

Los estudios económicos en el Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires a principios de los años sesenta¹

Mariano Arana²

Introducción

La historia de la computación data al menos de la década de 1930; sin embargo, recién para mediados de los años cincuenta las aplicaciones teóricas contaron con un hardware suficiente para comenzar a funcionar de manera estable, y así se hicieron espacio en la sociedad civil. Eran pocas las prácticas que hasta ese momento podían ejecutarse con efectividad, menos aún las que no formaban parte de secretos de Estado producto de sus desarrollos bélicos (principal motivo por el que se aceleraron en estas décadas los desarrollos computacionales). Para el final de la Segunda Guerra Mundial, se habían realizado varias aplicaciones en computadoras. Paradójicamente para los fines de este artículo, en algún caso se denominó computadoras “Von Neumann” a estas máquinas, en referencia al matemático John von Neumann, de cuyas contribuciones también se apropió la economía. Sin embargo, pocas geografías contaban con desarrollos tecnológicos de relevancia, entre ellas las potencias vencedoras de la guerra en Occidente: Estados Unidos y Gran Bretaña.

El desempeño industrial que cobró la producción de computadoras en estas geografías en las décadas del cincuenta y sesenta del siglo XX fue una “era de los *mainframes*” (Ceruzzi, 2018 [2012]). Estas máquinas eran vistas como “cerebros mecánicos” o “cerebros gigantes” y utilizaban tubos de vacío que posteriormente serían reemplazados por transistores. Eran instrumentos muy voluminosos que requerían grandes espacios, temperaturas niveladas y pisos elevados para que corrieran cables y se conectaran los distintos elementos de las computadoras. Utilizaban cintas magnéticas y tarjetas perforadas como elementos de

¹ Agradezco los comentarios de Cristina Zoltan y Arturo O’Connell a una versión previa del artículo. Cualquier error u omisión presente en el texto es responsabilidad exclusiva del autor.

² Licenciado en Economía, especialista en Docencia Universitaria para Ciencias Económicas, magíster en Economía Política (FLACSO) y doctor en Ciencias Sociales (UBA). Profesor de Historia del Pensamiento Económico en la FCE-UBA.

escritura de los programas y eran operadas por muy pocos especialistas. Estas generales de la época tuvieron su historia también en Argentina.

La incorporación del ejemplar número 18 de la computadora Mercury II del fabricante inglés Ferranti al Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA) desde fines de los años cincuenta —conocida como *Clementina*— marcó un antes y un después en la historia de la computación en Argentina. En el Instituto dirigido por Manuel Sadosky³ trabajaron numerosos profesionales, entre los que se encontraban los dedicados a la economía matemática. Este grupo conducido por Oscar Varsavsky creó el primer modelo de experimentación numérica para la economía argentina para ser utilizado en simulaciones en dicha computadora, así como también trabajó en otras aplicaciones económicas de relevancia. En este artículo se describe brevemente el contexto universitario en el que se crea el Instituto y se adquiere la computadora, así como las principales actividades del grupo de economía matemática, y se analiza el primer modelo matemático agregado de la economía argentina.

Clementina y el grupo de economía matemática

En Argentina, la evolución computacional no fue parte de la difusión centrífuga de un progreso tecnológico ni mucho menos, sino que fue producto de iniciativas tecnológicas y políticas que surgieron en el seno de la Universidad de Buenos Aires. Luego del golpe de Estado de 1955 y del derrocamiento del gobierno de Juan Domingo Perón, la Federación Universitaria de Buenos Aires había tomado todas las facultades y el Rectorado. Los intercambios políticos del nuevo gobierno de facto con la *intelligentzia* local opositora del gobierno derrocado, conformada principalmente por socialistas, radicales, conservadores y comunistas, dio como resultado que los militares aceptaran la autonomía de las universidades y entregaran su gobierno a estos grupos.

Las nuevas autoridades nombraron al historiador José Luis Romero como interventor de la UBA. En la terna de potenciales rectores también se encontraba el ingeniero José Babini, quien posteriormente fue interventor interino ante la renuncia de Romero y fue también interventor de la FCEN hasta la elección como decano de Rolando García en noviembre de 1957, año en que se designó también como rector a Risieri Frondizi y se realizaron probablemente los cambios más relevantes en la vida universitaria hasta el momento. La actividad de Manuel Sadosky en la FCEN fue creciente desde aquel año, como profesor e investigador y como director del Instituto de Cálculo y vicedecano del mismo organismo hasta el momento de su renuncia debido a “La noche de los bastones largos”: el desalojo autoritario llevado a cabo en 1966 por el nuevo gobierno de facto de varias facultades de la UBA y que provocó renuncias masivas de los científicos más valiosos del país.

Luego de su reorganización mediante la aprobación de un nuevo estatuto universitario en 1957, el decano Rolando García, al frente de la FCEN, propuso la compra de una

³Sadosky fue un matemático, físico y científico de la computación.

computadora, y para ello se creó una comisión evaluadora en la que, entre sus integrantes, además de Simón Altman y Alberto González Domínguez (único referente que había trabajado en la universidad en el período peronista), se encontraba Sadosky. En el Instituto se estableció el grupo de economía matemática, así como otros grupos de estudios, como el de investigación operativa, estadística, mecánica aplicada, análisis numérico, lingüística computacional, ingeniería electrónica y sistemas de programación. Para los registros actuales de la historia de la disciplina, este hecho fue un hito sin precedentes que marcaría cierto *aggiornamento* al desarrollo de las principales potencias y que fue interrumpido abruptamente por el golpe de 1966 (Varsavsky, 1994 [1969]; Babini, 1997; Jacovkis, 2013).

Altman era el único que había trabajado con computadoras, precisamente en Mánchester, ciudad originaria de la compañía, con una Ferranti Mark I. En la licitación pública realizada a los fines de la compra, se presentaron los fabricantes IBM, Remington, Philco y Ferranti. La decisión por esta última se basó en las condiciones de financiamiento y en las posibilidades de entrenamiento de técnicos argentinos en Mánchester, además del conocimiento que tenía Altman de la firma. Salvo la computadora de Philco, ninguna estaba construida con transistores. La adquisición de la Mercury fue aprobada en octubre de 1958 por un valor de 152.099 libras esterlinas, unos 2,8 millones de dólares valuados al año 2023, aproximadamente.⁴ Arribó a Buenos Aires en 1960 y se encendió por primera vez el 15 de mayo del año siguiente, en un contexto en que la infraestructura edilicia requerida para su instalación no estaba terminada y cuya configuración inicial era sumamente compleja dada la cantidad de elementos que se trasladaban.

A fines de la década de 1950, la realización de cálculos numéricos era algo costoso, no solo porque adquirir o fabricar computadoras demandaba grandes recursos y capacidades, sino porque además requería conocimiento de las computadoras y de la infraestructura necesaria para hacerlas funcionar, por ejemplo: la creación de ambientes acordes a los requerimientos técnicos en cuanto a espacio físico, pisos, cableado, energía, climatización, etc. Además, calcular sin computadoras era costoso en términos de tiempo de trabajo humano, dado que la tecnología utilizada por economistas se trataba en hojas de cálculo rectangulares y calculadoras manuales (Facit y Olivetti) o, en el mejor de los casos, eléctricas (Friden y Olivetti), como observa Juan Carlos de Pablo: “Con esa tecnología, una regresión simple (de una variable independiente) planteada en, digamos, 30 observaciones, podía llevarle a un calculista varias horas de trabajo... con pocas chances de verificar si se había equivocado” (1995a: 143). Calcular era tan costoso que, por caso, instituciones como la CEPAL sugerían diversos métodos para simplificar cálculos económicos y ahorrar tiempo al calcular (Dieulefait, 1958).

Clementina fue como se conoció popularmente a la computadora Mercury II instalada en el Instituto de Cálculo, a pesar de que sus integrantes no se referían de ese modo a ella. Su nombre proviene de la famosa canción *Oh My Darling, Clementine*, dado que

⁴Teniendo presente que la tasa de inflación promedio anual en el Reino Unido entre estos períodos (1958-2023) fue del 4,97% y el tipo de cambio de 1,27 dólares por libra en 2023.

D

aquella melodía podía ser reproducida operándola. Era una computadora científica digital y electrónica que funcionaba a válvulas y se programaba con el lenguaje Autocode creado en la Universidad de Mánchester. La máquina medía cerca de 18 metros, pesaba media tonelada y, como funcionaba a válvulas que se calentaban con su operación, para ponerla en marcha se necesitaban tres horas hasta que se estabilizara en valores de temperatura y humedad muy específicas. A pesar de estos cuidados, su encendido fallaba con frecuencia.

La computadora disponía de una memoria formada por núcleos de ferrita con 4.096 palabras cortas de 10 bits, utilizables como enteros, como instrucciones de máquina de 20 bits o como punto flotante de 40 bits. Todas las direcciones eran de 10 bits y el tiempo de acceso a una palabra de 10 bits era de 10 microsegundos. La memoria de trabajo tenía capacidad de 1.024 bits (1K) y disponía de dos tambores de almacenamiento de 8.192 bits cada uno (8K). Si bien era una gran capacidad para la época, no permitía almacenar los programas. Tratando de comparar performance, la memoria RAM de una Commodore 64 (probablemente la primera máquina de escritorio familiar utilizada a fines de los años ochenta en Argentina) era 512 veces más potente, y la de un celular con 8GB, 67 millones más.

A estas dificultades para operarla se agregaba que al inicio no se disponía de interfase gráfica, por lo que la interacción se daba a través de cintas de papel perforado de cinco canales, tanto para los datos como para los programas. Se permitían realizar operaciones básicas de suma, resta, multiplicación y división, pero el Autocode tenía limitaciones para escribir nombres de variables (las variables se denotaban con un identificador que iniciaba con una letra y continuaba con un entero) o realizar cálculos más complejos, como poner paréntesis en funciones u operar con matrices y vectores, por lo que el equipo de Sistemas de Programación realizó ingeniería inversa de código para descubrir la estructura, el funcionamiento y el modo de operar del Autocode y crear, a partir de allí, el COMIC (Compilador del Instituto de Cálculo), cuyas funciones ampliaba, y para ello habían pedido la colaboración de Liana Lew y Noemí García, integrantes del grupo de economía matemática (Durán, *et al.*, 2009).

El nuevo lenguaje permitía operar con operaciones de transposición, inversión, multiplicación, determinantes y diagonales de matrices, y con una nueva salida gráfica se permitía graficar funciones. Según Liana Lew, estudiante de la carrera de computador científico en aquel momento, en el espacio físico del grupo de economía matemática solo Varsavsky tenía un despacho separado, el resto de los integrantes se encontraban en diversos espacios compartidos y quienes programaban no necesitaban saber previamente conceptos económicos, pero interactuaban con los economistas para encontrar el mejor modo de diseñar las ecuaciones. La información que se procesaba sobre el MEIC-0 se trataba de ecuaciones parciales que, a medida que se incorporaban datos, se integraban de forma secuencial y parcial, no simultánea (Lew, 2023).⁵

⁵ Lew no recuerda haber procesado información para el MEIC-1, a pesar de que el modelo había sido construido a nivel teórico, así como el modelo sociológico de Jorge Sabato, que, aparentemente, tampoco llegó a incorporar información.

Quien sacó provecho de las nuevas aplicaciones matriciales fue Mario Brodersohn al trabajar su tesis de maestría titulada *A multiregional input-output analysis of the Argentine economy*, bajo la dirección de Wasilly Leontief en Harvard, que tuvo que invertir la matriz (de 20 filas por 20 columnas) y para ello pidió un turno con Clementina, y, según recuerda, se demoró tres meses en poder acceder a ella (Brodersohn, 2015, parte 2: min. 19). Para que colaborara con sus cálculos contrató a la matemática Marta Sanjurjo, quien había participado en los seminarios organizados por Olivera y Varsavsky sobre Métodos Matemáticos de la Economía Analítica. En aquel seminario también se encontraba la matemática Marta Blanco. Sanjurjo y Blanco se casaron posteriormente con dos economistas participantes de dicho seminario, Miguel Sidrauski y Héctor Diéguez, respectivamente (De Pablo, 1995b: 14). A pesar de que en la división del trabajo relacionado con temas de economía entre mujeres y hombres a las primeras típicamente se las encontraba en lugares de asistencia y a los segundos en los espacios de dirección, en diversas áreas del Instituto de Cálculo esta configuración no parece repetirse, ya que había mujeres a cargo de equipos y varias programadoras, quienes eran las que *sabían hacer* con Clementina.

El Instituto dirigido por Sadosky estaba secundado por la matemática Rebeca Guber y llegó a contar con más de cien colaboradores, quienes buscaban resolver “problemas reales” y contribuir a la investigación científica. Según las memorias de la FCEN, hasta 1963 la computadora se utilizó principalmente para trabajos de la FCEN y para realizar cursos, seminarios e investigaciones, es decir, tuvo su aplicación principalmente para la academia y la ciencia. En segundo lugar, para contribuir con diversos organismos del Estado, como la Comisión Nacional de Energía Atómica, la Dirección Nacional de Estadística y Censos o el Consejo Federal de Inversiones, además de diversas empresas estatales. Allí recibían demandas desde la universidad u otras instituciones estatales, y cada grupo de trabajo podía crear sus propios desafíos. Por caso, en el grupo de Sistemas de Programación se creó el primer lenguaje de programación y compilador en el país a partir de que surgió la necesidad de superar los límites que el británico (Autocode) imponía a la modelización de la economía argentina (Berdichevsky, 2006: 211).

La interdisciplinariedad, que fue una característica del Instituto, ocurrió tanto entre distintos grupos como dentro de estos: en el de economía matemática, dirigido por Varsasky, trabajaban Arturo O’Connell, Angel Fucaraccio (economistas), Jorge F. Sábato (sociólogo), Víctor Yohai (estadístico) y no graduados, como Nélida Lugo, Mario Malajovich, Liana Lew, Roberto Frenkel, Helios Paulero y Noemí García. Allí se crearon diversos modelos, los más relevantes fueron los MEIC-0 (aquí estudiado) y el MEIC-1, que eran modelos generales de la economía argentina. O’Connell señala al respecto:

Yo no me acuerdo de que nosotros nos hayamos inspirado en la CEPAL, pero sí estábamos todos en la misma lucha, que era qué alternativa al programa del Fondo Monetario Internacional. Cómo se puede tener equilibrios macroeconómicos —como le gustaba a los colegas chilenos— y hacerlos compatibles con el desarrollo. El trabajo nuestro de modelos en el Instituto del Cálculo era también en eso y teníamos mucha

relación con el CONADE. Hicimos un modelo que trataba de ver y probar políticas de crecimiento sin inflación (2013: min. 66).

Entre las fuentes de inspiración para este particular modelo, O'Connell (2023) reconoció las influencias que tuvieron en sus ideas, desde fines de los años cincuenta, su trabajo en el Banco Central –“La Escuelita” se le llamó al grupo de economistas (además de O'Connell estaban Elías Salama, Adolfo Buscaglia, Horacio Alonso y Guillermo Calvo) liderados por Julio Olivera, a cargo de la dirección de investigaciones del BCRA, donde se debatían principalmente artículos teóricos– y, por otro lado, su trabajo junto con Alberto Fracchia en la construcción y el uso de indicadores de cuentas nacionales en el mismo banco. Esa impronta estructuralista del modelo se reforzó por los vínculos y debates que mantuvo con los economistas de la Junta de Planificación de la Provincia de Buenos Aires, dirigida por Aldo Ferrer. A pesar de su ardua dedicación a aquellos modelos, O'Connell observó: “El proyecto tenía propósitos múltiples: utilidad práctica, aspectos metodológicos, aprender a trabajar con la computadora, ver cómo manejar un modelo tan amplio. Lo que descubrimos bastante rápido fue el mito de la modelización” (citado en Varsavsky, 1994 [1969]: 17).

El Instituto publicó también “Un modelo matemático de la utopía de Tomas Moro”, “Modelos matemáticos numéricos como herramientas de decisión en problemas difícilmente cuantificables” (1965), “Modelo financiero y físico financiero” (1966) y “Un modelo de experimentación numérica para analizar políticas económicas de largo plazo” (s/f), que fue discutido en la CEPAL Chile más de una vez por Varsavsky y O'Connell. Además, el grupo trabajó en problemas de programación lineal y publicó cinco boletines internos referidos a sus trabajos; en el número 1 se describe el modelo MEIC-0.⁶ Por su parte, hacia 1966, Roberto Frenkel participó en la modelización de “Funciones de consumo en la economía argentina” y en el “Modelo matemático de negociación de productos en la ALALC”, que se utilizó por el gobierno argentino para realizar simulaciones del comercio exterior.

Por iniciativa de Sadosky se creó la carrera de Computador Científico, entre cuyas materias optativas estaba la de economía, a cargo de Varsavsky. Pero los vínculos con la economía aparecen un tiempo antes, en 1961, cuando Varsavsky organizó, junto con Olivera, un seminario sobre Métodos Matemáticos de la Economía Analítica, con la idea de formalizar el pensamiento de los economistas clásicos (De Pablo, 1995b: 53).⁷ Seguramente, como resultado de aquel seminario, ambos escribieron un artículo titulado “Igualación de precios en dos países”, en 1962. De forma previa, solo es vinculable la economía a la figura de Roque Carranza o a las cátedras de Geología Económica. El primero

⁶ Otros textos aún no se encuentran disponibles al público y serán motivo de futuras investigaciones.

⁷ El único registro del seminario de Olivera y Varsavsky se encuentra en la FCE-UBA ubicada en la calle Córdoba 2150 en el año 1962 (Instituto de Cálculo, Boletín informativo N° 6, 1962). En las memorias de la FCEN no se encuentra dicho seminario; además, en 1961 seguían las obras en diversos pabellones. Tampoco Varsavsky pertenecía a la facultad aquel año, por lo que es probable que dicho seminario se realizara en otro sitio. Olivera siguió interesado en los seminarios de economía y computación incluso después del golpe de Estado de 1966. Según su legajo docente, en octubre de aquel año participó de un seminario de “aplicación de computadoras electrónicas en economía”.

daba clases y trabajaba sobre problemas estadísticos, no necesariamente vinculados a la economía; sin embargo, su figura fue determinante para establecer vínculos entre el Instituto y el CONADE.

El nivel de actividad “económica” creció notablemente hacia 1962, ya que se incorporó plenamente Varsavsky para dar cursos de economía matemática y un curso de Economía II (todos dependientes del Departamento de Matemática), e invitó a Federico Herschel, de la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA, a dictar un curso complementario al suyo los sábados por la mañana en la sede de la FCEN ubicada en la calle Perú 222. Mientras el modelo de la economía argentina se encontraba en preparación, en el Instituto se realizaron trabajos externos, como el de Javier Villanueva, de la Fundación Torcuato Di Tella, titulado “Relación precios-salarios con *lags*”⁸ (probablemente utilizado para su libro *The inflationary process in argentina 1943-1960*), o como los varios de Fausto Toranzos, del Departamento de Estadística, también de la Facultad de Ciencias Económicas, sobre matrices y regresiones lineales. Según las memorias de la FCEN, al año siguiente, además de estos cursos, se dictó otro de nivel superior que trató sobre modelos matemáticos en economía. Varsavsky presentó en la CEPAL el modelo de la argentina ante varios economistas de la institución, además y junto con Arturo O’Connell, dictaron un cursillo en el recién creado ILPES sobre usos de modelos en economía con el caso de la economía argentina.⁹ El modelo se presentó también en la ciudad de Tucumán con motivo de la reunión de la Unión Matemática Argentina. Por otro lado, el grupo logró vincularse con el Centro de Estudios de Programas Económicos de París, a cargo de Charles Prou, quien había sido uno de los arquitectos del plan francés y estaba de visita por Buenos Aires para dictar un curso intensivo de técnicas de planificación en el programa de la Escuela de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas (UBA), financiado por la Fundación Ford (Dean, 1962).

A partir de la iniciativa de Jorge Ahumada, quien además había construido una importante labor pedagógica alrededor de la Técnica de Programación del desarrollo económico liderada por la CEPAL (Arana, 2020), en 1965 el gobierno chileno y el ILPES hicieron un convenio para construir un modelo económico y estudiar políticas antiinflacionarias y le entregaron la dirección a Varsavsky. Entre quienes conocieron el modelo, se encontraba Alfredo E. Calcagno, quien trabajó aplicando experimentación numérica a las decisiones políticas junto con Pedro Sáinz y Juan de Barbieri durante varias décadas, e incluso asesorando a distintos gobiernos de América Latina sobre la viabilidad y las consecuencias de sus acciones políticas y legislativas, por caso, el método demandado y utilizado por el gobierno de Hugo Chávez en Venezuela (Calcagno, Sáinz y De Barbieri, 2015: cap V).

⁸ La referencia de este trabajo, en las memorias de la FCEN y el boletín del Instituto de Cálculo, está a nombre de F. Villanueva, aunque seguramente sea un error de tipeo.

⁹ El temario incluyó: 1) El uso de modelos en economía. 2) Modelos aplicables, estadísticos y causales (Klein, Stone, etc.). 3) El método de experimentación numérica o simulación. Uso de computadoras. 4) Simulación económica tipo E. Holland. 5) Modelo del Instituto de Cálculo argentino (Instituto de Cálculo, Boletín informativo N° 11, 1963).

D

El modelo nació un poco por una bronca con los economistas que hacían análisis muy detallados cuando hacían un diagnóstico de la situación económica de un país... y la política quedaba afuera. Hubo un hecho histórico en esa época que fue la independencia de Argelia, en donde habían hecho el mejor plan económico de la época, que era el plan de Constantine, con todos los firuletes del caso, pero no tomaban para nada el tema político, que estaba ardiendo por el proceso de liberación nacional. Al final, el mejor programa fue a parar al diablo, porque políticamente no era viable (entrevista a A. E. Calcagno, 2018: min. 22).

Hasta 1966, Clementina fue probablemente la computadora más potente de la región; a pesar de ello, en opinión de los protagonistas, el hardware fue siempre una limitación con la que tuvieron que lidiar, y así lo hicieron: luego del golpe de Estado en 1966 en Argentina, Varsavsky movilizó gran parte de su grupo hacia el CENDES, en Caracas, donde se construyeron modelos que fueron utilizados en la práctica (PROD-INGE, DEM y EDUC) y establecieron relaciones cercanas con investigadores del ILPES, de cuyo intercambio surgieron las primeras ideas sobre los *estilos de desarrollo*, a partir de la aplicación de estos modelos al caso venezolano (Varsavsky y Calcagno, 1971: 13). Por su parte, Sadosky trabajó para la Universidad de la República en Uruguay, donde introdujo los estudios en computación e influyó en la compra de la primera computadora allí (una IBM 360/44, instalada en octubre de 1968). El golpe de Estado uruguayo de 1973 interrumpió su colaboración, y en 1974, a partir de los cambios políticos en Argentina y la intervención autoritaria en la universidad conducida por Oscar Ivanissevich (ministro de Educación) y Alberto Ottalagano (rector de la UBA), y luego de sufrir amenazas, se exilió en Venezuela. Posteriormente se radicó en España, para regresar en 1983 a formar parte del gobierno de Raúl Alfonsín como secretario de Ciencia y Técnica (Jacovkis, 2014). Las acciones de estos intelectuales estuvieron dirigidas a seguir investigando en la región y, en la medida de lo posible, en Argentina. La necesidad de sobrevivir a los gobiernos autoritarios y sus amenazas interrumpieron constantemente su continuidad en el país y, con ello, el desarrollo de una práctica de simulación económica autóctona orientada a políticas progresistas.

El modelo matemático de la economía argentina

En 1961, Edward Holland desarrolló un modelo de simulación computacional para la economía india. El tópico empezaba a hacerse notar dentro de la profesión, ya que en 1960 la *American Economic Review* (probablemente la revista académica más citada de la posguerra) había publicado un simposio sobre simulación de computacional del que el economista se nutrió. Sin embargo, dicho simposio omitió el antecedente de la Monetary National Income Analogue Computer (MONIAC), desarrollada por A. W. Phillips en 1949, un sistema matemático al que se le configuró la mecánica necesaria para simular los cambios en variables y parámetros económicos agregados que, a medida

que se movieran las válvulas del sistema, cambiaban los flujos de agua que circulaban por distintos recipientes.

Con la intención de crear una miniatura de una economía nacional, pero con mayores recursos que Phillips, Holland utilizó datos de 1951 para desarrollar un modelo económico de seis sectores y 250 ecuaciones, el cual tenía intenciones de ser testeado con la política, aunque al momento de su publicación no había encontrado oportunidad de hacerlo (Holland, 1961). Varsavsky conoció a Holland en Caracas, Venezuela, cuando el modelista del MIT se reunió con Jorge Ahumada, del CENDES (Centro de Estudios del Desarrollo), y Héctor Hurtado, del CORDIPLAN (la Oficina Central de Coordinación y Planificación), para trabajar en un modelo de simulación sobre la economía venezolana en 1961. Inspirado en las ideas de Holland, Varsavsky organizó su grupo en el Instituto de Cálculo y desde 1962 se embarcó en la construcción del MEIC-0, el primer modelo económico de simulación computada de la economía argentina.

El MEIC-0 fue un modelo de simulación cuantitativo y cualitativo que trabajaba sobre información existente, así como también introducía hipótesis construidas *ad hoc* para ser puestas a prueba con el objetivo de evaluar políticas económicas alternativas. La reducción de costos en los cálculos hacía posible tanto la investigación sobre la validez de relaciones funcionales expresadas en el modelo y la búsqueda de parámetros como la inclusión de numerosas variables; por caso, el modelo tenía 54 ecuaciones que delimitaban las variables que asumían valores numéricos. Algunas representaban escalas numéricas tradicionales; otras, escalas ordinales, y en otros casos representaron sectores de la economía a través de subíndices.

El modelo estructuraba la economía en cuatro sectores: 1) bienes industriales de consumo excepto alimentos y bebidas; 2) bienes agropecuarios más industrias de alimentos y bebidas; 3) bienes de capital e intermedios; y 4) servicios (incluyendo la comercialización). Se dejaba expresa constancia de la separación entre los sectores 1 y 2, dado que los alimentos y las bebidas se agregaban junto con el sector agropecuario, debido a las estrechas relaciones que mantenían este tipo de bienes cuando eran exportados, así como consumidos internamente. Aquí se determinaban precios, beneficios y salarios a través del ensayo con agregados macroeconómicos –y algunos supuestos microeconómicos también– y se calculaban el consumo privado, la inversión privada y el producto (a través de la demanda). Se trabajaba con funciones adaptativas, en varios casos, de variables construidas con datos pasados de hasta cinco años.

El valor de las exportaciones no tradicionales se estimaba a precios internos que estaban gobernados a través de costos; sin embargo, las exportaciones tradicionales seguían el precio mundial. Por ello es que, por ejemplo, el precio de la carne –dado su lugar como bien exportable y de consumo interno– estaba en función de sus costos de producción, pero influido directamente por el tipo de cambio. El programa admitía la utilización de información real y nominal; sin embargo, además del año base (1953) usado para calcular variables en términos reales, se escribían otros dividendos de medida como horas hombre trabajadas, meses, pesos corrientes o tipo de cambio. Todas las unidades de medida

D

monetarias estaban expresadas en megas, es decir, millones, seguramente para simplificar las salidas de los cálculos. MEIC-0 fue un modelo sin sector financiero, a diferencia de su sucesor, el MEIC-1. La concentración en los sectores reales dejando en segundo plano los financieros era algo típico de la modelización económica de aquella época, sobre todo en América Latina.

Entre los componentes de la demanda agregada se definía el consumo privado (C) en función de los precios y del tipo de cambio (relaciones entre bienes internos y externos), un consumo mínimo definido en términos reales y un consumo deseado que estaba delimitado, por un lado, a los niveles de consumo reales en los cinco años previos y, por otro, según un consumo teórico (estimado a través de una regresión lineal en función del ingreso disponible de un período anterior). En este sentido, se aproximaba bastante a una función de consumo del modelo keynesiano simple: dependiente de un consumo estable (el consumo autónomo) y del ingreso (la propensión marginal a consumir).

La inversión privada (I) era una función dependiente de la tasa de beneficio (estimada linealmente sobre la base de tres períodos anteriores), que incluía la estimación de la demanda excedente de los bienes de dicho sector,¹⁰ y también de la gestación (o depreciación) y el precio de las inversiones en los cuatro períodos anteriores, y de la relación entre el stock neto capital/producto. Esta versión del modelo suponía que no había acumulación de inventarios.

En cuanto a los niveles de gasto público (G), se estimaban exógenos, aunque podían ser variables, y se destacaba una estimación de transferencias a asalariados y déficits de las empresas públicas. Por el lado de los ingresos fiscales (T), además de los relacionados con el comercio exterior, se calculaban aquellos vinculados a la actividad interna con un retraso típico de un período.

Por el lado del sector externo (XN), las compras al exterior se estimaban proyectando la producción acorde a los coeficientes técnicos de insumos importados, y, a su vez, estaban condicionadas por un índice de sustitución de importaciones, dependiente de la relación entre los precios internos y externos, e incluían rigideces en su cambio, es decir, no había posibilidades de sustitución perfecta. El volumen de bienes de capital importados se determinaba de forma exógena, lo que representaba las dificultades nacionales de sustituir ese tipo de bienes. De este modo, se incorporaban al modelo factores estructurales que condicionaban su dinámica. Las proyecciones de las exportaciones se calculaban a través de datos históricos sobre las elasticidades-precio para aproximarlas de manera exógena. Más allá de lo expuesto, el tipo de cambio se estimaba en función del resultado del balance de pagos con dominancia de la cuenta corriente y, en particular, del balance comercial.

Los precios (P) estaban en función de un *Mark-Up* sobre los costos formados por los salarios, por los costos intermedios de insumos calculados a partir de coeficientes técnicos sectoriales (incluyendo los volúmenes de importación valuados al tipo de cambio) y por los impuestos indirectos netos de subsidios. A la función de precios se le agregaba un término

¹⁰ Se establecía la condición de que si los beneficios estimados eran negativos no habría nuevas inversiones.

que medía la expectativa de inflación y otro que estimaba el exceso de demanda sectorial por sobre la producción. En síntesis, la evolución de precios se formaba a través de márgenes de utilidad sobre costos, del excedente de demanda y de las expectativas de evolución de los precios en el futuro. Como se señaló, a diferencia de los precios de los bienes no transables, los precios del sector de bienes agropecuarios, más industrias de alimentos y bebidas, estaban influidos directamente por el tipo de cambio.

Por último, en el MEIC-0 los salarios dependían de la evolución de los precios generales con los salarios del sector, de la variación en distribución salarial en relación con los beneficios (estimada sobre la base de las cuentas públicas del período corriente respecto del pasado inmediato) y del nivel de desempleo. Además, se suponía cierta rigidez a la baja de precios, de salarios y niveles de empleo, lo que incorporaba cierta lentitud en los posibles cambios. Los beneficios resultaban de una estimación contable formada por el volumen de ventas netas de impuestos indirectos, restando sus costos variables, depreciaciones, impuestos directos a las sociedades y los beneficios no distribuidos.

Conclusiones

En este artículo se describe una parte de la historia del Instituto de Cálculo de la FCEN-UBA que tuvo que ver con su relación con temas económicos. Para ello, se realizó un análisis del contexto institucional e intelectual y se estudiaron los asuntos más importantes relacionados con la economía política argentina en relación con los modelos y la computación hasta el golpe de Estado de 1966.

Es notable la dificultad para realizar cálculos de distinta índole en aquel contexto, así como la pretensión de proyectar información agregada de sistemas económicos nacionales. En este sentido, las acciones del grupo de economía matemática se convierten probablemente en el intento más complejo de comprender la interacción de múltiples variables de un sistema económico nacional de la época. Esto fue posible porque la incorporación de la computadora Mercury II (conocida como Clementina) al Instituto de Cálculo permitió que esos esfuerzos se vieran reducidos a su mínima expresión. También es interesante notar el trabajo que se realizó en dicho Instituto para vincularse a temas económicos, además de la continuidad que este grupo tuvo cuando el golpe de Estado lo disolvió y sus miembros tuvieron que exiliarse en otros países. Pero el impacto del aprendizaje en la modelización no solo pasó en aquellos países en que se exiliaron estos intelectuales y técnicos, sino antes en el ámbito de la FCEN y la FCE de la UBA, así como en instituciones tan importantes para el desarrollo económico latinoamericano como lo fueron el ILPES (CEPAL) y el CONADE, entre otros.

La herencia de la modelización *a la Holland* no solo permitía, por ejemplo, testear los efectos de una devaluación, sino que también se alejaba de la práctica doctrinaria de *ceteris paribus* que orientaba a los economistas a estudiar la realidad como partes separadas. En latín, *ceteris paribus* quiere decir “siendo el resto de las cosas iguales”, idea que no se llevaba bien con un sistema complejo y dinámico como se pretendía estudiar con el MEIC-0; a

pesar de ello, la dificultad para disponer y procesar la información colaboró relativamente en los hechos con la doctrina heredada. Dadas las ventajas de la simulación, era posible conocer el resultado de cambios en múltiples variables y comparar trayectorias con discontinuidades, interrupciones e irreversibilidades. Algo que se conoció posteriormente bajo el concepto de *tiempo histórico*. Todo ello podía hacerse sin suponer hipótesis de maximización tan comunes en las teorías dominantes de la época, al tiempo que, dados los objetivos del desarrollo económico, se podían establecer conexiones de forma más sencilla entre el corto y el largo plazo, como pretendían no solo sus autores, sino también todos los economistas estructuralistas preocupados por la estabilización de corto plazo y el desarrollo de largo plazo.

Los requerimientos del grupo de economía matemática que desarrolló el MEIC-0 provocaron la creación del primer lenguaje de programación en el país: el COMIC, a partir de las dificultades con las que estos modelos demandaban al manejo de información.¹¹ A pesar de ello, sus suscriptores alertaron sobre la distancia que estos podrían tener respecto a los procesos reales, tanto las dificultades para construir modelos económicos representativos como la potencial distancia sobre los procesos políticos y las acciones de gobierno. De cualquier modo, se destaca la sintonía, con un clima de época, orientada a contestar las políticas económicas ortodoxas representadas típicamente por el Fondo Monetario Internacional. En este sentido, la heterodoxia del modelo se evidenciaba no solamente en los condicionantes estructurales que incorporaba, sino también en la teoría del precio que llevó implícita (construida a partir de costos de producción), así como en la impronta latinoamericana a través de la cual el sector externo y el tipo de cambio eran condicionantes fundamentales de la dinámica económica.

Bibliografía

- Arana, M. (2020). “La técnica de programación cepalina y los economistas en la Argentina de mediados del siglo XX”. *Revista de la CEPAL*, (131), 61-75.
- Babini, N. (1997). “La llegada de la computadora a La Argentina”. *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 20(39), 465-490.
- Berdichevsky, C. (2006). “The Beginning of Computer Science in Argentina –Clementina– (1961-1966)”. En Impagliazzo, J. (eds.), *History of Computing and Education 2* (Vols. IFIP: Advances in Information and Communication Technology, vol. 215, pp. 203-215). Nueva York: Springer.
- Calcagno, A. E.; Sáinz, P. y De Barbieri, J. (2015). *Decisiones políticas. Un método para interpretarlas y evaluarlas*. Buenos Aires: Catálogos.
- Carnota, R. J. (2012). *De rupturas y continuidades, mitos y realidades. Historia crítica del Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires entre 1957 y 1971*. Buenos Aires: Untref.

¹¹ Cristina Zoltan recuerda que Varsavsky ya trabajaba en Caracas antes de 1966. Sus requerimientos para el COMIC venían de su experiencia allí.

- (2022). “El proyecto modernizador reformista en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (1956-1966). Desarrollo, quiebre, secuelas y reconstrucción mítica”. En Carli, S., *Historia de la Universidad de Buenos Aires: 1945-1983*, pp. 99-120). Buenos Aires: Eudeba.
- Ceruzzi, P. E. (2018 [2012]). *Breve historia de la computación*. México: Fondo de Cultura Económica.
- “Cinco años del Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires”. Entrevista a Manuel Sadosky (1972). *Ciencia Nueva. Revista de ciencia y tecnología*, III (7), pp. 13-18.
- Clementina. Capítulo 1: Presentación en sociedad (s.f.). Recuperado el 11 de 7 de 2023, de <https://www.youtube.com/watch?v=NAVuZyl5jz0&t=10s>.
- De Pablo, J. C. (1995a). *Apuntes a mitad de camino*. Buenos Aires: Macchi.
- (1995b). *Héctor Luis Diéguez, Miguel Sidrauski y los comienzos de la licenciatura en economía en la Argentina*. Buenos Aires: Fundación Banco de Boston, Sudamericana.
- Dean, P. (1962). *Report by Phyllis Dean on the Buenos Aires Faculty of Economic Development Programme*. Ford Foundation.
- Dieulefait, C. E. (1958). “El modelo de insumo producto y el problema de inversión”. *Revista de Ciencias Económicas*, IV (3), 267-276.
- Domingo, C. y Varsavsky, O. (1967). “Un modelo matemático de la Utopía de Moro”. *Desarrollo Económico*, 7(26), 3-36.
- Durán, W. O. *et al.* (2009). “COMIC: El primer lenguaje y compilador argentino, desarrollado en el Instituto de Cálculo en 1965”. En Aguirre, J. y Carnota, R. (comps.), *Historia de la informática en Latinoamérica y el Caribe: investigaciones y testimonios*, pp. 109-123. Río Cuarto: Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. Memorias 1960, 1961, 1962 y 1963. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Holland, E. P. (1961). *Simulation of an economy with development and trade problems*. Cambridge: MIT, Center for International Studies.
- Instituto de Cálculo, FCEN (1962). *Boletín informativo N° 6*. Buenos Aires.
- (1963). *Boletín informativo N° 11*. Buenos Aires.
- Jacovkis, P. M. (2013). *De Clementina al Siglo XXI. Breve historia de la computación en la Facultad de ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires*. Buenos Aires: Eudeba.
- (2014). “Manuel Sadosky y su impacto en la ciencia y en la política argentina”. En Carnota, R. y Sadosky, M., *El sabio de la tribu*, pp. 17-83. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- O’Connell, A. y Varsavsky, O. (1965). “El MEIC-0 (modelo económico del Instituto de Cálculo, versión preliminar)”. *Boletín Interno N° 1*. Grupo de Economía, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Cálculo.
- Sadosky, M. (1962). “El Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales”. *Revista de la Universidad de Buenos Aires*, quinta época, año VII (4), 646-650.
- Varsavsky, O. (1963). “La experimentación numérica”. *Ciencia e Investigación* (19), 340-47.
- (1965). “Los modelos matemáticos numéricos como herramientas de decisión en

D

- problemas difícilmente cuantificables”. *Boletín Interno N°1*, Grupo de Economía, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Cálculo.
- (1994 [1969]). *Ciencia, política y cientificismo*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- Varsavsky, O. y Calcagno A. E. (comps.) (1971). *América Latina: modelos matemáticos. Ensayos de aplicación de modelos de experimentación numérica a la política económica y las ciencias sociales*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Entrevistas

- Brodersohn, Mario S. (15/5/2015). Entrevista a Mario Brodersohn (M. Arana, entrevistador). Capital Federal, Buenos Aires, Argentina.
- Calcagno, Alfredo Eric (17/10/2018). Entrevista a Alfredo Eric Calcagno (M. Arana, entrevistador). Capital Federal, Buenos Aires, Argentina.
- Lew, Liana (29/8/2023). Entrevista a Liana Lew (M. Arana, entrevistador). Capital Federal, Buenos Aires, Argentina.
- O’Connell, Arturo (22/7/2013). Entrevista a Arturo O’Connell (M. Arana, entrevistador). Capital Federal, Buenos Aires, Argentina.
- (27/9/2023). Entrevista a Arturo O’Connell (M. Arana, entrevistador) Capital Federal, Buenos Aires, Argentina.