

---

# ¿AXIOMÁTICA O EMPIRISMO? SOBRE EL USO DE LAS MATEMÁTICAS EN ECONOMÍA

---

Néstor Rubiano Páez\*

En este ensayo se delimitan las coordenadas básicas del debate sobre el uso de las matemáticas en economía. La primera sección explica el concepto de “axiomática”, de origen griego (la versión “antigua”), que se reformuló en el siglo XIX (la versión “moderna”). La segunda aborda la relación entre matemáticas y realidad. La tercera, siguiendo a W.O. Quine, analiza el vínculo entre construcción del lenguaje, construcción social de la realidad y método científico. La cuarta sección revisa la controversia entre los economistas que defienden el método axiomático y los defensores del método intuitivo o “empirista”. En la sección final se presentan algunas conclusiones.

## ¿QUÉ ES LA AXIOMÁTICA?

### LA VERSIÓN ANTIGUA: ARISTÓTELES

El *Diccionario de la Lengua Española* define así el término *axioma*: “proposición tan clara y evidente que se admite sin necesidad de demostración [...] 2. *Mat.* Cada uno de los principios fundamentales e indemostrables sobre los que se construye una teoría”.

La noción de principios indemostrables o verdades evidentes que los humanos conocen por medio de la intuición tiene en la geometría

\* Economista y magíster en economía (Universidades de los Andes, Bogotá, y Paris 1 Panthéon Sorbonne, respectivamente); asesor de planta de la Contraloría General de la República, Bogotá [nrrubiano@gmail.com]. En la redacción del ensayo fueron muy valiosas las críticas y sugerencias de los jurados anónimos de esta revista, con quienes estoy especialmente agradecido. Fecha de recepción: 11 de febrero de 2008, fecha de modificación: 26 de septiembre de 2008, fecha de aceptación: 2 de julio de 2009.

de Euclides una de sus aplicaciones más acabadas, y se puede rastrear hasta Aristóteles, para quien:

No es posible saber nada por la *demonstración* sino a condición de conocer los *primeros principios* [...] Es de necesidad que tengamos algún poder de adquirirlos, sin que por eso esta facultad, poseída por nosotros, sea superior en exactitud a los principios mismos [...] La sensación es una facultad innata en todos los animales (1977, 214-216).

En algunos animales –añade el propio Aristóteles– la razón se forma a causa de la persistencia de la sensación en el alma. Esa persistencia da lugar a la experiencia y ésta origina el principio del arte (producir las cosas que existen) y de la ciencia (conocer las cosas que existen). Así establece que los primeros principios provienen exclusivamente de la sensación.

El animal –prosigue el Estagirita– experimenta la sensación del ser particular (tal libro, tal árbol), pero la sensibilidad se eleva hasta lo general (libro, árbol) y crea así ideas universales que sirven de “punto de parada”<sup>1</sup> a otras ideas del mismo tipo. Por ello,

Es, pues, evidente que la *inducción* es la que necesariamente nos da a conocer los principios; porque es la sensación misma la que produce en nosotros lo universal [...] como además, los principios son más evidentes que las demostraciones, y toda ciencia va acompañada de razonamiento, deberá seguirse de aquí que la ciencia no puede aplicarse a los principios [...] el principio de la ciencia no es la ciencia.

Para Aristóteles, los principios (a los que hoy llamamos axiomas) se originan en el impacto de la realidad sobre los sentidos, el intelecto y el alma; son el punto de partida para avanzar en el conocimiento. La lógica sería la teoría de las ciencias, una especie de meta-ciencia.

Y en el trasfondo permanece, sin mayor elaboración, una cuestión crucial y relativamente oculta: el lenguaje. En efecto, la construcción de “primeros principios” guarda relación con el tránsito de la percepción de un árbol específico al concepto general o universal “árbol”; en la tercera sección veremos la poderosa influencia de este planteamiento en la filosofía moderna.

Esta matriz de la filosofía griega (sensación repetida, inducción, primeros principios, deducción) define los ejes cardinales del debate sobre el uso de las matemáticas en economía.

#### LA MODERNA AXIOMÁTICA FORMAL: HILBERT

Hoy se entiende por teoría axiomática un conjunto de verdades acerca de un ámbito de la realidad, en el que todos los conceptos que

<sup>1</sup> “Punto de parada” es la expresión literal de la traducción consultada.

se utilizan se derivan de unos pocos axiomas (Mosterín, 1984). Pero los axiomas difieren de la noción que propuso Aristóteles, como se mostrará más adelante.

En la segunda mitad del siglo XIX aparecieron nuevas geometrías cuyos axiomas chocaban con el axioma básico de Euclides sobre las líneas paralelas. Esto causó gran conmoción ya que la posibilidad de axiomas relacionados con el mismo ámbito pero incompatibles entre sí (y, por tanto, de varias teorías válidas) conducía a una conclusión inquietante: los axiomas no son necesariamente verdades evidentes acerca de la realidad.

Ante la perplejidad, algunos matemáticos retornaron a otro puerto seguro de la antigua Grecia. Dado que el lenguaje es una “convención humana” (Platón), los axiomas son tan solo enunciados abstractos, carentes de valor de verdad (no son verdaderos ni falsos), vacíos de contenido empírico. Igual sucede con los teoremas que, siguiendo las reglas de la lógica, se derivan de tales axiomas.

En consecuencia, las teorías así construidas son totalmente abstractas, lo que es una desventaja apenas aparente ya que, por ello mismo, sirven para interpretar diversos aspectos de la realidad. Así lo afirmó a finales del siglo XIX el matemático David Hilbert en su correspondencia:

Cada teoría no es sino un tinglado o esquema de conceptos junto con ciertas relaciones necesarias entre ellos, y sus elementos básicos pueden ser pensados *arbitrariamente*. Si entiendo por puntos, etc., cualquier sistema de cosas, por ejemplo, el sistema formado por amor, ley, deshollinador, etc. y considero que todos mis axiomas resultan válidos para esas cosas, entonces también resultan válidos para esas cosas mis teoremas, como por ejemplo, el de Pitágoras. Con otras palabras: cada teoría puede ser aplicada a una infinidad de sistemas de elementos básicos (cursivas añadidas).

Y en “Los problemas futuros de la matemática” precisó:

seguramente, los primeros y más antiguos problemas de cada rama de la matemática surgen de la experiencia y son sugeridos por el mundo de los fenómenos externos [...] Pero, en el desarrollo progresivo de una disciplina matemática, el espíritu humano, motivado por el éxito de las soluciones, se hace consciente de su *independencia* [...] esta evoluciona y a partir *de ella misma* produce nuevos y más fecundos problemas y aparece, entonces, como la *cuestionadora de verdad* [...] cualquiera que sea la fuente de donde provienen las ideas matemáticas, ya sea de la teoría del conocimiento o de la geometría, o de las teorías de las ciencias físicas y naturales, el problema matemático consistirá en investigar *los principios fundamentales que subyacen a estas ideas* para establecerlos en un sistema simple y completo de axiomas (cursivas añadidas).

Según este enfoque, el espíritu humano evoluciona de las teorías científicas sobre diversos aspectos de la realidad hacia un estadio superior en que se develan los principios fundamentales que gobier-

nan esas construcciones teóricas. En esa etapa superior aparece una meta-ciencia o razonamiento “puro” libre del lastre del contenido empírico.

La concepción de “axioma” de Hilbert riñe entonces con la de Aristóteles. Para el primero, los axiomas son abstractos y se definen de manera arbitraria; luego, mediante las reglas de la lógica, de ellos se derivan proposiciones, también abstractas, aplicables a diversos campos de la realidad; estas aplicaciones son las ciencias particulares.

En cambio, para el filósofo griego, la experiencia sensorial repetida es el origen de los axiomas y, en esta medida, no son abstractos ni una libre creación del intelecto. Los axiomas remiten directamente al mundo circundante y, a partir de ellos, conforme a las reglas de la lógica, se construyen las ciencias.

## MATEMÁTICAS Y REALIDAD

¿Cómo es posible que unas formulaciones totalmente abstractas se puedan aplicar al dominio de lo fáctico?

Este acertijo se intenta resolver afirmando que las matemáticas son el único *lenguaje* que permite formalizar la experiencia, formular leyes e hipótesis rigurosas y, por tanto, que es el único capaz de dar explicaciones y hacer predicciones. Así, las matemáticas serían un instrumento lingüístico pasivo, universal y neutral al servicio de las ciencias. Esta concepción no está exenta de críticas.

En primer lugar, dice De Lorenzo (1993, 81-82), de aceptar la importante tradición filosófica de Frege, Russell, Condillac, Tarsky, Quine, para quienes el lenguaje condiciona el pensamiento, habría que admitir también que la matemática, en cuanto lenguaje privilegiado de las ciencias, influye en lo que la comunidad científica elige como objeto de estudio.

En segundo lugar, son pocos los fenómenos naturales que se pueden describir, explicar o predecir mediante el instrumental matemático. Los objetos que trata la física (la ciencia más matematizada) son en su mayoría subsistemas de la naturaleza, es decir, de una naturaleza acotada por concepciones sobre lo que es relevante estudiar. Además, los objetos y sistemas aptos para el tratamiento matemático se encuentran en una naturaleza modificada por la acción humana (ciudades, laboratorios, industrias, ciclotrones).

De Lorenzo adhiere a la corriente que considera a las matemáticas como algo más que un lenguaje neutral, y argumenta que se trata

de una actividad que interactúa con el contexto social, que son una “matriz de lo epistemológico” (ibíd., 88):

Lo importante es observar que el matemático no sólo busca proposiciones, teoremas y demostraciones de las mismas [también] construye espacios o mundos imaginarios –que vienen a calificarse de modelos– que son los que han de imitar lo real y es en estos mundos en los que ahora sí busca propiedades y relaciones que en él se satisfagan. Pero también son modelos matemáticos posibles de lo real en los que pueden establecerse y definirse unas relaciones físicas determinadas (ibíd.).

Siguiendo a este autor, podemos decir que la mente humana imagina y teoriza sobre líneas rectas, paralelogramos, circunferencias, cilindros, esferas, etc. Con esas ideas en mente, construye viviendas con habitaciones rectangulares, iglesias con bóvedas circulares, pirámides de piedra, trazados viales concéntricos, tuberías cilíndricas, ruedas, pelotas de caucho, etc. Así, lo real imita a lo imaginario. A la inversa, los modelos matemáticos (imaginarios) tratan de imitar lo real: la explosión de volcanes, las conductas del clima, el vaivén de las mareas, el tráfico automotor en una ciudad, el efecto de mayores salarios sobre la producción de bienes y servicios, etc.

De ese modo, lo que es imaginario en un momento histórico luego se convierte en real, en un “dato empírico”. Enseguida, este mundo “natural” es de nuevo imitado por los modelos matemáticos, y así sucesivamente. En esto consiste la interacción de las matemáticas y de la geometría con la sociedad humana.

De Lorenzo acepta que los modelos matemáticos de lo real (bien sean de la naturaleza “virgen” o de la “fabricada” por la sociedad) y, más exactamente, las proposiciones derivadas de esos modelos, se someten a pruebas empíricas mediante experimentos. Y añade:

*a veces esa observación es inviable fácticamente, pero ello no implica que, desde el modelo posible de lo real, no se establezca la existencia y las propiedades de unos elementos que, por principio, se presenten como inobservables [...] el modelo posible matemático de lo real tiene, así, no solo un papel epistémico sino uno ontológico, existencial (ibíd., 91, cursivas añadidas).*

Tobar-Arbulu (2000) aporta otros elementos de juicio a este debate. Consideradas como sistemas de conceptos las matemáticas no tienen contenido factual ni usan procedimientos empíricos; están compuestas de cosas que “no existen” en el mundo natural. Pero esos sistemas son ideados y manipulados permanentemente por los humanos, y en ese sentido “existen” en el mundo. Por esa razón, conviene distinguir la existencia formal (los números, p. ej.) de la existencia concreta o material (las cebras, p. ej.). La relación entre matemáticas y realidad es entonces un caso particular de un problema más general: la relación entre las ideas y el mundo externo.

Los objetos matemáticos, añade este autor, son ficciones creadas por los humanos y ontológicamente “no restringidas”, es decir, se pueden usar como herramientas en la construcción de teorías que representen fenómenos u objetos del mundo natural o conceptual. Se diferencian de otras ficciones (como las artes) en que están sujetas a leyes (definiciones, axiomas, teoremas) y existen (conceptualmente) por postulación o comprobación.

## LENGUAJE, REALIDAD Y CIENCIA

Aristóteles, con la fascinante inclusión de la zoología en su sistema de pensamiento, aún influye en la sociedad moderna. Algunos filósofos contemporáneos engarzan en un mismo discurso el aprendizaje del lenguaje, la construcción social de la realidad y el conocimiento científico.

### ESTÍMULOS SENSORIALES Y LENGUAJE

Quine (1992, 51) sostiene que la absorción y el aprendizaje del lenguaje por los infantes humanos, y su permanente reelaboración por las comunidades adultas, es un proceso en que se crean entidades, cuerpos, seres; en fin, referencias: “una relación entre nombres u otros términos singulares, de un lado, con objetos, de otro”.

Para un bebé, el ave que contempla se confunde con la hamaca, el árbol, el aire, el sonido del río y, en general, con el paisaje. Pero, en rigor, cada ave considerada individualmente es única en tamaño, coloración, plumaje, etc.; igual ocurre con las hamacas: cada una es única. De suerte que para un infante existen infinitos paisajes y estímulos sensoriales posibles; infinitos “estados de cosas del mundo”.

Puesto que los grupos humanos necesitan comunicarse de manera eficaz, deben postular hamacas, ríos, tigres, aves y paisajes, *en general*; deben organizar especies, tipos, categorías. La sociedad graba sistemáticamente en la mente del individuo un conjunto de correlaciones entre estímulos sensoriales, de una parte, y palabras y oraciones, de otra. Ese conjunto es un sello distintivo de su grupo, la ontología de su comunidad lingüística<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> En un desierto mexicano un chamán yaqui aconseja a un científico occidental que se tienda en el piso y se proteja con cierto follaje, debido a que las ventiscas “anuncian que el viento ha venido a ajustarle cuentas” por su arrogancia e irrespeto a la naturaleza; el viento es un “poder con voluntad propia”. Él le responde que eso es ridículo: la ventisca es un fenómeno relacionado con diferenciales de temperatura y de presiones atmosféricas, con la altura del desierto respecto del nivel del mar, etc. Luego narra, perplejo, que en esa ocasión el chamán predijo

## ORACIONES CONTRASTABLES E HIPÓTESIS

De acuerdo con Quine, son objetivos de la ciencia entender la realidad, controlar y modificar el entorno, y predecir fenómenos (ibíd., 18). Cuando la teoría predice algo, la observación proporciona la evidencia que permite falsear la teoría, o mantenerla en pie; y como las observaciones no son más que estímulos sobre animales humanos, concluye que la teoría es un procedimiento para predecir estímulos; a los que Quine define como el conjunto de receptores sensoriales de un individuo que son activados en un momento determinado.

Una oración conectada directamente con un conjunto de estímulos sensoriales que lleva al mismo veredicto (verdadera o falsa) de todos los testigos competentes (que se atienen a los dictados del lenguaje y de sus cinco sentidos) se denomina oración observacional o contrastable (en adelante, OO) (ibíd., 19-20 y 38)<sup>3</sup>. La conjunción de varias OO en forma de implicación (si ocurre el fenómeno X también se observará el fenómeno Y) es una generalización categórica observacional (GCO). Ejemplos: “cuando los salarios aumentan las empresas venden más bienes”; “si ingresan continuamente automotores a un mismo casco urbano, se reduce su velocidad promedio y aumenta la contaminación atmosférica”.

Si se admite que las teorías científicas se expresan en oraciones conectadas por las reglas de la lógica, la relación entre teoría y evidencia empírica se transforma en una relación entre oraciones y estímulos. Pero sucede que la comunidad lingüística crea un subconjunto de oraciones que absorben contenido empírico y otro subconjunto de oraciones que no lo absorben.

Si nos atenemos a la teoría de la verdad como correspondencia<sup>4</sup>, es claro que las oraciones observacionales (oo) pueden declararse con exactitud el movimiento de los vientos. “Para Don Juan (el brujo yaqui), pues, la realidad de nuestra vida diaria consiste en un fluir interminable de *interpretaciones* perceptuales que nosotros, como individuos que compartan una membrecía específica, hemos aprendido a realizar en común” (Castaneda, 1972, 9-10, cursivas añadidas).

<sup>3</sup> Que todos los sujetos de una comunidad lingüística juzguen verdadera la oración “está lloviendo” cuando reciben el mismo estímulo sensorial (cae agua del cielo), se denomina requisito de inter-subjetividad. Es en este sentido que el conocimiento científico se puede calificar como objetivo. Quine advierte que la disposición a asentir tiene diversos grados (por ejemplo, A dice “está lloviendo” pero B no está de acuerdo ya que son “unas pocas gotas de agua”) y recuerda que se trata de un esquema simplificador que permite proseguir el análisis (ibíd., 20).

<sup>4</sup> Davis (1988, 30-31) aclara que la teoría de la verdad como correspondencia considera verdadera (o falsa) a una proposición X dependiendo de su conexión (o desconexión) con estados de cosas *no lingüísticos* del mundo. Por el contrario, la teoría de la verdad como coherencia define a X como verdadera (o falsa) verificando su compatibilidad o conformidad con otras proposiciones *lingüísticas*.

verdaderas o falsas apelando a pruebas empíricas. ¿Y qué pasa con las matemáticas no aplicadas, que jamás generan OO? Son verdaderas o falsas “aunque de forma inescrutable”, responde Quine (ibíd., 123 y 142-143); en lo atinente a las matemáticas parece que el adhiere a la teoría de la verdad como coherencia, es decir, al cumplimiento estricto de las reglas de la lógica.

A la luz de los razonamientos anteriores, podemos afirmar que las teorías científicas están formadas por dos subconjuntos integrados de enunciados. Uno, totalmente abstracto (que puede ser la axiomatización formal de la teoría o modelo M), y verdadero cuando se ciñe a las reglas de la lógica. Otro subconjunto (los modelos R o “realistas”), derivado del anterior, conformado por oraciones observacionales cuya veracidad (o falsedad) se determina con experimentos y otras pruebas empíricas.

Quine no cree que haya una jerarquía entre estos dos tipos de modelos, ya que todas las ciencias comparten la lógica y la matemática pero no por ello son algo distinto del resto de teorías (1975, 57).

#### COMPROBACIÓN DE TEORÍAS:

##### HOLISMO E INMUNIDAD DE LAS MATEMÁTICAS

Se supone que las teorías científicas predicen OO y GCO (hipótesis), y que al someter estas últimas a pruebas (observaciones) ayudan a falsear o mantener la validez de la teoría. También se presenta la secuencia inversa: una observación sugiere una nueva hipótesis (ibíd., 28-30)<sup>5</sup>. Las oraciones observacionales “son el vínculo que une el lenguaje, *científico o no*, con ese mundo real del que se ocupa el lenguaje” (ibíd., 23, cursivas añadidas). Por especializadas que sean, las GCO de una comunidad científica siempre comparten con el lenguaje común una materia prima esencial: las letras y palabras del idioma.

En el holismo de Quine, el fracaso de una hipótesis X exige que el científico retire del escenario no sólo a X sino también a las oraciones Y, Z, W... del acervo teórico preexistente que continúen implicando lógicamente a X. Los criterios para esta depuración son: mínima mutilación, éxito predictivo (medido por el número de CGO verdaderas implicadas por la teoría) y:

<sup>5</sup> Un buen ejemplo de este fenómeno es la “curva de Phillips”, elaborada en 1958, que relaciona inversamente la tasa de crecimiento de los salarios nominales (luego asimilada a la inflación) con la tasa de desempleo. Desde entonces, dicha regularidad empírica ha sido corroborada (y también negada) en diversos países y periodos. A la fecha, la profesión aún busca una teoría macroeconómica que implique, es decir, que prediga esa relación, sin dañar gravemente el núcleo teórico preexistente (bien sea neoclásico o keynesiano).

poner a salvo toda verdad puramente matemática; pues las matemáticas irrigan todas las ramas de nuestro *sistema del mundo* [...] Si preguntásemos al científico por qué les dispensa un trato especial, quizá nos conteste que las leyes matemáticas son necesariamente verdaderas; pero creo que en este momento, más que servirnos de la necesidad matemática para explicar nada, lo que estamos haciendo es explicar la necesidad matemática misma. Ésta se asienta sobre la *política* no expresa de poner a salvo las matemáticas mediante el ejercicio de nuestra libertad para rechazar otras *creencias* (ibíd., 34 y 36, cursivas añadidas).

Luego de subrayar el acto de fe de nuestra civilización en ciertos dominios de las matemáticas que nunca generan “oraciones contrastables”, Quine reafirma el lema de su epistemología “naturalizada” confesando que coincide con el empirismo tradicional: “Nada hay en la mente que no haya pasado antes por los sentidos” (ibíd., 42). Considera que la ciencia y su técnica de aceptar o rechazar teorías verificando sus predicciones son “un juego de lenguaje [...] distinto de otros juegos de lenguaje respetables como la novela de ficción o la poesía”.

#### SISTEMAS DEL MUNDO EMPÍRICAMENTE EQUIVALENTES

La observación proporciona evidencia sensorial a las teorías científicas, pero la sensación es individual y privada; no obstante, los humanos aprendemos desde niños a asociar palabras de nuestra lengua materna con sensaciones, en un proceso biológico-social. Recordemos que a cada asociación se la denomina OO (Quine, 1992) o bien enunciado observacional, EO (Quine, 1975); adoptemos esta última notación.

Si al EO se añaden las especificaciones de tiempo y lugar (cuándo y dónde) que exige la teoría, tendremos un EO fijado (EOF); según Quine, una teoría científica implica algún EO, cuyo antecedente es un EOF1 y cuyo consecuente es un EOF2. A este EO así insertado lo denomina “condicional observacional” (CO). De modo que la relación de la teoría con la observación empírica es esta: toda teoría implica diversos CO, lo que necesariamente implica también diversos EOF.

Es interesante el carácter “mixto” de los EOF que propone Quine. Originalmente son EO, es decir, enunciados empíricos, a los que se imponen requisitos de tiempo y espacio para transformarlos en “situaciones de laboratorio”. Este procedimiento es usual incluso en ciencias sociales como la economía. Por ejemplo, *ceteris paribus*, “un recorte del gasto público reduce el PIB real”: esta oración es un EO, y la expresión latina inicial significa “todas las demás variables, X, Y, Z... que entran en juego, permanecen constantes”. Se imponen así condiciones espacio-temporales a X, Y, Z..., convirtiéndolas en EOF, de modo que el EO original se transforma en un CO.

Por otra parte, dos formulaciones teóricas son “empíricamente equivalentes” si implican los mismos CO (Quine, 1975, 57-63). ¿Cuál teoría es verdadera?

La actitud “sectaria” acepta que una teoría (digamos, T1) es falible pero está en constante evolución; adopta la teoría rival T2 pero cercenando a ésta los contextos que contienen oraciones irreducibles a T1. El problema es que el partidario de T2 puede aplicar el mismo procedimiento para salvar su teoría, con lo cual probablemente retornemos al punto de partida: dos teorías rivales. Otra actitud que reseña Quine es la “ecuménica a lo Davidson”: se aceptan como verdaderas ambas teorías siempre y cuando se asuman por separado, es decir, conservándolas intactas, sin cercenarlas para buscar su compatibilidad. Y concluye:

Nuestra adhesión al empirismo [...] nos lleva a desconfiar de una distinción odiosa entre teorías empíricamente equivalentes e igualmente sobrias [...] lo cierto es que las teorías rivales describen uno y el mismo mundo [...] nos hacemos con el conocimiento de ese mundo a través de medios dispares (1992, 150-152).

#### **EMPIRISTAS CONTRA AXIOMÁTICOS: EL DEBATE ENTRE LOS ECONOMISTAS**

Entre los críticos del método axiomático en economía se encuentra Wassily Leontief, para quien este método tiende a hacer irrelevantes y carentes de impacto práctico inmediato la investigación y la enseñanza de la disciplina (1970, 1-5). Se ha construido –dice– una enorme estructura de signos algebraicos (una “teoría especulativa”) sin sustento empírico alguno; de modo que los economistas se ocupan de realidades imaginarias e hipotéticas, más que de realidades observables. Incluso las aplicaciones de la estadística y la probabilidad a la economía (la econometría) son en no pocas ocasiones ejercicios teóricos que no incorporan “datos primarios”. Este divorcio entre lo teórico y lo fáctico es grave cuando se modela un sistema que, como la economía, cambia sin cesar, y por ello mismo, exhibe parámetros con valores muy inestables (a diferencia de la física y la biología y aun de la sicología).

En una de sus obras fundamentales, Leontief (1951, 4) afirmó que los avances en computación y en la generación sistemática de cifras por los gobiernos y los agentes privados hacían posible una más estrecha interacción entre datos empíricos y teoría económica. De esa intensa asociación sólo se podían esperar ventajas en la producción estadística y en la teoría.

Leontief pensaba que en las nuevas circunstancias tecnológicas era de esperar que las hipótesis suscitadas por la teoría se pudieran verificar con mayor facilidad y efectividad. A su vez, esas nuevas preguntas e hipótesis apuntan a variables insospechadas que indican a las oficinas de estadística las nuevas necesidades de medición.

Gerard Debreu, uno de los principales exponentes de la axiomática formal de Hilbert en economía<sup>6</sup>, sostiene que esta profesión debe imitar a la física en sus relaciones con las matemáticas, aunque con algunas salvedades:

Los resultados experimentales y las observaciones factuales que son la base de la física, y que proporcionan una verificación constante de sus construcciones teóricas, ocasionalmente llevan a que sus razonamientos audaces violen conscientemente los cánones de la deducción matemática. En estas direcciones, la teoría económica no puede seguir el modelo que ofrece la física teórica [...] Al serle negada una base experimental suficientemente segura, la teoría económica tiene que adherir a las reglas del discurso lógico y debe renunciar a la facilidad de la inconsistencia interna (1991, 2-3).

La divergencia con Leontief es evidente: para éste, las pruebas empíricas son un control permanente de la teoría, mientras que Debreu niega la existencia de una base experimental (datos empíricos) confiable para la economía y, por ello, opta por el razonamiento matemático deductivo. Y es aún más radical; lo que se permite en física: sacrificar una regla deductiva para salvar evidencia factual, no se permite en economía.

Gracias a la matematización –prosigue Debreu– la teoría económica se expone al escrutinio lógico y detecta sus inconsistencias internas; capacita a los investigadores para la construcción y acumulación continuas de teoría económica. Las matemáticas les brindan un lenguaje y un método para abordar sistemas de extrema complejidad; impulsan al investigador a hacer nuevas demostraciones y a elaborar nuevos marcos teóricos en los cuales insertarlas; dan a la teoría mayor rigor, simplicidad y generalidad (ibíd., 3-4).

En cuanto al objeto de estudio de la economía<sup>7</sup>, es indiscutible que existe un conjunto de teorías (desconectadas entre sí) que examinan dominios distintos, sin que aún se vislumbre una teoría unificadora. La matematización neutraliza este efecto (indeseable, según Debreu) porque exige a cada teoría supuestos explícitos sobre su rango de

<sup>6</sup> Ver el prefacio a su *Teoría del valor*, en donde afirma que su construcción teórica no pretende poseer contenido empírico.

<sup>7</sup> Para algunos economistas, el objeto de estudio es la producción, distribución, intercambio y consumo de bienes y servicios. Para otros, es la asignación óptima de recursos escasos entre fines alternativos.

aplicación, lo que traza fronteras nítidas e impide su intersección con disciplinas ajenas.

No obstante, reconoce que la formalización excesiva puede ser costosa para la profesión debido a que ésta tiende a premiar sistemáticamente el virtuosismo matemático, relegando a segundo plano otras habilidades importantes para entender la realidad social; debido a este patrón de legitimación estudiantes e investigadores prefieren tratar los problemas matemáticos y no los directamente socio-económicos, que se tornan irrelevantes (ibíd., 5-6)<sup>8</sup>.

Otros autores señalan que este sistema de incentivos alienta la producción masiva de libros de texto que exponen la teoría sin referencia alguna a la literatura empírica. A causa de los incentivos al virtuosismo matemático, la profesión puede estar atrapada en un “dilema del prisionero”, pues su credibilidad sería mayor si se enfocara en la investigación y en la validación empírica de las teorías, pero las recompensas individuales al trabajo empírico son muy bajas (Backhouse, 1997, 212-213).

Weintraub indica que la axiomatización en la construcción de teorías sobre un fenómeno “llegó a estar asociada no con hacer visible *el vínculo* entre el modelo y los datos experimentales, sino con establecer la integridad de las cadenas de razonamiento formal que eran *la máquina para descubrir nuevos conocimientos* en ese campo científico” (1998, 1843, cursivas añadidas).

Chick señala que no es necesario en absoluto que el razonamiento científico parta de axiomas o abstracciones, y que existen varios puntos de partida, como las generalizaciones históricas, las metáforas y las analogías que atacan el objeto de estudio desde diferentes ángulos y aportan conocimientos acerca de él (1998, 1862).

Krugman sugiere diferenciar entre cómo llegar a una idea y cómo comunicarla (1988, 1833), y con este propósito cita a Marshall, uno de los clásicos de la disciplina, que sintetizó así su método en una carta a Arthur Bowles de 1906:

1. Usa las matemáticas como lenguaje abreviado y no como instrumento de investigación.
  2. Mantén las matemáticas hasta que hayas terminado.
  3. Traduce al inglés.
  4. Luego ilustra con ejemplos que sean importantes en la vida real.
  5. Quema las matemáticas.
  6. Si no tuviste éxito en 4, quema 3.
- He hecho estos muchas veces [...] Creo que deberías hacer todo lo posible para evitar el uso de las matemáticas en los casos en que el inglés sea tan sucinto como las matemáticas.

<sup>8</sup> Por fortuna, la presión de la sociedad para exigir soluciones a problemas concretos y la apertura a diversas aptitudes intelectuales e inclinaciones disciplinarias ayudan a contrarrestar la “endogamia” en las escuelas de economía.

Otros economistas que han terciado en la discusión establecen dicotomías interesantes.

#### AXIOMÁTICA VERSUS EMPIRISMO: ¿UNA FALSA DISYUNTIVA?

Clower distingue dos tipos de teoría económica. Una, a la que denomina “aplicada”, predominó en la primera mitad del siglo XX, y otra, a la que llama “pura”, predominó en la segunda mitad (1995, citado por Punzo, 1999). La primera combina intuición, conocimiento empírico causal, lógica y matemáticas (Walras, Marshall y Keynes son buenos ejemplos), mientras que la segunda es axiomática al estilo de Hilbert (Debreu, Arrow, Samuelson).

La teoría “pura” elabora modelos de economías imaginarias (*M-Worlds models*, los llama Clower) y la “aplicada” modelos con contenido empírico que buscan simular el funcionamiento de la economías reales (*R-Worlds models*). Los modelos R intentan descubrir cómo funciona la “mano invisible” de Smith con las imperfecciones de la realidad; los modelos M inventan mundos en los que la mano invisible opera a la perfección.

Clower considera que la axiomática es de gran utilidad en las disciplinas deductivas (es decir, aquellas que infieren lo que puede suceder en casos particulares a partir de “leyes” de la naturaleza) pero no en la economía, una disciplina predominantemente inductiva (es decir, que establece generalizaciones a partir de la observación de casos particulares). Aquí es imprescindible una advertencia: el deductivismo no necesariamente es axiomática formal al estilo de Hilbert.

Punzo tiene un punto de vista diferente. Considera que en el siglo XX todas las ciencias han tendido a acoger el método axiomático; el problema no es que las teorías resultantes sean irreales sino que ese método “inhibe el análisis intelectual coherente, es decir, la teorización sería acerca de eventos observables”. Considera falso que la axiomática formalista sea la única manera de dar rigor y precisión al trabajo científico, y argumenta que existen varias axiomáticas; también considera falsas la disyuntiva deductivismo-inductivismo y la jerarquía teoría pura-teoría aplicada. Siguiendo a Lakatos, intenta anular esas falsas dicotomías argumentando que la divergencia sólo es una cuestión del momento en que ocurre la “inyección de verdad” en el trabajo científico; la diferencia entre los modelos axiomáticos (modelos M) y los “realistas” (modelos R) consiste en que los primeros inyectan contenido empírico al final del proceso lógico matemático mientras que los segundos lo inyectan al inicio.

## CONCLUSIÓN

Parece haber consenso en que ciertos dominios abstractos de las matemáticas son indispensables para aplicar el método científico. Que esas abstracciones alberguen un mensaje cifrado sobre la estructura del universo, como creen algunas escuelas esotéricas desde Pitágoras, es otra cuestión.

Renuncio, por ignorancia, a discutir aquí si las matemáticas son o no una “política” que adoptó la sociedad humana para construir su sistema del mundo (como sostiene Quine). No lo sé y me intriga enormemente; por ahora, derivo algunas conclusiones de las ideas que han expuesto matemáticos y filósofos versados en tan enigmático asunto, y que sintetizo en este ensayo.

Admito de buen grado que incluso en las ciencias sociales las matemáticas son una “frontera final”: si una proposición transgrede sus reglas, está perdida. En esta discusión es de gran ayuda que los seguidores de la axiomática radical afirmen explícitamente que construyen teorías deliberadamente abstractas, y aún más, que consideren una falla el que posean contenido empírico. En vista de ello, no es posible “acusarlos” de irrealistas pues para ellos el avance de la ciencia consiste, precisamente, en elaborar meta-ciencias.

Aquí surge una pregunta. Si la proposición A dice que el avance de las teorías científicas, incluida la economía, lleva a meta-teorías, y la proposición B, que una verdadera meta-teoría carece de contenido empírico. Entonces, ¿la construcción de meta-teorías requiere conocimientos de las ciencias particulares (biología, física, antropología, química, economía)?

La respuesta afirmativa implica que las meta-teorías no pueden estar desligadas totalmente de las experiencias sensoriales (lo que hace necesario suavizar la proposición B). Si la respuesta es negativa, a partir de las matemáticas y de la lógica se puede construir una meta-teoría económica sin contenido empírico que la contamine; y sería una teoría “pura” opuesta a la “aplicada” (que trata asuntos más prosaicos, como el PIB y su distribución, el desempleo, la inflación, los impuestos y el gasto público). Pero en este caso debería existir también algún vínculo que conecte esa meta-economía con el PIB, el desempleo, etc., ya que los axiomáticos afirman que su método es el más eficaz para entender esos temas terrenales.

Leontief es un brillante ejemplo (una evidencia empírica, si se quiere) de ese vínculo. Mediante el álgebra de matrices (nivel de abstracción 1, digamos) construye una representación matemática de la

macro-economía (nivel 2, menor abstracción), que luego rellena con datos empíricos de las transacciones inter-industriales de la economía norteamericana de los años sesenta (nivel 3, aún menor abstracción). Este ejercicio intelectual (individual y colectivo) evoca la fértil idea de Lakatos sobre los “momentos” de inyección de verdad (es decir, de contenido empírico) como criterio de diferenciación de las teorías.

En la exposición de la teoría insumo-producto que se acaba de mencionar, Leontief se comporta como un economista “puro” cuyo punto de partida es la matemática, y también como un economista “aplicado” que busca verter datos en su recipiente teórico.

Este método lleva a pensar que Quine tiene razón cuando afirma que las teorías científicas están formadas por varios subconjuntos integrados de enunciados: a) totalmente abstractos (verdaderos en el sentido de su conformidad con las reglas de la lógica formal y las matemáticas); b) menos abstractos (debido a las exigencias de tiempo y lugar que añade el investigador), y c) enunciados que implican oraciones observacionales (verdaderos o falsos dependiendo de su conformidad con experimentos y otras pruebas empíricas).

El criterio del momento de inyección de verdad es útil para dividir a las teorías en puras o aplicadas, pues en la construcción de teorías no importa el momento en que exijan o impliquen evidencia sensorial, *siempre y cuando la exijan*.

La discusión con la axiomática no se refiere a la relevancia de la evidencia empírica en la ciencia, pues tarde o temprano la realidad se impone a toda comunidad científica que niegue su existencia. Tampoco a si la axiomática es un método aceptable ya que, efectivamente, ha rendido frutos importantes en diversos campos del análisis económico. El punto en discusión es si los modelos axiomáticos tienen capacidad para generar oraciones observacionales, es decir, predicciones empíricamente verificables. Cuando carecen de ella, no hay dudas: esos modelos son estériles y se pueden desechar. Aunque se trata de ejercicios lingüísticos respetables, son inútiles para entender y resolver los problemas que pretendemos estudiar.

Quine recuerda que son tan variadas las formas de conocer el cosmos que pueden existir teorías científicas lógicamente excluyentes, pero consistentes con la misma evidencia empírica. Es difícil exagerar la importancia de esta tesis, pues de ella se sigue que no existen verdades absolutas ni un modo único de concebir el mundo. Esta admonición de la filosofía moderna es muy pertinente en estos tiempos, recargados de fundamentalismos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aristóteles. "Segundos analíticos", *Tratados de lógica (El organón)*, México, Porrúa, 1977.
2. Backhouse R. *Truth and Progress in Economic Knowledge* [1997], Cheltenham, Edward Elgar, 2000.
3. Castaneda, C. *Viaje a Ixtlán*, 1972, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2005.
4. Chick, V. "On Knowing One's Place: the Role of Formalism in Economics", *The Economic Journal* 108, 1998.
5. Davis, J. B. "Sraffa, Wittgenstein and Neoclassical Economics", *Cambridge Journal of Economics* 12, 1988.
6. Debreu, G. *Theory of Value: an Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*, New Haven, Yale University Press, 1959.
7. Debreu, G. "The Mathematization of Economic Theory", *American Economic Review* 81, 1991.
8. De Lorenzo, J. "Aportes epistemológicos del hacer matemático", *Revista Ideas y Valores* 93, 1993.
9. Hilbert, D. "Los problemas futuros de la matemática", J. R. Ortiz, trad., [<http://personales.ya.com/casanchi/ref/pfuturos01.htm>].
10. Krugman, P. "Two Cheers for Formalism", *The Economic Journal* 108, 1998.
11. Leontief, W. "Theoretical Assumptions and Non Observed Facts", *American Economic Review* 61, 1971.
12. Leontief, W. *Input-Output Economics*, 1951, New York, Oxford University Press, 1986.
13. Mosterín, J. *Conceptos y teorías en la ciencia*, Madrid, Alianza, 1984.
14. Punzo, L. F. *Clower on Axiomatics*, P. Howitt, A. Antoni y A. Leijonhufvud, eds., *Money, Markets and Method. Essays in Honour of Robert W. Clower*, Cheltenham, E, Elgar, 1999.
15. Quine, W. V. O. "Sobre los sistemas del mundo empíricamente equivalentes", *Acerca del conocimiento científico y otros dogmas*, 1975, Barcelona, Paidós, 2001.
16. Quine, W. V. O. *La búsqueda de la verdad*, Barcelona, Crítica, 1992.
17. Tobar-Arbulu, J. F. "Mathematics and Economics", *Quaderni di Ricerca* 9, 2002.
18. Weintraub, E. R. "Controversy: Axiomatisches Mibverständnis", *The Economic Journal* 108, 1998.