

Matemáticas e Informática: una historia de influencias recíprocas

Ignacio L. Iribarren¹

Pertenezco a la generación de matemáticos que se formó (en mi caso en Inglaterra) a principios de la década de los sesenta. Por aquella época la matemática era muy pura y la computación no existía.

Por supuesto que eso no es exacto; para ser preciso, la moda en matemáticas era purista y la informática ocupaba un lugar muy restringido. Las computadoras eran unos monstruos enormes, que costaban varios millones de dólares, y se utilizaban casi exclusivamente para cálculos numéricos; sus usuarios eran ingenieros y científicos aplicados y su manejo por tarjetas perforadas era una pesadilla felizmente olvidada. Los matemáticos mirábamos las computadoras con absoluto desdén y no imaginábamos que pudiesen tener interés alguno para nuestra disciplina, a pesar de que los inventores de la informática eran matemáticos (renegados, a nuestros ojos). Hoy día la computadora es ubicua, como el teléfono y la TV, cuesta mucho menos que el automóvil más barato y quien no la usa está visto como un retrógrado apolillado. La señora tiene una en la cocina con su directorio telefónico y sus recetas culinarias; en casa y en oficina se emplea para comunicarse, para escribir, para llevar las cuentas de banco; en fin, nuestra vida actual, desde lo más trivial hasta lo más complejo, es inconcebible sin la computadora. Pero esa máquina prodigiosa no puede existir ni progresar sin el auxilio de sofisticados conceptos y teorías matemáticas (que el usuario no percibe ni le interesa, como tampoco le importa la electrónica que sustenta teléfono y la TV). Y la Matemática, por su lado, no se estila hoy con aquel fanatismo estructuralista ni con el mismo afán esteticista, en buena parte por influencia de la Informática (desde ahora con mayúscula), como analizaré más adelante.

Concretamente, me propongo desarrollar una breve disertación sobre las semejanzas, las diferencias y la mutua influencia entre las Matemáticas y las Ciencias de la Computación.

Una primera y rudimentaria observación es que ambas disciplinas tienen sabores bastante parecidos: las dos parecen estimular la misma zona del cerebro, y apelan a las mismas facultades mentales. A quien gusta una, seguramente habrá de gustarle la otra. Empleando la jerga de la 'programación orientada por objetos', podríamos decir que la Matemática y la Informática tienen clase ancestral común; me agradaría pensar que la Matemática es la clase primaria o raíz, y la Informática es una de sus subclases. No lo creo así, a pesar de que, históricamente, la Informática fue creada por matemáticos; de que ambas disciplinas estudian conceptos abstractos, rigurosamente estructurados; y de que tienen en común una ancha desembocadura hacia el mundo

¹ Presidente de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela, 1998.

material y social a través de una abrumadora riqueza de aplicaciones, que han transformado la propia fibra de la vida humana. Pero es preciso apuntar profundas diferencias.

Russell decía que la Matemática es la clase de todas las proposiciones de la forma "p implica q, donde no sabemos qué son p ni q". Detrás de esa aparente travesura se manifiesta una particular y profunda postura filosófica que circunscribe estrechamente los fueros de la matemática, y a esa demarcación de sus fronteras atribuyo mucho del espectacular progreso de nuestra disciplina en este siglo. Algo similar ocurrió en los siglos XVI y XVII con las Ciencias Naturales, cuando sus grandes sacerdotes como Galileo y Newton hicieron sus propósitos tanto más modestos al desechar la "causa final" de Aristóteles e independizarlos de compromisos metafísicos. Los matemáticos podemos jactarnos en nuestra comodidad de que —una vez más según Russell— "Lejos de las pasiones humanas, lejos incluso de los míseros fenómenos de la naturaleza, las generaciones han creado un cosmos ordenado, donde el pensamiento puro habita como en su casa natural, y donde uno, al menos, de nuestros impulsos más nobles puede escapar del triste exilio del mundo concreto." Hermoso pensamiento, que además nos cobija en una soberbia torre de marfil, legitimando un exquisito desdén hacia las cuestiones más abstrusas que conciernen la existencia del hombre. Ya Maimónides decía en el siglo XII que "quienes se dedican a las Matemáticas no hacen sino dar vueltas en torno a la entrada."

En marcado contraste, la Informática es una rama de la Antropología. La comunicación hombre-máquina ha provocado profundas indagaciones acerca de la naturaleza del lenguaje, y aquí voy mucho más allá que los lenguajes de programación; es el tema de la lingüística en el sentido semiótico de Roland Barthes, que dislocó la lingüística tradicional, y que incluye todas las formas de comunicación y de expresión. Por otro lado, el diseño de las computadoras ha obligado a replantearse cuestiones muy delicadas acerca de los procesos de pensamiento, de las formas de conocer y de comunicar, de la naturaleza de la mente. Es otra ruta a la epistemología. En los años cuarenta Alan Turing ya se hacía la pregunta pertinente en su famoso ensayo "¿Puede pensar una máquina?". Paradójicamente el estudio de una máquina creada por nosotros nos enseñará más sobre nosotros mismos.

Pasemos a otro tema. Como bien sabemos, muchas teorías matemáticas se originaron por la necesidad de dar solución a problemas de otras disciplinas, en su mayoría hasta ahora de las ciencias naturales. El ejemplo más notable es el Cálculo. Luego de un proceso de depuración y de abstracción, esas teorías escindieron su cordón umbilical y pasaron a engrosar el repertorio matemático puro. Bien sabido también es que vastos territorios de la Matemática se han gestado en su propio vientre, desarrollados por una concatenación de interrogantes sobre cuestiones de su misma intimidad, por la aspiración de alcanzar aún mayores abstracciones, o por la confluencia de teorías que se unen para formar una más general y totalizante. Por cierto que el historiador Oswald Spengler calificaba tales fenómenos de barrocos, y síntomas inequívocos de decadencia. Lo de barroco puede ser, aunque pienso que el vigor de la matemática actual desmiente la interpretación de decadencia. Pero no voy a entrar aquí en esa controversia.

Una de esas áreas, terriblemente reservadas y de inspiración interna, son los Fundamentos de la Matemática. Yacen en lo más íntimo de nuestra disciplina; son el acto de introspección que los matemáticos hacemos sobre la naturaleza, la legitimidad y la sustentación de nuestra

majestuosa catedral. El tema comenzó a tomarse verdaderamente en serio hacia fines del siglo pasado y hoy constituye un impresionante y complejo cuerpo de doctrina. Estoy seguro de que ninguno de sus forjadores: Cantor, Peano, Russell, Whitehead, Fraenkel, Zermelo, imaginaron siquiera que los Fundamentos pudiesen tener la más remota aplicación fuera de las matemáticas; tanto así que dentro de la matemática misma sólo tienen una presencia latente, y rara vez se invocan directamente. Así fue hasta la aparición de las primeras computadoras, hace unos cincuenta años. Pues ocurre que el instrumento matemático por excelencia que se aplica a la Informática se toma precisamente de la caja de herramientas de los Fundamentos. El matemático puro, prototipo al cual me referiré en breve, y que veía con desagrado la aplicabilidad de muchas teorías, siente ahora que ha perdido definitivamente su castidad.

El 22 de julio de 1976, en la Universidad de Illinois en Urbana tuvo lugar un acontecimiento histórico que el mundo matemático no ha terminado de asimilar: mediante la acción combinada de tres computadoras y al cabo de mil horas de operación, se ‘demostró’ la famosa conjetura de los cuatro colores. La proeza sin precedentes fue realizada por los ¿matemáticos? norteamericanos Kenneth Appel y Wolfgang Haken. Se recordará que el problema fue propuesto por el inglés Francis Guthrie en 1852, y plantea –a título de conjetura– que todo ‘mapa’ en un plano puede colorearse con sólo cuatro colores distintos, de modo que dos ‘países’ con frontera común sean de colores diferentes. El problema ha sido atacado desde entonces por eminentes matemáticos, comenzando por Augustus De Morgan. Ninguno proporcionó una demostración de la veracidad de la afirmación, ni un contra-ejemplo que la negase. Aplicando teoría de grafos, Appel y Haken redujeron los casos posibles a unas 1500 configuraciones, y diseñaron un programa de computación que ‘colorease’ una por una. La computadora comprobó que todas las alternativas admitían los cuatro colores. ¿Puede aceptarse esto como una prueba de la conjetura? Una respuesta nos remite al tema filosófico de la naturaleza de las matemáticas. Podría aceptarse la demostración con la simple consideración de que la mente humana es capaz de repetir la rutinaria verificación efectuada por la máquina. ¿Pero es eso cierto? ¿No rebasaría el tiempo de toda vida humana el tratamiento de las 1500 configuraciones? Haken y Appel sugieren un nuevo principio: trasladar la demostración a una prueba de validez y de consistencia del programa mismo que se alimenta a la máquina. Interesante, pero ciertamente rompe con la ortodoxia establecida. No ha habido desenlace al problema meta-matemático planteado, pero desde luego que nos obliga a revisar el concepto acostumbrado de ‘prueba’ y lo que hemos de entender por matemáticas.

La solución ‘informática’ de la conjetura de los cuatro colores es sólo una instancia, no poco dramática desde luego, de aplicación directa de la computación a la matemática. Han aparecido métodos más sistemáticos y generales para computarizar demostraciones, como es el caso del lenguaje Prolog.

En el curso de mi vida estudiantil y profesional, que abarca más de treinta años, he tenido la excepcional oportunidad de ver y de experimentar un período de transición de mucha significación en el espíritu y en el estilo de las matemáticas. Durante mi época de estudiante y hasta bien entrados los años 70, prevalecía de manera decisiva el purismo y el esteticismo en nuestra disciplina. Nos inspiraban poderosamente figuras como Hardy, a quien podía describirse como un dandy de la matemática, y cuyo purismo lo practicaba en su propia vida cotidiana: era

un hombre que, por ejemplo, se negaba despectivamente a usar el teléfono; un personaje como el formalista David Hilbert; también emulábamos al logicista Russell, y amábamos el estructuralismo preciosista del álgebra de Artin y de Nöether. Casi todos queríamos ser estetas de la matemática y veíamos las aplicaciones con aristocrático desdén. Esa corriente y el espíritu que la animaba alcanzaron su apoteosis con el movimiento francés Bourbakista. La obra de Bourbaki logró tal grado de perfección en esa línea que, de no haber estado tan fanatizados, hubiésemos podido predecir que un cambio de dirección era inminente e inevitable. Muy injustamente por cierto, Bourbaki fue bastante desacreditado por atroces aberraciones pedagógicas que se cometieron en su nombre.

Desde luego que ya en mi época formativa se distinguían las cuatro corrientes filosóficas rivalizantes en torno a las matemáticas: el logicismo y el formalismo por un lado, disfrutando de franco favoritismo de la mayoría, y el intuicionismo y constructivismo de Brouwer y Bishop, a la defensiva, por el otro. Y es precisamente esa particular inclinación de la balanza que percibo en proceso de inversión a causa del influjo de la Informática. Antes, el empeño constructivista no pasaba de ser una postura ideológica, pues en la mayoría de los casos no podía pretenderse llevar la construcción a la práctica, debido a las limitaciones de tiempo y de computabilidad humanas; pero al disponer de las computadoras actuales, la ejecución de los algoritmos se hace posible, y con ello la tentación es demasiado grande, es como si a un astrónomo del tiempo de Kepler se le ofreciese la oportunidad de poner el pie en el planeta Marte: la matemática constructiva se ha convertido en algo más que una postura filosófica, ahora se puede practicar. Kronecker hubiese increpado a Cantor en términos más específicos: "No me convence tu prueba de la existencia de los números trascendentes, quiero que me calcules uno en pantalla". Se comprende que las simpatías filosóficas estén cambiando de partido.

Y por último, el purismo también se resiente ante el embate de la Informática. Gracias a ella la Matemática se ha convertido en ciencia experimental. No pretendo decir con esto que hemos profanado nuestra disciplina dando cabida al método inductivo que se emplea en las ciencias naturales, lo que ocurre es que ahora la computadora nos permite hacer experimentos — muy discretamente por supuesto— con nuestras conjeturas, y de tal modo descartar o reorientar los rumbos de nuestras investigaciones. La mayoría de los colegas que me escuchan saben a qué me refiero, pues casi todos hemos practicado esas impurezas clandestinamente.

En consecuencia, a un matemático de hoy, particularmente al de una generación no tan joven, caben dos alternativas excluyentes: montarse en el "train grande vitesse" de la matemático-informática y disfrutar del paisaje vertiginoso, o caminar al sepulcro, con elegancia incólume y pureza inmaculada, del brazo de Bourbaki.

