

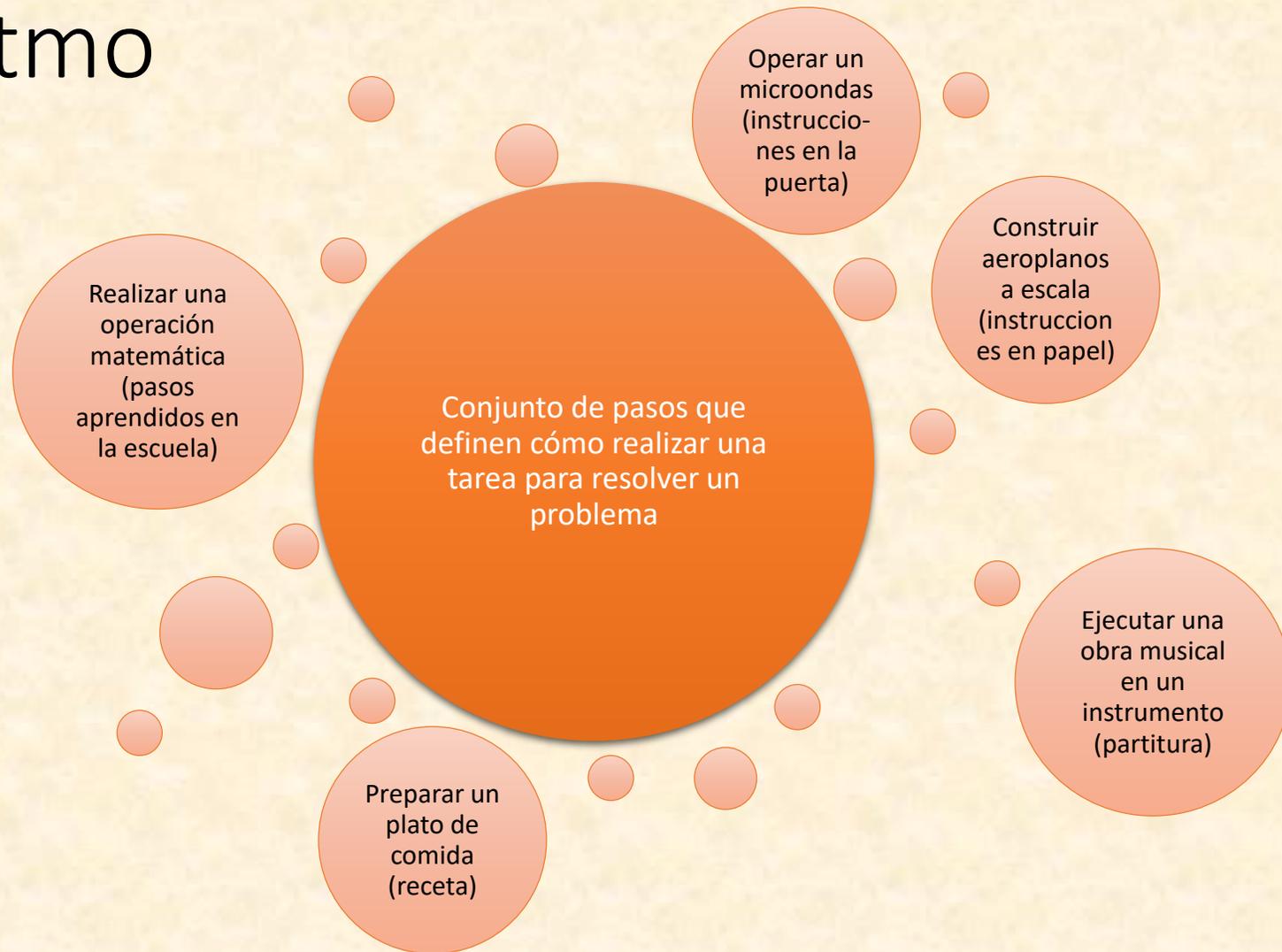
Fundamentos

Algoritmos y programación. Alcance de la informática. Desarrollo de máquinas algorítmicas. Repercusiones sociales de la informática. Arquitectura de computadoras. Almacenamiento y manipulación de bits.

Algoritmos y Programación

Definiciones, ejemplos e implicaciones.

Algoritmo



Algoritmo

- El matemático persa Musa al-Juarismi (780-850), considerado como el padre del álgebra y como el introductor de nuestro sistema de numeración denominado arábigo, inventó el algoritmo, es decir, la resolución metódica de problemas de álgebra y cálculo numérico mediante una lista bien definida, ordenada y finita de operaciones.
- Una vez encontrado un algoritmo para realizar una tarea, la ejecución de esa tarea deja de requerir la comprensión de los principios en los que se basa el algoritmo: la ejecución de la tarea se reduce al mero proceso de seguir los pasos del algoritmo.
- En cierto sentido, un algoritmo representa la inteligencia requerida para resolver un problema.

Ejemplo

Algoritmo de Euclides para encontrar el máximo común divisor de dos enteros positivos

1. Asignar a M el valor del mayor de los números de entrada
2. Asignar a N el valor del menor de los números de entrada
3. Dividir M entre N y llamar R al residuo
4. Si R no es 0, entonces asignar a M el valor de N y a N el valor de R y continuar desde el paso 3, si no, el máximo común divisor es el valor actual de N

Programación

- Antes que una máquina como una computadora pueda realizar una tarea, se debe diseñar y representar un algoritmo para ejecutar esa tarea en una forma que sea compatible con la máquina.
- La representación de un algoritmo para que lo pueda ejecutar una computadora se denomina **programa**.
- El proceso de desarrollar programas, codificarlos en formas compatibles para una máquina e insertarlos en la máquina se denomina **programación**.
- Los programas y algoritmos que representan se refieren colectivamente como **software**, en contraste con las computadoras en sí, tanto con sus componentes internos como externos (periféricos), que se conocen como **hardware**.

Algoritmos y Programación

- Es a través de la habilidad de capturar y expresar inteligencia (o al menos comportamiento inteligente) por medio de algoritmos, que se puede construir máquinas que ejecuten tareas útiles.
- El nivel de inteligencia mostrado por las máquinas está limitado por la inteligencia que se puede expresar a través de algoritmos.
- Se puede construir una máquina para realizar una tarea sólo si existe un algoritmo para realizar esa tarea, en cambio, si no existe un algoritmo para resolver un problema, entonces la solución de ese problema está más allá de las capacidades de las máquinas.

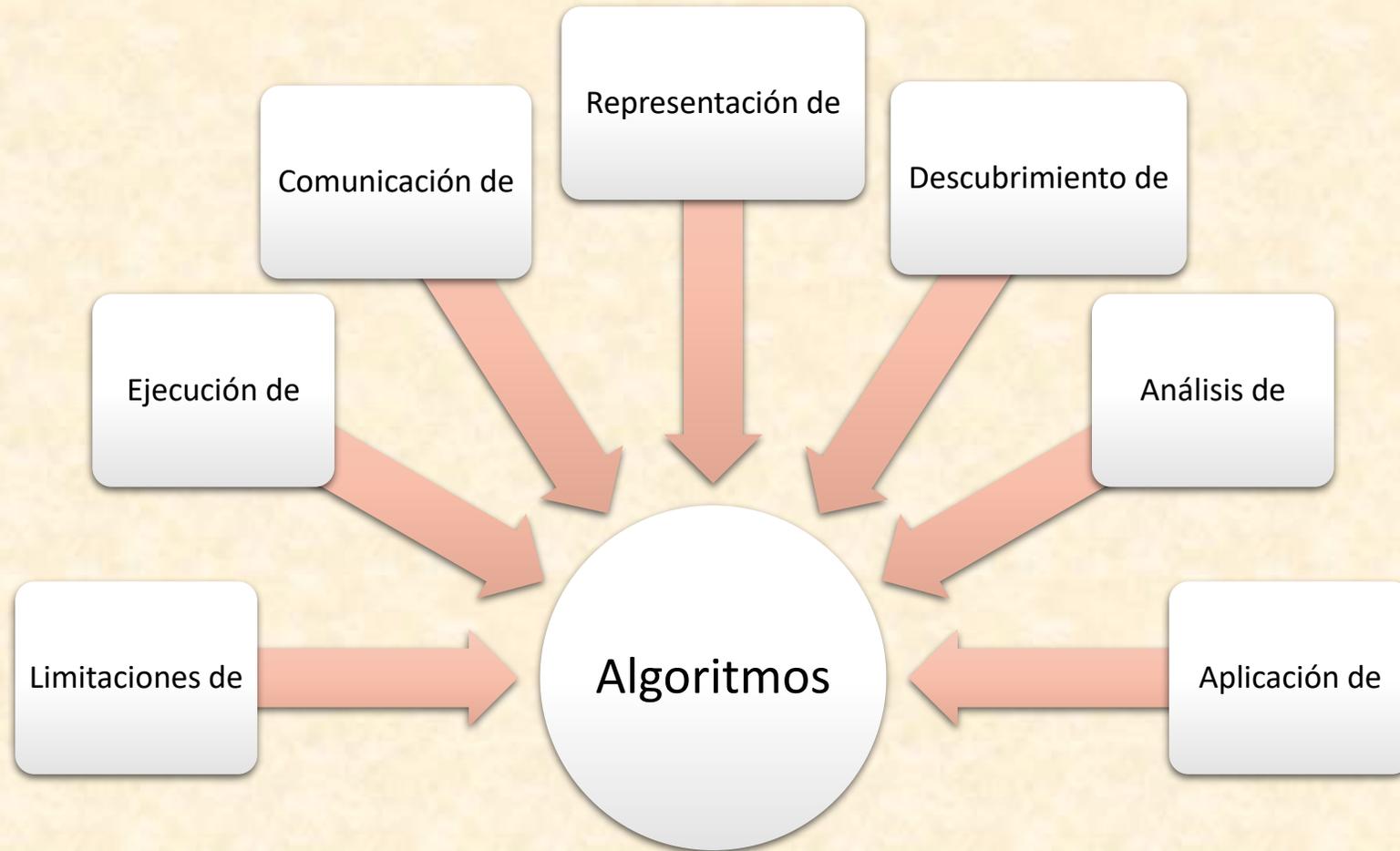
Algoritmos y Programación

- En 1930, Kurt Gödel publicó su teorema de incompletitud, que establece que en cualquier teoría matemática que involucre a nuestro tradicional sistema de aritmética, hay proposiciones cuya verdad o falsedad no puede establecerse algorítmicamente: cualquier estudio completo de nuestro sistema aritmético excede las capacidades de la algoritmia.
- Este teorema impactó los fundamentos de las matemáticas, y el consecuente estudio de las capacidades de la algoritmia significó el comienzo de la Ciencia de la Computación o Informática.

Alcance de la Informática

El rol central de los algoritmos en la Informática. Disciplinas de base y campos de la Informática.

El rol central de los algoritmos en la Informática



Disciplinas Base y Campos de la Informática

Actualmente, la Informática se ha establecido como la Ciencia de los Algoritmos, y sus campos se basan en disciplinas como matemáticas, ingeniería, psicología, biología, administración de negocios y lingüística

Algoritmia y Programación

Descubrir soluciones algorítmicas eficientes de problemas y representarlas para que los resuelvan computadoras

Arquitectura de Computadoras

Estructura y organización de computadoras, y avances y aplicación de tecnologías de hardware

Sistemas Operativos y Redes

Interfaz entre las computadoras y el mundo exterior, y coordinación de actividades y asignación de recursos de una computadora

Comunicación entre máquinas, problemas inherentes y tecnologías involucradas

Sistemas de Bases de Datos

Almacenamiento y recuperación de datos en sistemas de cómputo, y combinación de técnicas para obtener sistemas de almacenamiento masivos centralizados que puedan dar la apariencia de tener una gran cantidad de organizaciones apropiadas para varias aplicaciones

Ingeniería de Software

La estructura algorítmica de los grandes sistemas automatizados se debe guiar por un proceso de ingeniería similar al de las máquinas mismas

En muchos casos en el desarrollo de sistemas no hace falta descubrir algoritmos nuevos sino identificar qué sistemas automatizados se necesitan y cómo van a interactuar con los ya existentes

Inteligencia Artificial

Estudio de la inteligencia humana y del comportamiento inteligente para diseñar algoritmos que, o imiten el razonamiento y la percepción de la mente humana, o cumplan las mismas funciones de otra forma en base a las posibilidades y ventajas de las computadoras

Campos de Estudio de la Informática

- ¿Qué problemas pueden resolverse mediante procesos algorítmicos?
- ¿Cómo se puede facilitar el descubrimiento de algoritmos?
- ¿Cómo se pueden mejorar las técnicas de representación y comunicación de algoritmos?
- ¿Cómo se puede analizar y comparar las características de distintos algoritmos?
- ¿Cómo pueden utilizarse algoritmos para manipular información?
- ¿Cómo pueden aplicarse algoritmos para producir comportamiento inteligente?
- ¿Cómo afecta a la sociedad la aplicación de algoritmos?

Desarrollo de Máquinas Algorítmicas

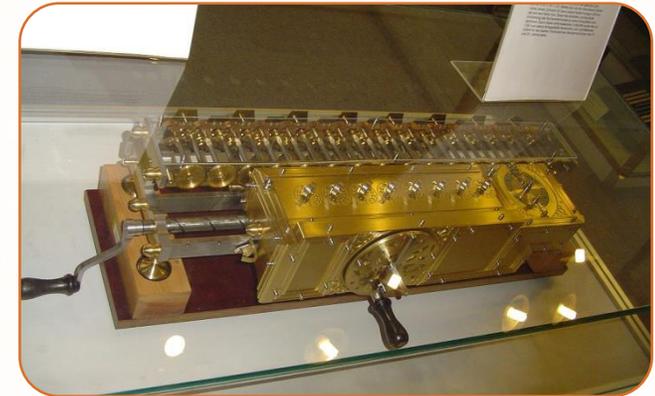
Perspectiva histórica



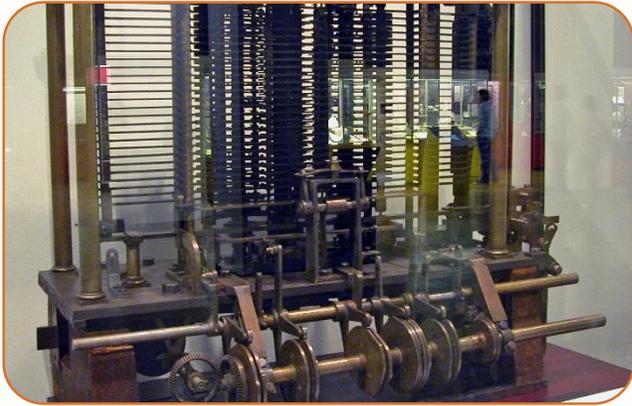
El **ábaco** fue uno de los primeros dispositivos para efectuar operaciones aritméticas sencillas. Tiene sus raíces en la antigua China y también se utilizó en la civilizaciones Griega y Romana.



La Rueda de Pascal o **Pascalina**, construida por Blaise Pascal (Francia) con ruedas dentadas, es considerada una de las calculadoras más antiguas (1642). Inicialmente solo permitía realizar adiciones, pero en el curso de los diez años siguientes añadió mejoras, siendo finalmente capaz de hacer restas.



Gottfried Leibniz (Alemania) extendió las ideas de Blaise Pascal y, en 1671, introdujo el **Staffelwalze** (tambor de paso, también conocido como el *Stepped Reckoner* o aritmómetro de Leibniz), un dispositivo que, así como ejecutaba adiciones y sustracciones, podía multiplicar, dividir y sacar raíces cuadradas mediante una serie de pasos de adiciones.



La **máquina analítica** es el diseño de un computador moderno de uso general realizado por el profesor británico de matemáticas Charles Babbage, que representó un paso importante en la historia de la computación. Fue inicialmente descrita en 1816, aunque Babbage continuó refinando el diseño hasta su muerte en 1871.



Curta (inventada por Curt Herzstark) fue una calculadora mecánica introducida en 1948 en Liechtenstein. Era pequeña y tenía una manivela para ser operada. Podía ser usada para realizar operaciones de adición, sustracción, multiplicación, división, y, con más dificultad, raíces cuadradas y otras operaciones. El diseño de Curta fue una variante del aritmómetro de Leibniz, acumulando valores en ruedas dentadas, que eran sumados o complementados por un mecanismo de tambor de paso.



Mark I, fue el primer ordenador electromecánico, construido en IBM y enviado a Harvard en 1944. Tenía 760.000 ruedas y 800 kilómetros de cable y se basaba en la máquina analítica de Charles Babbage. El computador empleaba señales electromagnéticas para mover las partes mecánicas. Funcionaba con relés, se programaba con interruptores y leía los datos de cintas de papel perforado.



La **EDVAC** (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*) fue diseñada por John Mauchly y John P. Eckert en la Univ. de Pennsylvania (~1945). Tanto los programas como los datos de trabajo estaban almacenados en un solo espacio de almacenamiento unificado. Este diseño básico, que sería conocido como la **arquitectura de von Neumann**, serviría como la base para el desarrollo de las primeras computadoras digitales de propósito general, llamadas de primera generación (válvulas de vacío).



El **IBM 1401** (1960 a 1964) llegó a monopolizar casi un tercio del mercado mundial. Comprendía perforado y lectura de tarjetas a alta velocidad, cinta magnética para entrada y salida, impresión de alta velocidad, programa almacenado, y capacidad aritmética y lógica. Se destacó como un sistema de segunda generación (transistores).



El **PET** (Personal Electronic Transactor) fue una de las primeras computadoras personales o de tercera generación, producida por Commodore a finales de los 70; éstas se basaban en la invención de Jack St. Clair Kilby y Robert Noyce, el circuito integrado (o microchip), que condujo más adelante a la invención del microprocesador, por Ted Hoff y Federico Faggin en Intel.

Evolución Histórica

Orígenes

- Los dispositivos de Pascal y Leibniz (siglo XVII) fueron los antepasados de las computadoras de escritorio de hoy, y los derivados de estas máquinas, incluyendo la calculadora Curta (siglo XX), continuaron siendo producidos hasta que a principios de los años 1970 sus equivalentes electrónicos finalmente llegaron a ser fácilmente disponibles y baratos.
- El primer intento de Charles Babbage para diseñar una máquina fue la máquina diferencial, que fue un computador diseñado específicamente para construir tablas de logaritmos y de funciones trigonométricas evaluando polinomios por aproximación. Si bien este proyecto no vio la luz por razones económicas y personales, Babbage comprendió que parte de su trabajo podía ser aprovechado en el diseño de un computador de propósito general, de manera que inició el diseño de la **máquina analítica** (siglo XIX).

Evolución Histórica

La máquina Analítica de Babbage

- La **máquina analítica** de Babbage debía funcionar con un motor a vapor y habría tenido 30 metros de largo por 10 de ancho. Para la entrada de datos y programas había pensado utilizar tarjetas perforadas, que era un mecanismo ya utilizado en la época para dirigir diversos equipos mecánicos (p.e. los telares de Jacquard, 1805). La salida debía producirse por una impresora, un equipo de dibujo y una campana. La máquina debía también perforar tarjetas que podrían ser leídas posteriormente. La máquina analítica trabajaba con una aritmética de coma fija en base 10 y poseía una memoria capaz de almacenar 1.000 números de 50 dígitos cada uno. Una unidad aritmética estaría encargada de realizar las operaciones aritméticas.
- Augusta Ada Byron, Condesa de Lovelace, publicó un artículo (mediados del siglo XIX) en el que demostraba cómo la máquina analítica podía programarse. Como reconocimiento a su trabajo, ella ha sido descrita en muchas ocasiones como la primera programadora. El Lenguaje de programación Ada, actualmente utilizado, lleva su nombre.

Evolución Histórica

Siglo XX

- 1944: en Estados Unidos se construyó, en la Universidad de Harvard, la Harvard Mark I (primera máquina electromecánica), diseñada por un equipo encabezado por Howard H. Aiken.
- 1944: en Inglaterra se construyeron los ordenadores Colossus (Colossus Mark I y Colossus Mark 2), con el objetivo de descifrar las comunicaciones de los alemanes durante la Segunda guerra mundial.
- 1946: en la Universidad de Pensilvania se construye la ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator), que fue la primera computadora electrónica de propósito general. Esta máquina ocupaba todo un sótano de la Universidad, tenía más de 18.000 tubos de vacío, consumía 200 kW de energía eléctrica y requería todo un sistema de aire acondicionado; tenía la capacidad para realizar cinco mil operaciones aritméticas por segundo.

Repercusiones Sociales

Sobre cómo el progreso de la informática repercute en los principios y la organización de la sociedad.

Principales Áreas de Repercusión

- **El derecho:** cuestionamientos sobre los derechos de la propiedad intelectual y las obligaciones que generan.
- **La Ética:** desafíos frente a los cambios en el comportamiento social.
- **El Gobierno:** debates sobre el alcance de las regulaciones sobre las tecnologías informáticas y sus aplicaciones.
- **La Filosofía:** disputas sobre la presencia de comportamiento inteligente o de inteligencia en sí misma.
- **La sociedad en general:** cuestionamientos acerca de si las nuevas aplicaciones implican más libertad o nuevos controles.

Cuestiones Sociales

- Generalmente, se acepta que la sociedad es diferente de lo que hubiera sido sin la revolución de la computación. Nuestra sociedad ¿es mejor de lo que hubiera sido sin esta revolución? ¿es peor? Si su posición en la sociedad fuera otra ¿su respuesta cambiaría?
- ¿Es aceptable participar en la sociedad tecnológica de hoy sin tratar de entender lo básico de la tecnología?
- Usando dinero en efectivo en transacciones comerciales, la gente maneja sus finanzas sin pagar costos de servicios financieros, pero la mayor parte de estos servicios se cobran. P. e. si un empleador le paga a sus empleados únicamente con cheques y todas las instituciones financieras cobran por el servicio de cheques ¿podría tratarse de un trato discriminatorio? ¿qué pasa si el empleador insiste en pagar sólo con cheques?

Cuestiones Sociales

- En el campo de la educación, a medida que avanzan las tecnologías se debe reconsiderar el nivel de abstracción con el que se presentan los temas ¿Cómo afecta el uso de calculadoras las habilidades para resolver problemas matemáticos? ¿Cómo afectan las correcciones ortográficas y gramaticales el dominio de la ortografía y la gramática? ¿Qué otros ejemplos se pueden encontrar que involucren controversias similares?
- El concepto de bibliotecas públicas se basa en la premisa de que todos los individuos deben tener acceso a la información ¿Se puede decir que Internet cumple esa premisa?
- A medida que la sociedad se automatiza es más fácil para los gobiernos controlarnos, esto ¿es bueno o malo?
- La sociedad es demasiado dependiente de las tecnologías de información y comunicación ¿Qué pasaría si hubiera una interrupción a largo plazo de internet y/o de la telefonía celular?
- El sistema GPS de los teléfonos inteligentes permite que ciertas aplicaciones detecten la localización de otros teléfonos ¿Esto es bueno? ¿Qué riesgos entraña?

Arquitectura de Computadoras

Diseño conceptual y estructura operacional fundamental de un sistema de computadora

Computadora

- La computadora (del inglés: *computer*; y este del latín: *computare*, 'calcular'), también denominada computador u ordenador (del francés: *ordinateur*; y este del latín: *ordinator*), es una máquina electrónica que recibe y procesa datos para convertirlos en información conveniente y útil. Una computadora está formada, físicamente, por numerosos circuitos integrados y otros muchos componentes de apoyo, extensión y accesorios, que en conjunto pueden ejecutar tareas diversas con suma rapidez y **bajo el control de un programa**.
- Desde el punto de vista funcional es una máquina que posee, al menos, una unidad central de procesamiento, una memoria principal y algún periférico o dispositivo de entrada y otro de salida. Los dispositivos de entrada permiten el ingreso de datos, la CPU se encarga de su procesamiento (ejecución de programas y operaciones aritmético-lógicas) y los dispositivos de salida los comunican a otros medios.

Computadora

- La computadora recibe datos, los procesa y emite la información resultante, la que luego puede ser interpretada, almacenada, transmitida a otra máquina o dispositivo o sencillamente impresa; todo ello a criterio de un operador o usuario y bajo el control de un programa.
- Básicamente, la capacidad de una computadora depende de sus componentes de hardware, en tanto que la diversidad de tareas radica mayormente en el software que admita ejecutar y contenga instalado.
- Una computadora digital representa toda la información usando el **sistema binario**. Texto, números, imágenes, sonido y casi cualquier otra forma de información puede ser transformada en una sucesión de **bits**, o dígitos binarios, cada uno de los cuales tiene un valor de 1 o 0. La unidad de almacenamiento más común es el **byte**, igual a 8 bits.

Componentes

- Las tecnologías utilizadas en computadoras digitales han evolucionado mucho desde la aparición de los primeros modelos en los años 1940, aunque la mayoría todavía utiliza la **Arquitectura de von Neumann**, publicada por John von Neumann a principios de esa década, que otros autores atribuyen a John Presper Eckert y John William Mauchly.
- La arquitectura de Von Neumann describe una computadora con tres (3) componentes principales: la **unidad central de procesamiento**, la **memoria** primaria, principal o central, y los **dispositivos de entrada y salida (E/S)**. Estas partes están interconectadas por canales de conductores denominados **buses**.

Unidad Central de Procesamiento

- La **unidad central de procesamiento** (del inglés *Central Processing Unit, CPU*), es el hardware dentro de un computador u otros dispositivos programables, que ejecuta las instrucciones de un programa mediante la realización de las operaciones básicas aritméticas, lógicas y de entrada/salida del sistema.
- Una computadora puede tener más de una CPU; esto se llama **multiprocesamiento**. Todas las CPU modernas son microprocesadores, lo que significa que contienen un solo chip. Algunos circuitos integrados (CI) pueden contener varias CPU en un solo chip; estos CI son denominados procesadores multi-core o multinúcleo. Un CI que contiene una CPU también puede contener los dispositivos periféricos, y otros componentes de un sistema informático; esto se llama un sistema en un chip (SoC).
- No todos los sistemas computacionales se basan en una unidad central de procesamiento. Una **matriz de procesadores o procesador vectorial** tiene múltiples elementos de cómputo en paralelo, sin una unidad considerada el "centro". En el modelo de computación distribuida, se resuelven problemas mediante un conjunto interconectado y distribuido de procesadores.

Unidad Central de Procesamiento

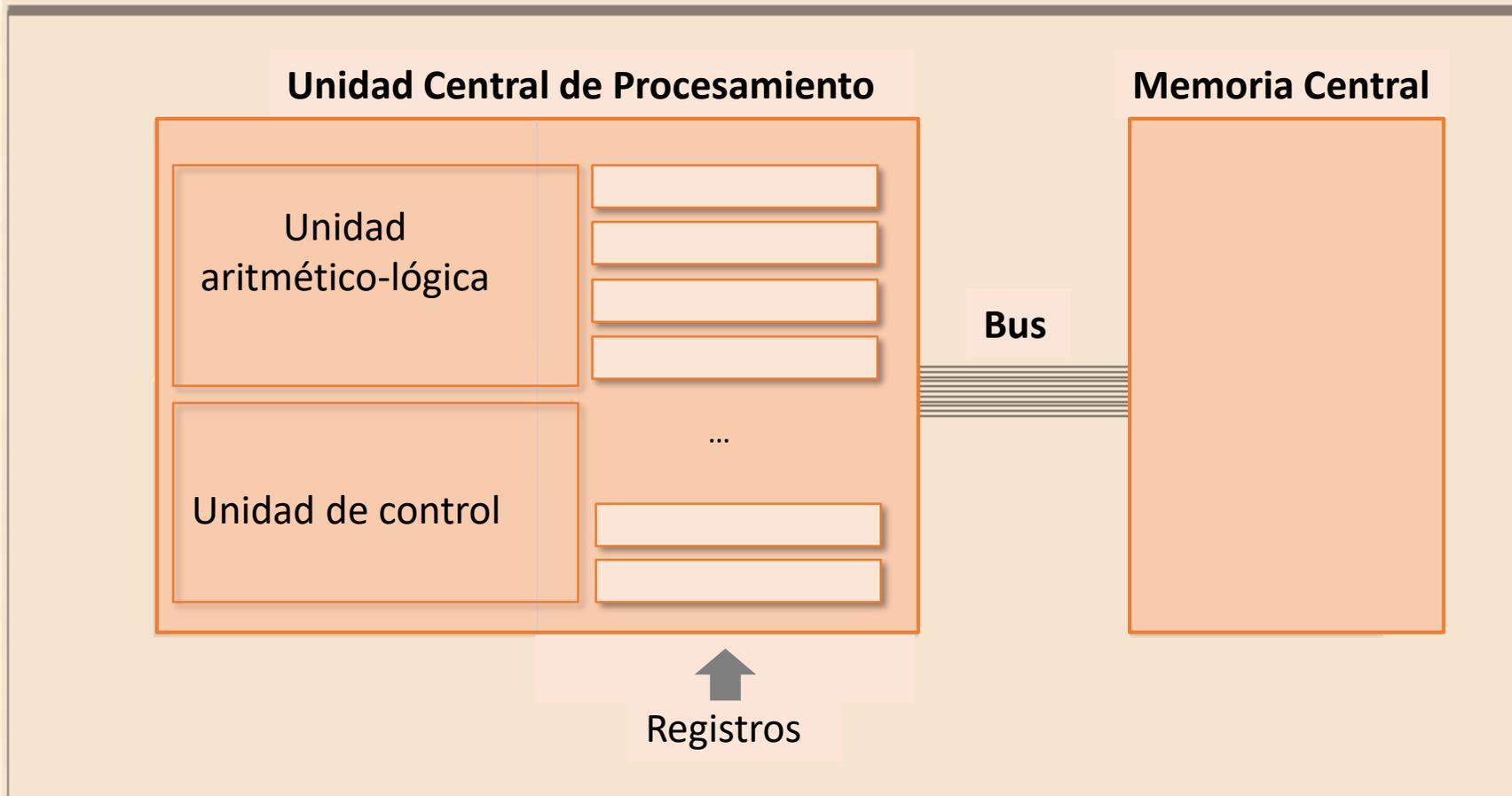
Una **unidad central de procesamiento** o **CPU** consta básicamente de los siguientes tres elementos:

- La **unidad aritmético lógica (ALU)**, por sus siglas del inglés: *Arithmetic-Logic Unit*) es el dispositivo diseñado y construido para llevar a cabo las operaciones elementales como las operaciones aritméticas, operaciones lógicas (Y, O, NO), y operaciones de comparación o relacionales. En esta unidad es en donde se hace todo el trabajo computacional.
- La **unidad de control (UC)** sigue la dirección de las posiciones en memoria que contienen la instrucción que el computador va a realizar en ese momento; recupera la información poniéndola en la ALU para la operación que debe desarrollar. Transfiere luego el resultado a ubicaciones apropiadas en la memoria. Una vez que ocurre lo anterior, la unidad de control va a la siguiente instrucción (normalmente situada en la siguiente posición, a menos que la instrucción sea una instrucción de salto, informando al ordenador de que la próxima instrucción estará ubicada en otra posición de la memoria).
- Los **registros**: memorias de alta velocidad y poca capacidad que permiten guardar transitoriamente y acceder a valores muy usados, generalmente en operaciones matemáticas.

Los procesadores pueden constar además de otras unidades adicionales como la **unidad de coma flotante**.

Memoria Primaria

- La memoria primaria, conocida como memoria de acceso aleatorio (**RAM**, por sus siglas del inglés: **Random-Access Memory**), se compone de celdas de almacenamiento de bits numeradas, que contienen los programas en ejecución y datos con que operan. Está directamente conectada a la CPU a través de buses de direcciones (para seleccionar la dirección del dato o del periférico al que se quiere acceder), datos (por donde circulan los datos) y control (para seleccionar la operación a realizar sobre el dato -lectura, escritura o modificación).
- Se dice que es de acceso aleatorio porque la CPU puede acceder a cualquier celda por su número o **dirección** en la misma cantidad de tiempo, sea para copiar su contenido a un registro o viceversa. Actualmente, las celdas de memoria tienen capacidades de almacenamiento para 32 o 64 bits.
- La gran diferencia de velocidad entre el procesador y la memoria primaria dio origen a la **memoria caché**, de muy alta velocidad, típicamente entre 10 y 100 veces más que la memoria primaria, y que se emplea para mejorar la eficiencia o rendimiento del CPU. Parte de la información de la memoria principal se duplica en la memoria caché. Comparada con los registros, la caché es ligeramente más lenta, pero de mayor capacidad. Sin embargo, es más rápida, aunque de mucha menor capacidad que la memoria principal.



Limitaciones Tecnológicas

- El canal o bus de transmisión de los datos compartido entre CPU y memoria genera un **cuello de botella de Von Neumann**, un rendimiento limitado (tasa de transferencia de datos) entre la CPU y la memoria en comparación con la cantidad de memoria. En la mayoría de computadoras modernas, la velocidad de comunicación entre la memoria y la CPU es más baja que la velocidad a la que puede trabajar esta última, reduciendo el rendimiento del procesador y limitando seriamente la velocidad de proceso eficaz, sobre todo cuando se necesitan procesar grandes cantidades de datos. La CPU se ve forzada a esperar continuamente a que lleguen los datos necesarios desde o hacia la memoria.
- El problema de rendimiento puede ser aliviado (hasta cierto punto) utilizando diversos mecanismos: introduciendo una memoria caché entre la CPU y la memoria principal, proporcionando cachés separadas y buses independientes para datos e instrucciones (la llamada arquitectura Harvard modificada), utilizando algoritmos y lógica de predicción de saltos, e implementando un mecanismo de procesamiento adelantado de instrucciones (*pipelining*).

Memoria Secundaria

- La memoria primaria está directamente conectada a la CPU de la computadora. Se puede transferir información muy rápidamente entre un registro del microprocesador y localizaciones de la memoria principal.
- La **memoria secundaria** requiere que la computadora use sus canales de entrada/salida para acceder a la información y se utiliza para almacenamiento a largo plazo de información persistente. Sin embargo, la mayoría de los sistemas operativos usan los dispositivos de almacenamiento secundario como área de intercambio para incrementar artificialmente la cantidad aparente de memoria principal en la computadora (a esta utilización del almacenamiento secundario se le denomina **memoria virtual**). La memoria secundaria también se llama de «almacenamiento masivo». Un disco duro es un ejemplo de almacenamiento secundario.

Memoria Secundaria

- Habitualmente, la memoria secundaria o de almacenamiento masivo tiene mayor capacidad que la memoria primaria, pero es mucho más lenta. El tiempo necesario para acceder a un byte de información dado almacenado en un disco duro de platos magnéticos es de unas milésimas de segundo (milisegundos). En cambio, el tiempo para acceder al mismo tipo de información en una memoria de acceso aleatorio (RAM) se mide en mil-millonésimas de segundo (nanosegundos).
- Esto ilustra cuan significativa es la diferencia entre la velocidad de las memorias de estado sólido y la velocidad de los dispositivos rotantes de almacenamiento magnético u óptico: los discos duros son del orden de un millón de veces más lentos que la memoria primaria.

Almacenamiento y Manipulación de Bits

Información binaria, operaciones booleanas y notación hexadecimal

Información Binaria

- Dentro de las computadoras actuales, la información se codifica en patrones de ceros y unos. Estos dígitos binarios se denominan **bits** (del inglés *binary digits*).
- Se utilizan patrones de bits para representar instrucciones a la computadora, valores numéricos, caracteres alfabéticos y signos de puntuación, imágenes y sonido.
- Para entender cómo se almacenan y manipulan bits individuales dentro de una computadora, conviene imaginar que el **0** representa al valor **falso**, y el **1** al valor **verdadero**.
- Las operaciones que manipulan valores verdadero/falso se denominan **booleanas**, en honor al matemático George Boole (1815–1864), quien fue un pionero en el campo de la lógica matemática.

Operaciones Booleanas

Tres de las operaciones básicas son Y (*AND*), O (*OR*) y O EXCLUSIVO (*XOR – eXclusive OR*), que son similares a las aritméticas de multiplicación y suma debido a que combinan a dos valores de entrada para producir un tercero como resultado, pero con valores verdadero/falso en vez de numéricos.

Conjunción

$\begin{array}{r} 0 \\ \text{AND } 0 \\ \hline 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 0 \\ \text{AND } 1 \\ \hline 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ \text{AND } 0 \\ \hline 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ \text{AND } 1 \\ \hline 1 \end{array}$
---	---	---	---

Disyunción

$\begin{array}{r} 0 \\ \text{OR } 0 \\ \hline 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 0 \\ \text{OR } 1 \\ \hline 1 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ \text{OR } 0 \\ \hline 1 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ \text{OR } 1 \\ \hline 1 \end{array}$
--	--	--	--

Disyunción Exclusiva

$\begin{array}{r} 0 \\ \text{XOR } 0 \\ \hline 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 0 \\ \text{XOR } 1 \\ \hline 1 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ \text{XOR } 0 \\ \hline 1 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ \text{XOR } 1 \\ \hline 0 \end{array}$
---	---	---	---

Operaciones Booleanas

Lógica Proposicional Bivalente Extensional

- Las operaciones AND, OR y XOR reflejan la verdad o falsedad de una proposición lógica compuesta por la conjunción, disyunción o disyunción exclusiva de dos proposiciones simples. Sus representaciones simbólicas usuales son: $P \wedge Q$, $P \vee Q$, $P \underline{\vee} Q$.
- Otra operación básica es NO (*NOT*), que difiere de las anteriores porque sólo tiene un valor de entrada. Su resultado es el opuesto al valor de entrada: si la entrada es el valor verdadero, entonces el resultado es falso, y viceversa.
- La operación NOT refleja la verdad o falsedad de la negación de una proposición simple: $\neg P$.

Notación Hexadecimal

- Para considerar las actividades internas de una computadora se debe tratar con patrones o *strings* (sucesiones, cadenas o secuencias) de bits. Las secuencias largas de bits se denominan a menudo *streams* (oleada o sarta) de bits.
- Los *streams* son difíciles de interpretar para la mente humana, y sus transcripciones resultan tediosas y propensas a errores. Para simplificar la representación de tales patrones de bits, conviene usar una notación abreviada llamada **hexadecimal**, que toma ventaja del hecho de que los patrones dentro de una computadora tienen longitudes múltiplo de 4.
- En particular, la notación hexadecimal usa un símbolo simple (dígito hexadecimal) para representar un patrón de 4 bits.

Patrón de Bits	Dígito Hexadecimal
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F