

¿Es la ciencia de la computación sinónimo de informática?



¿EXISTE LA NECESIDAD DE REDEFINIR LA TERMINOLOGÍA?

¿La Informática es una ciencia de la información? o la Informática es ciencia de la computación?

Introducción a la Didáctica de la Informática

ADOLFO MONTIEL VALENTINI

INSTITUTO NORMAL de ENSEÑANZA TÉCNICA (I.N.E.T.)

¿Es la ciencia de la computación sinónimo de informática?

¿Existe la necesidad de redefinir la terminología?

¿La Informática es una ciencia de la información o la Informática es ciencia de la computación?

¿Qué dimensiones cumple la Didáctica de la Informática?

Este planteo de preguntas e interrogantes, surge a través del cuestionamiento sobre la veracidad o no del cambio de ruta de la educación actual. ¿La ciencia de la computación abarca todo el ámbito de la informática, inclusive la realización de programas y todo lo anexo como ciencia aplicada y por ello debemos de enseñar, más que las herramientas, los fundamentos y la metodología de modo de alcanzar las respuestas o los programas ya alcanzados por otros? O por el contrario, basándonos en los programas existentes, sistemas operativos, equipamiento físico y proyección y captación de los medios tecnológicos de información, proyectarnos a enseñar a aprender y a aprehender este universo amplio y cambiante, para definir nuevas rutas de acercamiento al conocimiento en general y particular, que llene las aspiraciones y necesidades de a quién está dirigida la enseñanza. Mis dudas están puestas frente a ustedes, quienes leen éstas líneas. Las respuestas, las trataremos de dilucidar juntos. Abordaremos de manera sucinta, el problema genealógico, etimológico y epistemológico. Ahondaremos en argumentos que definan una posición clara y por último, nos encaminaremos a proponer una didáctica de la misma.

Palabras clave: Etimología, Epistemología, Informática, Computación, Ciencia

¿Es la ciencia de la computación sinónimo de informática?

Síntesis

En éste análisis intentaremos hacer en él una introducción genealógica, etimológica y epistemológica de los términos COMPUTACIÓN, INFORMÁTICA y CIENCIA a fin de dilucidar la diferencia en terminología y la comprensión de lo vinculado al tratamiento, investigación y desarrollo de lo que en principio nació como una búsqueda de soluciones generalizables matemáticamente, a la cual se le sumó la lógica, en aplicabilidad de usos particulares y fue tornándose en una ciencia o técnica aplicable, cuya lógica de enseñanza, difiere según el propósito en el cual se enmarque.

La ciencia, las técnicas y los procesos de aplicación, específicamente en nuestro caso, tienen puntos en común, los cuales podemos identificar y no siempre son el paradigma que gestó su inicio, sino los puntos de entrecruzamiento donde convergen y algunas veces nodos donde divergen.

Nos interesa enfatizar, en la metodología didáctica aplicable, específicamente de la INFORMÁTICA, que es el punto que nos atañe. Usaremos para ello, diferentes fuentes de información, aportes y experiencias dadas en el campo educacional, sea este de la educación formal, como la no-formal, institucional o industrial.

¿Es la ciencia de la computación sinónimo de informática?

Introducción

Entrar a la computación, la Informática o la programación, implica una aproximación a un mundo de dimensiones desbordantes, donde no es fácil establecer un límite claro, bien definido. Este límite se desdibuja bajo el manto de la tecnología en la cual estamos inmersos en la actualidad.

Para quienes definen la computación como ciencia, propugnándola como una ciencia básica a estudiar en la Educación Primaria y Media, cuyo discurso educativo-didáctico hace aparecer ésta como indispensable para el desarrollo del educando, no dilucidan la gran limitante potencial que se cierne sobre la población estudiantil, respecto a la adquisición y aplicación de los conceptos abstractos lógico-matemáticos.

Más allá de poder considerar la enseñanza de la ciencia de la computación, un facilitador para el desarrollo del pensamiento humano temprano y para el aprendizaje, se convertirá éste en un factor limitante, respecto a las posibilidades de acceso a niveles superiores de educación.

En cambio, es apropiado considerar la ciencia de la computación como asignatura científica para los estratos de Enseñanza Media Superior (Segundo Ciclo), debido a la estructura cognitiva y procesos de abstracción mental propios de la edad.

La informática, va más allá de la simple aplicación de la ciencia de la computación. El uso y aplicación de la amplitud de soluciones programáticas y de recursos educativos que le conciernen, la potencializan para encontrar los diferentes vectores necesarios para captar el interés y la atención del párvulo o pupilo, diestro a no concentrarse bajo los viejos preceptos de la educación más voluntariosa.

Sin decir que es la panacea, lejos de entender que nos da variadas herramientas, lo interesante de conducir al “newbie” o novato, a través del teclado hasta descubrir lo que hay detrás de la pantalla. Enseñar a aprender es tarea ardua, pero duradera, cuando que informática no es un fin en sí misma, sino, un abrir puertas infinitas.

Hay quienes ven en ese enmadejado de caminos la claridad al final de la hebra, como si esta estuviese predestinada a encantarnos con odas de bienvenida. Ven lo colaborativo de todo ese entrecruzamiento de datos, programas y fuentes diversas, como la salvación mundial del acceso a la educación y a la cultura, eliminando paulatinamente el analfabetismo y permitiéndonos llegar de manera masiva a todos los rincones del planeta; y con ello, una manera de establecer igualdad de oportunidades de acceso a la información y a la educación.

El caos desbordante de información y redes, construyen los puentes necesarios para que todos podamos cruzar de un lado a otro sin interrupciones ni limitaciones de acceso, como el fluir en el Palacio de R'lyeh, donde no aplica la geometría euclidiana.



La Didáctica de la Informática o la ciencia del cómputo, tienen décadas discurriendo entre estas dos polaridades, con resultados diversos y con respuestas a veces alumbradoras.

Estamos aquí, en una encrucijada similar a la que le toco jugar a Raskin en 1979, frente a Jobs, superando así las apreciaciones de Chaitin, a modo de conducir la computación a la realidad del usuario común.

Partiremos de una breve definición etimológica y epistemológica de cada término, abordando un posible camino el cual debiera conducirnos a una didáctica específica y las condiciones necesarias para la Educación Media singularmente, así como a los contenidos que deberían tratarse.

El estudio de los nuevos entornos, fijará un perfil trazable y una suerte de desambiguación que podrá ser fuente de una planeación a largo plazo, de políticas educativas incluyentes y generalizables.

¿Es la ciencia de la computación sinónimo de informática?

Genealogía de la Ciencia de la Computación e Informática

Desde la Antigüedad, el Hombre ha tentado en dilucidar respuestas para anticiparse al futuro. En esta búsqueda ha desarrollado fundamentos cognitivos que le han dado sentido, seguridad y veracidad a sus afirmaciones, sus proyecciones sobre sucesos, experiencias y conocimiento transmisible para el resto de la sociedad y la cultura en general.

La Filosofía, como madre del saber, antecedió a las matemáticas y marcó dos rutas fundamentales, que son los ejes del pensamiento cognitivo humano, el racionalismo empirista, sustentado en el conocimiento directo de lo tangible y el platonismo, basado en ideas inmateriales, absolutas, perfectas e infinitas, eternas e inmutables, independientes del mundo físico. De un modo más estricto, la diferenciación de lo particular y lo universal. Es así como el conocimiento o las teorías del conocimiento bifurcan en su origen y desarrollan la amplia gama de ramales que hoy en día conocemos.

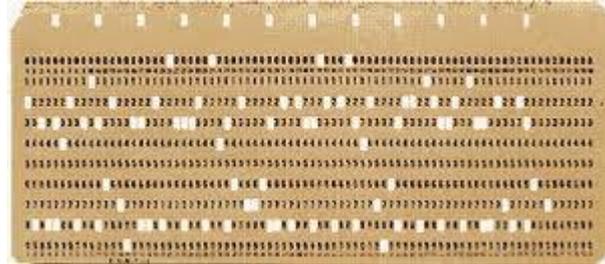
La Ciencia de la Computación (CC) y la Informática (TI), tienen, por decirlo así, una misma disyuntiva genealógica. El mundo occidental, considera que el nacimiento de éstas surge de un ramal compuesto de las matemáticas, sin embargo, su génesis tiene dos puntos de partida bien definidos.

La historia nos muestra como, desde el comienzo de la Modernidad, hubo un interés de aplicar la geometría y las matemáticas a la mecánica, obteniendo así, máquinas o procesos por los cuales se podían producir o reproducir acciones repetitivas con resultados homogéneos. En ese afán mecánico, se creó las primeras máquinas que podían producir cálculos en forma automática. Esto nos llevó a conformar el concepto de que informática o computación, surgían exclusivamente desde la conceptualización lógico-algebraica de los procesos matemáticos.

Sin embargo, la historia nos muestra algo diferente. El concepto anteriormente definido, parece estar enmarcado en la mistificación de la génesis de la computación como ciencia.

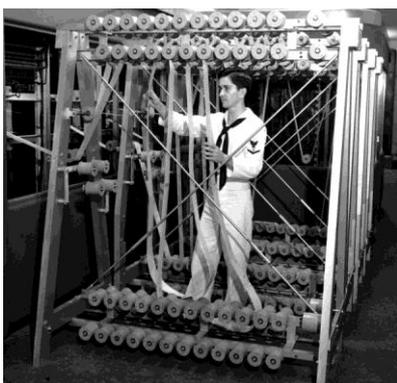
En realidad, no es a través de la abstracción matemática que se llega a conceptualizar la computación, sino a través de la búsqueda de soluciones particularmente precisas para procesos u operaciones específica del orden práctico.

La compañía, que marcará la historia de la computación y establecerá gran parte de la terminología que hasta hoy en día se utiliza en informática y computación, nació en 1911, de la conjunción de cuatro empresas pioneras, la Compañía de Máquinas Tabuladoras (Tabulating Machine Company – **TMC** –) y Fábrica de Balanzas Graduadas (Computing Scale Corporation – **CSC** –, **National** brand), Compañía Internacional de Registro de Empleados (International Time Recording Company – **ITRC** –) y Bundy Manufacturer Time Recorder – **Bundy** –).



La empresa que ese año nació, era Computing Tabulating Recording Corporation (**CTR**), cuyo nombre a partir de 1924 fue el de International Business Machine, Inc. (**IBM**); quien conjugó las cuatro experiencias mecánicas, aunadas a los nuevos procesos

electromecánicos y electromagnéticos e hizo posible producir los automatismos requeridos para las nacientes procesadoras de datos e información alfanuméricos, usando como elemento principal de memoria, las tarjetas o cintas perforadas, utilizando como instrumento de entrada y salida las máquinas perforadoras.

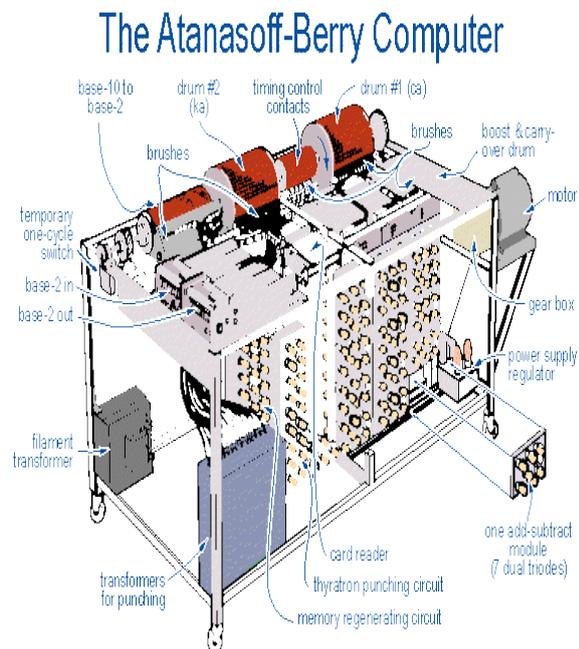


Los años posteriores a la Gran Recesión y previos a la Segunda Guerra, marcaron para la IBM, el impulso a desarrollar nuevas tecnologías, lo cual le llevó a apartarse de su negocio inicial por el encargo por parte del Seguro Social (US Department of Social Security) para registrar y computar masivamente los beneficiarios del sistema "State Welfare/Welfare" y posteriormente el cálculo balístico para la Fuerza Naval (US-Navy).

Es hasta los años `30 del Siglo XX que los científicos, técnicos y estudiosos de procesos computables, utilizaban medios mecánicos, matemáticos y geométricos (álgebra y trigonometría) para la obtención de datos cuantificables para sus observaciones, investigaciones y aplicaciones prácticas. Se buscaban resultados concretos a hechos concretos, para plasmarlos en la realidad circundante. No existe una búsqueda de verdades absolutas y abstractas, por el mero hecho de obtener una diferenciación dilucidadora.

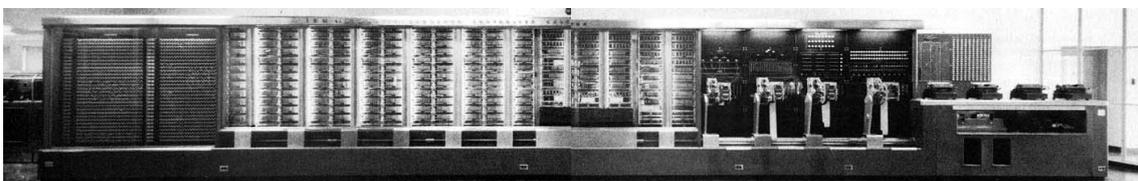
En 1933, J. Eckert, diseñó y controló a través de un primer programa electromecánico las funciones de dos de las máquinas al unísono, operadas por un cable. Los trabajos de Eckert dieron origen para las investigaciones informático-científica de la Universidad de Columbia, NY.

John V. Atanasoff, por su parte, en colaboración con su ayudante Clifford E. Berry, construyen en la Universidad de Iowa en 1939, el primer procesador no-analógico, al cual denomina ABC (Atanasoff-Berry-Computer), con tres principios básicos, el uso del sistema binario, la independencia de memoria y la operatividad digital, no-mecánica, para uso general de cálculo.



Al mismo tiempo, Howard H. Aiken, diseña y construye el Mark I (ASCC – Automatic Secuencial Controlado Calculator –) en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, en la Universidad de Harvard, bajo el patrocinio e inversión de la IBM, para la Armada americana (US-Navy), para el cálculo de las trayectorias de balística militar.

El programa requirió de cinco años (1939-1944), usando los conceptos de Charles Babbage y programando a través de tarjetas perforadas. Fue hasta 1973, cuando se demostró que Mark I plagió diseños y conceptos de propiedad intelectual de Atanasoff, que se consideraba la primera computadora automática.

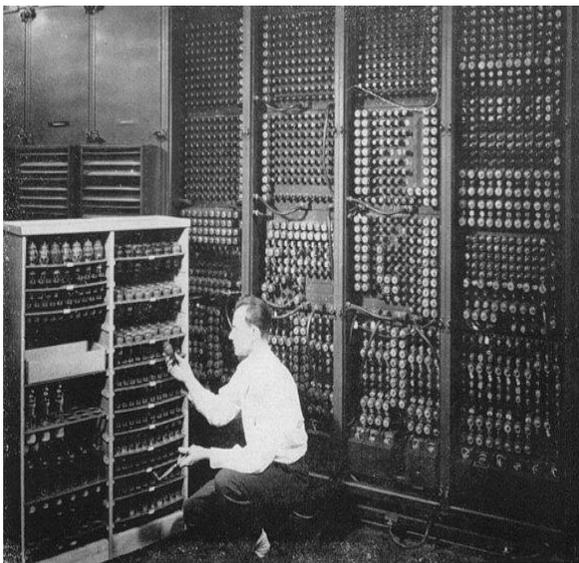


El IBM Automatic Sequence Controlled Calculator (ASCC) o Mark I

La “Regla de Cálculo”, basada en cálculo logarítmico y los instrumentos ópticos, permitían rápidamente calcular la trayectoria de una bomba soltada desde el cielo por los primitivos aviones o de un proyectil lanzado desde tierra o mar para derribar o acertar en un blanco, pero dependía de la habilidad del operario, lo cual no producía una exactitud reproducible en un 100%. Esto produjo infinidad de pérdidas, tanto humanas como económicas.



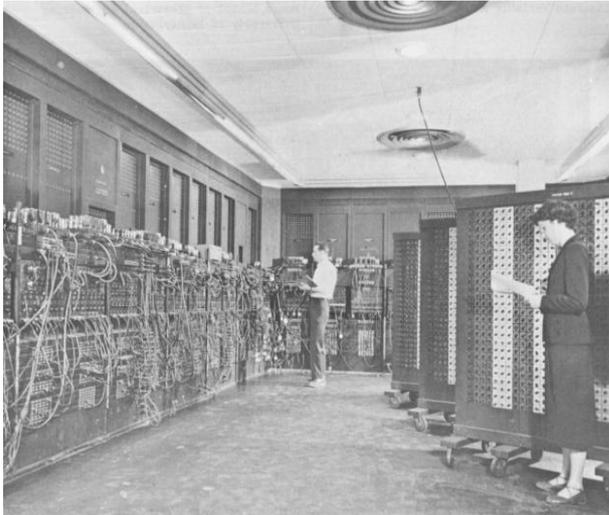
El Departamento de Defensa americano (US-Defence Department) y su Armada (US-Navy), en su afán de minimizar pérdidas humanas y lograr una mejor eficiencia económica del aparato militar, encomienda, a través de la disposición de fondos para la investigación, la fabricación de un aparato de cálculo para mejoramiento y eficacia balística de su equipamiento militar, continuación del proyecto Mark I, más perfeccionado y optimizado.



El efecto, inicialmente estudiado y reportado por Frederick Guthrie, luego desarrollado más ampliamente por Tomas Edison (efecto Edison), dio paso a las válvulas de vacío, componente utilizado para amplificar, conmutar o modificar una señal eléctrica, mediante el control del movimiento de los electrones en un espacio “vacío” a muy baja presión o en presencia de gases especialmente seleccionados. Éste componente permitió desarrollar y construir las primeras máquinas programables analógicas o computadoras primitivas (o computadoras de primera generación).

El efecto, inicialmente estudiado y reportado por Frederick Guthrie, luego desarrollado más ampliamente por Tomas Edison (efecto Edison), dio paso a las válvulas de vacío, componente utilizado para amplificar, conmutar o modificar una señal eléctrica, mediante el control del movimiento de los electrones en un espacio “vacío” a muy baja presión o en presencia de gases especialmente seleccionados. Éste componente permitió desarrollar y construir las primeras máquinas

El proyecto que se inicia con Mark I en 1939, culminará con el EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), en 1949, de la mano de Von Neumann, Eckert y Mauchly, basados en las investigaciones y tecnología de Atanasoff, después de pasar por varios desarrollos análogos del Mark I, Mark II y el ENIAC.



Los programadores u operadores, solían ser matemáticos que trabajaban con una cartilla o manual de operaciones. Para ese momento era común que las partes de los programas y procedimientos que se repetían asiduamente, hayan sido previamente escritas en blocks de notas, dando origen a las bibliotecas de programas, conjuntos de programas o rutinas (bibliotecas de subrutinas).

Luego que la guerra terminó, comenzó una nueva era para la computación científica de investigación. Los recursos dedicados a la guerra fueron liberados y dedicados a la ciencia de la información y tecnología. En particular, el Departamento de Marina y la Comisión de Energía Atómica de los EE.UU. decidieron continuar patrocinando el desarrollo de los computadores cuyo principal objetivo era estadístico y de cálculo, así como la predicción numérica (cálculo estadístico) del clima, la mecánica de fluidos (hidráulica), la aviónica, el estudio de resistencia de los barcos a las olas, el estudio de partículas, la energía nuclear, el cálculos de reactores, el modelado de automóviles, etc.

76 NEWSWEEK, FEBRUARY 15, 1949

SCIENCE AND MEDICINE

Answers by Envy
All-Electronic Super Calculator Is a Wizard of Super Problems

To primitive man, his ten fingers and two toes were natural computing devices. In a later age, piles of pebbles were the accepted mathematical aids. For the Chinese, one of the earliest was the abacus; a digital device using counters on parallel wires— "discret variable computer." Opposed to this was another type, the "continuous variable computer," the simplest form of which is the slide rule. But for modern man, these must be gigantic mechanical robots, capable of speedy and precise analysis of complicated problems. Two of these are the

A 30-ton giant with nearly 15,000 vacuum tubes fitted into 300 feet of panels. Envy, his only one electronic-chemical part that which feeds the beginning of the problem into the electronic machine and extracts the answer.

Fifty-Foot Brain: The calculation equipment, arranged in a U-shape around three sides of a 30 by 50 foot room, includes a constant transmitter, which receives information and "remembers" or stores electronically that data; theory accumulator, which adds, subtracts, and at the same time, "remembers" numbers later necessary to the solution; three multipliers, one divider and square rooter, and three function tables with stored information, similar to tables in mathematical textbooks.

Other panels are the initiating unit, nine-digit division problem was solved in 1.28 of a second.

The original Envy, which cost \$400,000, will be based at Aberdeen Proving Ground, Maryland, for further development of ballistic research. However, new models that may be built at an approximate cost of \$250,000 will be made available for routine studies in nuclear physics and aerodynamics. Industrial applications of Envy may include:

- ▶ Electrical and electronic circuits—Precise knowledge of ballistic unknown factors will make for better transmissions, receivers, and modems.
- ▶ Aircraft design—By solving intricate mathematical problems before test models are made, expensive and dangerous trial-and-error methods may be avoided.
- ▶ Banking and insurance—Computations that would take years on ordinary calculating machines can be solved in hours.
- ▶ Meteorology—Envy makes possible the analysis of large masses of meteorological data which may make possible accurate long-range weather predictions.

Tomatoes to Ringworm

In the Bureau of Agricultural and Industrial Chemistry at Beltsville, Md., Department of Agriculture scientists sought a cure for fungus in tomato plants. To their surprise they stumbled onto a remarkably effective treatment for fungus infections in human beings. The discovery is promising an antibiotic. Although still in the test-tube stage, it has relieved athlete's foot, thrush, impetigo, and other scalp and skin infections which do not respond to penicillin.

Wife in tomato plants. It comes by fermenting mold. This mold was held in control by tomato in the plants. Then the researchers reasoned, tomato should cure the human parasitical disease caused by similar fungi. They were right.

But suffers from athlete's foot cure? Have tomato tomorrow. Three problems are still to be worked out: a pill; since 1,500 pounds of tomato plants produce only one ounce of tomato; dosage; and toxicity of the drug for humans.

Too Many Sick Friends
Stymied Medics in Paris

The American Hospital in Paris, operated since its foundation as the United States Army's 66th General Hospital Unit, returned to civilian status on Jan. 21. The story behind the Army's long decision to pull out of the famous institution in the beautiful suburb of Neuilly is now called by Tom Howard of Newsweek's Paris bureau.

The Army gave no reason for the hasty evacuation, either. The soldier

automatic sequence controlled calculator built by the International Business Machines Corp. at Harvard University, and the differential analyzer of the Massachusetts Institute of Technology designed by Vannevar Bush (Newsweek, Nov. 12, 1947). Last week at the Moore School of Electrical Engineering at the University of Pennsylvania, the participants of all mathematical devices was demonstrated. It is the Electronic Numerical Integrator and Computer, designed in ENIAC (pronounced en-ee-ack).

Invented by Dr. J. W. Mauchly, a 38-year-old physicist, and J. Presper Eckert Jr., 29, a designing engineer, to meet the Army's needs for computing problems posed in the Ballistic Research Laboratory, Envy is the first all-electronic mathematical instrument. The color push-chairs, with their labyrinth of shafts, gears, and wheels, are electro-mechanical computers, the Harvard machine, which on the MIT, 50 per cent electro-mechanical and 50 per cent electronic,

which starts and stops Envy; the cycling unit, which generates electrical impulses at a rate of 500,000 a second; and the master programmer, the real "brain," which tells Envy what to do and when.

The first problem put to Envy was a multiphysics calculation that would require 160 man-years of work by a human computer. The electronic device solved it in two weeks, of which two hours were used for actual electronic computing and the remaining time for operating details and review of results.

In last week's demonstration, Envy performed three mechanical miracles:

- ▶ A two-figure number was multiplied by another five-figure number 500 times.
- ▶ The square and cube of numbers from 1 to 100 were figured and the results punched on Envy in one minute.
- ▶ To add or subtract two ten-digit numbers, Envy requires only 1/2000 of a second; a single multiplication by a ten-digit number took 1/300 of a second,



Lo referido anteriormente, se remite al segmento desarrollado en EEUU. Debemos también entender que la ciencia, como su lenguaje mismo, es producto de su sociedad y época. Es en este sentido, que los científicos computacionales o informáticos, se consideraban a sí mismos simplemente matemáticos, ingenieros electrónicos o técnicos.

La clase dominante, políticamente conductora de la Europa de principio de siglo XX, propugnaba una ciencia positivista, con rasgos románticos y gran influencia intelectual, herencia cultural de los tiempos de la Ilustración. Expediciones a tierras exóticas o lugares remotos, extensas investigaciones de las Ciencias Exactas y Naturales, colmaban las tertulias intelectuales de las cortes europeas, estancadas en los logros de la primera Revolución Industrial del siglo antecesor.



Concomitantemente con lo anterior, existía en Europa al principio del Siglo XX y se extendió hasta la década del veinte, una pugna idealista o espiritualista, en contraposición al positivismo del siglo anterior, así como una mezcla de cientificismo, evolucionismo y materialismo, lo que conllevaba a posturas más cercanas a la filosofía o filología, que al pragmatismo mecanicista, propulsor de cambios tecnológicos aplicables a hechos concretos.

Los estudios científicos europeos de comienzo del Siglo XX abarcan conceptos y científicos tales como Física y Química (M. Curie), Medicina (A. Fleming), Física Cuántica (M: Planck), Radio (G. Marconi), Gödel, Russell, Lemaître, Ruska-Knöl, etc., por solo mencionar algunos.



En Europa se desarrolla, en forma paralela y en veces antecesora, la gestación, creación y construcción de conceptos y modelos computacionales similares a los americanos. Alguna de

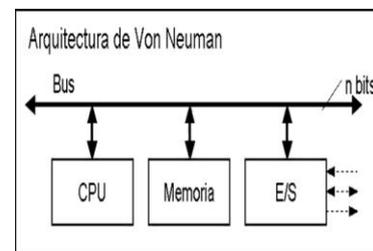
las veces, con proyectos muy originales, superando en diseño y conceptualización a los de sus coetáneos americanos. La poca o nula comunicación y el celo profesional de los americanos y sus laboratorios universitarios demuestran a las claras que no influyeron de manera directa, ni proveyendo ideas, ni proveyendo modelos a sus pares europeos.



Europa vivió en la segunda década del Siglo XX una guerra que además de haberla re-fragmentado, hizo caer imperios y repúblicas, por lo cual algunos de sus ingenieros y científicos tuvieron que emigrar hacia otros lares y ciertamente algunos fueron adoptados por EEUU, acrecentando la capacidad técnico científica.

La tradición europea, más docta e ilustrada, enmarcó las primeras construcciones de computadores u ordenadores, no en forma aplicada a la industria, como se ha de suponer, sino como soporte de otros estudios, tales como la agilidad matemática del cálculo diferencial e infinitesimal para el cálculo de aerodinámica, ciertos cálculos electrónicos y electromagnéticos, referidos a motores y bobinados, termodinámica e ingeniería civil, así como radio y las radiaciones nucleares. Cabe recordar que en las grandes universidades europeas, las matemáticas puras, eran de primordial interés para el área de las Ciencias Exactas e Institutos de Matemáticas, como antes se llamaban a las escuelas de arquitectura e ingeniería, Física y Química.

Así mismo, el inicio del cómputo en Europa, fue pactado por el cúmulo de información que debían guardar o clasificar, para el uso de las mismas investigaciones y los mismos investigadores y científicos. Fue así que las vertientes conocidas de búsquedas en cuanto a la creación y desarrollo de equipos informáticos y de cálculos, se remitía inicialmente a la archivología bibliotecaria de las grandes universidades y centros del saber. Otros sectores databan de cálculos mecánicos y físicos, pero en menor escala. Por último, frente a la Segunda Guerra Mundial se idealizó y construyó un decodificador criptográfico basado en una arquitectura similar a la desarrollada por Atanasoff, el par americano de Von Neumann, el cual fue propugnado como modelo de la arquitectura de los ordenadores modernos.



En 1936, Konrad Zuse, Ingeniero alemán, a la edad de 26 años, construye el primer computador europeo (Z1) y quizás la primera a nivel mundial, solo que la visión americana, destaca la construida por Aiken, sabiendo que plagió el modelo de Atanasoff, que también es desarrollado en esos mismos años. Zuse la construyó sin ningún patrocinio institucional.

Sus escasos recursos ocasionaron tenerla que construir en la sala de la casa de sus padres, así como la carencia la imprecisión de algunos de sus componentes mecánicos elaborados desde su experiencia en los talleres de la fábrica de aviones Henschel (Dessau, Al.), dónde trabajó por un año. Luego de construirla y programarla, la perfeccionó, completando la Z2 en 1939, en la cual incorporó 200 relés. Ambos trabajos fueron destruidos durante los bombardeos en la Segunda Guerra Mundial.

Su trabajo final, fue completar la Z3 en 1941, en el Instituto Experimental Alemán de Aeronáutica, conteniendo 2600 relés, siendo controlada mediante una cinta perforada, cuyos resultados se leían en un tablero. Al igual que las anteriores, trabajaba con el sistema binario, disponía de memoria autónoma y hacía cálculos con coma flotante.

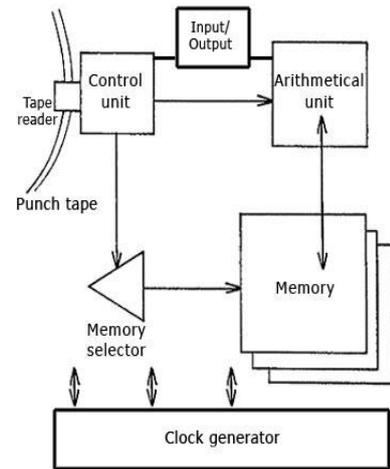
Fue el primer computador, en el sentido que aceptaba variaciones de programa, lo cual no necesariamente se limitaba a las especificaciones físicas de la máquina, sino al procedimiento de cálculo o programa suministrado por los operadores.



Su sucesor, el Z4, entró en operación en 1945 y sobrevivió al bombardeo de Berlín, en el cual se perdieron los modelos antecesores. El Z4 se salvó, requiriendo un sin número de peripecias para su transportación y camuflaje, escapando de la vigilancia Nazi y del avance militar Aliado.

Este computador, contenía 2200 relés, trabajaba con numeración binaria de punto flotante, normalizado con una mantisa de 22 bits. Realizaba entre 20 a 30 multiplicaciones por minuto y leía su programa a través de dos lectoras de cinta perforada. Contení una memoria mecánica para almacenar hasta 64 números. Zuse incluso, ideó un lenguaje de programación, el cual denominó Plankalkül (Plan-Calculus o Plan de Cálculo), en 1944, también llamado Lenguaje Zuse. Este permitió la creación de procedimientos y el almacenado de rutinas y subrutinas que podían invocarse repetidamente para realizar diferentes operaciones, así como la estructura de datos que podían ser almacenados en forma alfa-numérica y la confección de listas. Además, proporcionaba instrucciones condicionales que podrían modificar la ejecución del programa, así como la repetición o en bucle, declaraciones que causarían un bloque marcado de declaraciones o de una subrutina que repiten un número específico de veces o como alguna condición que debían contener. La tardía publicación (1972) del Plankalkül, tuvo poco efecto en los programas primitivos de las décadas anteriores, sin embargo influyó en la creación y desarrollo de lenguajes modernos y pseudocódigos. Plankalkül fue el primer lenguaje completo de Alto Nivel, anterior al "Short Order Code de John Mauchly de 1949.

E. Stiefel, matemático suizo, fue un visionario que se dio cuenta de la enorme importancia de la nueva tecnología informática y el impacto que tendría en matemáticas y Ciencias. Cuando descubrió en 1949 que el motor principal del computador Z4, el diseñador alemán Konrad Zuse, estaba asentado, apartado y aislado secretamente al resguardo de la guerra, en la pequeña aldea alpina de Neukirchen, Alemania, viajó allí dispuesto a convencer y trasladar al autor y la Z4 al Instituto Tecnológico de la Universidad de Zúrich (ETH-Z ó ETHZ ó ETH).



La ETH de Zúrich, ha sido hasta el presente, generadora de 31 premios Nobel en ciencia y tecnología y es un vínculo y gestor entre la educación universitaria y el desarrollo industrial europeo, muy al estilo americano. Está catalogada, actualmente, como la Nº 7 a nivel mundial. Albert Einstein fue doctorado de la ETH y premio Nobel en 1921.



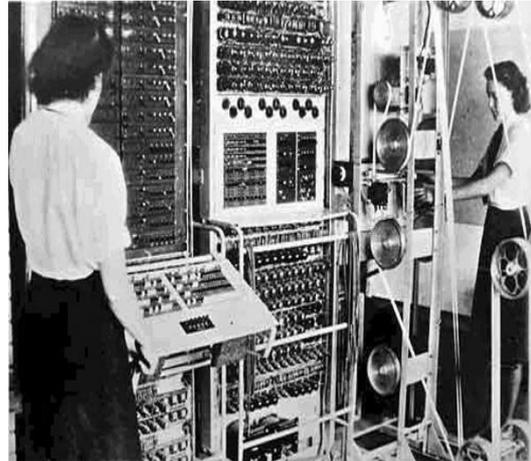
Stiefel comprendió que Zuse había desarrollado de forma independiente tecnología informática que, en muchos sentidos, era superior a la disponible en los Estados Unidos hasta ese momento. En 1948, Stiefel había fundado en la ETH, el Instituto para las Matemáticas Aplicadas, cuyo objetivo era desarrollar, diseñar y construir computadores electrónicos (Elektronische Rechenmaschine der ETH o ERMETH).

Otro caso importante desarrollado en Europa no continental, en Inglaterra, por Allan Turing, quien reformuló los resultados obtenidos por Kurt Gödel en 1931 y fueron publicados en 1936.

Turing, también desarrolló un modelo computacional que realizaba lectura-escritura de manera automática, basado en una cinta de entrada y generando una salida sobre ésta misma, a la cual se la denominó Máquina de Turing.

No quedan excluidas las investigaciones y desarrollo de los codificadores y decodificadores basados en Enigma, que dieron origen a los modelos Bombe, surgidos a partir de los logros del joven matemático polaco, Marian Rejewski, para el análisis criptográfico de los mensajes alemanes emitidos durante la Segunda Guerra Mundial y que a posteriori se transformaron en las TTY o RTTY (Tele Type o radio Tele Type).

Alan Turing en 1943, en colaboración con Max Newman y Tommy Flowers, diseñaron y construyeron Colossus Mark I, la primer computadora británica totalmente autónoma, de uso específico, completada en 1944.



En los siguientes años (1945-1948), Turing trabajó en el laboratorio Nacional de Física (NPL) del Reino Unido, en el diseño del ACE (Automatic Computer Engine).



En 1949, es nombrado Director Delegado del Laboratorio de Computación de la Universidad de Manchester (1949), donde desarrolló el programa (software) de una de las primeras computadoras británicas, la Manchester Mark I.

Durante 1950 realizó estudios sobre la Inteligencia Artificial (IA), que expuso en su artículo "Artificial Intelligence and Computer Machines" y propuso un experimento que hoy se conoce como Prueba de Turing, con la cual se pudiera definir si una máquina podría catalogarse como "sensible" o "sintiente".

Varios son los matemáticos e ingenieros que a lo largo y ancho de toda Europa, se sustraen, posteriormente a la Segunda Guerra Mundial, al problema informático computacional. Cabe dejar señalado a Karl Steinbush en Alemania y Alexander Ivanovich Mikhailov en Rusia, los cuales abordan el manejo automatizado e interrelacionado de la información.

Europa, como vimos, se comportaba de diferente manera frente al hecho informático. El ascender culturalmente y ubicarse en las cátedras universitarias, les proporcionaba el estatus digno de un título nobiliario o la aproximación en estatus, a la Alta Burguesía. Por lo tanto, no buscan como en sus pares americanos, el reconocimiento económico-financiero, sino científico-cultural.

Esta breve reseña, la cual no pretende ser, ni aproximarse a una historia de los inicios modernos de la computación, intenta mostrar el origen de la terminología aplicada, la influencia del léxico militar, la pugna industrial de nombres, marcas y patentes, así como la determinante del lenguaje social y cultural, los acrónimos, nombres y términos usados en la incipiente ciencia de la computación e informática.

¿Es la ciencia de la computación sinónimo de informática?

“El error del anciano es que pretende enjuiciar el hoy con el criterio del ayer.”

Epícteto

Etimología de Ciencia de la Computación e Informática

<Hace algún tiempo, mi colega de Infomed, el doctor Mario Nodarse Rodríguez, me escribía un correo con una formidable interrogante, él me preguntaba "¿por qué se confunde con tanta facilidad, Informática, Computación y Ciencia de la información? Más adelante, me confesaba, "hasta a mí mismo, que estoy convencido de que son disciplinas diferentes, al revisar las definiciones existentes en la literatura, me causa dudas sobre si realmente son ciencias distintas.">



Cita (Vancouver): Cañedo Andalgá R, Ramos Ochoa RE, Guerrero Pupo JC. La Informática, la Computación y la Ciencia de la Información: una alianza para el desarrollo. Acimed 2005

Cuando queremos dilucidar las diferentes acepciones de un término, o mejor dicho, de un concepto, nuestro acercamiento es analizar su origen y su entorno, especialmente cuando han nacido de un concepto nuevo. Si bien entendemos que las matemáticas como tales, tienen una historia prolongada en nuestra humanidad, también es cierto que las nuevas ramas implican, muchas de las veces, poner al descubierto diferencias y conceptos que pueden contradecir los anteriores y poner en juego contra-definiciones que conllevan a neologismos.

Vimos en el tema anterior, el nacimiento de una nueva ciencia o tecnología, al servicio de una aplicación práctica determinada. En principio, en los dos polos de las investigaciones, EEUU y Europa, buscaban satisfacer determinados propósitos específicos, no generales. Aunque si bien es cierto que en su desarrollo fueron generalizando la aplicación de las mismas invenciones como su perfeccionamiento. Pero lo cierto es que nacen con un propósito único y específico.

Esto conlleva a la utilización de términos existentes con nuevas connotaciones y la creación de términos para conceptos inexistentes hasta ese momento. Hay sí en esa creación de términos, una mimetización con términos existentes, una transferencia conceptual a modo de analogía referencial. El inconsciente social se transfiere a través del lenguaje del científico o creador. Así, en castellano e inglés veremos acepciones diferentes de un mismo término, que no tienen idéntica traducción literal, por ejemplo:

Desarmador = Destornillador: refiere a la acción de desarmado o des-tornillado, no es un armador ni refiere a la acción constructora; en inglés el término homónimo es **Screwdriver** = *is a tool for driving screws and often containing rotating other machine elements with the mating drive system* (es la herramienta que maneja o conduce los tornillos y así como otras máquinas de rotación que de igual forma sistematizan su manejo).

Como vemos, uno es constructivo y el otro es de-constructivo. De igual modo veremos algunos de los términos que analizaremos en este ensayo.

Ilustrada la idea propuesta con el ejemplo anterior, definiremos el término **automático**, ampliamente relacionado a los términos que en adelante trabajaremos, ajustándonos inicialmente al ámbito temporal circunscripto, finales del S XIX hasta mediados del S XX. Dos datos interesantes a tener en cuenta, el término **automático**, se acuñó o utilizó por primera vez y para la industria, en el año 1897, en Inglaterra y EEUU; mientras que su pariente, **autómata**, se había utilizado inicialmente en 1748, referido a los seres humanos, en Francia.

Utilizaremos para la definición el diccionario Merriam-Webster Dictionary, homólogo del diccionario de la Real Academia Española (RAE). Para nuestro caso lo tomaremos como adjetivo, ya que en inglés cuando se toma como nombre (*Noun*), se asocia al nombre del dispositivo a nombrar. Ejemplo: *automatic jointer, automatic teller machine (ATM), automatic transmission, etc.*)

Automatic (adj.): *Acting or operating in a manner essentially independent of external influence or control. Origin of automatic: Greek automatos: self acting.*

Automático (adj.): Perteneiente o relativo a autómata. Que funciona en todo o en parte por sí solo. Que sigue a determinadas circunstancias de un modo inmediato y en la mayoría de las veces sin defecto aparente. Ciencia que trata de sustituir en un proceso el operador humano por dispositivos mecánicos o electrónicos.

Autómata: Que actúa por sí mismo. Instrumento o aparato que encierra dentro de sí (ej.: memoria), el mecanismo que le imprime determinados movimientos o acciones.

Automatic computer: A computer which can carry out a special set of operations without human intervention (McGraw-Hill Dictionary of scientific & Technical Terms, 2003).

En español, diferenciaremos los términos automático de autómata, mientras que en inglés, especialmente el americano, el término *automatic*, es utilizado indistintamente para los procesos automáticos o autómatas.

Iniciaremos el derrotero con el concepto de cálculo. Cálculo se origina del latín y está implícito en toda las matemáticas clásicas como tal. Por lo tanto, suponemos que todos los matemáticos utilizan el término de igual manera y concepto. Utilizaremos la definición del Diccionario de la Lengua Española, 20ª edición, avalado por la Real Academia de la Lengua Española (DRAE).

cálculo. (Del lat. *calcŭlus*).

1. m. Cómputo, cuenta o investigación que se hace de algo por medio de operaciones matemáticas.

2. m. **conjetura.** (Del lat. *coniectŭra*).

1. f. Juicio que se forma de las cosas o acaecimientos por indicios y observaciones.

La primer premisa que se obtuvo para desarrollar lo que hoy conocemos como computador(a) u ordenador fue hacer una máquina que nos permitiera hacer diversos cálculos en forma automática y nos devolviese una información acertada como resultado. El primer paso fue incorporarles a las máquinas de acción mecánica existentes, un motor para que la acción conmutadora se pudiese realizar en forma continua y automática. Así los conmutadores mecánicos por relés electrónicos.

Fue en ese momento, cuando se tuvieron los primeros éxitos, que se entendió que en base a determinados **datos** o **información de entrada**, podían a través de cierto **procedimiento programado**, hacerse **cómputos** exactos y lograr la variedad de cuentas básica de manera de obtener una **información de salida** de manera rápida y **automática (información automática)**. La sofisticación y la mayor complejidad del desarrollo de dichas máquinas, permitió **computar** ecuaciones complejas en forma secuencial.

¿Qué es el resultado de una investigación o el juicio que formamos a partir de una conjetura?, sino una información de la misma.

Sin hacer un esfuerzo muy grande, en estas pocas palabras, hemos tocado los términos: datos, información de entrada, procedimiento programado, cómputos, automática, información automática y computar; todo esto, inicialmente bajo la **lógica** de la **ciencia de la matemática**.

Definamos ahora algunos de los términos que nos brinda la lengua anglosajona. Comencemos con el término **dato** desde el vocablo anglo, **bit**:

bit: pretérito, participio pasado de morder o mordisco: mordida o mordido. Se refiere a la menor de las acciones que se podían realizar con las máquinas perforadoras a una tarjeta o cinta para producir un dato, perforado o no, así como también, la menor lectura que se podía obtener de las mismas. De esa manera, en computación se transfiguró como el acrónimo **Binary digit**. (dígito binario). El **bit** es la unidad mínima de información empleada en informática, en cualquier dispositivo digital, o en la teoría de la información.

Desde finales del Siglo XIX, principio del S XX, las compañías de relojes marcadores de tiempo, subsidiarias de la IBM, habían expandido el uso y concepto de las tarjetas, que también Jacquard utilizaba. En forma de cinta, producía una secuencia continua de información a las primeras computadoras. El acrónimo, fue forzado para obtener la continuidad del concepto original de dato.

dato (mínimo): Unidad mínima de información, sin sentido en sí misma, pero que adquiere significado en conjunción con otras precedentes de la aplicación que las creó.

Input/output data – I/O –: En la primer etapa o Primera Generación de computadores, las órdenes lógicas (operaciones) a las que se sometía la máquina, se realizaban con el conocimiento previo del resultado final, ajustando el cableado, los bulbos y los relés (programando la máquina), para que la secuencia solicitada, diera como resultado la operación prevista. Fue así como se realizaron los primeros programas, vinculándose desde este comienzo la información de entrada y de salida intrínsecamente.

¿Por qué decimos **información** de entrada y de salida, en castellano y no datos? Porque en inglés **data** refiere a múltiples datos de información interconectados y en castellano, parecerían datos aislados, a veces sin conexión. Sin embargo, nosotros le estamos proveyendo a la máquina, exactamente, el procedimiento que debe realizar, con una secuencia exacta y repetible. Tanto es así, que la información de salida, en ese momento, se imprimía en la misma cinta perforada con la cual se ingresaba la información y se programaba la operación deseada, así como en ella se verificaba si era correcta. Por deformación lingüística, se transformó en **datos de entrada y de salida**. Los resultados, información de salida, se invocan por indicios, observaciones o conjeturas.

Por último, el término automatismo o automático. Este término o concepto, luego se va a relacionar con el de información y nos dará una conjunción, que en las definiciones clásicas, alude a Philippe Dreyfus como su creador, aunque en la realidad, se comenzó a utilizar en distintos puntos del orbe casi al mismo tiempo.

Ciertamente, cada época ha tenido o se ha caracterizado por conceptos generalizables. En los años, finales de la década de los `40 y toda la década de los `50, se caracterizó por el deseo incontenible de que todo fuese automático. El concepto de moderno iba de la mano con el concepto de automático. Si no era automático, entonces, no era moderno. Esto influyó en los científicos, así como los avances científico-tecnológicos influían sobre el concepto social.

El término y concepto automatic, automático, fue invocado a través del inconsciente colectivo social y respondía al exceso de confianza, devenido del triunfo belicista de la Gran Guerra. Fue aplicado como prefijo y como sufijo en infinidad de dispositivos de equipamiento y otros. En nuestro caso, será aplicado a la acción de procesar información, dando con ello el término **infor-matico**, o **infor-matica**.

Otros autores aluden que el término **infor-matica**, no deriva del concepto antes dicho, sino de la conjunción de los términos **información** + **matemática**. En cualquiera de los dos casos, parecería que volvemos siempre a la misma ambigüedad terminológica.

En el proceso de gestación del término, debió intervenir la comunidad científica, para fijar un criterio común y con ello establecer la desambiguación correspondiente, lo cual no fue así. Estados Unidos se apartó del término informática (informatics) debido a cuestiones comerciales y legales que hicieron del neologismo una marca registrada y con ello la imposibilidad del uso común y científico. En el caso de utilizarla, tuvieron sendos enfrentamientos legales con altos costos. Esto llevó a forzar el término “the Computer Science” o ciencia de la computación.

Desglosemos el término: la llamada “the new Science”, la nueva ciencia, respondía más que nada a que los operadores de las nuevas máquinas se los denominaba “Scientist”, científicos a diferencia de los que rondaban con sus libretas, haciendo cálculos para asegurarse de la exactitud de los resultados, a los que denominaban “mathematics” o matemáticos. Hoy entendemos que los llamados científicos, eran ingeniosos ingenieros, buscando soluciones e los problemas generados en la propia creación de “the Big Bertha”, Mark I, Mark II, etc.

Luego de solucionar los problemas físicos, electromecánicos y electromagnéticos, para lograr los resultados anticipados, conjuntamente con los matemáticos, los científicos se abocaban a teorizar y encontrar las respuestas para generalizarlas y darlas por hechos. Por ello, la construcción de cada equipo, insumía años, hasta lograr cierta

estandarización en los procesos. Los descubrimientos eran patentados por los patrocinadores de cada proyecto, y en algunos casos, algún particular. Por lo tanto, los términos y nombres dados a los dispositivos o equipamiento, eran registrados y patentados, con usufructo exclusivo de su propietario, no del científico o matemático involucrado.

El famoso calculador (computador), fue tornándose cada vez más de uso general, hasta producir y conservar en su memoria, datos y programas que podían ser usufructuados por terceros bajo una licencia de uso con la adquisición del equipo correspondiente. La producción de la información generada y conservada en las “Big Berthas”, fundó la informática, o ciencia de la información, que al no poder hacer uso de ese término, debió denominársela, computación (computation) o ciencia de la computación (Computer Science).

Mientras tanto, en Europa sí siguieron utilizando el término informática o iniciaron a utilizar el concepto de ciencias de la información, como término más filosófico, epistemológico. Europa, en esos momentos, no dormía. Verdaderos ingeniosos ingenieros abocaban sus esfuerzos en construir, con otras tipologías, equipos con igual o mayor eficiencia que los americanos. Fue en esa bifurcación, entre un continente y otro, que la terminología se divorcia, pasando en Europa a llamarse Ciencia de la Información o informática.

Europa, más abocada a la ordenación de información y datos, por lo que el computador pasará a llamarse ordenador y la práctica en torno a dichos equipos y procedimientos se denominará, con justo apego a su origen, informática, no dejando nunca de lado, que la ordenación o concepto de orden, proviene de las matemáticas.

Hasta el momento, todo nos conduce a visualizar que la ciencia de la computación y ciencia de la informática, componen una sincronía sinónima de una misma actividad, con múltiple divergentes y con un único conglomerante u ordenador: información-data

¿Es la ciencia de la computación sinónimo de informática?

“Los hombres temen a los mismos dioses que han inventado.”

Marco Anneo Lucano

"Tanto hay exceso en excluir la razón,
como en no admitir más que la razón."

Blas Pascal

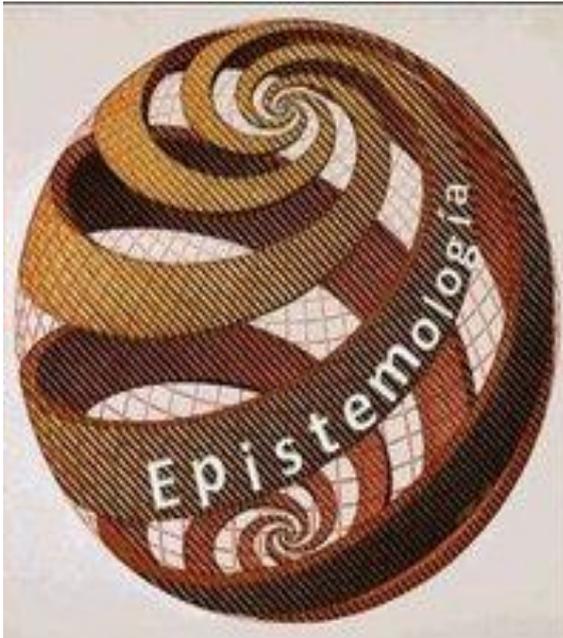
Epistemología de Ciencia de la Computación e Informática

Al intentar dar entendimiento a la epistemología de la ciencia de la computación o ciencia de la información y sus grandes aportes, también debemos mostrar cómo se llegó a ellos, que significan, sus implicaciones y además sus errores, los falsos comienzos, los caminos sin salida en los cuales alguna vez se encontraron el físico, el matemático y el ingeniero, así el lector podrá entender



que buscaban resolver estos, que pensaban, como abordaban los problemas, es decir, poner la computación o informática a su alcance, asimilarla mejor y entenderla de verdad, no solo repetir sus definiciones cuando se le pida una explicación o se le haga una pregunta. Y lo más importante, el estudiante podrá sacar sus propias conclusiones, convertir la reproducción acrítica del conocimiento dado por la cátedra en un descubrimiento personal, es decir, se despertará en el alumno la capacidad de asombro y se le entrenará en el pensamiento crítico al entender y poder poner en tela de juicio tal o cual teoría.

Es importante aclarar que en este documento no se pretende proponer nuevos paradigmas de las ciencias, sino que se trata de resaltar la historia y la epistemología como una alternativa a tener en cuenta en la enseñanza y aprendizaje de la computación o informática, aplicadas específicamente a la CC o CI.



En el estudio de los nuevos entornos de la matemática se fue conformando un perfil propio dentro del cálculo y su aplicabilidad, uniéndose y conjugándose con otras disciplinas, lo que llevó a esta rama a ir definiéndose y trazar la pérdida de ambigüedad de las sub ramas aplicadas del cálculo.

Hemos visto como en las diversas sociedades los términos se desdibujan y muchas veces se confunden o integran en uno solo. Pero, ¿cuál es la definición de cada una de ellas, su objeto de estudio o su metodología?

Afirma Kuhn que el cambio de paradigmas en una ciencia madura, conlleva a un cambio radical del significado en lo que refiere a los términos teóricos (aquellos que designan entidades y procesos inobservables postulados por las teorías), como a los que respecta en los términos observacionales (que designan algo que es más o menos directamente observable), de modo que el significado de cada término está determinado por dicho paradigma. El científico, como tal, no se atiene a ellos, los confirma o los rechaza, pero construye sobre ellos.

Kuhn muestra mediante un análisis histórico que la ciencia se define de acuerdo al paradigma situado por su historicidad, ubicación en el tiempo y en un lugar determinado y que los cambios paradigmáticos se producen por rompimiento generacional, no por intencionalidad de la comunidad científica. A pesar de que el quehacer científico-técnico simboliza transformaciones constantes; el científico como tal tiende a ser conservador, cuestiona poco el origen y el sentido de lo que hace, pues cree (tiene fe) en el sentido mismo de la ciencia.

Ayn Rand, complementa, que para vivir, el hombre (así como el científico) debe actuar; para actuar, debe tomar decisiones; para tomar decisiones debe definir un código de valores; para definir un código de valores debe saber qué es y dónde está. Esto es conocer su propia naturaleza, incluyendo sus medios de conocimiento y la naturaleza del universo en la que actúa. Para ello necesita trasuntar los significados inmediatos, requiere de una metafísica, una epistemología, una ética, lo cual significa, una filosofía, su ciencia. No puede escapar de esta necesidad, su única alternativa es que la filosofía que guía su vida sea escogida por su pensamiento. El científico, como ser social, está inmerso, influido y determinado por la sociedad.

Por lo tanto, la definición epistemológica de la ciencia (de la computación o información), se va a ver influida como doctrina de los fundamentos y métodos del conocimiento científico y se abocará a buscar las bases determinadas por el cauce mismo que dictará la sociedad, como constructora de su propia ciencia.

Cuando hablamos de ciencia, sea cual fuere, debemos, para definirla, determinar en objeto de su estudio, su método de análisis y comprobación de sus postulados, sean estos empíricos o abstractos y su generalización para ser aplicados sobre hechos concretos. En caso de no poder realizar una definición dentro del marco teórico y en caso de solo poder definir en entorno de aplicabilidad o uso, definiremos ésta como una técnica o disciplina, con fundamento científico, pero no como Ciencia.

En un sentido clásico, podemos aproximarnos a la definición del término EPISTEMOLOGÍA, definiendo su etimología:



Las raíces etimológicas de la *ΕΠΙΣΤΗΜΗ* palabra Epistemología provienen del griego (*episteme*) conocimiento, y *λογία* (*logía*) estudio (análisis): análisis del conocimiento La epistemología estudia la naturaleza y validez del conocimiento. También ha sido llamada *Teoría del conocimiento* (términos más comúnmente usados y difundido por los alemanes e italianos), o *gnoseología* (utilizado frecuentemente por los franceses). En las últimas décadas también es conocida como filosofía de la ciencia.

El propósito de la epistemología es distinguir la ciencia auténtica de la pseudociencia, la investigación profunda de la superficial, la búsqueda de la verdad de sólo un *modus vivendi*. También debe ser capaz de criticar programas y aun resultados erróneos, así como de sugerir nuevos enfoques promisorios.

El problema fundamental que ocupa a la epistemología es el de *la relación sujeto-objeto*. En esta teoría se le llama "sujeto" al ser cognoscente y "objeto" a todo proceso o fenómeno sobre el cual el sujeto desarrolla su actividad cognitiva. De este modo, el problema se presenta en la relación de quien conoce y lo que es cognoscible. En esencia, se trata de la naturaleza, carácter y las propiedades específicas de la relación cognoscitiva, así como de las particularidades de los elementos que intervienen en esta relación.

Una visión amplia de conjunto, que puede servirse de diversas tradiciones filosóficas, es la clasificación aristotélica de las ciencias, la cual puede aportar gran ayuda para ubicar correctamente la informática y la computación. La gran ventaja que tiene esta clasificación sobre otras es que es muy amplia, recoge desde las matemáticas hasta la ética, pasando por la física o la tecnología, y a su vez es multidimensional, clasifica conforme a diferentes criterios.

Clasificación de las ciencias según Aristóteles	
CRITERIOS	CLASIFICACIÓN DE LAS CIENCIAS
POR SUS RESULTADOS	<ul style="list-style-type: none"> - ciencias teóricas: su resultado principal es conocimiento (matemáticas, ciencias naturales...) - ciencias prácticas: su resultado principal es acción (ética, política...) - ciencias productivas: su resultado principal es un objeto (técnicas, artesanías, artes...)
POR EL TIPO DE ENTIDADES QUE ESTUDIAN	<ul style="list-style-type: none"> - sustancias (teología, ciencias naturales...) - entidades que no son sustancias (matemáticas, ética, política...) - sustancias accidentales (técnicas...)
POR EL TIPO DE NECESIDAD DEL RAZONAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> - necesidad absoluta (matemáticas, teología) - necesidad hipotética (ciencias naturales, ética, política, técnica...)
POR LA DURACIÓN DE SUS OBJETOS	<ul style="list-style-type: none"> - eternos (matemáticas, teología) - no eternos (ciencias naturales, ética, política, técnicas...)
POR EL TIEMPO DE LAS PREMISAS	<ul style="list-style-type: none"> - presente (teología, matemáticas...) - futuro (ciencias naturales, ética, política, técnicas...)
POR LAS CAUSAS ACTUANTES	<ul style="list-style-type: none"> - sólo causas formal y final (teología) - sólo causa formal y un análogo de causa material (matemáticas) - causas formal, material, final y eficiente (ciencias naturales, ética, política, técnicas...)

El razonamiento en informática (CI) y computación (CC) es típicamente hipotético o condicional: "si queremos desarrollar tal o cual sistema de información computacional, tenemos que proceder de tal o cual modo". Este rasgo ubica a (CI) o (CC) junto con el resto de las disciplinas ingenieriles y tecnológicas. La cuestión del tipo de entidades que estudia es, por el momento una cuestión abierta: los sistemas de información y computación, quizá deban ser vistos como sustancias, o como propiedades informacionales de otras sustancias o como sustancias accidentales.

La metodología también se acompaña de supuestos epistemológicos, cuya investigación nos llevará a reflexionar sobre la diferencia entre descubrimiento y creación, sobre la posibilidad de compatibilizar ambas facetas del conocimiento en una disciplina como la informática, que participa de las dos, que está involucrada en la representación y en la acción. Aquí aparecerán cuestiones relacionadas con la representación (y en general con la metafísica de la presencia y la epistemología de la representación), especialmente en lo que hace a las bases de datos y otros recursos informáticos que han sido entendidos herramientas de "representación del conocimiento".

En función de la respuesta que demos a esta cuestión tendríamos a (CC)/(CI) en un grupo u otro. La duración del objeto de estudio es también una cuestión difícil, los sistemas de información como estructuras formales abstractas permanecen ajenos al tiempo, sin embargo, en cuanto a sistemas concretos, de naturaleza tecnológica o social, son, por supuesto perecederos, entidades temporales.

En lo que hace a la causalidad, parece que el objeto de estudio de (CC)/(CI) participan de las cuatro causas aristotélicas, tiene aspectos formales, materiales, desde luego, requiere de una causa eficiente para su producción y está orientado según ciertas finalidades o funciones.

Todo ello acerca la (CI)/(CC) a la sabiduría práctica y a las cuestiones éticas y políticas (ver esquema). Lo mismo ocurre cuando pensamos en el tiempo de las premisas. El razonamiento suele comenzar por una premisa en futuro sobre lo que queremos conseguir, evitar o probar. A diferencia de las ciencias naturales o formales, la (CC)/(CI) requiere un componente prudencial, pues debe tomar en cuenta consideraciones de oportunidad, economía, urgencia, etc., además como dice Peter J. Denning, una de las premisas fundamentales en que se basa es: "¿Qué puede ser (eficientemente) automatizado?"

En la última década del S XX la epistemología dio un vuelco ampliando y redireccionando su objeto de estudio. A comienzos del siglo XXI la epistemología entendida como estudio de los procesos cognitivos y no en el sentido clásico aristotélico de estudio de la naturaleza del saber científico y de sus estructuras lógico-racionales (*episteme*), adquiere no sólo un carácter social y pragmático, sino que se relaciona además íntimamente con la investigación empírica de los procesos cerebrales o, más en general, con todo tipo de procesos relacionados con la forma cómo los seres vivos conocen, es decir construyen y auto crean sus realidades. Es en este sentido que también podemos observar los procesos que llevan a la informática o computación a entenderse como ciencia del cómputo, en consonancia de todas sus acepciones y no limitándose a entenderla como praxis del conocimiento científico aplicado. Es en ella donde confluyen diferentes y diversas ramas del conocimiento, conjugándose en una gran construcción epistemológica de la informática como ciencia.

¿Es la ciencia de la computación sinónimo de informática?

“Las ciencias aplicadas no existen,
sólo las aplicaciones de la ciencia”

Louis Pasteur

DIMENSIONES

CIENCIA de la COMPUTACION sinónimo de CIENCIA de la INFORMACION

Las ciencia de la computación se define como el estudio de las bases teóricas y prácticas de la información* y la computación, así como su aplicación en sistemas computacionales. Existen diversos campos disciplinares dentro de la Ciencia de la Computación o Ciencias Computacionales o Ciencia de la Información; algunos enfatizan los resultados específicos del cómputo (como los gráficos por computadora), mientras que otros (como la teoría de la



complejidad computacional) se relacionan con propiedades de los algoritmos usados al realizar cómputos. Otros por su parte se enfocan en los problemas que requieren la implementación de cómputos. Por ejemplo, los estudios de la teoría de lenguajes de programación describen un cómputo, mientras que la programación de computadoras aplica lenguajes de programación específicos para desarrollar una solución a un problema computacional concreto. La informática o computación se refiere al tratamiento automatizado de la información de una forma útil y oportuna. No se debe confundir el carácter teórico de esta ciencia con otros aspectos prácticos como Internet.

Volvamos e repetir lo aseverado por Peter J. Denning, la cuestión fundamental en que se basa la ciencia de la computación es, "¿Qué puede ser (eficientemente) automatizado?"

*información, en sentido amplio y referida a la pág. 19



Denning afirma que la computación es el principio y el computador es la herramienta, así como sabemos que realmente la computación antecede a la invención del computador digital moderno.

El término computador, antes del desarrollo e instrumentación de los equipos informáticos, se refería al humano que realizaba cálculos. Los primeros investigadores, en lo que después se convertiría las ciencias de la computación o de la información, estaban interesados en la cuestión de la computabilidad y automatismo, o sea, qué cosas podían ser computadas y organizadas por un humano que simplemente siguiendo una lista de instrucciones con lápiz y papel, durante el tiempo que fuera necesario, con ingenuidad y sin conocimiento previo del problema. Parte de la motivación para este trabajo era el desarrollar máquinas que computaran y que pudieran automatizar el tedioso y lleno de errores trabajo de la computación humana

Acotaba nuevamente Peter J. Denning: “

“Después de muchos años intentando que la computadora piense por sí misma, como la mente humana, los investigadores de la Inteligencia Artificial (IA), consiguieron pensar como computadoras.”

Durante las siguientes décadas, conforme se desarrollaban nuevas y más poderosas máquinas para computar, el término computador se comenzó a enraizar a las máquinas y despegar de sus progenitores humanos. Al mismo tiempo y en lo progresivo del desarrollo de las computadoras, mostrando que podía no solamente hacer cálculos matemáticos, podía ordenar diferentes tipos de datos y hasta conservarlos, con lo cual el espectro utilitario se fue ampliando y conformando una ciencia específica a la cual aplicaba de manera simbiótica el concepto de ciencia de la computación o ciencia de la información.

La ciencia de la computación, en EEUU o la ciencia de la información, en EU, comenzó entonces a establecerse como una disciplina académica en la década de 1950 y se define científicamente en la década de los ´60 con la creación de los primeros departamentos de ciencia de la computación y como dijimos anteriormente, los

primeros programas de licenciatura. La historia de la computación precede a la invención del computador digital moderno.

La Informática o ciencia de la información o computación, va conformando nuevos paradigmas y campos de investigación y del saber:, estableciendo así el o los objetos de conocimiento e investigación científica, por ejemplo:

- La búsqueda de una definición formal de computación y de computabilidad, R.L.Constable Achievements and Challenges circa, (2000).
- La demostración de que existen problemas de los que no hay una solución computacional (problema de la parada, o halting problem en inglés) y problemas intratables(R.L.Constable Achievements and Challenges circa, (2000)
- El concepto de lenguaje de programación, como una herramienta para la expresión precisa de información metodológica a varios niveles de abstracción (Abelson y Sussman, Structure and Interpretation of Computer Programs, RW 1996).
- Tecnologías revolucionarias, como las computadoras de uso general, la Internet, las firmas digitales, el comercio electrónico y los motores de búsqueda, R.L.Constable, Nature of Information Science, (1997) and Achievements and Challenges circa, (2000).
- Habilitado de nuevos tipos de investigación científica, como la física computacional, la química computacional y la biología computacional, entre otras, R.L.Constable, Nature of Information Science, (1997).
- Criptografía, algoritmos para proteger datos privados, incluyendo el cifrado Teoría de grafos son elementales para las estructuras de almacenamiento de datos y para los algoritmos de búsqueda.
- Lógica matemática Teoría de tipos análisis formal de los tipos de los datos, y el uso de estos para entender las propiedades de los programas, en particular la seguridad de los mismos.

La ciencia de la computación o de la información, redunda varias definiciones o términos por ser una nova disciplina. Es de incierta categorización porque no sigue los modelos antecesores de la matemática clásica o aristotélica. Pensarla en términos antiguos es no quererle dar el espacio propio que ella misma se ha ido construyendo. La ciencia de la computación o información, suele no ser considerada lo suficientemente científica, al exponérsenos ante nosotros en forma aplicada. De un modo claro lo expone Stan Kelly-Bootle en: "La ciencia es a la ciencia de la computación lo mismo que la hidrodinámica es para la construcción de canalizaciones". A su vez, también frecuentemente se confunde o entremezcla con otras áreas de investigación, tales como la física, la biología y la lingüística.



La relación de mayor parentesco lo lleva con la matemática, por su consanguineidad con el cálculo y ordenamiento, sino también por lo fuertemente influenciada por los trabajos matemáticos como Zuse, Kurt Gödel y Alan Turing.

Si bien, hay posiciones filosóficas como la manifestada por Edsger Dijkstra, científico computacional holandés, que dice: "Las ciencias de la computación están tan poco relacionadas con las computadoras como la astronomía con los telescopios.", no es la más acertada de las comparaciones, porque sin aviones no existe la aviónica. Debido a este lineamiento, se propuso buscar un nombre definido para esta ciencia emergente, que evitará la relación con las computadoras.

Una primera propuesta fue la de Peter Naur, que acuñó el término datología, para reflejar el hecho de que la nueva disciplina se ocupaba fundamentalmente del tratamiento de los datos, independientemente de las herramientas de dicho tratamiento, fueran computadoras o artificios matemáticos. La primera institución científica en adoptar la denominación fue el Departamento de Datalogía de la Universidad de Copenhague, fundado en 1969, siendo el propio Peter Naur el primer profesor de datología.

Esta denominación se utiliza principalmente en los países escandinavos. Asimismo, en los primeros momentos, un gran número de términos aparecieron asociados a los practicantes de la computación. En esta lista se pueden ver los sugeridos en las revistas y comunicados de ACM : turingeniero, turologista, hombre de los diagramas de flujo (*flow-charts-man*), metamatemático aplicado, y epistemólogo aplicado. Otros términos surgidos más tarde fueron contólogo, seguido de hipólogo, así el término compútica para la disciplina, típico proceso de una ciencia adolescente que busca diferenciarse a la vez de identificarse a sí misma.

Recordemos que Europa sufre una ruptura de las estructuras educativas en la década de los años '60, separándose de las grandes universidades maestros y estudiantes, conformando nuevas escuelas universitarias, como la *Nouveau Ecole Polytechnique* de París, formadora de los nuevos ingenieros y matemáticos europeos.



Informático era el término más frecuentemente usado en toda Europa hasta ese momento y el diseño, desarrollo e implementación de las computadoras y sistemas computacionales estaba generalmente considerado como un campo reclamado por disciplinas ajenas a las ciencias de la computación. Por ejemplo, el estudio del hardware está usualmente considerado como parte de la ingeniería informática, mientras que el estudio de sistemas computacionales comerciales y su desarrollo es usualmente llamado tecnologías de la información (TI) o sistemas de información. Sin embargo, hay una muy estrecha relación de comunicación e ideas entre las distintas disciplinas relacionadas con las computadoras. Tanto es así, que unas no pueden existir sin las otras y viceversa.

La ciencia de la computación o información a menudo es criticada desde otros estamentos por considerarla escasamente rigurosa y científica, debido a su mutagénesis, como lo ha indicado repetidamente Stan Kelly-Bootle. Es de notar que las TI a medida que ha transcurrido el tiempo, han ido impregnando todos los quehaceres de la vida cotidiana, por lo tanto su relación con la ingeniería de software es un tema muy discutido, por disputas sobre lo que realmente significa el término "ingeniería de software" y sobre cómo se define a la ciencia de la computación. Algunas personas creen que la ingeniería de software sería un subconjunto de la ciencia de la computación. Tomando en cuenta la relación entre otras disciplinas científicas y de la ingeniería, creen que el principal objetivo de la ciencia de la computación sería estudiar las propiedades del cómputo en general, mientras que el objetivo de la ingeniería de software sería diseñar cómputos específicos para lograr objetivos prácticos, con lo que se convertirían en disciplinas diferentes, como lo mantiene David Parnas.



Los aspectos académicos, políticos y de financiación en las áreas de ciencias de la computación tienden a estar drásticamente influenciados por el criterio del departamento encargado de la investigación y la educación en cada universidad, estando estos orientados a la matemática o a la ingeniería o a la programación.

Los departamentos de ciencias de la computación orientados a la matemática suelen alinearse del lado de la computación científica y las aplicaciones de cálculo numérico. El

término computación científica, tiende a diferenciarse de la ciencia de la computación

o información y designa a todas aquellas prácticas destinadas a modelar, plantear experimentos y validar teorías científicas sirviéndose de medios computacionales redundando en el silogismo propuesto. En estos casos la computación es una mera herramienta y el esfuerzo se dirige a avanzar en los campos objetivo (física, biología, mecánica de fluidos, radiotransmisión,...) más que en la propia ciencia de la computación, cayendo en el falsacionismo popperiano.

Citando a Popper:

"Creo, sin embargo, que al menos existe un problema filosófico por el que se interesan todos los hombres que reflexionan: es el de la cosmología, el problema de entender el mundo... incluidos nosotros y nuestro conocimiento como parte de él. Creo que toda ciencia es cosmología, y, en mi caso, el único interés de la filosofía, no menos que el de la ciencia, reside en los aportes que ha hecho a aquella; en todo caso, tanto la filosofía como la ciencia perderían todo su atractivo para mí si abandonasen tal empresa."

Karl Popper. La lógica de la investigación científica. México, Rei, 1991.

Vemos en los aspectos de la negación de la unicidad de la ciencia de la computación o información, el alejamiento del propósito de la misma, lo cual nos conlleva a retomar el concepto original y de unidad. La ciencia de la computación o información, es una, amplia, diversa y mutante, buscando constantemente su origen y redefiniendo sus propósitos, como árbol que expande sus ramas al sol y al viento.

"Siguiendo el método inductivo-deductivo, si las premisas son verdaderas, la conclusión también debe ser verdadera. Si las premisas son falsas pueden llevarnos a conclusiones falsas."

Falsacionismo de Karl R. Popper

Es entendible la confusión que genera en la sociedad y en el individuo lego, el concepto de la ciencia de la computación con áreas específicas de la aplicabilidad de los programas y navegadores, existe un cierto silogismo implícito en dicha confusión. Haciendo una analogía, podemos identificar a quién en la escuela, en secundaria, o cualquier ámbito laboral u hogareño, desarrolla la habilidad de hacer cuentas y resuelve problemas diversos con el álgebra u otra disciplina de la matemática (ciencia de la matemática), está implícitamente haciendo matemáticas. Sucede análogamente con quien usa u opera una computadora, sea con el fin que fuera o el programa más sencillo. No está computando en el sentido científico, solo está utilizando de las aplicaciones informáticas o computacionales. Esto también ha generado ambigüedad.

¿Es la ciencia de la computación sinónimo de informática?

“Las ciencias cuando nacen, no tienen consciencia de su nacimiento.

Por lo tanto, no se llaman a sí mismas, no tienen nombre,

Solo entienden de dónde salen,

cuál es su origen.”

Adolfo Montiel Valentini

A modo de Conclusión

La famosísima escena de *Un día en la Ópera* (1935) en la que dos remedos de abogado acuerdan firmar un contrato decían así:

Groucho Marx: Haga el favor de poner su atención en la primera cláusula porque es muy importante. Dice que...

“La parte contratante de la primera parte será considerada como la parte contratante de la primera parte.” ¿Qué tal? Está muy bien, ¿eh?

Chico Marx: No, eso no está bien.

Groucho Marx: ¿Por qué no está bien?

Chico Marx: No lo sé. Quisiera volver a oírlo.



Groucho Marx: Dice que...“La parte contratante de la primera parte será considerada como la parte contratante de la primera parte.”

Chico Marx: Esta vez parece que suena mejor.

Groucho Marx: A todo se acostumbra uno. Si usted quiere lo leo otra vez.



ALGUNAS DEFINICIONES

Mencionaremos aquí, a modo de epíteto o cierre, algunas definiciones que nos parecen pertinentes y de ellas, junto a lo desarrollado previamente como genealogía, etimología y epistemología de los términos y conceptos informática, ciencia de la computación, ciencia de la informática, definiremos nuestra posición final frente a esta nova ciencia que hoy nos involucra a todos y todo lo que nos rodea, en este mundo postindustrial, en esta sociedad de la información (Y. Masuda, 1968 y M. Castells, 2000).

La Universidad de Massey en Nueva Zelanda define computación o ciencias de la computación de esta manera:

"La disciplina de Ciencias de la Computación contempla el estudio de **todos** los fenómenos asociados a los computadores. Contempla no sólo las máquinas o hardware de los computadores, sino que además incluye los procedimientos y programas que los hacen funcionar. Por ello cubre un amplio rango de tópicos tomados de los campos de la Física, las Matemáticas, la Ingeniería, la Filosofía y la Lingüística, en adición a todos los tópicos creados por la propia existencia de los computadores".

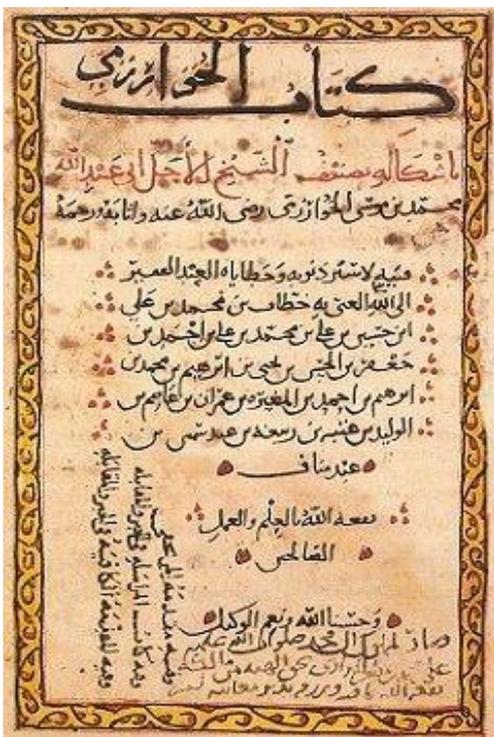
El diccionario de La Academia Real española (RAE), define Informática, como el conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de ordenadores; así como computación: americanismo, Informática., fem., cómputo.

Así también el diccionario de La Academia Real española (RAE, 2010), define el término **ciencia**.

(Del lat. *scientia*).

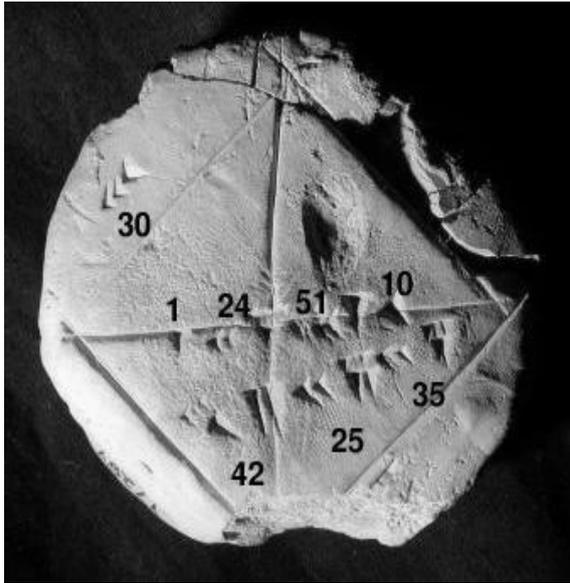
1. f. Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales.

Pese a las divergencias que pueda haber, respecto al análisis de los términos y conceptos, cabe enfatizar que el nacimiento de esta ciencia se dio al unísono, concomitantemente, no por copia o seguimiento, sino por una madurez científica en ambos márgenes del Atlántico, con idéntica fundamentación. La divergencia ocurrió por motivos ajenos a la investigación científica y con propósitos o fines metacientíficos.



Versiones diferentes sugieren la escisión de la informática a partir de la computación, más sin embargo la data histórica demuestra lo contrario. Los orígenes de ambas, que son una sola, buscan en el conocimiento matemático, la base gnoseológica y procedimental para el soporte de investigación. La lógica y la algoritmia se unieron al desarrollo y consolidación de la misma, así como también la física, la mecánica y la electrónica, que sin la tecnología y el descubrimiento de las aplicaciones y materiales cuyas propiedades dieron origen a simplificaciones muchas veces inverosímiles, no hubieran hecho posible el desarrollo de las diferentes ramas de este conocimiento tan diverso, que hoy no divisa un horizonte finito.

La Ciencia de la información **NO** surgió como producto de la necesidad de desarrollar un nuevo modelo o paradigma de trabajo capaz de responder a los cambios operados, como consecuencia del propio progreso científico y tecnológico, en el campo de las necesidades de información en la sociedad. Ante las evidentes limitaciones de la Bibliotecología y la Documentación, así como la acumulación y administración de data, fue necesario ir conformando, para responder con efectividad a los nuevos retos, una serie de nuevos rumbos que surgen de la propia ciencia, me refiero tanto a la ingeniería de programación, como a la ingeniería de la información, que no son sino, una suerte de geometría o aritmética, dentro de la inmensa ciencia de la matemática.



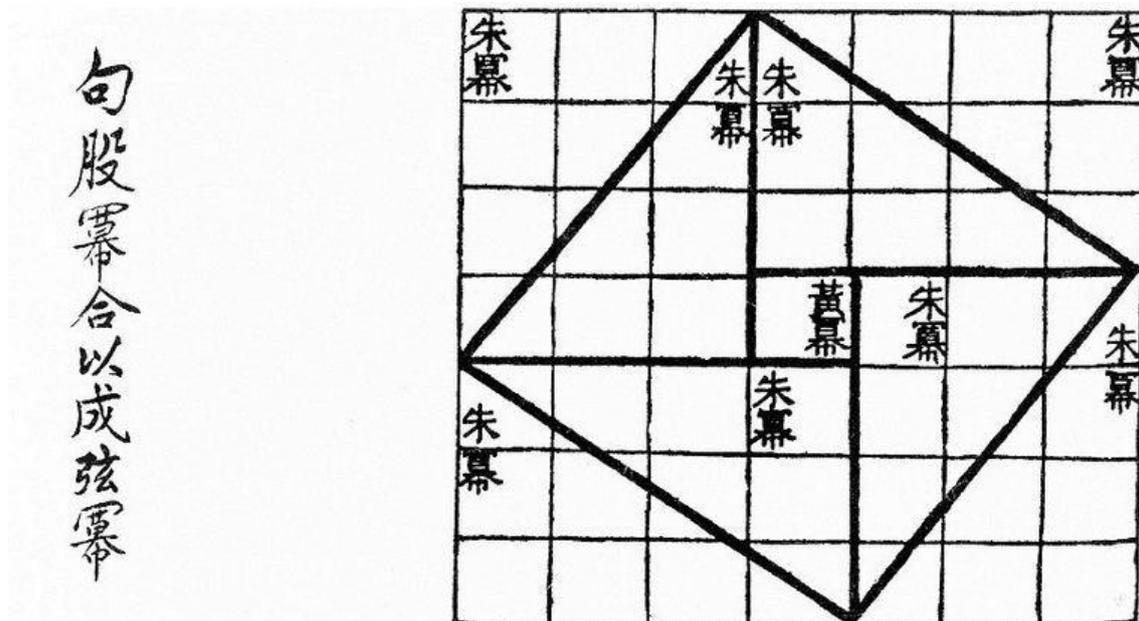
Queda claro entonces, que tanto sus nacimientos como desarrollo, forman parte de una gran ciencia, que injustamente somete a un segundo rango el término de informática, en desmedro de la ciencia de su propia ciencia, la mal llamada cienciaS de la computación.

Respondiendo entonces a las preguntas, ¿Existe la necesidad de redefinir la terminología? ¿La Informática es una ciencia de la información? o ¿la Informática es ciencia de la computación?

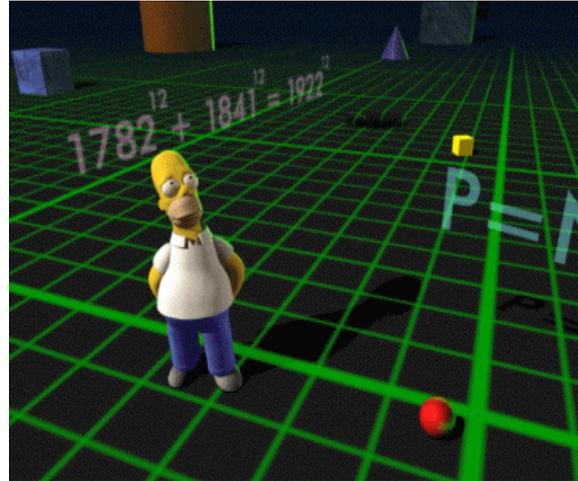
Sustento acá, que es necesaria una desambiguación terminológica, sin medrar o sublimar ninguno de los términos descritos anteriormente, en forma académica.

En la acepción más amplia, en la cual atendemos los aspectos precedentes y su desarrollo científico, sin caer en la visión sesgada, parcial o simple observación utilitaria, la informática **es** ciencia de la computación, por tanto, es correcta la denominación de CIENCIA a la Informática.

Por su puesto, que vamos a caer una y mil veces en la ambigüedad terminológica impuesta desde un comienzo mediáticamente y por imposiciones económicas e históricas, pero no debemos confundir dicha influencia con las bases sustentadoras de la nova ciencia.



Sería el caso de la negación, en escenarios diferentes, referido a los matemáticos antiguos, frente a los textos Plimpton 322 (Matemática babilónica, 1900 a.C.), el papiro de Moscú (Matemática del Antiguo Egipto, 1850 a.C.), el papiro de Rhind (Matemática egipcia, 1650 a.C.) y el Shulba Sutras (Matemática en la India, 800 a.C.), en los que todos se refieren al Teorema de Pitágoras (S VI a.C.).



Finalmente, se ha considerado desde siempre, que la matemática como ciencia, surgió con el fin de hacer cálculos en el comercio, para medir espacios y terrenos y para anticiparse a acontecimientos naturales. De estas tres necesidades pueden ser relacionadas en cierta forma la subdivisión amplia de la matemática en el estudio y desarrollo de la misma informática o computación.

Es necesario, para definir o dilucidar la idea de ciencia de la información o computación, tomar diferentes visiones y ángulos de perspectiva, documentarlos y analizarlos a fin de llegar a dictaminar si su campo de acción es el mismo o es uno diverso y sometido a un campo mayor, como es la computación.

La historia nos aporta lo suyo, porque ella es la relación razonada, verídica e imparcial de los hechos ocurridos en el pasado, cuyo orden es una secuencia cronológica lineal y una aportación indiscutible al campo de la epistemología social de la ciencia, muy en especial, la ciencia de la computación o información.



Consideraciones finales

Si bien los efectos de la confluencia o convergencia mediática, de la multidisciplinariedad, la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad de las ciencias, la globalización y otros fenómenos que caracterizan el desarrollo de la humanidad en el período histórico actual, desdibujan las fronteras entre las disciplinas científicas, entre las que se incluyen la Informática, la Ciencia de la Información y la Computación, la ciencia y la tecnología, hay algo mucho más importante: ellas, bajo nuevos paradigmas, no dejan de continuar la búsqueda de nuevos conocimientos, dispositivos y una mejor respuesta para la sociedad.

Las posiciones adoptadas con respecto a la definición de los términos Informática, Computación y Ciencia de la Información o computación, presentan una clara desambiguación, permitiéndonos denominar a tales como CIENCIA.

La innovación e investigación científica, no son las brillantes ideas;
son la aplicación práctica adoptada por una comunidad.

Peter J. Denning

ADOLFO MONTIEL VALENTINI

montieladolfo@gmail.com

Instituto Normal de Enseñanza Técnica (INET)

Introducción a la Didáctica de la Informática

Profesorado de Informática

BIBLIOGRAFÍA

- Dr. Manuel Suárez Trujillo, Introducción a la epistemología (2006).
- Prof. Martha L. Iovanovich, Distintas concepciones epistemológicas en torno a la investigación educativa, Acerca del concepto de ciencia y teorías científicas (UNLP), 2005.
- Lic. R. Cañedo, Dr. R. E. Ramos, Dr. J. C. Guerrero, La Informática, la Computación y la Ciencia de la Información: una alianza para el desarrollo (2009).
- Silvina Caraballo, Rosa Cicala, Hacia una didáctica de la Informática (2006).
- Alfredo Marcos, Filosofía de la Informática, Valladolid, FYL UVA (2002).
- Article by: J J O'Connor and E F Robertson (2008).
- Lenore Schiff, March 17, 1997, FORTUNE Magazine, (1997).
- Thomas Kuhn, La estructura de las revoluciones científicas, Ed. FCE (2005)
- Luis Felipe Castañeda Gallego, HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA, U de Caldas, 2005
- Rafael Capurro, Epistemología y Ciencia de la Información, RITL, 1985-2003
- P.J. Denning and R. Dunham, Innovation as language action, ACM 58, (2006).
- P.J. Denning, Computer Science: The Discipline, Encycl. of Computer Science, (2000).
- Robert L. Constable, Nature of Information Science, (1997).
- Robert L. Constable, Computer Science: Achievements and Challenges circa, (2000).
- Carlos Arturo Soto Lombana, Consideraciones sobre la relación historia y enseñanza de las ciencias. Grupo de Educación en Ciencias Experimentales, U de A., Colombia.
- Alfredo Marcos, Filosofía de la Informática: una agenda tentativa, (fyl-UVA), 2002
- Karl Popper, El Desarrollo del Conocimiento Científico, Ed. Paidós, (1967).
- Karl Popper. La lógica de la investigación científica. Ed. Rei, (1991).
- M. Castells, La era de la información. Economía, Sociedad Cultura. Vol. I La sociedad red, Alianza Editorial. Barcelona (200).
- Yoneji Masuda, La sociedad informatizada como sociedad post-industrial, Ed. Fundesco, (1984)
- M.R. Matthews, Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: La aproximación actual. (1994)