definición del papel que cumplen las matemáticas en relación con las ciencias sociales es posible precisar cuestiones relativas a su didáctica.

Esta manera de hacer depender cuestiones de orden didáctico de la precisión de problemas epistémicos y metódicos conduce a proponer idealidades. Es decir, al final no se hacen propuestas viables en el sentido de que toman en cuenta las restricciones institucionales universitarias que hay para programar cursos y dar clases como los que se sugieren. Sin embargo, sólo a partir de estas idealidades será factible formular lineamientos adecuados, desde un punto de vista formativo, para la enseñanza de las matemáticas a los estudiantes de ciencias sociales. Cuáles serán los caminos para acercarse a esas formulaciones ideales es otro problema.

Los objetivos del artículo son, principalmente, los siguientes. El primero es esclarecer aspectos que conceptualmente están oscuros en dichas relaciones o que son velados por interpretaciones organizadas de acuerdo con prejuicios carentes de racionalidad. El segundo objetivo es fundamentar el enfoque, las orientaciones y los programas de matemáticas que deben impartirse en las carreras de ciencia política, economía, relaciones internacionales o sociología.

¹ Este artículo surgió a raíz de una consulta sobre qué matemáticas enseñar a los estudiantes de ciencias sociales, formulada por la Comisión de Enseñanza de la Facultad de Ciencias Sociales (UROU, Montevideo, Uruguay). Luego se realizó una investigación sobre el tema del título que fue financiada, en parte, por un *Small Grant* del Departamento de Estudios Internacionales de la Universidad de las Américas, A. C. de México, D. F. En dicho proyecto participó Federico Morales, quien hizo útiles comentarios a versiones anteriores. También Javier Bonilla, Álvaro Forteza, Francisco Giner de los Ríos, Víctor Godínez, Álvaro Jaume, Gerardo Palomo, Eduardo Vega y Richard Warren contribuyeron al señalar confusiones o excesos presentes en textos previos. Ninguno de ellos tiene responsabilidad alguna sobre el resultado final que aquí se presenta.

El contenido principal del trabajo está organizado mediante breves disquisiciones acerca de enunciados polémicos o paralógicos. El procedimiento tiene justificaciones valederas. La amplitud de los vínculos entre ambos campos científicos haría imposible formular problemas medulares si no se los circunscribe a planteamientos que caben en una oración. A su vez, discurrir a partir de esas oraciones acota el análisis y facilita el avance hacia conclusiones que posean cierto grado de aplicabilidad. Por último, muchos de los ambiguos enunciados que dan pie para argumentos y refutaciones posteriores tienen arraigo, e incluso prestigio, entre los practicantes de diferentes disciplinas de las ciencias sociales. La indiferencia con que se los formula en este texto tiene la pretensión de que las críticas formuladas sirvan para abrir un ámbito de discusión e intercambio donde se cuestionen planteamientos fragmentarios, más que fundamentar posturas y visiones integrales sobre la metodología de las ciencias sociales o el papel que las matemáticas cumplen en ella.

El párrafo 0) plantea las relaciones entre matemáticas y economía como modelo o forma ejemplar que sirve para acotar el papel de las primeras respecto de las otras disciplinas sociales. Los dos siguientes tratan en diferentes formas de vincular matemáticas y ciencias sociales y de las teorías matemáticas que han nacido o se han desarrollado en función de las ciencias sociales. El último trata aspectos didácticos y sugiere las materias de matemáticas y de estadística que deberían enseñarse en las carreras de ciencias sociales.

0. APROXIMACIÓN INAUGURAL: MATEMÁTICAS Y ECONOMÍA

Los planteamientos que siguen sobre las relaciones del título se hacen desde una intersección privilegiada que se denomina, aludiendo a las respectivas disciplinas: economía matemática. La finalidad de dichos planteamientos es postular que, así como se describen e interpretan las relaciones entre economía y matemáticas, deberían plantearse las vinculaciones de otras ciencias sociales con las matemáticas. Dicho privilegio proviene de dos hechos importantes que se formulan y se enumeran a continuación.

- 1) *El papel de las matemáticas está definido, en la intersección mencionada, como la sintaxis de un lenguaje, del cual la economía es su semántica. Más todavía, la economía matemática es un método de modelación*

Este enunciado obliga a explicar las características de la sintaxis y de la semántica postuladas, a mostrar las peculiaridades que tiene el método de modelación, y a señalar las dificultades que tiene construir modelos en economía matemática.

Según el enfoque semiótico, se distinguen en el desempeño lingüístico sintaxis, semántica y pragmática.² La afirmación anterior postula que la matemática

² Una definición de la semiótica como disciplina que se ocupa del tratamiento de los lenguajes ordinarios y artificiales como conjuntos de signos, y de sus respectivas partes: las relaciones entre los

aporta la sintaxis, mientras que la economía proporciona la semántica de la economía matemática. Además, la práctica del uso del lenguaje nacido de esa conjunción supone una pragmática. En consecuencia, la economía matemática designa un lenguaje con dimensiones semióticas provenientes de disciplinas diferentes.

Conviene prevenir al lector de que el uso de dicha diferenciación semiótica cumple aquí una función simple: se usa para evitar que en este caso se considere a las matemáticas como lenguaje.³ Y, a la vez, para ubicar a la economía o a otras ciencias sociales en sus papeles sustantivos de constructoras de conocimientos.⁴

La economía describe y explica cierto conjunto de hechos, plantea y elucida una clase de problemas relacionados con su campo fáctico y con sus tradiciones analíticas, propone interpretaciones globales del desarrollo económico y diseña cursos de acción posibles. Las proposiciones que nacen en esas distintas actividades son formalizadas mediante recursos matemáticos. Ese proceso conduce a la estructuración de la economía matemática.

Sin embargo, dicho procedimiento genético que va de las proposiciones del discurso económico a los enunciados formales de la economía matemática no es el desarrollo característico que siguen las actividades de los economistas matemáticos. Por el contrario, descripción y explicación de hechos, planteo y solución de problemas, interpretación de los hechos histórico-económicos y diseño de políticas son realizadas mediante enunciados que surgen formalizados sin que medie, de manera explícita e incluso consciente, el proceso por el cual se llega a los enunciados formales, o proceso de formalización. El economista matemático desarrolla sus enunciados y razona en su lenguaje, no está dedicado a tender en cada momento el puente de la formalización entre proposiciones del discurso económico y formulaciones matemáticas. La pragmática de la economía matemática es, justamente, el uso y los hábitos de ese lenguaje tan formalizado.

Esta descripción de la intersección mencionada no es inocente y alude a un compromiso complejo que tiene, por lo menos, dos características muy importantes.

Las matemáticas como sintaxis no poseen, a diferencia de ciertas partes de la lógica formal, todas sus reglas deductivas codificadas. Por el contrario, muchas de ellas son habituales y reposan en la tradición y las costumbres de sus practicantes.

signos, materia de la sintaxis, las referencias de los signos y sus expresiones a los entes designados, asunto de la semántica, y las funciones de los lenguajes respecto de los sujetos que los usan, cuestión que estudia la pragmática, está clara, por ejemplo, en Alfredo Deaño (1974), *Introducción a la lógica formal*, 1: *La lógica de enunciados*, Madrid, Alianza Universidad, pp. 22–23.

³ No debe olvidarse que el epígrafe del famoso e influyente libro de Samuelson que fundamenta la economía matemática actual es la frase de J. Willard Gibbs: “La matemática es un lenguaje.” Véase Paul A. Samuelson (1947), *Fundamentos del análisis económico*, Buenos Aires, El Ateneo, VII.

⁴ Como es claro, la aproximación semiótica a los lenguajes, cuando se la aplica a un discurso disciplinario o científico, reduce muchos de sus aspectos sustantivos; pero hace posible, en este caso, acotar de manera clara que en las formalizaciones actuales las disciplinas indagan todos los aspectos referenciales de sus proposiciones —semánticos, epistemológicos, ontológicos, éticos— aun cuando también éstos sean tratados con recursos de la lógica matemática. Es decir, estas disciplinas no son relevadas mediante ninguna formalización posible de su densidad discursiva.

Dicho de otra manera, al enfrentarse a la demostración de un enunciado no están escritas todas las reglas que conducen a probarlo o refutarlo, como ocurre, por ejemplo, en la lógica de primer orden. En consecuencia, la sintaxis de la economía matemática, si bien tendrá importantes trozos sistematizados (o formalizados en sentido estricto), deberá recurrir, la mayor parte de las veces, al entrenamiento y al oficio adquiridos en el razonamiento matemático.

La economía como semántica no posee irrefutables criterios de verdad. Pero su práctica analítica autoriza a precisar los límites dentro de los cuales sus proposiciones pueden ser verdaderas. Así, ante un enunciado primitivo o supuesto, la capacidad descriptiva de un economista consiste en mostrar el modelo heurístico (o conjunto de presupuestos) en que éste se satisface o no. Y su percepción empírica se manifiesta mediante sus juicios acerca de la pertinencia de los supuestos respecto de los hechos observados en una economía determinada, y luego estilizados. Por lo tanto, la semántica de la economía matemática apelará, para conformarse, al ejercicio del análisis y el razonamiento económicos.

Las dos características mencionadas muestran que el razonamiento es actividad medular del uso de todo lenguaje, en particular de aquellos relacionados con la evolución y con las revoluciones que ocurren en las ciencias.⁵ Pero en este caso, además, se entrecruzan dos formas distintivas del razonar: la que consiste en obtener unos enunciados formales a partir de otros, peculiar de las matemáticas, y la cual busca las condiciones lógicas en que son válidos los enunciados y que, a su vez, establece su pertinencia empírica, típica de la economía.⁶

⁵ El enfoque semiótico conduce, muchas veces, a soslayar estos componentes medulares e irreducibles a las rutinas del cálculo que están presentes en la sintaxis y en la semántica de los lenguajes ordinarios y, más aún, en los discursos científicos.

⁶ Las siguientes dos citas presentan de manera acabada estas dos formas de razonar. Dice Poincaré acerca del razonamiento matemático: "Una demostración matemática no es una simple yuxtaposición de silogismos; *son silogismos colocados en un cierto orden*, y el orden en el cual están colocados estos elementos es mucho más importante que ellos mismos. Si tengo el sentimiento, la intuición de ese orden, de manera que me pueda dar cuenta rápidamente del conjunto del razonamiento, no debo temer más olvidarme de uno de los elementos, cada uno de ellos vendrá a colocarse en el cuadro que le he preparado, sin que haya hecho ningún esfuerzo de memoria." (Véase Henri Poincaré (1978), "La invención matemática", *Filosofía de la ciencia*, México, UNAM, p. 238.) Respecto del razonar en economía, afirma Keynes: "El objetivo de nuestro análisis no es proveer un mecanismo o método de manipulación ciega que nos dé una respuesta infalible, sino dotarnos de un método organizado y ordenado de razonar sobre problemas concretos; y, después que hayamos alcanzado una conclusión provisional, aislando los factores de complicación uno a uno, tendremos que volver sobre nuestros pasos y tener en cuenta, lo mejor que podamos, las interacciones de dichos factores.

"Ésta es la naturaleza del pensamiento económico. Cualquier otro modo de aplicar nuestros principios formales de pensamiento (sin los que, no obstante, estaremos perdidos en el bosque) nos llevará a error. Una falla importante de los métodos pseudo-matemáticos simbólicos de dar forma a un sistema de análisis económico..., es el hecho de suponer de manera expresa una independencia estricta de los factores que entran en juego, y que dichos métodos pierden toda su fuerza lógica y su autoridad si se rechaza esta hipótesis; mientras que, en el razonamiento ordinario, donde no se manipula a ciegas, sino que se sabe en todo momento lo que se está haciendo y lo que las palabras significan, podemos conservar 'en el fondo de nuestra mente' las necesarias reservas y limitaciones y las correcciones que tendremos que hacer después, de un modo en el que no podemos retener diferenciales parciales complicadas 'al reverso' de algunas páginas de álgebra, que suponen el

El principal papel cumplido por la economía matemática es la transformación de las proposiciones económicas en modelos. Éste es un resultado de la práctica de la disciplina que ha dado lugar a la constitución de su método específico de modelación. El rasgo fundamental de este método es su pluralidad de problemas y maneras de abordarlos bajo el patrón común de apegarse a las reglas que se definen y explican a continuación.

Un problema económico se plantea mediante una combinación de enunciados del lenguaje ordinario de diferente grado de abstracción. Unos provienen de alguna tradición teórica, otros se basan en formas de interpretar observaciones y datos. La concepción de esas tradiciones es diversa: para algunos serán corrientes con flujos y reflujos en sus funciones explicativas; para otros se organizarán en paradigmas o en programas de investigación; y para otros más se tratará de estructuras discursivas que corresponden a ciertas clases de hechos. En todo caso, el resultado es un conjunto de *supuestos* que aíslan, establecen y describen el problema.

La formulación de los supuestos origina el análisis y el razonamiento económicos. Mediante la práctica de estos últimos se obtiene un conjunto de enunciados derivados. Las maneras de pasar de los supuestos a un enunciado derivado es la argumentación económica que reconoce caminos muy diversos y modos de fundamentar argumentos que son plurales.

Los supuestos describen de manera subyacente aspectos y relaciones económicas. Si se hiciera explícita dicha descripción se obtendría un conjunto de *presupuestos*. Estos presupuestos configurarían, por lo general, el *modelo heurístico* del problema. Es decir, las características de la economía donde es posible razonar acerca de ese problema planteado y, por lo tanto, el ámbito de validez de los supuestos y de los enunciados derivados.

La primera regla que sigue el economista matemático es escribir cada supuesto haciendo uso de conceptos, símbolos y reglas provenientes de las matemáticas. El resultado de ese ejercicio de formalización es el modelo matemático. A partir de ese conjunto de supuestos formalizados, que en algunos casos se denominan “axiomas”, se obtienen enunciados derivados que (abusando de arraigadas tradiciones matemáticas) se siguen llamando, en artículos y libros de economía, “teoremas”.

La segunda regla es transitar del conjunto de los axiomas al de los teoremas siguiendo las diversas formas del razonamiento matemático. Una vez obtenidas estas conclusiones formalizadas, es posible interrogarse sobre su validez. La tercera regla, satisfecha con rigor y amplitud disímiles, es determinar si las interpretaciones de los teoremas concuerdan con los presupuestos que conforman el modelo heurístico. Es decir, establecer si los resultados obtenidos mediante el razonamiento matemático son analíticamente pertinentes y en qué sentido poseen validez en el marco del modelo heurístico.

Planteadas de esta manera las características del método de modelación de la economía matemática existirían, en principio, los siguientes puntos en los que es posible la discrepancia entre formalizaciones distintas. Dado un conjunto de supuestos, ¿cómo y cuántas formas hay de obtener un conjunto de axiomas a partir de ellos? Una vez obtenido el conjunto de axiomas, ¿cómo plantear un teorema que sea demostrable usando esos axiomas? Si un teorema es cierto, ¿cuál es su interpretación? Una vez demostrados los teoremas y precisada para cada uno su interpretación, ¿cómo juzgar el grado de validez de las interpretaciones en el seno del modelo heurístico o la concordancia entre una interpretación y un presupuesto?

Sin embargo, como se ha dicho antes, el economista matemático no tiende estos puentes entre supuestos y axiomas, ni afronta dificultades para plantear y derivar un teorema a partir de los axiomas, ni se plantea la cuestión de precisar interpretaciones de cada teorema. En su forma de razonar, supuestos y axiomas coinciden y él comienza por estos últimos; luego plantea teoremas cuyas demostraciones se hacen según las reglas del razonamiento matemático, y la precisión de sus respectivas interpretaciones sigue convenciones conocidas en las disciplinas matematizadas.

En consecuencia, las cuestiones disputadas en el razonamiento de los economistas matemáticos coinciden con las que son polémicas en el razonar de cualquier economista. Éstas son: ¿Cuál es el modelo heurístico subyacente en los supuestos o en sus formulaciones matemáticas? ¿Qué grado de concordancia hay entre presupuestos e interpretaciones de los enunciados derivados, sean éstos expresiones del lenguaje ordinario o teoremas?

Las preguntas planteadas vuelven a poner a los economistas matemáticos ante el mismo problema que tiene cualquier economista: cómo argumentar sus proposiciones. Dicho de otra manera: cómo construir los ámbitos de validez de sus axiomas y de las interpretaciones de sus teoremas. Y, en ese campo, la lógica matemática ayudaría, pero la argumentación no se reduce fácilmente a sus métodos.⁷

Esta interpretación de las relaciones entre matemáticas y economía y del método de modelación de la economía matemática que se ha reseñado justificaría un texto independiente. Sin embargo, el hecho de precisar los papeles distintivos de las diferentes disciplinas en la conformación de la economía matemática —es decir, su caracterización estática— y, a la vez, el haber planteado las fases del método de modelación —postulando una estructuración dinámica de esa conjunción—, es suficiente para reivindicar este modelo relacional como posible y útil para las otras disciplinas sociales.

Ahora bien, dicha aclaración de las relaciones entre disciplinas se ha realizado desde las perspectivas de la semiótica y de la semántica; es decir, se remiten las

⁷ Cuando se trata de elucidar cómo formular argumentos teóricos y empíricos en el proceso de modelación en economía matemática, los lineamientos de la semántica lingüística serían beneficiosos. Tal posibilidad apareció ante quien escribe al leer la introducción del libro de Luisa Puig (1991), *Discurso y argumentación: un análisis semántico y pragmático*, México, UNAM, pp. 13–27.

preguntas clave a disciplinas externas respecto de las matemáticas y de la economía. Entonces se eluden ciertos problemas fundamentales o, si se prefiere, se abre una ruta de escape hacia otras formulaciones científicas o un camino de penetración en terrenos de más fructíferas respuestas.

2) *La tradición de la economía matemática es más larga y profunda que la de otras ciencias sociales matematizadas*

Sin necesidad de remontarse a los trabajos pioneros de Cournot sobre el duopolio (1838) o a las porciones que utilizan matemáticas en *El capital* (1867) de Marx, en los *Principios* (1874) de Jevons o en los *Elementos* (1871) de Walras, los comienzos de la economía matemática podrían fecharse en los ensayos de Dimitriev, Pareto, Edgeworth y Wicksteed, del período comprendido entre 1890 y 1910.⁸ Tal vez los pioneros contemporáneos, en la medida que plantearon de una manera altamente formalizada, respecto de la norma de la época, sus problemas y en tanto demandaron conocimientos matemáticos que excedían a los utilizados por sus coetáneos, fueron los artículos de Feldman y Ramsey (fechados en 1928) y los de Von Neumann y Wald, presentados a principios de los años treinta en el seminario de matemáticas de Karl Menger.⁹ Es posible que nombres y fechas sean suficientes para fundamentar la larga tradición de la economía matemática, pero no alcanzan para estipular su profundidad.

En ese sentido hay que mostrar el nacimiento de ramas o subdisciplinas matemáticas como resultado de las demandas de conocimientos realizadas por los economistas u originadas en el esfuerzo conjunto de matemáticos y economistas. Así, el surgimiento de la programación lineal en la Rusia soviética con el trabajo de Kantorovich durante la década de los treinta y la concreción de la teoría de los juegos en Estados Unidos de América durante los años de la segunda Guerra Mundial mediante el trabajo de Von Neuman y Morgenstern son paradigmáticos.¹⁰ Al mismo tiempo, nacen formas nuevas y determinantes de vincular

⁸ Véanse, para los precursores: A. A. Cournot (1838), *Investigaciones acerca de los principios matemáticos de la teoría de las riquezas*, Madrid, Alianza Editorial, 1969; W. S. Jevons (1871), *The Theory of Political Economy*, Londres, Macmillan; L. Walras (1874), *Elements d'Économie Politique Pure*, París, R. Pichon y R. Durand-Auzias; y K. Marx (1887), *El capital*, tomo II, México, Fondo de Cultura Económica. Y, para los fundadores: V. K. Dimitriev (1904), *Ensayos económicos sobre el valor, la competencia y la utilidad*, México, Siglo XXI, 1977; F. Y. Edgeworth (1925), *Papers Relating to Political Economy*, Londres, Macmillan for the Royal Economic Society; V. Pareto (1911), "Économie mathématique", *Encyclopedie des Sciences Mathématiques*, París, Gauthier-Villars y P. H. Wicksteed (1894), *An Essay on the Co-ordination of the Laws of Production*, Londres, Macmillan.

⁹ Véanse Feldman (1928), "Per una teoria dei tassi di crescita del reddito nazionale", en N. Spulber (comp.), (1964), *La strategia sovietica per lo sviluppo economico, 1924-30, La discussione degli anni venti nell'URSS*, Torino, Einaudi, 1970, pp. 260-285 y 385-413; y F. P. Ramsey (1928), "A mathematical theory of saving", en *Economic Journal*, 38, 543-59, respecto de los primeros, y J. von Neumann (1937, 1945), "A model of general economic equilibrium", *Review of Economic Studies*, 13, 1-9 y A. Wald (1931, 1951), "On some systems of equations in mathematical economics", *Econometrica*, 19, 368-403. Los primeros años de los paréntesis corresponden a las ediciones alemanas de ambos artículos.

¹⁰ Véanse L. V. Kantorovich (1939, 1959), "Mathematical Methods in the Organization and Planning of Production", en V. S. Nemchimov, *The Use of Mathematics in Economics*, Edinburgo y

formulaciones matemáticas de proposiciones económicas con datos recopilados mediante distintos métodos no experimentales. El análisis de insumo-producto iniciado por Leontieff en Rusia durante los años veinte, y continuado en Estados Unidos de los treinta en adelante, y la econometría comenzada por Frisch y Haavelmo en Noruega, Koopmans en Holanda y Wold en Suecia a partir de los treinta (también desarrollada luego en Estados Unidos) son los ejemplos primeros y originales de esa fértil conjunción entre matematización y utilización de datos empíricos.¹¹

La capacidad de generar nuevas ramas del conocimiento matemático así como la posibilidad de inducir y estructurar subdisciplinas afines con sustento empírico, en el amplio campo de las matemáticas aplicadas a la economía, son fundamentos suficientes de la postulada profundidad que tiene la economía matemática respecto de otras ciencias sociales matematizadas.

Las páginas que siguen se apoyan en la idea de que las relaciones descritas en términos semióticos entre matemáticas y economía serían similares a las que guardan las otras ciencias sociales con las matemáticas. Por su parte, el método de modelación desarrollado en esa conjunción sería extensible a otras disciplinas. A su vez, ese papel inductor de subdisciplinas sustentadas en datos que cumple la matematización de la economía se toma como rasgo generalizable a otras ciencias sociales.

1. DISQUISICIONES PARA SALVAR EQUÍVOCOS Y AMBIGÜEDADES QUE SE PRESENTAN EN LAS RELACIONES ENTRE MATEMÁTICAS Y CIENCIAS SOCIALES

Las relaciones entre matemáticas y ciencias sociales se han expresado en algunos parallogismos que conviene señalar y cuestionar. Estos parallogismos son, por lo general, resultados de hábitos y costumbres generados en la formación y en la práctica de los profesionales de las ciencias sociales.

1.1) *Las matemáticas son métodos cuantitativos de las ciencias sociales*

El enunciado identifica cuantificación con formalización. Esta asociación estricta de las matemáticas con la cuantificación, aunque trivial, es más difundida que lo que muchos matemáticos sospechan. Entre los científicos sociales (incluidos los economistas) es responsable de un enfoque equivocado del papel de las mate-

Londres, Oliver & Boyd, 1964, 225-79 y J. Von Neumann, y O. Morgenstern (1944, 1947, 1953), *Theory of Games and Economic Behaviour*, Princeton, Princeton University Press.

¹¹ Para la fundación del análisis de insumo-producto, véanse W. Leontieff (1941), *The Structure of American Economy, 1919-1929*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, y para la econometría: R. Frisch (1934), "Statistical versus theoretical relations in economic macrodynamics", *League of Nations Memorandum*; T. C. Koopmans (1937), *Linear Regression Analysis of Economic Time Series*, Netherlands Economic Institute; T. Haavelmo (1944), "The probability approach in econometrics", *Econometrica*, 12, supplement; y H. O. Wold, (1938), *A Study in the Analysis of Stationary Time Series*, Uppsala, Almqvist and Wicksell.

máticas, ha determinado una formación matemática limitada, y a veces endeble, de muchos profesionales.

Tal vez dos ejemplos son ilustrativos de este yerro en el enfoque del papel de las matemáticas. Primer ejemplo: el alto peso que tiene la estadística en las carreras de sociología en detrimento casi total de las teorías de juegos, de decisiones, de redes que serían sumamente útiles para plantear y resolver problemas donde actúan múltiples agentes o donde se jerarquizan diversos comportamientos. Segundo ejemplo: el papel equivalente que poseen, en las carreras de economía y dentro de las llamadas áreas de métodos cuantitativos, las matemáticas a la par con las técnicas contables y la estadística descriptiva (aunque el papel de las primeras tiene importancia para la estructuración de todo el conocimiento económico y no solamente para su comprobación como es indudablemente el caso de las segundas).

Desde el punto de vista formativo, esta identificación tiene consecuencias graves. Las matemáticas identificadas con un método para cuantificar no son reconocibles. Los conceptos de medida y su posible derivado de cantidad ocuparían, a lo sumo, una parcela del análisis matemático. Así consideradas, se convierten en una disciplina de contenido difuso y sirven como auxiliar de las ciencias sociales, en particular de la economía. Así impartidas, no hacen posible conocer sus alcances y sus límites, “interiorizar” los riesgos de su ignorancia y usarlas para la argumentación en el seno de los discursos de las ciencias sociales.

Por el contrario, de acuerdo con el enfoque expuesto, las matemáticas sirven para formular la sintaxis de ciertas proposiciones y para operar con sus formas lógicas. De ahí que la formación matemática de un científico social requiera de un mayor cuidado y de una profundidad cualitativamente distinta respecto de quienes usan las matemáticas para calcular o para representar enunciados sujetos a verificación. En el caso de los primeros, las matemáticas tienen la posibilidad de convertirse en la sintaxis de su lenguaje científico. Pero aunque esta opción no se realice, entender cómo otros la ponen en práctica obliga a jerarquizar las matemáticas y su enseñanza dentro de las ciencias sociales.

Sin duda, la medición de variables u otros aspectos cuantificables de los discursos disciplinarios es fundamental en las ciencias sociales. Pero ésta es función de la estadística que, como es claro —aun cuando utiliza métodos y técnicas matemáticos—, aborda problemas de otra índole. Medir variables o recopilar información cuantitativa e inferir a partir de datos no son cuestiones de las que se ocupen las matemáticas. La distinción es obvia pero aún sigue siendo necesaria porque los programas de estudios de las carreras siguen encasillando las matemáticas, la estadística, las técnicas de conteo y de contabilidad, los métodos de recopilación de datos y los sistemas de información dentro del área común de métodos cuantitativos.

Una confusión mayor está subyacente en la oración 1.1. Es la que no ubica claramente el razonamiento matemático en relación con la metodología de las ciencias sociales. En el lenguaje de toda ciencia social se aíslan y se precisan los conceptos de: teoría y *empirie*, proposiciones y hechos, formas y datos. Cada uno

de los elementos de estos pares conceptuales son estructuras o construcciones metalingüísticas respecto del discurso de cada ciencia particular. Cada elemento del par desempeña diferentes papeles en los respectivos discursos científicos. Los primeros elementos se refieren a las formulaciones cognoscitivas depuradas por tradición, obtenidas por procesos de abstracción y reducción y basadas en un mayor grado de generalización. Los segundos son representaciones decantadas de la ocurrencia histórica.

Otra vez conviene destacar que esta precisión trivial para cualquier científico social no lo es, muchas veces, para matemáticos, estadísticos u otros científicos. La *empirie* de los científicos sociales no es la experiencia: sucesos y acontecimientos históricos con los que tratan no son repetibles, ni replicables, ni aprendibles. Es decir, lo empírico social no es asimilable a la experiencia nacida de experimentos, repetibles siempre por definición, ni a la originada en actos psicológicos, aprendible, por lo menos, mediante ensayo y error. Al mismo tiempo, los hechos de los científicos sociales no son los fenómenos que resultan de experimentos o de observaciones sobre sucesos que se suponen repetidos. Los hechos sociales, en la medida que nacen de ocurrencias históricas, son únicos. Por su parte, los datos que obtienen los científicos sociales no son mediciones experimentales ni observaciones astronómicas. Responden a procedimientos constructivos y al tratamiento de información de diversa índole. Por ello, la teoría estadística que utilizan es diferente de aquella que parte del diseño experimental.

La carencia de las distinciones entre teoría y *empirie* (no experiencia), proposiciones y hechos (no fenómenos), y formas y datos (no mediciones), sirve para fijar el papel de las matemáticas y de su razonamiento en la metodología de cada ciencia social. Las matemáticas sirven para tratar con los primeros términos de estas distinciones pero no para operar con los segundos. La construcción de los segundos y la operación posterior son materia de la estadística y de otros métodos y técnicas cuantitativos.

Por último, es claro que así como la experiencia, los fenómenos y las mediciones de las ciencias experimentales son construcciones realizadas a partir de aspectos reales mediante experimentación, la *empirie*, los hechos y los datos de las ciencias sociales son, también, composiciones generadas por observaciones basadas en presupuestos descriptivos. Unos y otros poseen un carácter constructivo aunque las formas de generarlos difieran. Los primeros se obtienen de manera replicable, los segundos no.

1.2) *Las matemáticas son garantes de la científicidad; es decir, son las formas representativas, por excelencia, de los enunciados de todo discurso científico*

La afirmación precedente no se basa en una elucidación del papel que desempeñan las matemáticas en cada discurso científico. Se dice simplemente que, si un discurso está matematizado, tiene un rasgo determinante de científicidad. La afirmación, aunque es burda, tiene arraigo mediante versiones de diferentes grados de refinamiento. Hay quienes sostienen que sólo se alcanza el estatuto de

ciencia cuando se han matematizado los enunciados del discurso; mientras que otros defienden que la comprobación de la validez de ellos es realizable únicamente cuando están disponibles sus expresiones matemáticas.

El papel de las matemáticas en el *corpus* de cada disciplina particular es diverso. Ellas son candidatas a constituirse en la sintaxis del discurso, en las formas de razonamiento, en los métodos de representación, en las formas simbólicas, en fin, en diferentes de la semántica y de la pragmática de cada disciplina científica. En consecuencia, según su papel será la responsabilidad que les quepa en la determinación de la científicidad de los discursos. Así, del hecho de que las matemáticas sean formas simbólicas de enunciados no se concluye que éstos expresen conocimiento verdadero en algún sentido razonable.

Si bien la anterior conclusión es obvia, no deja de ser habitual considerar como rasgo distintivo de la auténtica ciencia su alto grado de matematización. Y, juzgadas de acuerdo con la concreción de ese proceso, las ciencias sociales son, para decir lo menos, inmaduras. Sin embargo, cuando se repara en el papel sintáctico que cumplen las matemáticas en el desarrollo de las ciencias sociales, se advierten las dificultades de su incorporación. No sobra remarcar que la pericia y la destreza en el uso adecuado de las reglas no explícitas de construcción sintáctica proviene, como en todo lenguaje, de la reiteración y la calidad de su práctica. Y este hecho depende, de manera decisiva, de los hábitos lingüísticos adquiridos. Es decir, del aprendizaje realizado en el transcurso de los ciclos formativos. ¿Qué capacidad sintáctica (gramatical, si se prefiere) ha aquilatado un científico social formado en hábitos matemáticos calculísticos o algorítmicos?

Es necesario insistir en que en ningún caso los usos de las matemáticas, en diferentes sentidos, aseguran validez ni veracidad a las proposiciones de las ciencias sociales que expresan. Es más, hay porciones altamente matematizadas de las disciplinas científicas sociales que posiblemente resultan muy cuestionables. En consecuencia, la científicidad no depende, de manera decisiva y determinante, del grado de matematización.

Pero, todavía más, la falacia contenida en 1.2. conduce a dos reducciones severas y perniciosas.¹² La primera consiste en acotar lo científico al ámbito de las

¹² Las consideraciones que se hacen a continuación convergen con las ideas siguientes de Hilary Putnam, aunque parten del punto de vista contrario. Es decir, mientras que Putnam reivindica el restablecimiento del equilibrio entre formalización y conocimiento no formalizable, aquí se reclama que se restaure la armonía entre ese conocimiento y su representación formal. Sin embargo, ambas perspectivas parten del reconocimiento del papel que cumplen las matemáticas como recursos de representación y de argumentación en los discursos de las ciencias sociales y no les atribuyen la responsabilidad de “cientificar” a estas disciplinas. “Si bien a fin de cuentas *no* tengo recomendaciones específicas que hacer a los científicos sociales —o más bien a los estudiosos de los fenómenos sociales y humanos—, puedo de todas formas anticipar algunos malentendidos. *No* estoy diciendo que las matemáticas no tengan lugar en las ciencias sociales. La economía matemática no nos presenta un modelo matemático de la persona total; pero aun así, su labor es valiosa. *No* estoy afirmando que las teorías verificables carezcan de un lugar en ellas, o la estadística o el ‘MC’. Mi concepción es más bien pluralista. Todos esos campos poseen un lugar y debemos usarlos cuando y donde resulte posible. Pero a esas técnicas no les faltan defensores. El propósito de esta conferencia fue restablecer el equilibrio subrayando los derechos de la vasta reserva de conocimiento humano no formalizado y no formalizable, de la cual dependemos y con la cual vivimos, respiramos y existimos cada día de nuestras

relaciones formalizables. La capacidad de atisbar e intuir la generación de nuevos hechos, la posibilidad de esbozar o hacer bocetos de nuevas interpretaciones y explicaciones y la necesidad de definir formas originales de captar señales observables (son rasgos de cientificidad indudables en ciencias sociales) perecen ante la exigencia de que el conocimiento se exprese de manera matemática. La segunda reducción se presenta cuando las matemáticas se convierten en la única e indudable formalización. Al igual que la anterior, esta restricción tiene una larga ristra de cuestionamientos. Actualmente no es el menor de ellos el planteamiento cuya finalidad es mostrar cómo ciertos sistemas computacionales son formas representativas más idóneas de explicaciones científicas o réplicas más claras y dinámicas de sistemas empíricos que ciertos modelos matemáticos.

El señalamiento de los límites de la matematización no sobra cuando se comprueba que ella ha conducido a una especialización tal que, dentro de una misma disciplina social, hay problemas de comunicación producidos por el hecho de que para expresar las proposiciones se recurre a diferentes ramas de las matemáticas. Es más, hay casos en los que, en una misma subdisciplina económica, el diálogo se dificulta porque unos siguen utilizando métodos del cálculo diferencial mientras otros recurren al análisis convexo.¹³

1.3) *Las matemáticas son responsables de la circulación pseudocientífica de las ideologías, en particular de la ideología dominante en algún espacio social*

El papel de las matemáticas en el seno de los discursos científicos es siempre separable y distinguible de los usos que de ellos se hagan. Expresado de otra manera: las matemáticas sirven para la circulación de discursos de cualquier signo ideológico. La intención de los mensajes que circulan, su direccionalidad en términos metacientíficos (es decir, epistemológicos, ideológicos, sociológicos) no proviene del grado de matematización del discurso sino de su finalidad y su utilización en el debate social, de su postura en las interacciones comunicativas.

La oposición dentro de los practicantes de una disciplina de las ciencias sociales entre quienes poseen conocimientos matemáticos y los que no los tienen ha generado, sobre todo en América Latina —páramo y trópico de nuestras disciplinas—, un uso propagandístico y autoritario de las matemáticas. Éste tiene un sustrato en la escasa formación matemática de ambos contendientes. Unos, los menos, abusan de su capacidad matemática casi siempre meramente instrumental en la medida que no conoce a fondo en qué enunciados matemáticos están respaldados muchos de sus razonamientos aparentemente refinados y cuáles son los límites lógicos de éstos. Otros, la mayoría, son sorprendidos en su ignorancia por las formas del discurso de sus colegas y contrincantes. Pero de

vidas." Véase la sexta de las conferencias John Locke, 1976, en Hilary Putnam (1978), *El significado y las ciencias morales*, México, UNAM, 1991, pp. 96-97.

¹³ En este lado del mundo se presenta la paradoja de que mientras se aprecian los límites de la matematización, su práctica es escasa y carece de un desarrollo original.

esta situación insensata no debe derivarse la lección general de que las matemáticas son vehículos eficientes para que circulen creencias sobre la modernización a ultranza o cualesquiera otras.

Sin embargo, la capacidad matemática para esclarecer enunciados y establecer los pasos de un razonamiento científico es siempre un aporte principal a la delimitación de los ámbitos borrosos que ocupan ideologías y ciencias sociales. Las posibilidades de aclarar el planteamiento de un problema o de esclarecer un razonamiento que proporciona la práctica de la formalización matemática y sus usos son contribuyentes directos de las tareas de delimitar fronteras y valorar proporciones entre ideologías y ciencias sociales. Está claro que el grado de penetración y de acuciosidad en el cumplimiento de esas tareas no depende de las posibilidades que ofrecen las matemáticas. Pero ellas hacen posible, muchas veces, fijar un terreno acotado y nítido para discutir cuántos son y qué peso tienen los presupuestos ideológicos o los componentes de la visión preteórica en un discurso científico.

1.4) *Las matemáticas son instrumentos de la práctica profesional de las ciencias sociales*

El egresado de las carreras de ciencias sociales no es, como resulta obvio, un científico social sino un profesional de una ciencia social particular. En consecuencia, las disquisiciones precedentes lo comprenden en tanto usuario de los conocimientos de las ciencias sociales y en la medida que las matemáticas contribuyen a la formación de su lenguaje o de sus instrumentos. Pero estos últimos se adquieren, de manera privilegiada, mediante réplicas didácticas del trabajo profesional. En esas actividades de enseñanza donde se aprende haciendo las tareas del quehacer profesional futuro, las matemáticas, la estadística, las técnicas de tratamiento de la información y muchos aspectos metodológicos aparecen mezclados de manera tal que no queda claro el papel que cada uno desempeña en la ciencia social que informa una práctica profesional. Por el contrario, las ponderaciones que tienen y los papeles que cumplen cada uno de esos conocimientos están determinados por el problema que enfrenta el profesional en cada momento. Y ese hecho hace necesario ubicar: qué función cumplen las matemáticas en su formación y cómo contribuyen a la generación de su capacidad para resolver problemas de manera independiente. Ambas respuestas deben considerar el papel de las matemáticas en los discursos disciplinarios, pero no son reducibles a ese ámbito.

La capacidad instrumental de un científico social no se valora por su formación matemática. Las posibilidades académicas que un profesional de las ciencias sociales tenga para desarrollar sus actividades depende de los conocimientos teóricos que posea y de los métodos y técnicas que le sirvan para su actuación. A la adquisición y el refinamiento de algunos métodos y técnicas sirve una adecuada formación matemática. Tampoco cualquier formación matemática es útil para convertirse en un profesional de las ciencias sociales con alta capacidad instrumental y amplias habilidades de formalización. Solamente la formación que se oriente, de manera inequívoca, hacia el desarrollo de las

capacidades sintácticas de las matemáticas y hacia la forja de un razonamiento matemático intelectual —es decir, basado en el orden de los silogismos que refiere Poincaré—, no automático, será básica para el desempeño de los futuros profesionales.

Un conocimiento matemático con las características mencionadas sirve entonces, positivamente, para lograr un mejor desempeño instrumental de los profesionales de las ciencias sociales. Sin embargo, una formación matemática básica no sólo cumpliría esa función, también la resolución de problemas concretos de la práctica profesional se vería beneficiada. Aunque las modalidades de plantear y resolver problemas provenientes de las matemáticas no son extendibles, sin mediaciones, a disciplinas empíricas, éstas apuntalarían un razonamiento formal y una dotación metodológica más robustos. De esa manera se amplía, significativamente, la capacidad de los futuros profesionales mediante la integración de patrones formales, y de los medios para aprenderlos, que son útiles para enfocar problemas y desarrollar respuestas.

2. TEORÍAS MATEMÁTICAS APLICADAS QUE SE DESARROLLARON EN FUNCIÓN DE LAS CIENCIAS SOCIALES

La diferencia entre los respectivos papeles y usos de las matemáticas en las ciencias sociales y en otras ciencias se aquilata mejor si se reconocen las ramas vinculadas a las primeras. Estas ramas originadas en las ciencias sociales o desarrolladas por sus demandas son distinguibles y tienen tradición diversa respecto de las que surgieron unidas a las ciencias físicas y a las ingenierías básicas. Son, por lo general, aplicaciones de teorías más abstractas de las propias matemáticas o de la estadística.

La siguiente enumeración no pretende más que ilustrar cuáles son esas ramas. Se hizo a partir de la economía pero pensando en las posibilidades que tienen esos desarrollos matemáticos de trasladarse a otras ciencias sociales. Así, la principal aplicación matemática al planteamiento y solución de un problema económico, la determinación y existencia de un equilibrio general, no se considera. Las formulaciones del problema y las concomitantes formas de explicitarlo matemáticamente son típicas de la economía.

Aquí se describen dos grupos de teorías matemáticas o estadísticas que se refieren a cuestiones económicas que tienen puntos comunes con otras disciplinas sociales.

El primer grupo comprende teorías desarrolladas o surgidas en relación con la modelación del comportamiento de los agentes económicos. Éstas son ramas que formalizan las racionalidades que se les atribuyen a los participantes en instituciones económicas —mercados, empresas, estados— y que plantean cómo se pasa de las decisiones individuales a las colectivas.

El segundo grupo abarca las teorías estadísticas que resultan de aplicar la teoría de la probabilidad a datos no experimentales de diverso origen. A diferencia de las primeras formalizaciones, éstas no se concentran en la representación

de los comportamientos racionales sino en la comprensión de las señales que arroja el funcionamiento del sistema económico o de alguna de sus partes.

No es menor la diferencia que tienen estas teorías en relación con su campo de aplicación. Las primeras tratan los comportamientos y las racionalidades de ciertos componentes del sistema, es decir, de sujetos cuya individuación se supone. En cambio, las segundas sirven para estudiar los resultados que arroja el funcionamiento sistémico o las relaciones entre sujetos.

2.1) *Teoría de la optimización*¹⁴

Esta teoría, si bien tiene un origen matemático clásico —la búsqueda de máximos y mínimos mediante métodos lagrangeanos—, desarrolló algunos de sus resultados principales como consecuencia de la formulación de problemas de optimización bajo restricciones que son característicos del comportamiento de los decisores en algunas teorías económicas o en la programación de actividades económicas.

Así, la formalización del criterio o de los criterios por optimizar, y la especificación de las condiciones que delimitan el conjunto de los óptimos posibles, condujo a progresivas extensiones de la teoría.

2.2) *Teoría de la elección social*¹⁵

La determinación de las condiciones que deben cumplir los juicios de valor de los agentes para originar un juicio general o social, y la identificación de los mecanismos posibles para realizar la agregación de dichos agentes, originó esta teoría. La representación de dichos juicios obligó a extender aspectos clásicos de las propiedades de las relaciones entre conjuntos y a demostrar teoremas surgidos en dicho marco.

La teoría de la optimización tenía un cuerpo de resultados independientes de su interpretación económica, los problemas económicos obligaron a sus más importantes extensiones, pero sus desarrollos posteriores forman una rama de las matemáticas aplicables no sólo a la economía sino a las ingenierías y a otras disciplinas. Por el contrario, gran parte de los resultados matemáticos obtenidos en el campo de la elección social forman un cuerpo autónomo que sólo allí adquiere sentido.

¹⁴ Véanse Akira Takayama (1974), *Mathematical Economics*, Hinsdale, Ill., The Dryden Press, cap. 1, secciones A a la E, 55–129, “Convexity” (Peter Newman) y “Convex Programming” (Stephen M. Robinson), en John Eatwell, Murray Milgate y Peter Newman (comps.), 1990, *The New Palgrave. A Dictionary of Economics*, Londres, Macmillan, vol. 1 (A–D), pp. 645–659.

¹⁵ Véase la entrada “Social Choice” (Aamartya Sen) en el diccionario de Eatwell, Milgate y Newman (comps.), *ibid.*, *supra* nota 10, vol. 4(Q–Z), 382–393.

2.3) *Teorías de los juegos y de las decisiones*¹⁶

El comportamiento optimizador caracteriza una racionalidad económica y ante su postulación indiscriminada surge la caracterización de las conductas estratégicas. Estas últimas son especificadas a partir de las acciones y reacciones de los participantes en un juego. Así, aunque el origen de la teoría está en el tratamiento formal de los juegos de azar, es la necesidad de expresar las relaciones competitivas o cooperativas, conflictivas o colusivas que se observan en los mercados y en otras instituciones económicas la que condujo a integrar una teoría matemática autónoma. A su vez, es la primera formalización que pone el acento en la representación de las relaciones entre los actores más que en sus comportamientos individuales.

De manera paralela con las preguntas acerca de cómo se llega al fin de una partida o de todo el juego, surgen las que tratan cuáles son las motivaciones que impulsan las decisiones de cada participante. En consecuencia, por ser campos separados, teorías de juegos y de decisiones, son altamente complementarias. Asimismo, desarrolladas ya hoy como ramas de las matemáticas aplicadas, adquieren su pleno sentido solamente en relación con las ciencias sociales.

2.4) *Teoría de las series temporales*¹⁷

La evolución de los fenómenos económicos se registra mediante observaciones que se captan temporalmente. Esos datos resultan de aplicar métodos de compilación y observación típicos de una disciplina no experimental. El tratamiento de dichos fenómenos (mediante la especificación de un modelo que sobrepone tendencias de largo plazo, movimientos periódicos de diferente duración y perturbaciones irregulares) tiene una larga tradición; pero solamente cuando esos datos se concibieron como generados por un proceso sometido a leyes probabilísticas se originó la teoría estadística de las series temporales tal como se la conoce hoy en día.

Nacida de esa conjunción entre la teoría de la probabilidad y la descripción de series de datos económicos, esta rama de la estadística ha ampliado sus usuarios para servir no sólo a los economistas sino también a muchos otros profesionales que analizan series temporales.

¹⁶ Véanse las entradas "Game Theory" (Robert J. Aumann) y "Decision Theory" (H. M. Polemarchakis) en el diccionario de Eatwell, Milgate y Newman (comps.) (1990), *ibid.*, *supra* nota 10, vol. 2(460-482) y vol. 1(A-D), 753-756, respectivamente.

¹⁷ Véanse A. C. Harvey (1990), *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter*, Cambridge, Cambridge University Press, cap. 2; Mary S. Morgan (1990), *The History of Econometric Ideas*, Cambridge, Cambridge University Press, parte I; y Marc Nerlove, David M. Grether y José L. Carvalho (1979), *Análisis de series temporales económicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1988, cap. I.

2.5) *Teorías estadísticas del análisis de datos y del muestreo*¹⁸

La descripción de datos de origen no experimental que, a su vez, no provienen de observaciones repetidas temporalmente también posee una larga historia. No son de menor importancia los datos demográficos y los generados sobre condiciones de salud y sobre ingresos y gastos de las familias. Sin embargo, la captación y el tratamiento de estos datos adquirió sentido pleno cuando fueron concebidos como resultados de procesos generadores probabilísticos.

La estadística demográfica fue pionera en ese enfoque que se ha extendido a todas las demás ciencias sociales. Así se conformaron, bajo el enfoque común, dos formas complementarias de aproximarse a los datos: una, que a partir de ellos trata de especificar su distribución descriptiva, y otra, que pretende inferir de esos mismos datos la distribución probabilística que los generó.

2.6) *Teoría de la inferencia econométrica*¹⁹

A diferencia de las teorías estadísticas de las series temporales, del análisis de datos y del muestreo, la inferencia econométrica adjunta, al reconocimiento del carácter no experimental de los datos y a la concepción de éstos como los resultados de procesos generadores probabilísticos, la necesidad de formular modelos teórico-económicos de partida para inferir ese proceso subyacente. Surgida en la intersección entre matemáticas, estadística y teoría económica, tiene hoy un campo de aplicaciones que alcanza a algunos fenómenos sociales más amplios.

La conjunción de disciplinas que representa y su pragmática son un antecedente valioso para la vinculación entre otras ciencias sociales y las matemáticas. En particular, el tipo de interacción observado en el proceso de concreción de modelos econométricos resultaría fructífero ejemplo para otras ciencias sociales.

Valen dos conclusiones de esta somera descripción de las teorías matemáticas que han evolucionado junto con las ciencias sociales. En primer término, es claro que no hay un patrón que muestre cómo se originan resultados matemáticos útiles para las ciencias sociales. Algunos son extensiones de teoremas conocidos; otros nacen ante problemas planteados por estas últimas, y unos más se originan en la confluencia de subdisciplinas matemáticas, estadísticas y sustantivas. En segundo lugar, empero, es necesario reconocer que las matemáticas vinculadas a las ciencias sociales tienen un alto grado de especificidad. Es decir, abordan problemas que tienen características diferentes y los tratan siguiendo las relaciones definidas anteriormente.

¹⁸ Para trazar fronteras entre el análisis estadístico descriptivo y la inferencia, y entre la estadística de base experimental y la surgida del muestreo, véanse los capítulos de la parte 2: "Las estadísticas y la programación de los experimentos", en James R. Newman (comp.), (1958), *Sigma. El mundo de las matemáticas*, tomo 3, Barcelona, Grijalbo, 1983, y los denominados "El cálculo de las probabilidades en las ciencias sociales" y "La estadística en las ciencias sociales" de la segunda parte del libro de Maurice Fréchet (1955), *Las matemáticas y lo concreto*, México, Plaza y Valdés-UNAM, 1988.

¹⁹ Véanse la entrada "Econometrics" (M. Hashem Pesaran), en el diccionario de Eatwell, Milgate y Newman (comps.), *ibid.*, *supra* nota 10, vol. 2(E-J), 9-22 y la parte III de Morgan, *ibid.*, *supra* nota 13.

3. ACLARACIONES SOBRE ASPECTOS DIDÁCTICOS DE LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS PARA LAS CIENCIAS SOCIALES

La adquisición de un conocimiento matemático útil para los científicos sociales está determinado por el papel que se le asigne a las matemáticas en relación con las ciencias sociales. Según el argumento sostenido en este trabajo, el conocimiento matemático que se enseñe deberá dirigirse hacia la formalización de argumentos teóricos, y el conocimiento estadístico matemático deberá llevar hacia la medición y contrastación (o confrontación) de argumentos empíricos. Es decir, la enseñanza de las matemáticas estará enfocada a la formación y desarrollo de las habilidades sintácticas, a la generación de la capacidad de acotar, plantear y resolver problemas, y al entrenamiento en los pasos fundamentales del razonamiento matemático. Por su parte, la enseñanza de la estadística se dirigirá a la utilización de datos no experimentales para validar argumentos de carácter empírico.

En ambos casos el acento es formativo: se trata de que los cursos no sólo sirvan para que el estudiante comprenda la materia, sino para que use los conocimientos en otros cursos de matemáticas, en cursos de materias instrumentales, y en la formulación y razonamiento de problemas de su disciplina. Sin embargo, en el proceso de enseñanza se conjugan aspectos formativos e informativos: al comienzo deben maximizarse los primeros aun en detrimento de los segundos. Los primeros cursos, los destinados a enseñar las matemáticas básicas, deben minimizar la cantidad de temas tratados y maximizar la de ejercicios que se hagan para aprender cada tema.

Los cursos básicos no son cursos de matemáticas aplicadas a las ciencias sociales. No son un conjunto de métodos y técnicas con ejemplos entresacados de los libros de texto y los manuales de las diferentes disciplinas. Se trata de cursos cuyo objetivo es formar en las matemáticas de acuerdo con la manera como las usan los científicos sociales. Por lo tanto, no deben contener los métodos o las técnicas propias de los cursos de aplicaciones. Por ejemplo, si se enseña optimización, no se trata de explicar métodos numéricos o algoritmos para buscar óptimos, sino de presentar la teoría fundamental. Al mismo tiempo, la motivación no tiene que hacerse con ejemplos triviales de las ciencias sociales que más que atraer cumplen el papel contrario, sino pensar formas intuitivas, cuando es posible geométricas, de presentación que impulsen a razonar y atraigan sobre las cuestiones matemáticas en sí mismas. Es lamentable, pero el papel que cumplen las matemáticas en las ciencias sociales determina que su uso requiera cierta destreza previa anterior a su aplicación que se adquiere después de un aprendizaje de dos o tres semestres.

Los cursos básicos debieran ser impartidos por científicos sociales que tengan formación en el campo y que conozcan el papel que las matemáticas cumplen en su trabajo. Por lo general, seguir la tradición de que ingenieros de diversas especialidades o matemáticos aplicados (computólogos, actuarios, estadísticos) dicten los cursos no conduce a buenos resultados, porque el acento profesional en los

temas y en la manera de encararlos evita cuestiones clave para la formación matemática en ciencias sociales.

Las matemáticas básicas debieran continuarse con cursos de matemáticas aplicadas en las ramas mencionadas en el párrafo anterior. Allí los conocimientos básicos se aplicarán a la construcción de teorías matemáticas útiles en ciencias sociales.

En el proceso de enseñanza–aprendizaje también se entrelazan ilustraciones con demostraciones de las proposiciones y resultados que se presentan. En los inicios deben minimizarse las formas de ejemplificar y dedicar atención al entrenamiento en el razonamiento formal. Esta sugerencia no supone seguir al pie de la letra el tedioso camino: definición, ejemplo, teorema, corolario, observación que sugiere el siguiente ciclo y, al terminarlo, comenzar otra vez *ad infinitum*, como en los libros de matemáticas. Por el contrario, es necesario presentar de manera global el objetivo de cada tema, el camino, a grandes trazos, que se recorrerá para alcanzarlo y la función que cumplen las proposiciones fundamentales y sus demostraciones. Por su parte, cada demostración es necesario plantearla en su orden global, distinguir el método que se seguirá para probarla de los detalles del caso y reconstruirla de manera clara y detallada. Como es obvio, con el subsecuente aprendizaje se salvarán muchos de estos pasos. También será importante explicar por qué algunas proposiciones se prueban formalmente, otras se plantean y sólo se esbozan sus demostraciones y otras más, simplemente, se mencionan y se explican.

Planteado de este modo, el proceso de enseñanza es un proceso constructivo de las bases sintácticas de un lenguaje a cuyo uso, si se desea, es posible acceder. Lo importante de esta formación básica es que abra posibilidades de usos útiles e ilustrados de las matemáticas en las diferentes disciplinas. Usar esas posibilidades es posterior y, tal vez, muy lejano. Pero que haya la opción es cada vez más importante en la medida que la matematización de las ciencias sociales se hace más amplia.

En conclusión, a medida que se avanza en este proceso constructivo, la tendencia general va de los aspectos formativos a los informativos y de la presentación de demostraciones a la de ilustraciones.

Los requisitos, las ramas fundamentales y las teorías matemáticas aplicadas, según la especialización disciplinaria, que deberían constituir los conocimientos matemáticos para los profesionales de las ciencias sociales se mencionan a continuación: *requisitos*: lógica y conjuntos; relaciones y funciones; nociones de probabilidad y procesos estocásticos, y *ramas fundamentales*: álgebra lineal; convexidad; cálculo diferencial e integral; teorías de la probabilidad y de la estadística matemática. Las *teorías matemáticas aplicadas* se señalan según el papel que cumplen en las diferentes disciplinas. Éstas son, si el orden descendente de importancia es sociología–ciencia política o relaciones internacionales–economía: teorías del muestreo y del análisis de datos. Si este orden es economía–ciencia política o relaciones internacionales–sociología, deben enseñarse prioritariamente: teorías de la optimización y de la elección social. Por último, si se ordenan las disciplinas

en ciencia política o relaciones internacionales–economía–sociología se priorizarán: teorías de juegos y de decisiones. Éstos serían los pilares cognoscitivos de una formación adecuada y probablemente buena en matemáticas para profesionales de las ciencias sociales.