Tema 1. Introducción a la Programación

Vicente Benjumea García

Programación-I
Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación.
E.T.S.I. Informática. Univ. de Málaga.

Tema 1. Introducción a la programación

- La informática y el papel de la programación de computadores.
- El computador: una máquina que procesa información.
- Algoritmos y resolución de problemas.
  - ¿Que se quiere hacer? Concepto de Algoritmo.
  - ¿Cómo hay que hacerlo? Corrección.
  - ¿Qué se puede hacer? Calculabilidad y Complejidad.
- Lenguajes de programación.
  - Paradigmas de Programación.
  - Definición de Lenguajes. Gramáticas.
  - Traductores, Compiladores e Intérpretes.
- Visión general de un sistema informático.
- Estructura funcional de los computadores.
- Codificación de la información.
  - Representacional posicional de los números.
  - Códigos de entrada y salida de datos.

La Informática y la Programación de Computadores

- INFORMÁTICA:
  - Procesamiento de la **INFOR**mación de forma auto**MÁTICA**.

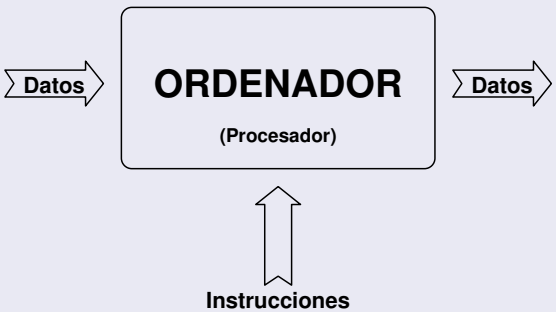
- CIENCIA:
  - Conjunto de **conocimientos científicos** sobre modelos de computación, la representación y el procesamiento automático de la información.

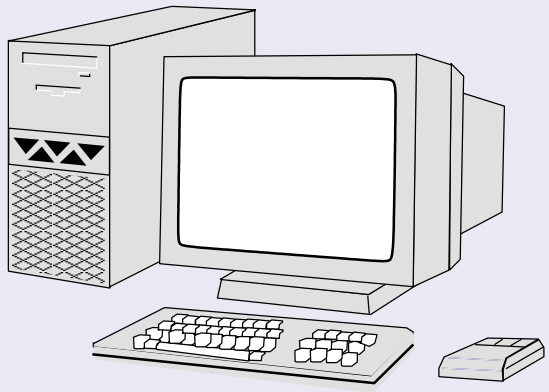
- INGENIERÍA:
  - Utilización, diseño, y creación de **técnicas y herramientas prácticas** para el procesamiento de la información de forma automática y resolver problemas reales por medio de computadores electrónicos.

- La programación de computadores es una actividad fundamental y transversal asociada a cualquier área de la informática:
  - Ingeniería de los Computadores
  - Ingeniería del Software
  - Sistemas de Información
  - Inteligencia Artificial
  - Etc.

El Computador: una Máquina que Procesa Información

- COMPUTADOR (ORDENADOR):
  - Entidad capaz de **procesar** información automáticamente.
    - **Hardware:** es la parte física del computador (circuitos electrónicos, parte mecánica).
    - **Software:** es la parte lógica del computador (programas/instrucciones).
  - El procesamiento de información consiste en:
    - El computador recibe información de **entrada** (en forma de **datos**).
    - El **programa** (secuencia de instrucciones) le indica al computador como debe manipular y transformar los datos.
    - Como **resultado** de la computación, se produce información de **salida** (en forma de **datos**).



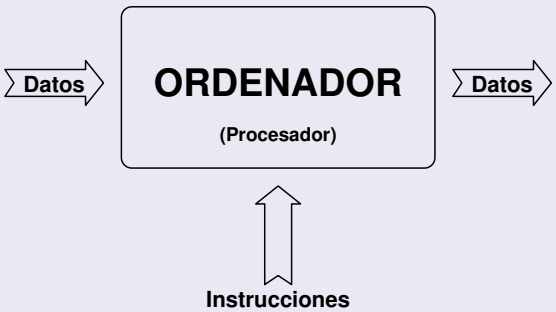


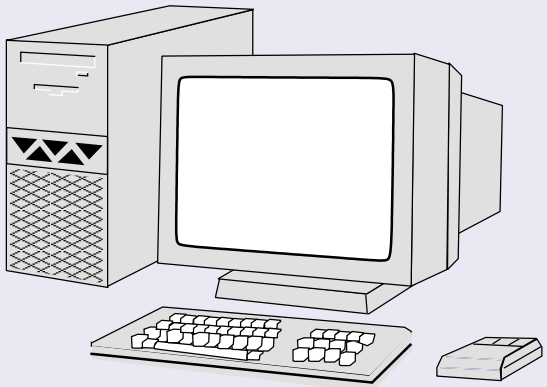
El Computador: una Máquina que Procesa Información

- INSTRUCCIONES:
  - Conjunto de símbolos que representan **órdenes de operación** que indican al computador como manipular y transformar los **datos**.

- PROGRAMA:
  - Secuencia de **instrucciones** que ejecutadas por el computador, resuelve un determinado problema.

- LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN:
  - Establece los símbolos y reglas para codificar **programas**.

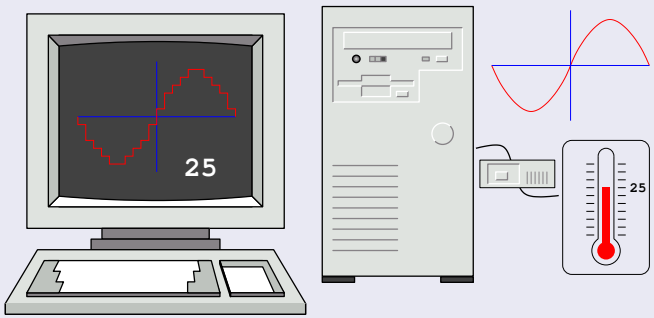


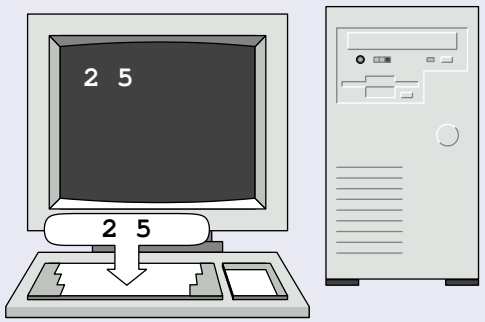


El Computador: una Máquina que Procesa Información

- DATOS:
  - Conjunto de símbolos utilizados para **representar la información**: entidades, objetos, magnitudes, hechos, conceptos, ideas, etc.
  - **Codificados** en la forma adecuada para su procesamiento automático.

- Es necesaria una codificación de los datos:
  - Codificación adecuada para representar *información de entrada*:
    - Datos captados directamente (conversores analógico/digital, etc.).
    - Datos captados mediante **caracteres**.
  - Codificación adecuada para su *representación interna* y *procesamiento*.
  - Codificación adecuada para representar *información de salida*:
    - Resultados proporcionados directamente (conversores digital/analógico, etc.).
    - Resultados proporcionados mediante **caracteres**.





Algoritmos, Programas y Resolución de Problemas

Programación

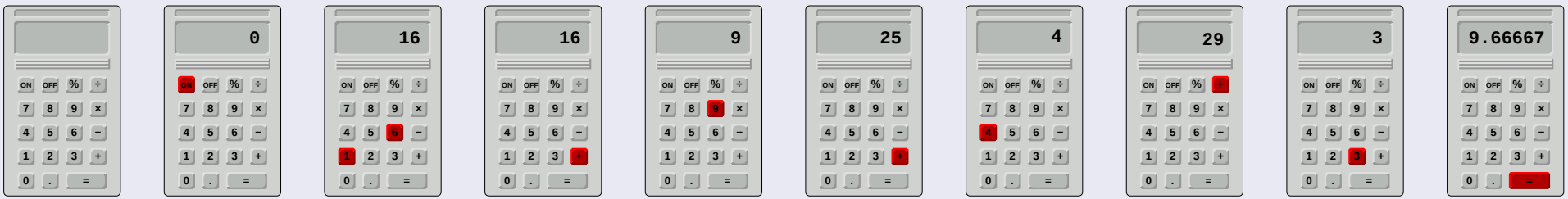
Objetivo: definir una **secuencia de acciones**, que trás ser ejecutadas por un **procesador**, resuelva un determinado **problema**.

Fases para Desarrollar un Programa

1. Análisis del problema.
2. Estudio de su solución.
3. Diseño del **algoritmo**.
4. Codificación del programa en un determinado lenguaje de programación.
5. Depuración y prueba.

Concepto de Algoritmo

- Ejemplos intuitivos de algoritmos:
  - Problema: calcular la media aritmética de tres números cualesquiera utilizando una calculadora básica.
    - Fase 1: Análisis del problema.
    - Fase 2: Estudio de la solución.
      Por ejemplo, la media de los números 16, 9, 4, dará como resultado 9.66667.

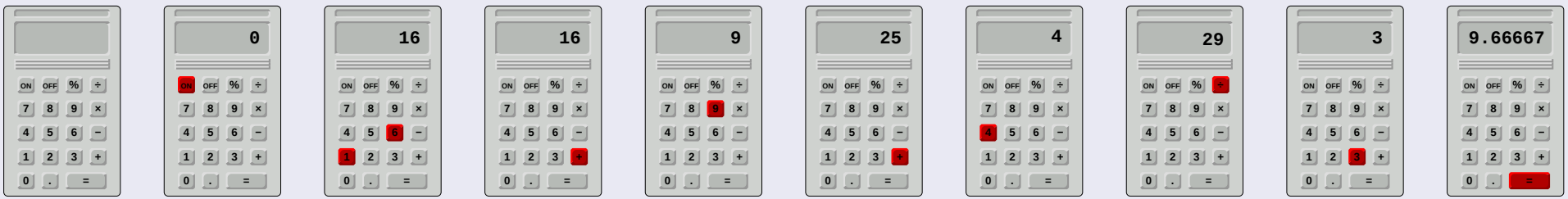


Concepto de Algoritmo

- Fase 3: Diseño del **algoritmo** (en lenguaje natural).

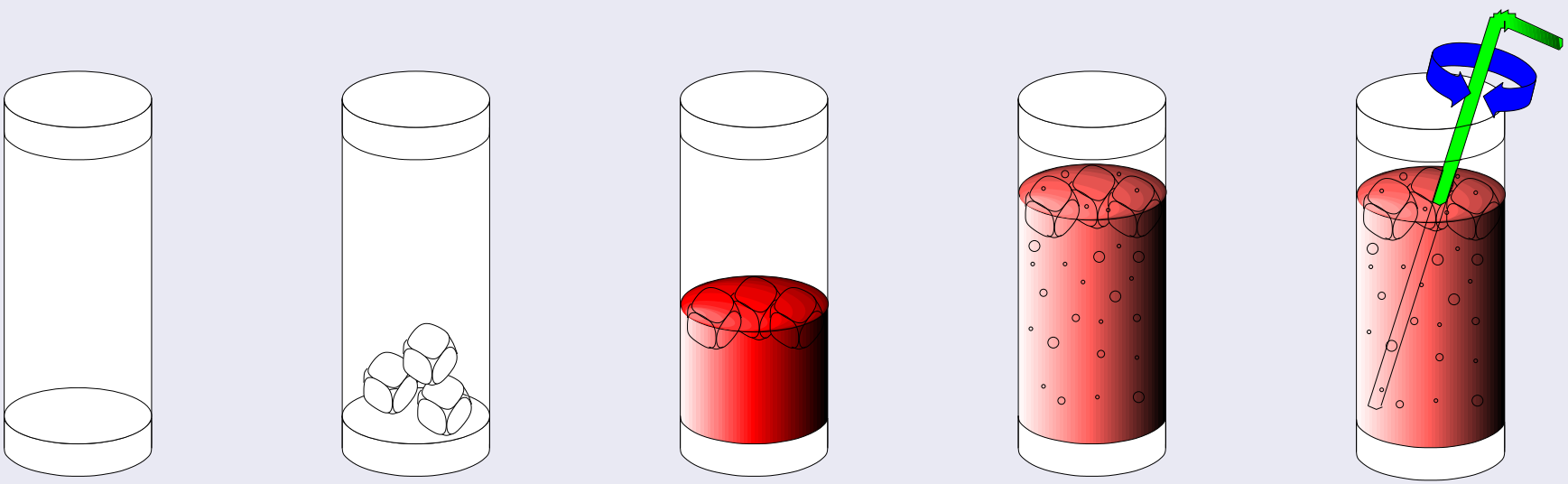
Algoritmo: calcular media de tres números con una calculadora

1. Pulsar la tecla **"ON"**
2. Teclear los dígitos del primer número
3. Pulsar la tecla "+"
4. Teclear los dígitos del segundo número
5. Pulsar la tecla "+"
6. Teclear los dígitos del tercer número
7. Pulsar la tecla "÷"
8. Pulsar la tecla **"3"**
9. Pulsar la tecla "="
10. La media de los tres números aparece en la pantalla
11. Pulsar la tecla **"OFF"**



Concepto de Algoritmo

- Ejemplos intuitivos de algoritmos:
  - Problema: Preparación de un **"Tinto de Verano"**
    - Fase 1: Análisis del problema.
    - Fase 2: Estudio de la solución.

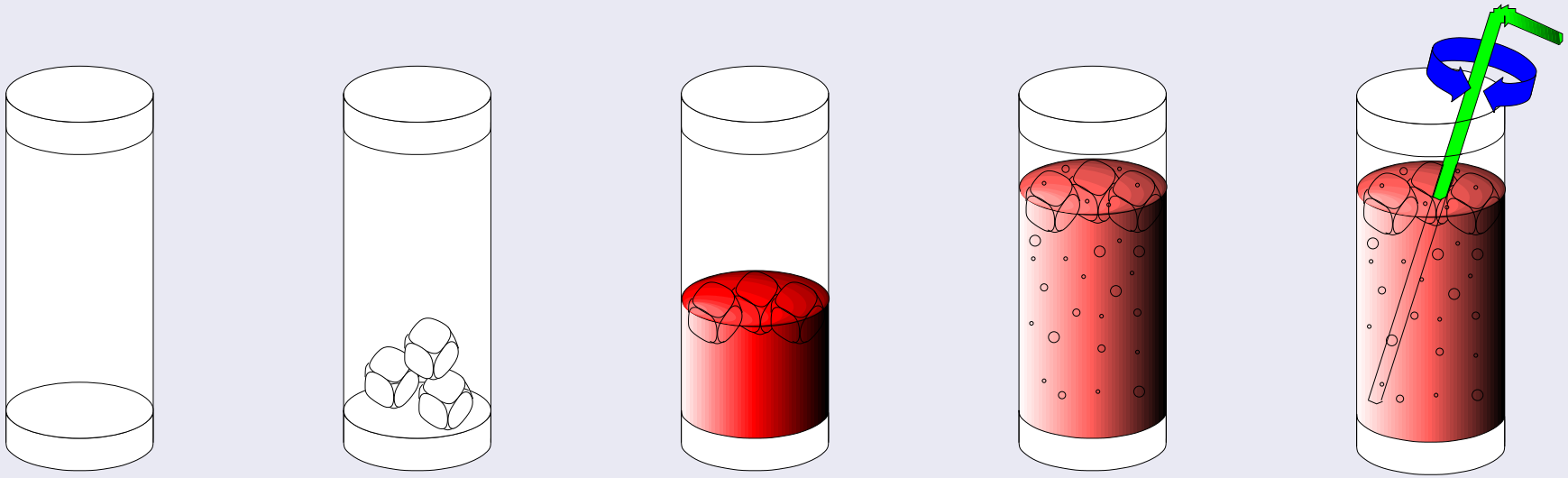


Concepto de Algoritmo

- Fase 3: Diseño del **algoritmo** (en lenguaje natural).

Algoritmo: preparación de un "Tinto de Verano"

1. Tomar un vaso.
2. Colocar algunos cubitos de hielo en el vaso.
3. Echar vino tinto en el vaso.
4. Añadir gaseosa al contenido del vaso.
5. Agitar el contenido.

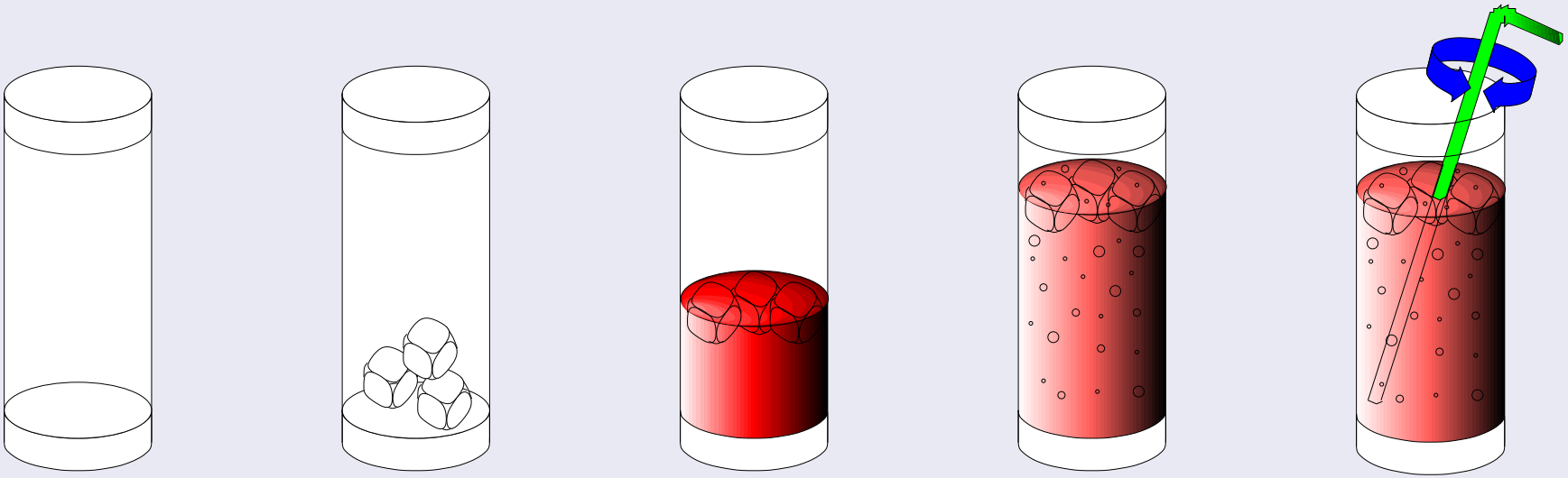


Concepto de Algoritmo

- Fase 3: Diseño del **algoritmo** (en lenguaje natural).

Algoritmo: preparación de un "Tinto de Verano"

1. Tomar un vaso **limpio vacío**.
2. Colocar **tres** cubitos de hielo en el vaso.
3. Echar vino tinto **hasta la mitad** del vaso.
4. Añadir gaseosa **hasta llenar** del vaso.
5. Agitar **tres segundos** el contenido.



Concepto de Algoritmo

Definiciones

- **Procesador**: entidad capaz de **entender** una secuencia finita de acciones y **ejecutarlas** en la forma en que se especifican.
- **Entorno**: conjunto de **condiciones** necesarias para la ejecución de un algoritmo.
- **Acciones primitivas**: son acciones que el procesador es capaz de **entender y ejecutar directamente**.
- **Secuencialidad**: cada acción se ejecuta en orden, cuando la anterior ha terminado.
- **Paralelismo**: es posible ejecutar varias acciones simultáneamente.
- **Algoritmo**:
  - Dado un procesador y un entorno bien definido, es el enunciado de una **secuencia finita** de **acciones primitivas** que **resuelven** un determinado problema.
  - Hay que considerar 3 aspectos a la hora de establecer un algoritmo:
    - Lenguaje simbólico a utilizar
    - Acciones Primitivas
    - Representación de los datos.
- **Programa**: es la implementación de un algoritmo, codificado en un lenguaje de programación concreto, adecuado para ser ejecutado en una computadora.

Concepto de Algoritmo

Refinamiento de Acciones Primitivas

- Un algoritmo es el enunciado de una secuencia finita de acciones primitivas que resuelve un problema.
- En caso de que tengamos acciones que no sean primitivas, estas acciones no primitivas se tendran que **refinar**.
  - Serán como un *subproblema* dentro del *problema general*.
  - Tendremos que especificar la secuencia de acciones primitivas necesarias para resolver este *subproblema*.
  - Repetiremos este proceso hasta que finalmente el algoritmo este expresado completamente en base a acciones primitivas.

Refinamiento de Acciones Primitivas. Ejemplo

Algoritmo: preparación de un "Tinto de Verano".

1. Tomar un vaso **limpio vacío**.
2. Colocar **tres** cubitos de hielo en el vaso.
3. Echar vino tinto **hasta la mitad** del vaso.
4. Añadir gaseosa **hasta llenar** del vaso.
5. Agitar **tres segundos** el contenido.

Refinamiento de Acciones Primitivas

Algoritmo: preparación de un "Tinto de Verano".

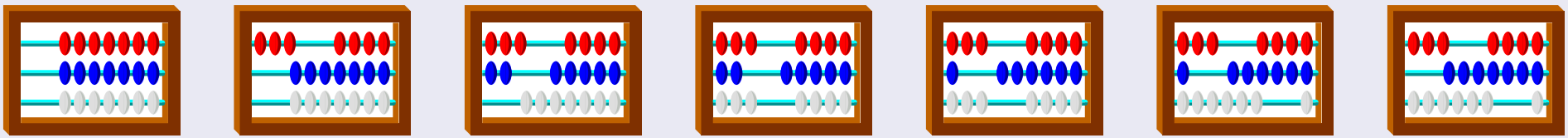
1. Tomar un vaso **limpio vacío**.
2. Colocar **tres** cubitos de hielo en el vaso.
    1. Sacar la cubitera del congelador.
    2. Rociar la parte inferior con agua.
    3. **REPETIR**
        1. Extraer un cubito de la cubitera.
        2. Echarlo al vaso.
    4. **HASTA QUE** el nº de cubitos sea 3.
    5. Rellenar los huecos de la cubitera con agua.
    6. Meter de nuevo la cubitera en el congelador.
3. Echar vino tinto **hasta la mitad** del vaso.
4. Añadir gaseosa **hasta llenar** del vaso.
5. Agitar **tres segundos** el contenido.

Concepto de Algoritmo

Problema: producto de dos números cualesquiera X e Y

- **Entorno**: ábaco de tres filas.
- **Procesador**: persona que sabe contar y desplazar bolas. Sólo puede recordar la última cuenta.
- **Representación de los datos**: número de bolas desplazadas a la izquierda.

- Fase 1: Análisis del problema.
- Fase 2: Estudio de la solución.

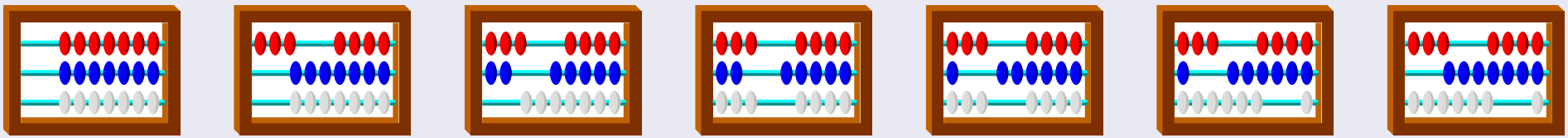


Concepto de Algoritmo

- Fase 3: Diseño del **algoritmo** (en lenguaje natural).

Algoritmo: producto de dos números cualesquiera X e Y

1. **Desplazar** todas las bolas a la derecha.
2. **Desplazar** tantas bolas rojas a la izquierda como el valor del primer número.
3. **Desplazar** tantas bolas azules a la izq. como el valor del segundo número.
4. **MIENTRAS** haya bolas azules a la izquierda **REPETIR**
   1. **Desplazar** tantas bolas blancas a la izq. como bolas rojas haya a la izq.
   2. **Desplazar** una bola azul a la derecha.
5. **HASTA-AQUI**
6. El resultado es el número de bolas blancas a la izquierda.



Corrección

Objetivos en el Desarrollo de Software

- Construir un sistema software que sea **correcto**:
  - Que se comporte según las especificaciones del problema a resolver.
  - Que cumpla los requisitos y restricciones especificados.
  - Que cuando sea ejecutado, resuelva el problema correctamente, para todos los valores posibles, y siempre que sea ejecutado.
- Se debe seguir una metodología que facilite la detección y corrección de errores.

Un programa puede presentar varios tipos de errores:

- **Errores de compilación**:
  - Lexicográficos, sintácticos y semánticos.
  - No son importantes, ya que el compilador avisa de ellos, y son faciles de corregir.
- **Errores lógicos (de comportamiento)**:
  - Son difíciles de detectar y de corregir.
  - Hacen que el comportamiento del programa no sea adecuado. Es decir, hacen que la ejecución del **programa no resuelva** adecuadamente el problema.
  - Se introducen durante las fases de especificación del problema, el estudio de la solución, el diseño del algoritmo o la codificación del programa.
  - **Errores en tiempo de ejecución**: son errores lógicos que hacen que el programa aborte la ejecución.

Corrección

¿ Como comprobar si un programa es correcto ?

- **Prueba experimental**: se ejecuta el programa múltiples veces para conjuntos de datos adecuadamente seleccionados, y se comprueba si los resultados son los esperados.
  - Si durante alguna prueba se produce algún error entonces el programa es **incorrecto**.
  - Sin embargo, aunque las pruebas sí hayan producido los resultados esperados, **NO** se puede concluir que el programa sea correcto.
  - Es muy importante la selección de los datos para los casos de prueba.
  - **La prueba experimental puede ser empleada para mostrar la presencia de errores, pero nunca su ausencia**.

LA PRUEBA EXPERIMENTAL
PUEDE MOSTRAR QUE UN PROGRAMA SEA INCORRECTO,
PERO NUNCA PUEDE MOSTRAR QUE UN PROGRAMA SEA CORRECTO.

- La única forma de demostrar la corrección de un programa es mediante la **Verificación Formal** de programas.
  - Es un método matemático basado en técnicas de demostración de teoremas.
  - Es un método complejo y difícil de llevar a la práctica.

Metodología de Programación y Ciclo de Vida del Software

- Cuando desarrollamos programas, es posible que cometamos **errores**, que podrían ser detectados durante el desarrollo, o bién en el futuro durante su utilización.
- Una vez que un programa es desarrollado, será **utilizado** durante un largo periodo de tiempo.
  - Durante su periodo de utilización, el software deberá ir evolucionando para adaptarse a **nuevos requisitos**.
  - Además, cuando se detecten errores, deberán ser **depurados** y corregidos adecuadamente.
  - Estos cambios en el software podrán ser desarrollados por el propio programador, por otros programadores, o por un equipo de ellos.
- Debemos seguir **metodologías de programación y estrategias adecuadas** para desarrollar **software de calidad**:
  - Que facilite la modificación y evolución del software.
  - Que minimice las posibilidades de introducir errores en el software,
  - Que facilite la depuración (detección y corrección) de los errores existentes.
  - Que facilite la cooperación entre diversos desarrolladores a lo largo del tiempo.

Calculabilidad

- A principios del siglo XX existió la creencia de que no existía ningún problema que no pudiera resolverse algorítmicamente.
- David Hilbert (1862-1943): desarrolló un **sistema matemático formal** con el objetivo de resolver de forma algorítmica **cualquier problema** que se plantease.
- A partir de estos estudios, muchos autores (Church, Kleene, Post, Turing, etc.) encontraron problemas **NO COMPUTABLES**.
  - Si un problema es **NO COMPUTABLE**, entonces significa que **NO EXISTE, Y NUNCA EXISTIRÁ,** ningún algoritmo que lo resuelva.

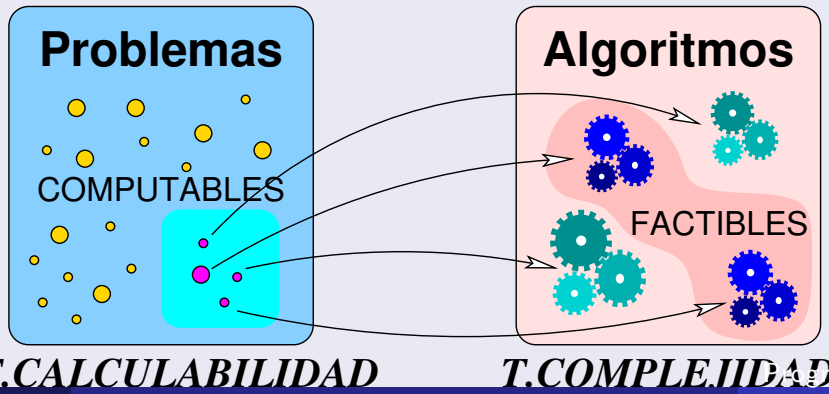
Calculabilidad y Complejidad

La teoría de la **calculabilidad** intenta identificar qué **problemas son computables** (existe una solución algorítmica) y cuales no.

- Ejemplo de problema no computable: *el problema de la parada*.

La teoría de la **complejidad** se encarga de estudiar la cantidad de **recursos computacionales** (en tiempo y espacio) que necesita un determinado algoritmo para ejecutarse.

- Para ello, se contabilizan el número de **operaciones básicas** que un algoritmo realiza, en relación con el **tamaño del problema** a resolver.
- Sólo aquellos algoritmos que utilizan una **cantidad factible de recursos** son útiles en la práctica.
- Ejemplo de algoritmo no factible: *el problema del viajante de comercio*.



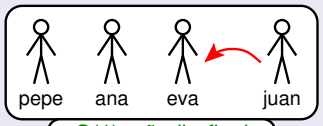
Complejidad

Orden de Complejidad Respecto al Tamaño del Problema a Resolver

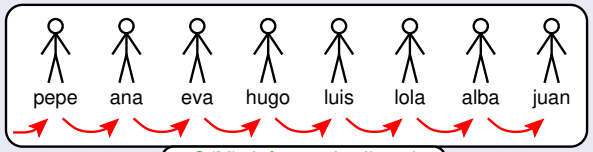
El orden de complejidad (O_N) representa el número simplificado de operaciones básicas realizadas por un algoritmo, al resolver un problema dado de tamaño **N**.

Orden	Ejemplo
$O(1)$	Añadir una persona al final de una lista desordenada
$O(\log_2 N)$	Buscar una persona en una lista ordenada (búsqueda-binaria)
$O(N)$	Buscar una persona en una lista desordenada (búsqueda-lineal)
$O(N \log_2 N)$	Ordenar una lista de personas (ordenación-rápida)
$O(N^2)$	Ordenar una lista de personas (ordenación-burbuja)
$O(2^N)$	Movimientos de las *"Torres de Hanoi"* (movimientos de Ajedrez, etc)
$O(N!)$	Calcular el menor recorrido que pase por las casas de una lista de personas

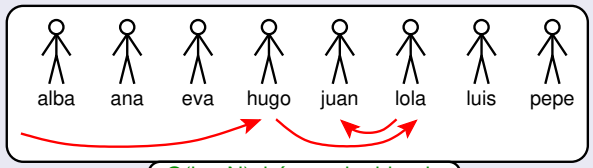
Complejidad



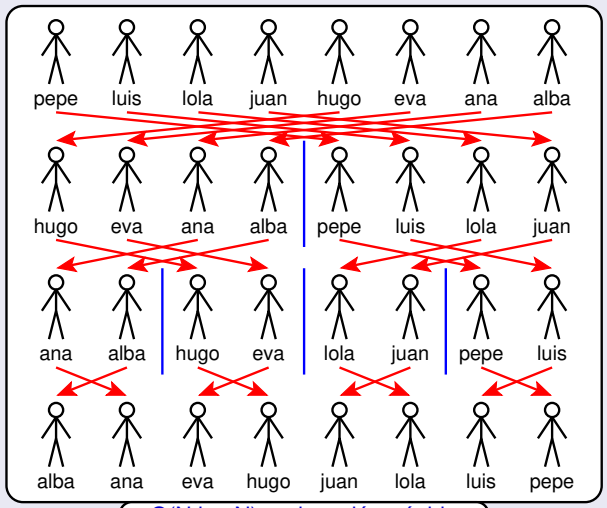
O(1): añadir–final



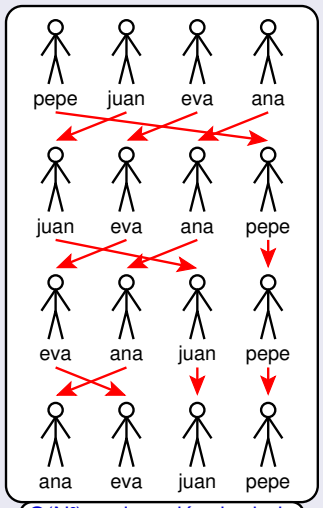
O(N): búsqueda–lineal



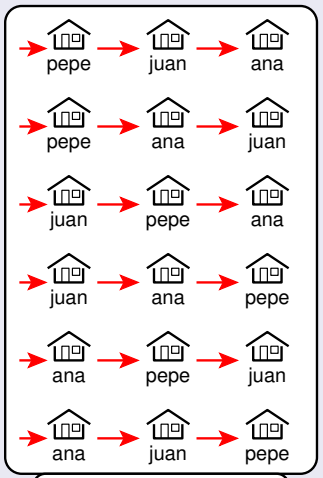
O($\log_2$N): búsqueda–binaria



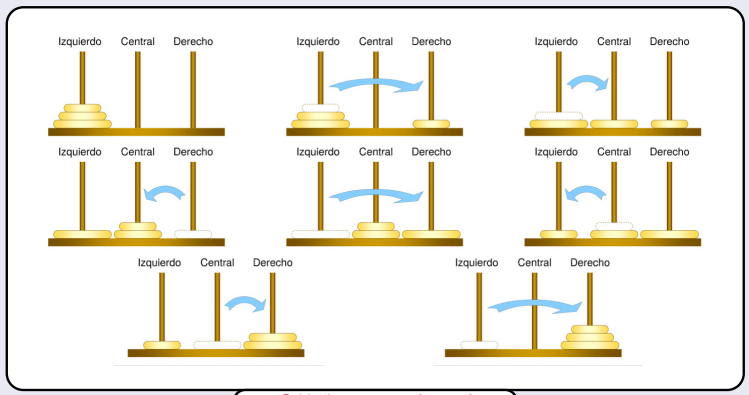
O(N $\log_2$N): ordenación–rápida



O(N²): ordenación–burbuja



O(N!): menor–recorrido



O(2 ᴺ): torres–hanoi

Complejidad

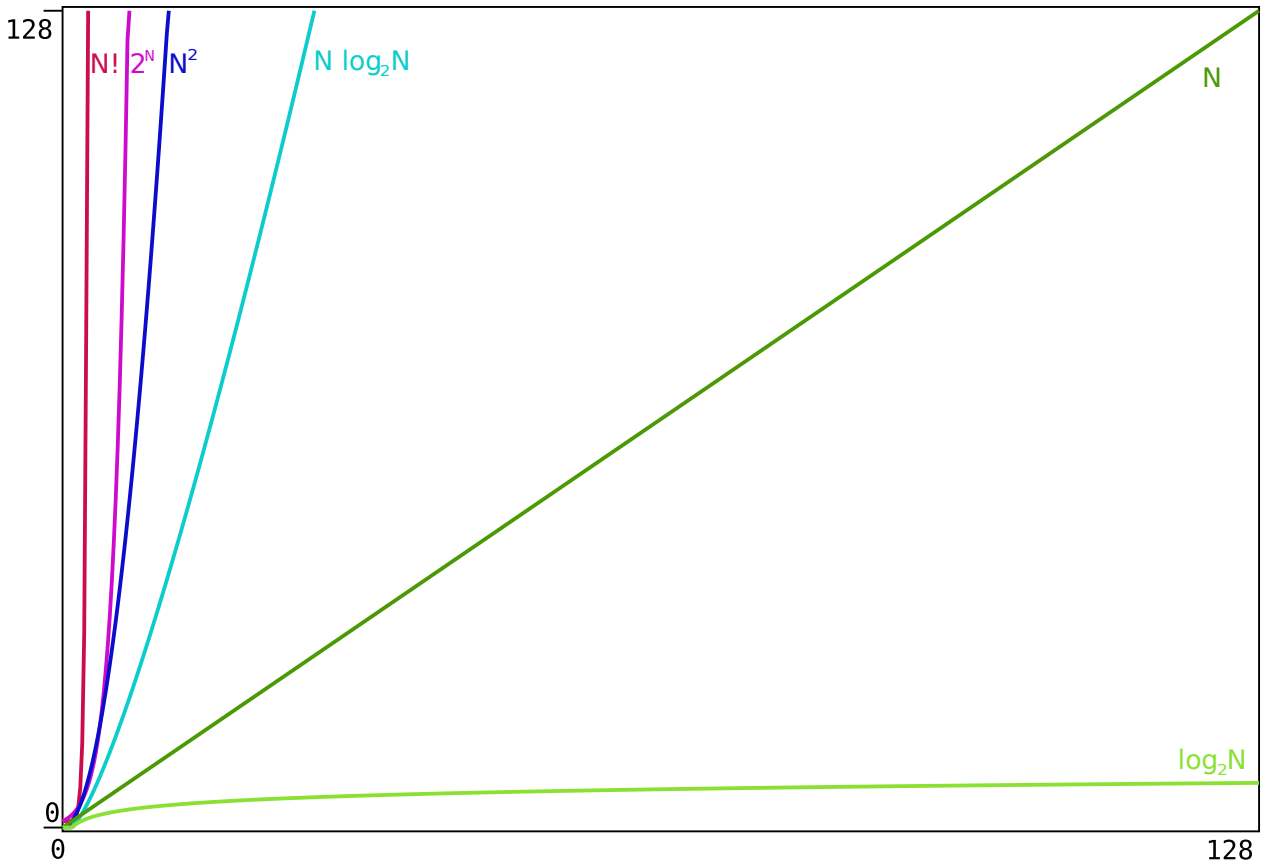
Orden de Complejidad Respecto al Tamaño del Problema a Resolver

El orden de complejidad (O_N) representa el número simplificado de operaciones básicas realizadas por un algoritmo, al resolver un problema dado de tamaño **N**.

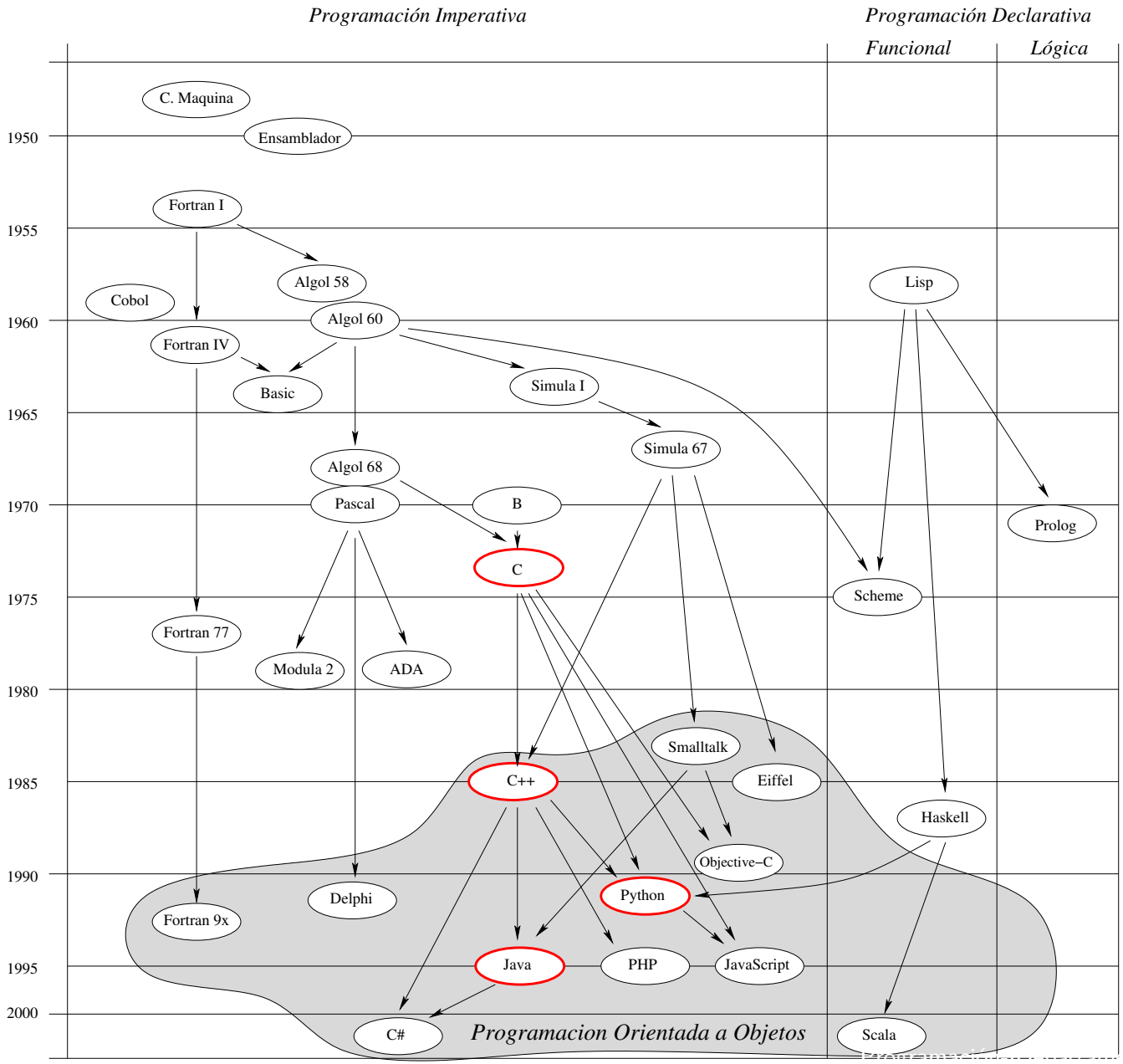
Orden	N:32	N:64	N:128	N:256	N:512	N:1024
$O(1)$	1	1	1	1	1	1
$O(\log_2 N)$	5	6	7	8	9	10
$O(N)$	32	64	128	256	512	1024
$O(N \log_2 N)$	160	384	896	2048	4608	10240
$O(N^2)$	1024	4096	16384	65536	262144	1048576
$O(2^N)$	4×10^{9}	4×10^{19}	3×10^{38}	1×10^{77}	1×10^{154}	∞
$O(N!)$	2×10^{35}	1×10^{89}	3×10^{215}	∞	∞	∞

Complejidad

Curvas de Eficiencia:

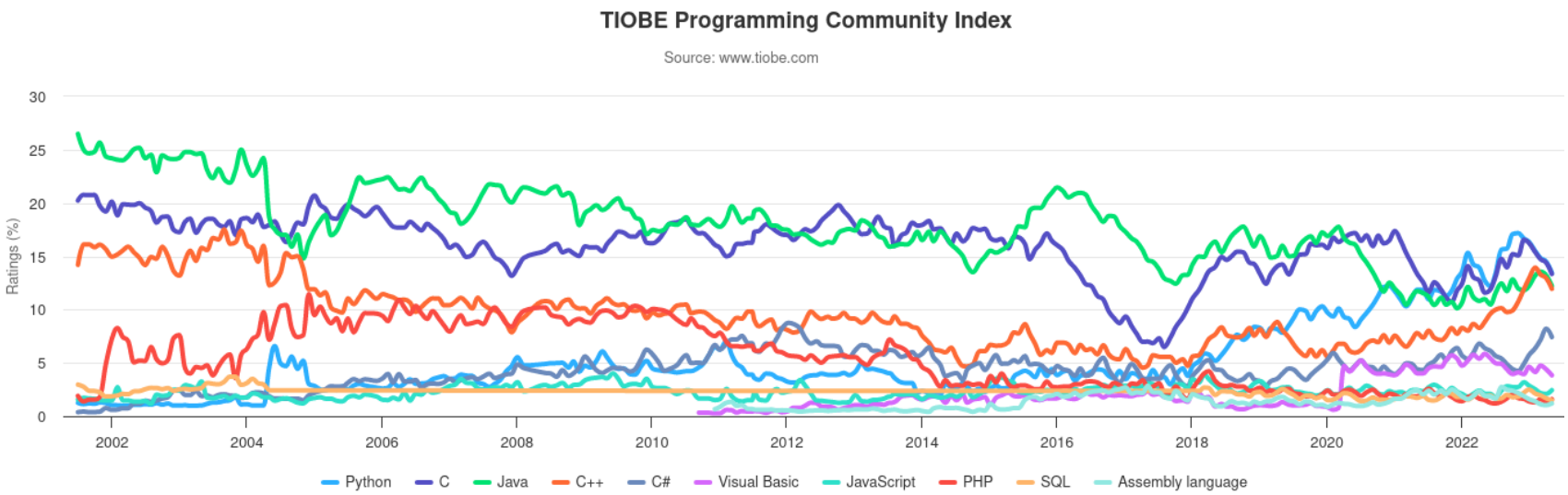


Lenguajes de Programación



Lenguajes de Programación

- Clasificación de los lenguajes más *populares* (2023) según *Tiobe* (`https://www.tiobe.com/tiobe-index/`):



Lenguajes de Programación

- El **lenguaje de programación** establece los **símbolos** y las **reglas** para codificar programas en ese determinado lenguaje.
- Los lenguajes de programación se pueden clasificar según diferentes criterios, entre ellos:
  - Nivel de abstracción.
  - Propósito del lenguaje.
  - Paradigmas de programación soportados.

Lenguajes de Programación

Clasificación según el Nivel de Abstracción

- **Código Máquina**:
  - Código **binario** que puede **ejecutar directamente** el procesador.
- Lenguaje de Programación de **bajo nivel**:
  - Lenguaje para codificar programas en términos de la arquitectura y las **operaciones básicas** que realiza un procesador. Por ej.: Ensamblador, etc.
- Lenguaje de Programación de **alto nivel**:
  - Lenguaje para codificar programas en **términos abstractos** cercanos al problema a resolver. Por ej.: C++, Java, Python, etc.

Lenguajes de Programación

Clasificación según el Propósito

- **Científicos**: Algol, Fortran, ...
- **Ingeniería**: Ada, Dynamo, ...
- **Gestión**: Cobol, SQL, ...
- **Inteligencia Artificial**: Lisp, Prolog, ...
- **Aplicaciones Web**: PHP, JavaScript, ...
- **Propósito General**: Pascal, Modula-2, C, C++, Java, Python, ...

Clasificación según el Paradigma de Programación Soportado

- Un **paradigma de programación** es un **modelo** que determina ciertas características **estructurales** y **metodológicas** de los lenguajes de programación. Existen lenguajes **multi-paradigma**.
- **Programación Imperativa**: el programa define una **secuencia de acciones** que se ejecutan en el orden especificado y manipulan el estado de las variables.
- **Programación Declarativa**: el programa especifica la lógica del problema, pero es el modelo el que define cómo se realiza la computación.
  - **Programación Funcional**: el programa define funciones. La computación consiste en la evaluación de las funciones especificadas, sobre datos inmutables, según el modelo de computación **lambda-cálculo**.
  - **Programación Lógica**: el programa define hechos y reglas lógicas. La computación consiste realizar una demostración, a partir de los hechos y reglas, mediante el principio de **resolución** como regla de inferencia.
- **Programación Orientada a Objectos**: el programa define un modelo del problema a resolver, basado en la definición de **objetos** como **abstracciones** de los datos, que especifican su *comportamiento* y manipulan su *estado interno*.

Paradigma de Programación Imperativa

Programación Imperativa: el programa define una **secuencia de acciones** que se ejecutan en el orden especificado y manipulan el estado de las variables.

Ejemplo. Cálculo del factorial de N en **C**

```c
int fact(int n)                          // definición de la función factorial de N
{
    int fk = 1;                          // VARIABLE almacena valores. F_0 y F_1 son iguales a 1
    for (int k = 2; k <= n; ++k) {       // iterar para los valores de K ∈ { 2...N }
        fk = fk * k;                     //   ASIGNAR a F_k el nuevo valor K × F_{k-1}
    }                                    // F_n = 1 × 2 × 3 × ... × N
    return fk;                           // devolver el resultado F_n calculado
}
```

Ejemplo. Cálculo del factorial de N en **Python**

```python
def fact(n):                             # definición de la función factorial de N
    fk = 1                               # VARIABLE almacena valores. F_0 y F_1 son ambos igual a 1
    for k in range(2, n+1):              # iterar para los valores de K ∈ { 2...N }
        fk = fk * k                      #   ASIGNAR a F_k el nuevo valor K × F_{k-1}
    return fk                            # devolver el resultado F_n = 1 × 2 × ... × N
```

Paradigma de Programación Funcional

Programación Funcional: el programa define funciones. La computación consiste en la evaluación de las funciones especificadas, sobre datos inmutables, según el modelo de computación **lambda-cálculo**.

Ejemplo. Cálculo del factorial de N en **Lisp**

```
(defun fact (N)                ; definición de la función factorial de N
    (if (= N 0)                ;  si N es igual a cero
        1                      ;  entonces el resultado es 1
        (* N (fact (- N 1))) ;  sino, el resultado es N × fact(N-1)
    )
)                              ; defun, fact, if, =, * y - son FUNCIONES
```

Paradigma de Programación Lógica

Programación Lógica: el programa define hechos y reglas lógicas. La computación consiste realizar una demostración, a partir de los hechos y reglas, mediante el principio de **resolución** como regla de inferencia.

Ejemplo. Cálculo de antecesores y descendientes en **Prolog**

```
antecesor(X,Y) :- padre(X, Y).      % Regla: X es ant. de Y si X es padre de Y
antecesor(X,Y) :- padre(Z, Y),      % Regla: X es ant. de Y si Z es padre de Y
                  antecesor(X, Z). %                  y además X es ant. de Z

padre("Juan", "María").             % Hecho: Juan es padre de María
padre("Pepe", "Juan").              % Hecho: Pepe es padre de Juan
padre("David", "Pepe").             % Hecho: David es padre de Pepe

?- antecesor(X, "María");     % ¿ Antecesores de María ? Juan, Pepe y David

?- antecesor("David", X);     % ¿ Descendientes de David ? Pepe, Juan y María
```

Paradigma de Programación Orientada a Objetos

Programación Orientada a Objectos: el programa define un modelo del problema a resolver, basado en la definición de **objetos** como **abstracciones** de los datos, que especifican su *comportamiento* y manipulan su *estado interno*.

Ejemplo. Recuento de Votos en **Python**

```
class Urna:                                  # Abstracción sobre una urna de votación
    def __init__(self, *args, **kwargs):    # Constructor del objeto
        self.__cntSi = 0                     # Inicializa la cuenta de positivos
        self.__cntNo = 0                     # Inicializa la cuenta de negativos
        super().__init__(*args, **kwargs)    # Constructor de la superclase

    def votar(self, val):                    # Añade un voto positivo o negativo
        if (val):
            self.__cntSi += 1                # Incrementa la cuenta de positivos
        else:
            self.__cntNo += 1                # Incrementa la cuenta de negativos

    def resultado(self):                     # devuelve el resultado de la votación
        return (self.__cntSi > self.__cntNo)
```

Definición de Lenguajes. Gramáticas

- Un programa se codifica utilizando un **Lenguaje de Programación**.
- Un Lenguaje de Programación se define mediante una **Gramática**.
- Una **Gramática** establece los símbolos y las reglas de como se generan y analizan las frases de un determinado lenguaje.
- La gramática de un lenguaje se puede expresar de diferentes formas:
  - **Notación EBNF**.
  - **Diagramas Sintácticos de Conway**.

Notación EBNF

- Los **símbolos no-terminales** se especifican entre <...>
- Los **símbolos terminales** se especifican *directamente*
- Una **regla** se especifica con el símbolo ::=
  - La **alternativa** se especifica con el símbolo |
  - La **repetición** (cero o más veces) se especifica entre { ... }
- Ejemplo que define, utilizando la notación EBNF, como se genera y analiza un **identificador** en un lenguaje de programación determinado.

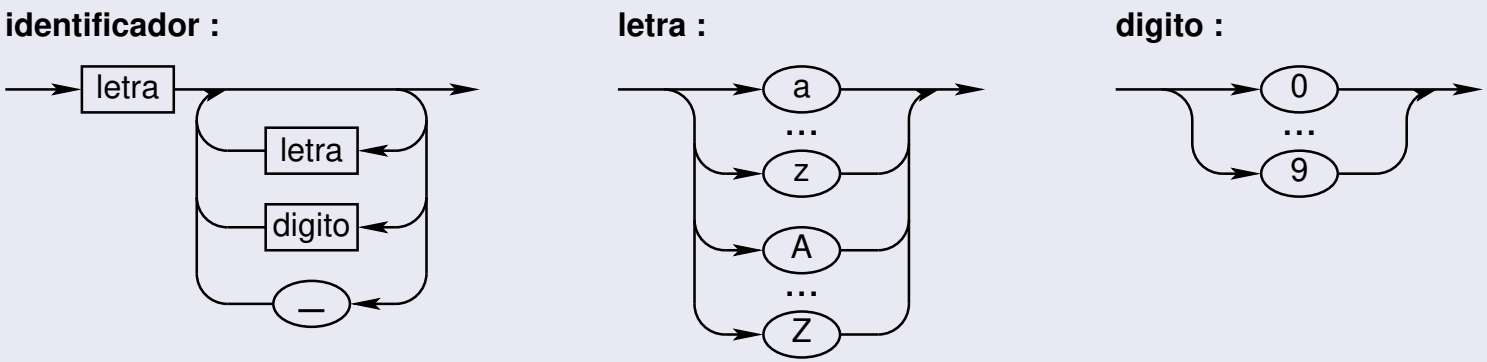
```
(1) <identificador> ::= <letra> { <letra> | <digito> | _ }

(2) <letra>  ::= a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m
               | n | o | p | q | r | s | t | u | v | w | y | z
               | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M
               | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | Y | Z

(3) <digito> ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
```

Diagramas Sintácticos de Conway

- Los **símbolos no-terminales** se especifican en un rectángulo.
- Los **símbolos terminales** se especifican en una elipse.
- Una **regla** se especifica con un diagrama sintáctico.
  - La **alternativa** se especifica con caminos alternativos.
  - La **repetición** (cero o más veces) se especifica con bucles.
- Ejemplo que define, utilizando los diagramas sintácticos de Conway, como se genera y analiza un **identificador** en un lenguaje de programación determinado.

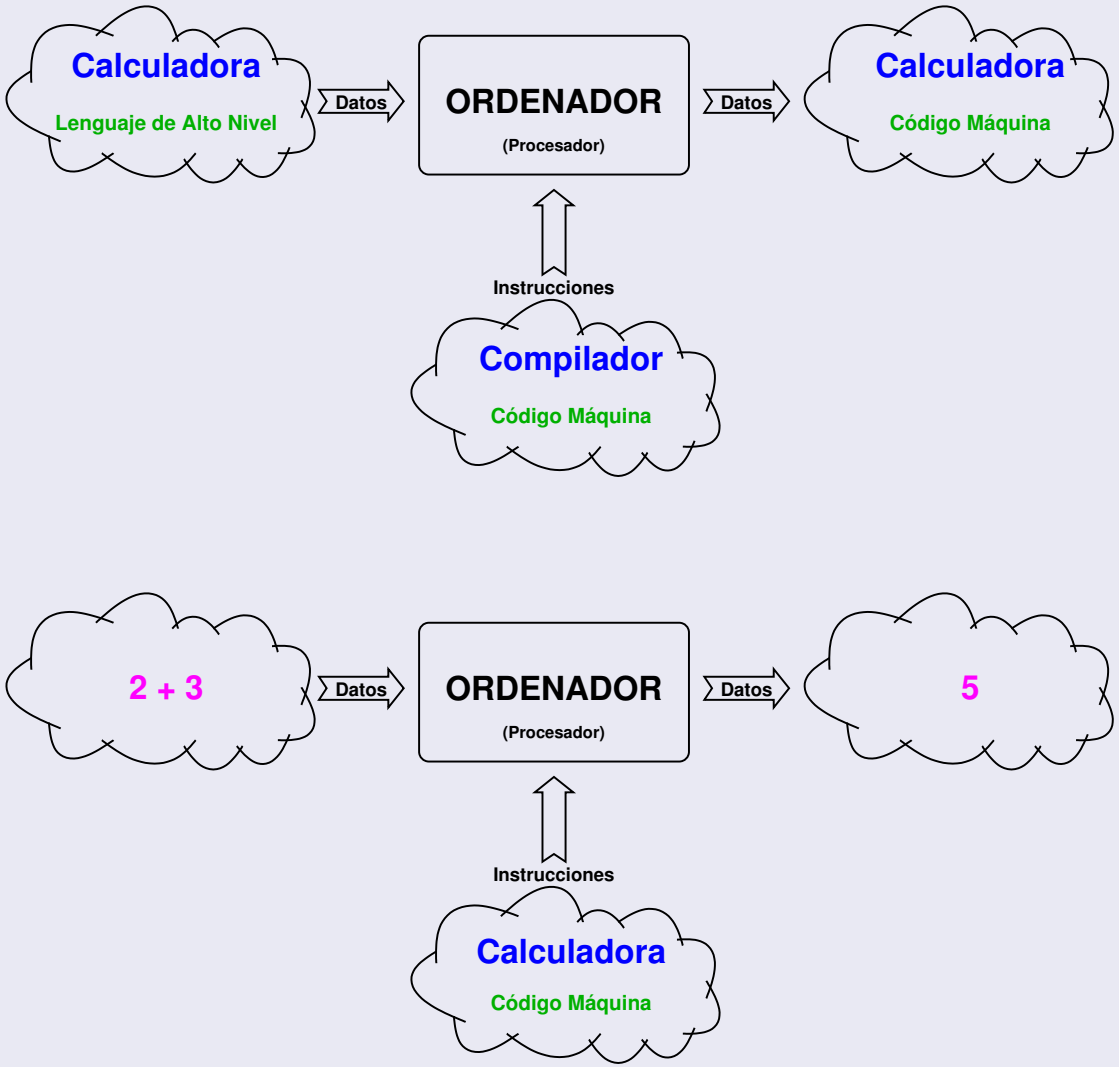


Traductores, Compiladores e Intérpretes

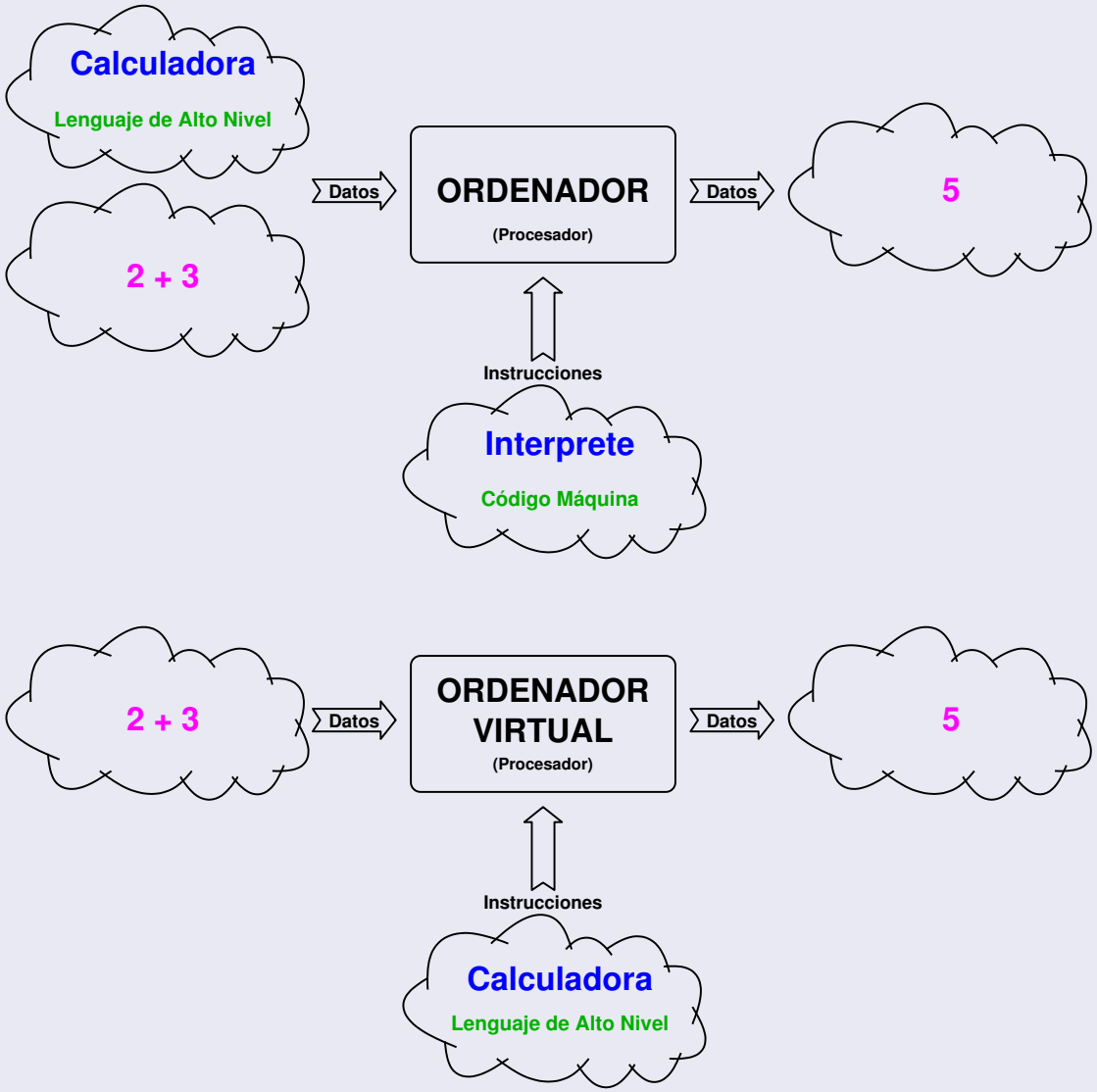
Traducción entre Lenguajes

- El computador sólo puede **ejecutar** un programa codificado en **Código Máquina** binario, específico para ese computador.
- Sin embargo, es **necesario** que el procesador sea capaz de **ejecutar** un programa expresado en un lenguaje de **alto nivel**.
- Es necesario realizar una **traducción** entre lenguajes de programación.
  - **COMPILADOR**: **traduce** un programa escrito en un lenguaje de alto nivel a su equivalente en código máquina. Por ej. C.
  - **INTERPRETE**: hace posible que el computador sea capaz de **ejecutar directamente** un programa escrito en un lenguaje de alto nivel. Por ej. Python.
  - **Mixtas**: *compilación* a un código intermedio, y su *interpretación* mediante un emulador de una máquina abstracta. Por ej. Java.

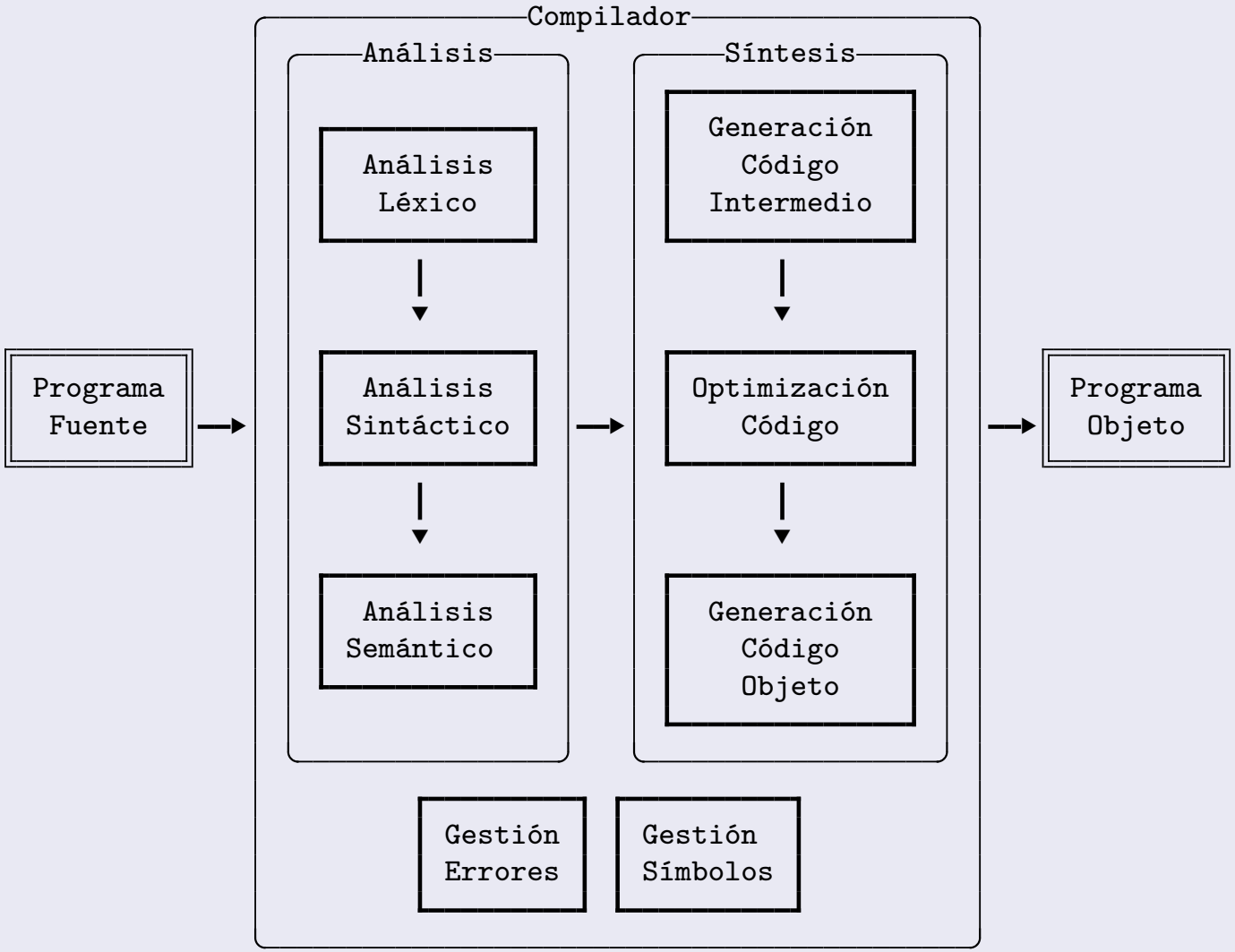
Compilador


Calculadora
Lenguaje de Alto Nivel
Datos
ORDENADOR
(Procesador)
Datos
Calculadora
Código Máquina
Instrucciones
Compilador
Código Máquina
2 + 3
Datos
ORDENADOR
(Procesador)
Datos
5
Instrucciones
Calculadora
Código Máquina

Intérprete


Calculadora
Lenguaje de Alto Nivel
2 + 3
Datos
ORDENADOR
(Procesador)
Datos
5
Instrucciones
Interprete
Código Máquina
2 + 3
Datos
ORDENADOR VIRTUAL
(Procesador)
Datos
5
Instrucciones
Calculadora
Lenguaje de Alto Nivel

Esquema de un Compilador



Traductores, Compiladores e Intérpretes

Análisis Léxico

- Agrupa los símbolos del programa en unidades léxicas, denominadas tokens.
- Elimina los comentarios, espacios en blanco, retornos de carro, tabuladores, etc.
- Añade los identificadores a la tabla de símbolos.
- Avisa de los errores léxicos que detecte.

Análisis Sintáctico

- Crea un árbol sintáctico a partir de la secuencia de tokens del análisis léxico.
  - El árbol sintáctico sirve para el análisis semántico y la generación de código.
- Avisa de los errores sintácticos que detecte.

Análisis Semántico

- Comprueba que una frase es semánticamente correcta.
  - Ejemplo asignación de valores de distintos tipos.
- Avisa de los errores semánticos que detecte.

Traductores, Compiladores e Intérpretes

Generación de Código Intermedio

- Generación de código independiente de la máquina para la que se hace el compilador.
- Debe de ser fácil de producir a partir del análisis y fácil de traducir al código definitivo.

Optimización de Código

- Genera un código más compacto y eficiente.
- Elimina las acciones redundantes e innecesarias.

Generación de Código Objeto

- Genera el código objeto final a partir del código optimizado.

Enlazado

- Enlazado de los diferentes códigos objeto que componen los módulos del programa para generar el código ejecutable.

Visión General de un Sistema Informático

Software

Firmware

Visión General de un Sistema Informático

Hardware

Conjunto de circuitos y dispositivos físicos de un computador.

Software

Conjunto de programas que pueden ser ejecutados por un computador.

Sistema Operativo

Software que controla el hardware y los recursos del computador (Unix, Linux, MacOsX, Windows, Android, IOS, etc.).

- Drivers, *firmware*, control de hardware y periféricos.
- Control de procesos, multitarea, comunicaciones, E/S.
- Gestión de memoria principal, memoria virtual.
- Sistema de archivos en memoria secundaria.
- Soporte al software de sistema y aplicación, librerías.
- Herramientas del sistema e interacción con el usuario.

Visión General de un Sistema Informático

Software de Aplicaciones

Software diseñado para proporcionar utilidades específicas a los usuarios.
Navegadores, procesadores de texto, hojas de cálculo, gráficos, multimedia, juegos.

Software de Sistema

Herramientas de administración, mantenimiento, entorno gráfico, desarrollo de software, editores, compiladores, librerías, emuladores, entornos de desarrollo (IDE).

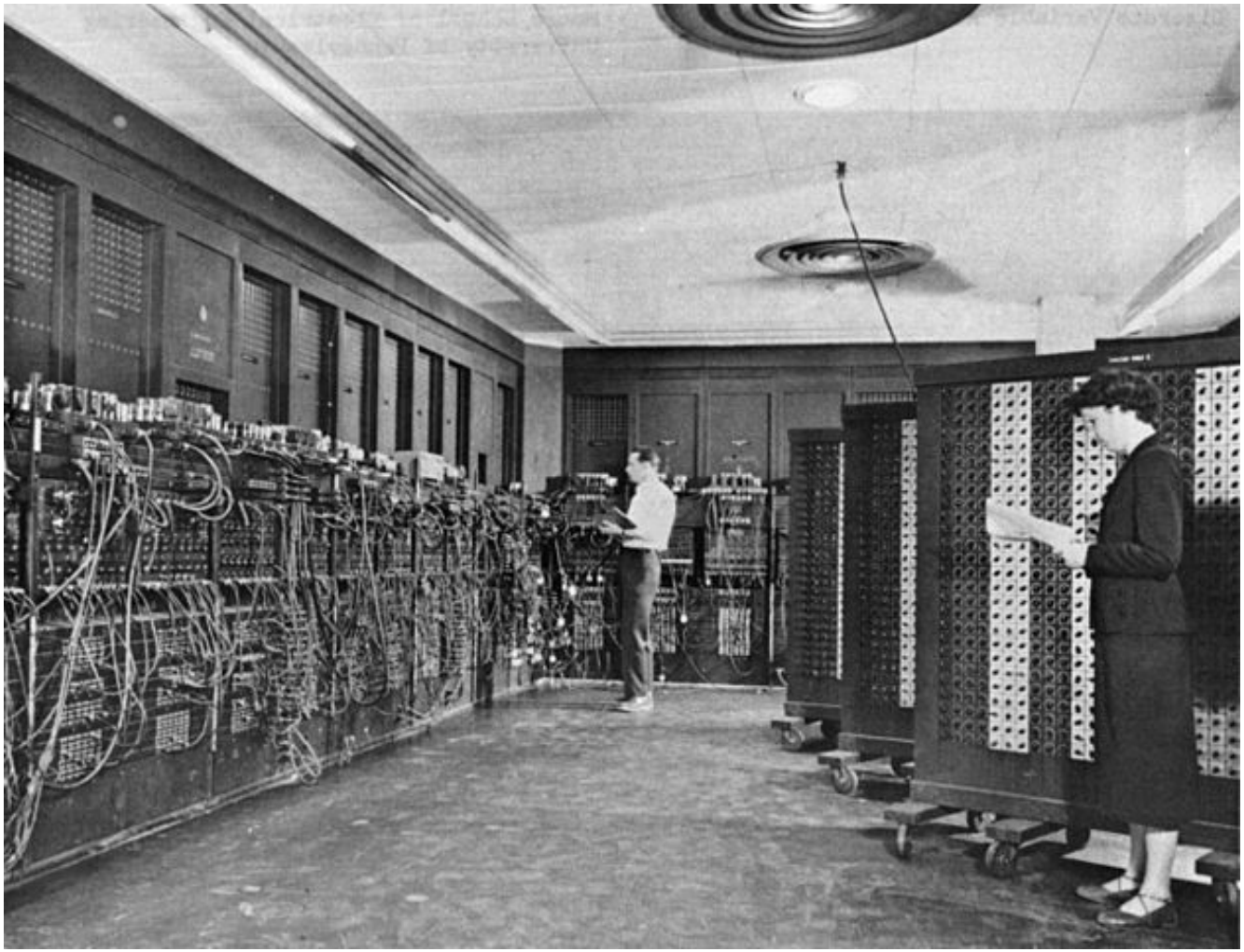
Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)

Es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas integradas para facilitar las tareas involucradas en el desarrollo de programas.

- Se encuentra compuesto por las siguientes herramientas (programas):
  - Editor de textos.
  - Compilador y Enlazador.
  - Depurador.
  - Control de versiones.
  - Herramientas auxiliares (análisis y generación de código, gestión de proyectos, importación, exportación, etc).

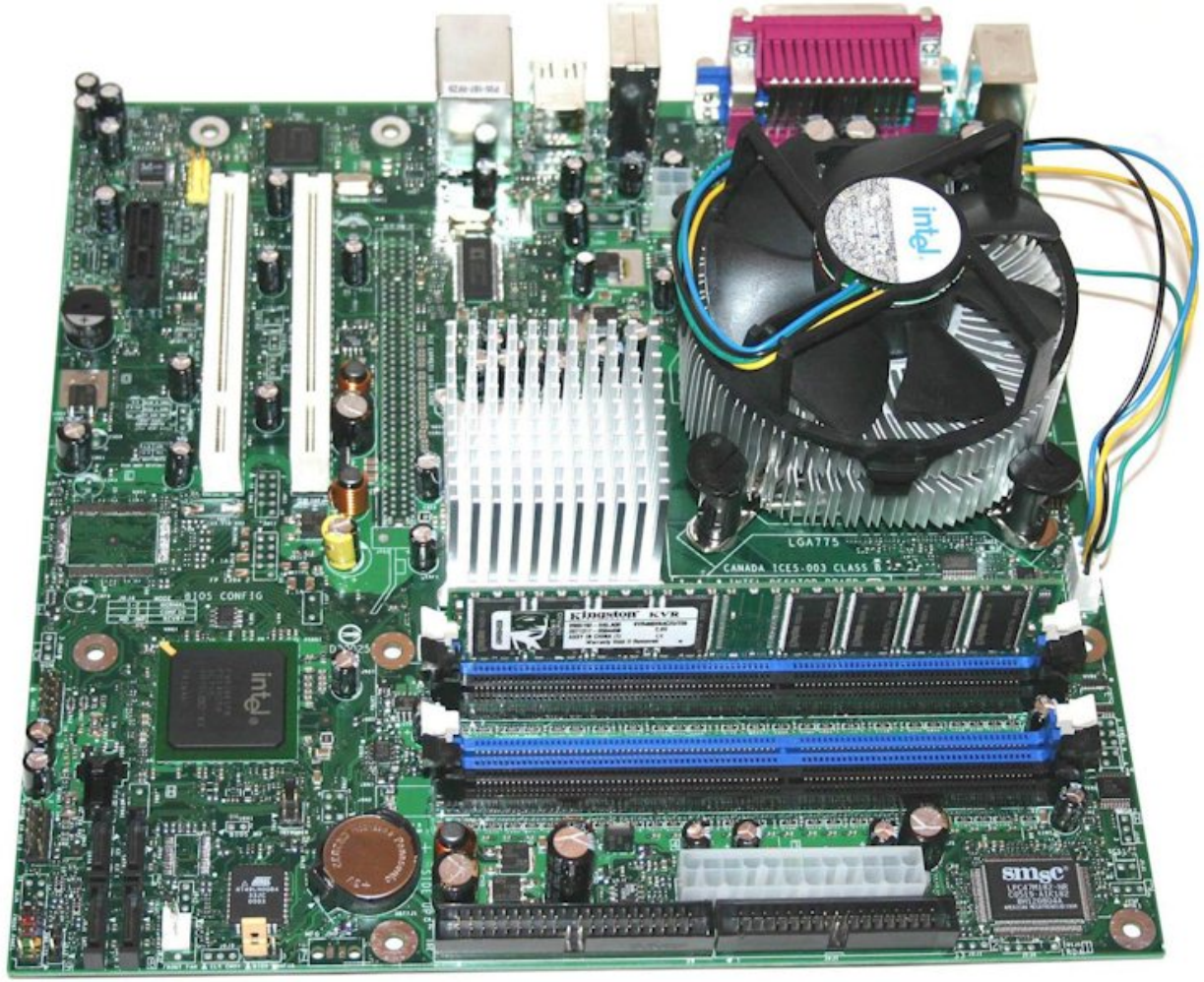
Estructura Funcional de los Computadores

- En los inicios, la programación era **cableada**. El computador (ENIAC) ocupaba una sala.



Estructura Funcional de los Computadores

- Placa base con procesador (bajo el ventilador), memoria principal, controladores y buses.



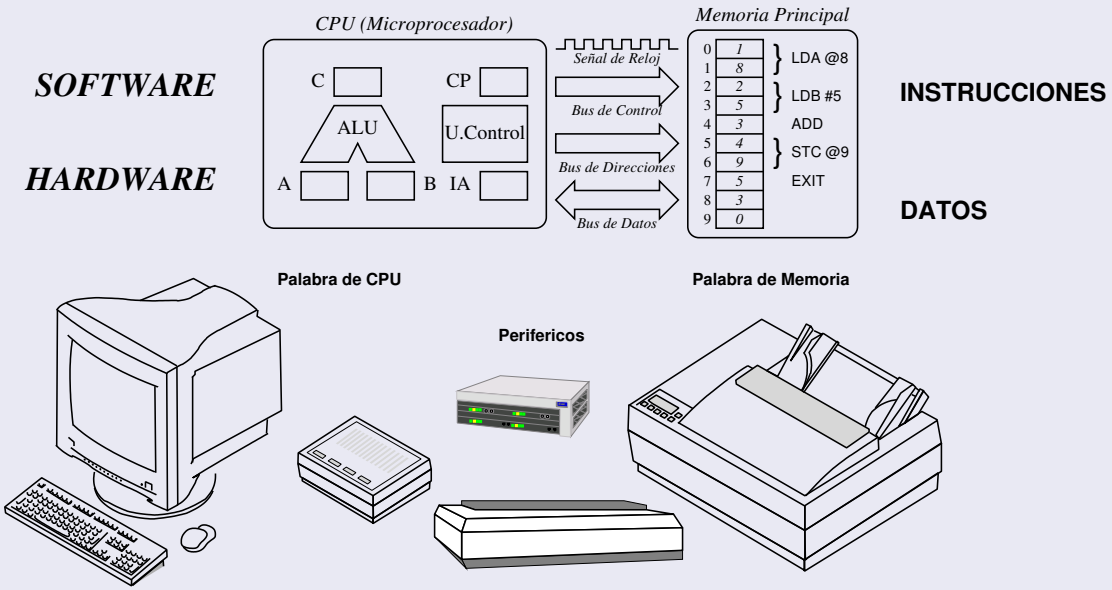
Estructura Funcional de los Computadores

- System on a Chip (SoC): todo el sistema en un chip (Raspberry-Pi).

Estructura Funcional de los Computadores

- La arquitectura *Von Neumann* se caracteriza porque tanto las **instrucciones** (que forman el programa) como los **datos** se encuentran almacenados en la **memoria principal**, codificados en *binario*.

Sistemas de Almacenamiento



Estructura Funcional de los Computadores

Arquitectura **Von Neumann** (programa almacenado):

- **Procesador** (Unidad Central de Procesamiento – CPU): ejecuta las instrucciones.
  - **Unidad de Control** (CU): controla la ejecución de las instrucciones.
  - **Unidad Aritmético/Lógica** (ALU): realiza operaciones aritméticas y lógicas con operandos numéricos (binarios).
  - **Registros**: almacenan operandos numéricos, resultados de las operaciones, así como información adecuada para la ejecución del programa.
  - **Buses** (Control, Direcciones y Datos): son el medio para la transferencia de información entre el procesador, la memoria principal y el resto de dispositivos.
  - El tamaño de la palabra de CPU indica el número de bits con el que es capaz de trabajar el procesador.
  - La frecuencia del reloj y el tamaño de la palabra de CPU determinan la **potencia** del procesador.
- **Memoria Principal**: almacena tanto los programas como los datos (en forma de números codificados en binario). RAM, ROM.
- **Memoria Secundaria**: sistemas de almacenamiento persistente (no-volátil).
- **Dispositivos Perifericos**: transferencia de información con el exterior.

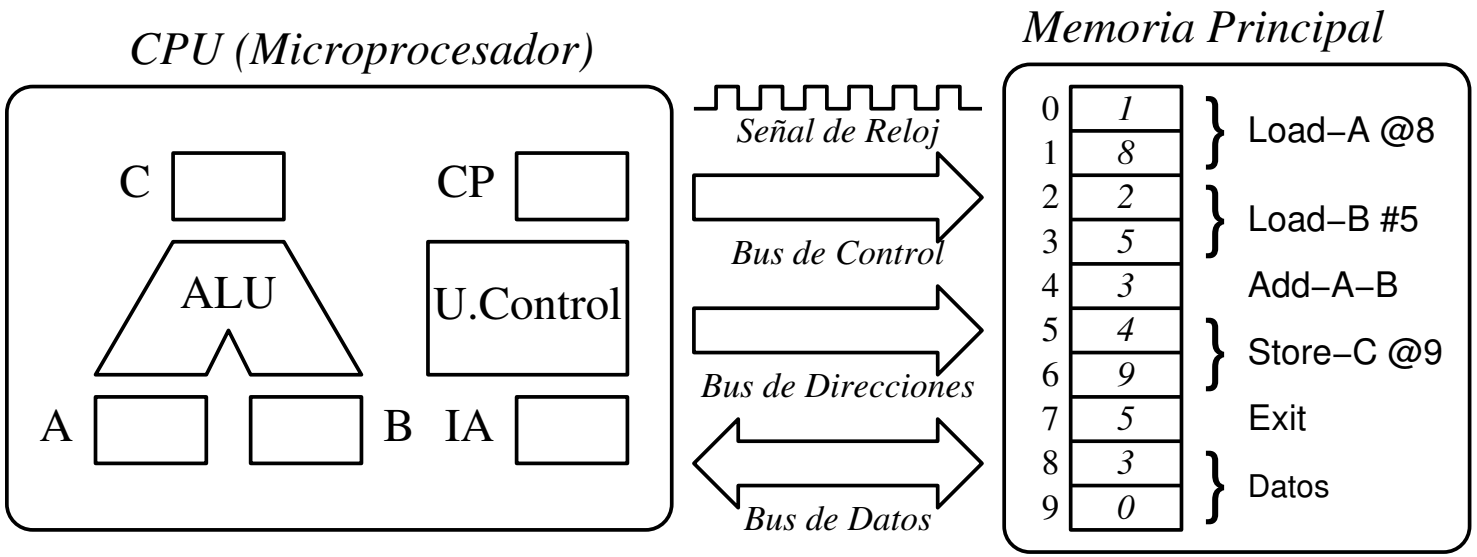
Funcionamiento Interno de los Computadores

- Para **ejecutar** un programa codificado en código máquina (binario), el programa **cargador** debe *cargar* el programa en posiciones consecutivas de una zona de la memoria principal.
- A continuación comienza la ejecución del programa a partir de su dirección de inicio.
  - La *ejecución de un programa* se compone de la alternancia de **dos fases**:
    - **Captación de la Instrucción**: la Unidad de Control dirige la carga, desde la memoria principal, de la próxima instrucción a ejecutar (cuya dirección está indicada por el registro *contador de programa* – CP) a un registro interno de ejecución (IA).

      ▸ Además, incrementa el valor del registro *contador de programa* (CP) para que apunte a la próxima instrucción.
    - **Ejecución de la Instrucción**: la Unidad de Control ejecuta, con la asistencia de la ALU, la instrucción actual (IA) (carga y almacenamiento de datos, aritmética, lógica, control), utilizando los registros internos (A, B, C) para el almacenamiento temporal de los datos.

      ▸ En caso de *instrucción de salto*, se actualiza el registro *contador de programa* (CP) con la dirección de la nueva instrucción a ejecutar.
  - La transferencia de información entre el procesador y la memoria se realiza a través de los **buses**, sincronizada por la señal de reloj.

Funcionamiento Interno de los Computadores



Codificación de la Información

CÓDIGO BINARIO

Los datos se representan internamente en el computador mediante el **CÓDIGO BINARIO**.

BIT

El **BIT** es la **unidad elemental de información** y puede representar 2 estados diferentes.

- Usualmente se representa con los símbolos 0 y 1.
- Se representa de forma electrónica con dos voltajes diferentes: *0v* y *5v* (o *3v*).
- Los bits se pueden agrupar para representar más estados diferentes:
  - **2 BITs** representan 4 (2^2) estados: 00, 01, 10, 11.
  - **3 BITs** representan 8 (2^3) estados: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111.

BYTE

El **BYTE** son 8 bits, representa 256 (2^8) estados diferentes. Por ejemplo: 01101011. Es la **unidad mínima de trabajo**.

Múltiplos del byte:

Sistema	Internacional	ISO/IEC	80000-13
kilobyte	$1\text{kB} = 10^3\text{B}$	kibibyte	$1\text{KiB} = 2^{10}\text{B}$
megabyte	$1\text{MB} = 10^6\text{B}$	mebibyte	$1\text{MiB} = 2^{20}\text{B}$
gigabyte	$1\text{GB} = 10^9\text{B}$	gibibyte	$1\text{GiB} = 2^{30}\text{B}$
terabyte	$1\text{TB} = 10^{12}\text{B}$	tebibyte	$1\text{TiB} = 2^{40}\text{B}$
petabyte	$1\text{PB} = 10^{15}\text{B}$	pebibyte	$1\text{PiB} = 2^{50}\text{B}$
exabyte	$1\text{EB} = 10^{18}\text{B}$	exbibyte	$1\text{EiB} = 2^{60}\text{B}$
zettabyte	$1\text{ZB} = 10^{21}\text{B}$	zebibyte	$1\text{ZiB} = 2^{70}\text{B}$
yottabyte	$1\text{YB} = 10^{24}\text{B}$	yobibyte	$1\text{YiB} = 2^{80}\text{B}$

Representación Posicional de los Números

Representación Posicional de los Números:

- Un sistema de numeración en base **B** utiliza un alfabeto compuesto por **B** símbolos o cifras para representar los números.
  - Sistema Binario (base 2): `0 1`
  - Sistema Decimal (base 10): `0 1 2 3 4 5 6 7 8 9`
  - Sistema Hexadecimal (base 16): `0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F`
- Cada cifra contribuye al valor total representado por el número con un valor que depende de:
  - El valor asociado a la cifra en sí.
  - Un valor asociado a la posición *(i)* de la cifra dentro del número.

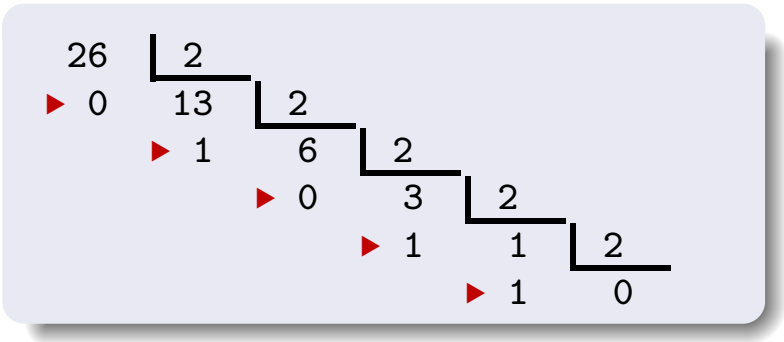
$$valor\_total = \sum_i valor\_cifra_i \times base^i$$

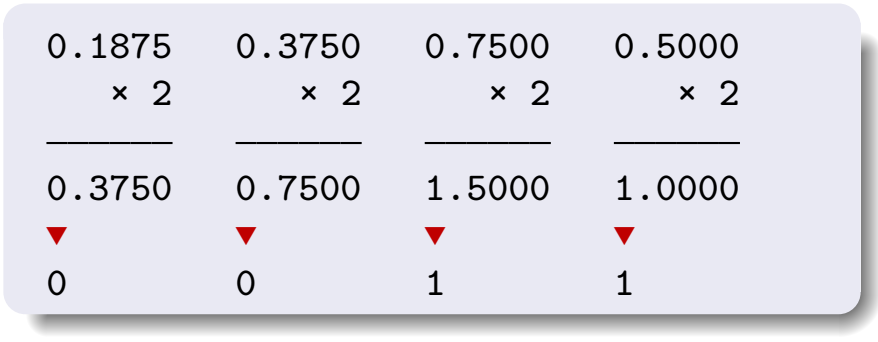
Ejemplos:

- $3278.52_{(10}$
  $= 3 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 2 \times 10^{-2}$ $= 3278.52_{(10}$
- $1101_{(2}$
  $= 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$ $= 13_{(10}$
- $1A6F.B3_{(16}$
  $= 1 \times 16^3 + 10 \times 16^2 + 6 \times 16^1 + 15 \times 16^0 + 11 \times 16^{-1} + 3 \times 16^{-2}$ $= 6767.6992_{(10}$

Representación Posicional de los Números

- Conversiones de **cualquier base** a **decimal**:
  - $valor\_total = \sum_i valor\_cifra_i \times base^i$
  - $11010.0011_{(2} = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} = 26.1875_{(10}$
- Conversiones de **decimal** a **cualquier base**:
  - **Parte Entera**: se **divide** la parte entera y cocientes entre la **base** hasta cero. Los restos de las divisiones forman las cifras del número en **orden inverso**.
  - **Parte fraccionaria**: se **multiplica** la parte fraccionaria por la **base** tantas veces como cifras decimales queramos obtener. Las partes enteras resultados de las anteriores multiplicaciones forman las cifras decimales en **orden directo**.
  - $26.1875_{(10} = 11010.0011_{(2}$





Representación Posicional de los Números

Sistemas de numeración:

Binario	Hexadecimal	Decimal	Octal
0000	0	0	0
0001	1	1	1
0010	2	2	2
0011	3	3	3
0100	4	4	4
0101	5	5	5
0110	6	6	6
0111	7	7	7
1000	8	8	10
1001	9	9	11
1010	A	10	12
1011	B	11	13
1100	C	12	14
1101	D	13	15
1110	E	14	16
1111	F	15	17

Representación Posicional de los Números

Conversión rápida entre bases

- Es posible realizar **conversión rápida** entre bases cuando una base es potencia de otra base ($A = B^n$).
  - Binario $\Longleftrightarrow$ Hexadecimal ($16 = 2^4$)
  - Binario $\Longleftrightarrow$ Octal ($8 = 2^3$)
- Se realiza una **conversión directa** entre grupos de cifras de la longitud indicada por el exponente.
  - 4 cifras binarias se corresponden con 1 cifra hexadecimal y viceversa.
  - 3 cifras binarias se corresponden con 1 cifra octal y viceversa.
- Por ejemplo:
  - $0100101110111111.1011101_{(2} \Longleftrightarrow 25DF.BA_{(16}$
  - $10001101100.11010_{(2} \Longleftrightarrow 2154.64_{(8}$

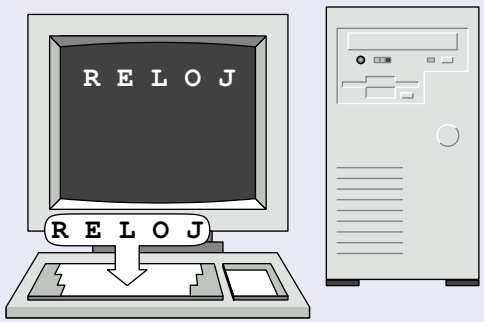
Representación Posicional de los Números

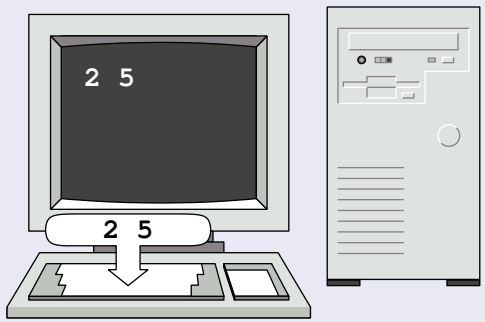
Codificación y procesamiento de la información mediante números

- Hemos visto que el computador representa internamente la información mediante el **código binario**.
- Hemos visto que los sistemas de numeración posicionales permiten la representación de los números utilizando diversas bases:
  - Sistema decimal (base 10), sistema binario (base 2), hexadecimal (base 16), etc.
- Hemos visto que lo números representados en una determinada base, también se pueden representar en otras bases, dando lugar a representaciones equivalentes.
- Por lo tanto, aunque el computador representa la información utilizando el código binario, nosotros consideraremos simplemente la **representación de la información mediante números**, sin importar la base que se utilice, ya que son representaciones equivalentes.

Codigos de Entrada y Salida de Datos

- La representación de la **información** por medio de **caracteres** es uno de los medios más usuales para realizar la entrada y salida de datos (desde el teclado y hacia el monitor).
  - **Caracteres**:
    - Letras Mayúsculas: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z**
    - Letras Minúsculas: **a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z**
    - Dígitos: **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9**
    - Símbolos de puntuación: **, ; . : ? ! ( ) [ ] { }**
    - Otros símbolos: **= + - / * > < \ @ # $ % ^ & | _** ~ **’ “**
    - Caracteres de control: *tabulador*, *nueva-línea*, *retorno-de-carro*, *nueva-página*, etc.
    - Otros caracteres:
  - Los caracteres se codifican **numéricamente** según una tabla de correspondencia: **ASCII** (7 bits), ISO-8859 (8 bits), **Unicode** (32 bits).
    - A cada carácter se le asocia un número.
    - Para codificar **N** símbolos distintos se necesitan **x** bits, tal que: $2^{x-1} < N \leq 2^x$.
    - Unicode (32 bits) tiene diversas formas de codificación: UTF-8, UTF-16, UTF-32.





Codigos de Entrada y Salida de Datos

- Tabla **ASCII** para la codificación de caracteres básicos (7 bits):

Cod	Car	Cod	Car	Cod	Car	Cod	Car	Cod	Car	Cod	Car
32	SP	48	0	64	@	80	P	96	‘	112	p
33	!	49	1	65	A	81	Q	97	a	113	q
34	”	50	2	66	B	82	R	98	b	114	r
35	#	51	3	67	C	83	S	99	c	115	s
36	$	52	4	68	D	84	T	100	d	116	t
37	%	53	5	69	E	85	U	101	e	117	u
38	&	54	6	70	F	86	V	102	f	118	v
39	’	55	7	71	G	87	W	103	g	119	w
40	(	56	8	72	H	88	X	104	h	120	x
41	)	57	9	73	I	89	Y	105	i	121	y
42	*	58	:	74	J	90	Z	106	j	122	z
43	+	59	;	75	K	91	[	107	k	123	{
44	,	60	<	76	L	92	\	108	l	124	|
45	-	61	=	77	M	93	]	109	m	125	}
46	.	62	>	78	N	94	^	110	n	126	~
47	/	63	?	79	O	95	_	111	o	127	DEL

- Los números del **0** hasta el **31** codifican caracteres de control: *retroceso*, *tabulación horizontal*, *nueva línea*, *tabulación vertical*, *nueva página*, *retorno de carro*, *escape*, etc.
- Los caracteres (**ñ á é í ó ú ü Ñ Á É Í Ó Ú Ü ¿ ¡**) necesitan una codificación extendida para alfabetos internacionales (**Unicode**, UTF-8, UTF-16, UTF-32, etc.).

Codigos de Entrada y Salida de Datos

- **Unicode**: es un estándar para la codificación y representación de texto que cubre la mayoría de los lenguajes internacionales, históricos y símbolos.
  - Utiliza la codificación ASCII para los caracteres básicos.
  - Utiliza codificaciones extendidas para lenguajes internacionales, históricos y símbolos.
    - Símbolos matemáticos, musicales, iconos, etc.

∀ ∃ ∄ ∏ ∑ √ ¬ ∧ ∨ ∩ ∪ ∅ ∅ ∈ ∉ ⊂ ⊄ ⊆ ⊈ ≝ ≟ ≠ ≡ ≢ ≤ ≥ ∞
■ ● ◆ ◀ ▶ ▲ ▼ □ ○ ◇ ◁ ▷ △ ▽ £ ¤ € ¥ × ÷ ± ° « » © ® ¶ ¦

    - Alfabetos europeos, griego, árabe, chino, cirílico, hebreo, fenicio, cuneiforme, etc.

Á Ä Å É Ë Í Ï Ó Ö Ú Ü Ñ Ç Æ Œ Ð § Þ ¿ ¡ ª ¨ ·
á ä å é ë í ï ó ö ü ú ñ ç æ œ ð ß þ µ ¢ º – ¯
Γ Δ Θ Λ Ξ Π Σ Φ Ψ Ω α β γ δ ϵ ε ζ η θ ϑ
ι κ ϰ λ μ ν ξ π ϖ ρ ϱ σ ς τ υ ϕ φ χ ψ ω

  - La versión 11.0 de Unicode contiene un repertorio de 137439 caracteres.
  - Unicode puede utilizar diferentes codificaciones (32 bits):
    - UTF-8 (Unix/Linux, MacOsX, Web): codificaciones con 1, 2, 3 y 4 bytes.
    - UTF-16 (Windows, Java): codificaciones con 2 y 4 bytes.
    - UTF-32: todas las codificaciones con 4 bytes.