Algoritmos y Estructuras de Datos

Tema 0. Introducción

Objetivo de la asignatura

Objetivo central

SER CAPAZ DE ANALIZAR, COMPRENDER Y RESOLVER UNA AMPLIA VARIEDAD DE **PROBLEMAS COMPUTACIONALES**, DISEÑANDO E IMPLEMENTANDO SOLUCIONES EFICIENTES Y DE CALIDAD, COMO RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE UN PROCESO METÓDICO

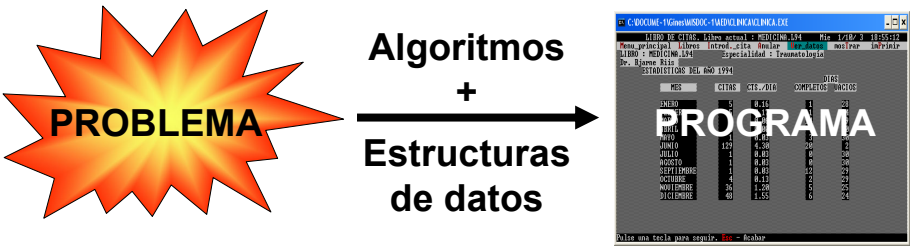
Resolver problemas

¿Qué clase de problemas?

¿Cómo es el proceso para resolver un problema?

¿Cuándo se dice que la solución es eficiente y de calidad?

Problemas, programas, algoritmos y estructuras de datos

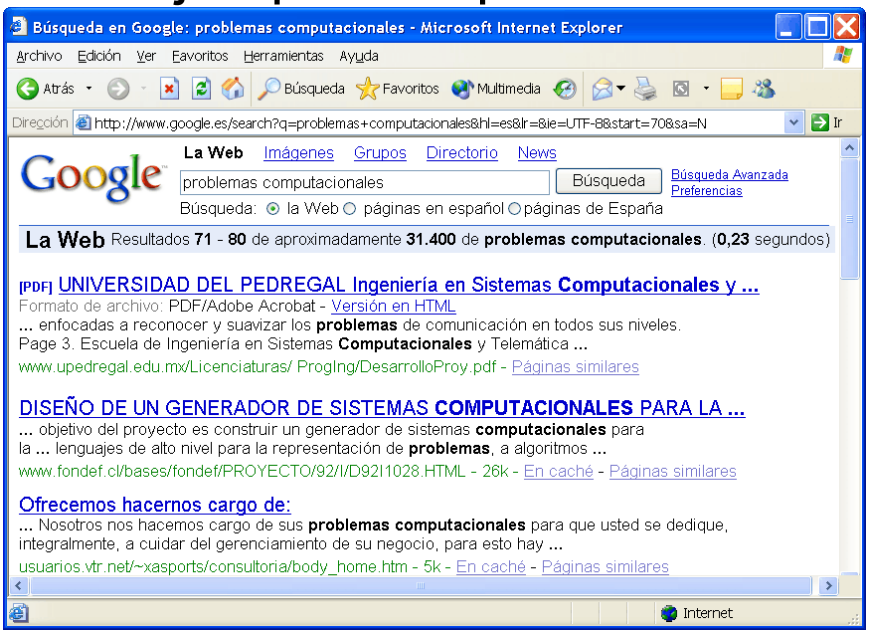


- **Problema:** Conjunto de hechos o circunstancias que dificultan la consecución de algún fin.
- **Algoritmo:** Conjunto de reglas finito e inambiguo.
- **Estructura de datos:** Disposición en memoria de la información.
- **Programa:** Algoritmos + Estructuras de datos.

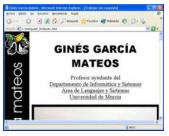
Ejemplos de problemas

Ejemplos de problemas

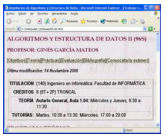
Ejemplos de problemas



Buscador de Internet



algoritmos, ayudante, curso, datos, estructuras, garcía, ginés, mateos, …

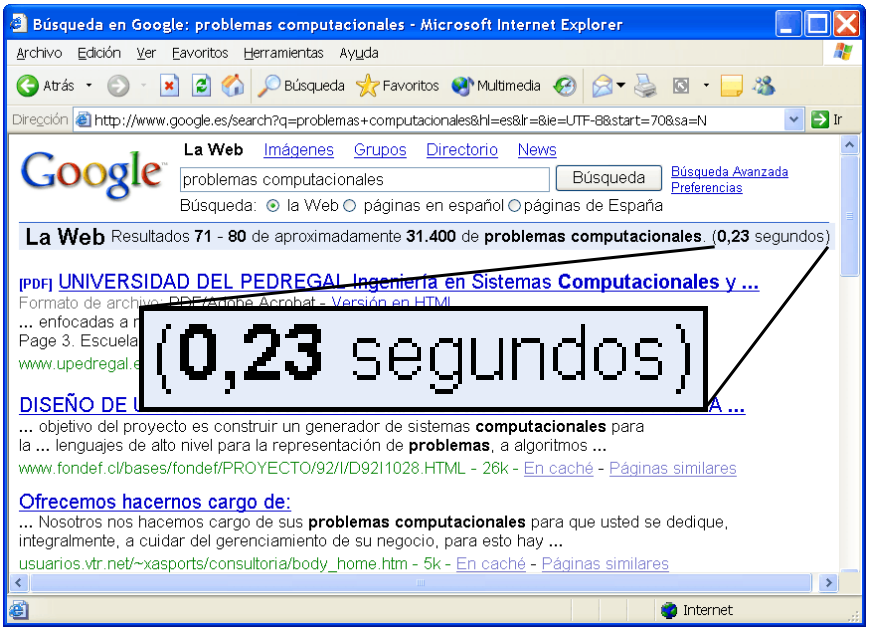


algoritmos, cosa, curso, datos, estructuras, evaluación, prácticas, …

agua, botavara, barco, confeccionar, las, velas, …

Buscador de Internet

Buscador de Internet



Buscador de Internet

- ¡¡¡Cuatro mil millones de páginas en un cuarto de segundo!!!
- **Problema:** ¿cómo estructurar la información necesaria para realizar las consultas rápidamente? ¿Qué algoritmos de búsqueda utilizar?

Buscador de Internet

- Supongamos una red de 1024 ordenadores a 3 GHz.
- Supongamos que cada página tiene 200 palabras, de 8 letras cada una y en cada letra se tarda 2 ciclos de reloj.
- ¡¡El recorrido de todas las páginas tardaría 4,5 segundos!!

Buscador de Internet

- **Solución:** Darle la vuelta al problema…

agua → 

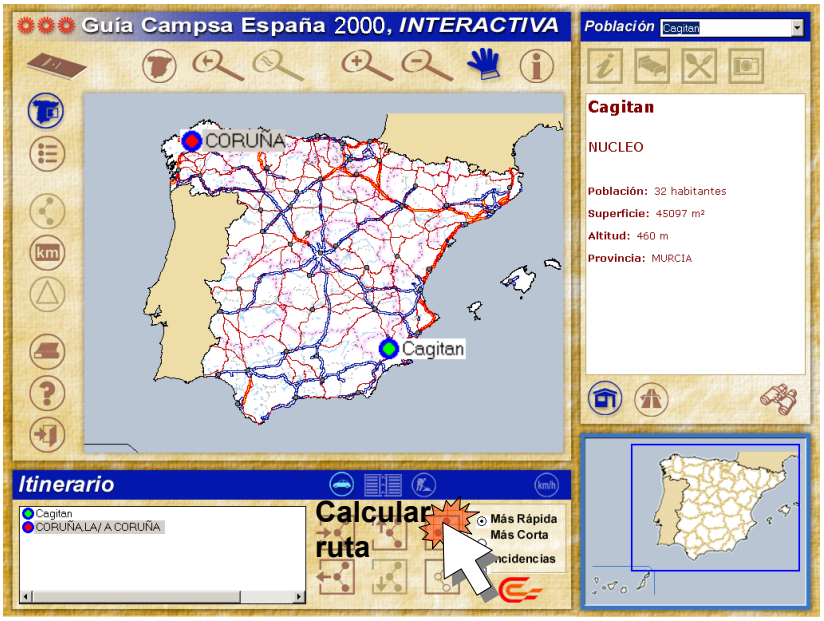
ayudante →  

cosa → 

las →   

. . .

Planificador de rutas



Planificador de rutas

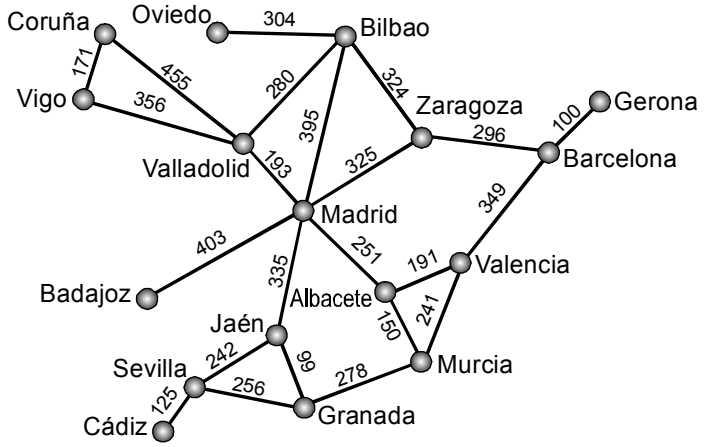
Planificador de rutas

Planificador de rutas

- ¿Cómo representar la información (lugares y carreteras)?
- ¿Cómo calcular el camino más corto entre dos lugares?

Planificador de rutas

- Representación mediante un **grafo**:
  - Lugares = nodos.
  - Carreteras = arcos entre nodos.



Planificador de rutas

- ¿Cómo calcular los caminos mínimos en el mapa?
- Fuerza bruta: empezar por Cagitán y probar todos los caminos hasta llegar.
- Supongamos que limitamos a 20 ciudades, existiendo 6 caminos por ciudad.
- ¡¡Existen 95 billones de caminos!!

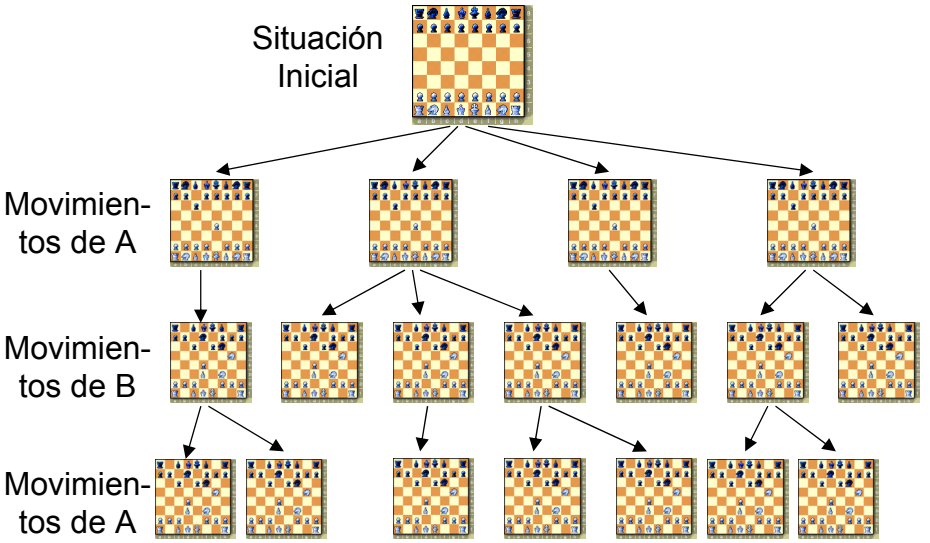
Jugador de Ajedrez

- En mayo de 1997 Deep Blue (de IBM) gana a Kasparov.

Jugador de Ajedrez

- ¿Cómo representar el problema?
- ¿Cómo decidir el siguiente movimiento de forma “inteligente”? ¿?

Jugador de Ajedrez



Jugador de Ajedrez

- El **árbol de juego** del ajedrez representa todas las posibles partidas del juego.
- **Solución:** encontrar un camino en el árbol que llegue hasta la victoria.
- ¿Qué tamaño tiene el árbol de juego del ajedrez?

Jugador de Ajedrez

- Suponiendo que cada jugador hace unos 50 movimientos, el factor de ramificación medio es de 35 posibles movimientos.
- Tamaño del árbol: $35^{100} = 2{,}5 \cdot 10^{154}$
- ¡¡Sólo existen 10^{87} partículas subatómicas en el universo!!

Problema de las cifras

- Dado un conjunto de 6 enteros, encontrar la forma de conseguir otro entero, utilizando las operaciones de suma, resta, producto y división entera (y sin usar cada número más de una vez).

Problema de las cifras

Problema de las cifras

Problema de las cifras

- **Caso 2.** 6 8 10 9 4 75
  835

- Con un algoritmo sencillo, existen unos 100 millones de posibles combinaciones de los números.
- Si en lugar de 6 números tuviéramos 7 habrían unos 15 mil millones.
- Con 10, algo menos de medio trillón.

Evolución e historia de la programación

Lenguajes
de bajo nivel

(Basic, Fortran,
Ensamblador, …)

Ejemplo de programa BASIC

```
 10 PAPER 7: BORDER 7: INK 0: BRIGHT 0: FLASH 0
 20 DIM a$(22,20): DIM f(22): DIM c(22): DIM g$(11,2): DIM z$(22,18):
    DIM x$(22)
 30 FOR n= 1 TO 22
 40 READ f,c: LET b$=CHR$ 19+CHR$ 1: LET f(n)=f: LET c(n)=c
 50 FOR m=0 TO 2: READ r$
 60 LET b$=b$+CHR$ 22+CHR$ (f+m)+CHR$ c+ r$
 70 NEXT m: LET a$(n)=b$: NEXT n: GO SUB 470
 80 CLS : FOR N=1 TO 22: PRINT A$(N): NEXT N: IF x$(1)<>" " THEN LET
    g$=x$
 90 PRINT AT 0,2;"▄▄";AT 1,2;"▌EBEO";AT 2,2;"▀▌";AT 3,2;"▌▌OBLE";AT
    4,2;"▄▀ "; INK 3; AT  19,16;"Adaptacion para"; INK 1;AT
    20,19;"MICRO";" HOBBY"
100 PLOT 128,0: DRAW 0,170: DRAW 10,4: DRAW 24,1: DRAW 82,0
110 PLOT 128,0: DRAW 10,4: DRAW 24,1: DRAW 88,0
120 DRAW 0,164: DRAW -2,2: DRAW 0,-164: DRAW -2,2: DRAW 0,164: DRAW -
    2,2: DRAW 0,-165
130 PLOT 128,0: DRAW -10,4: DRAW -24,1: DRAW -88,0
140 DRAW 0,164: DRAW 2,2: DRAW 0,-164: DRAW 2,2: DRAW 0,164: DRAW 2,2:
    DRAW 0,-164
150 PLOT 128,170: DRAW -10,4: DRAW -24,1: DRAW -82,0
160 DATA 1,12,"▌","▄","▀",1,17,"▌","▌","▌",1,22,"▄","▄
    ","▀",1,27,"▌▌","▀▌","▀"
170 PLOT 128,2: DRAW -10,4: DRAW -24,1: DRAW -85,0
180 PLOT 128,2: DRAW 10,4: DRAW 24,1: DRAW 85,0
```

Ejemplo de programa BASIC

```
290 DIM b$(22,2): FOR n=1 TO 11: FOR m=1 TO 2
300 LET s=INT (RND*22)+1
310 IF b$(s,1)=" " THEN LET b$(s,1)=g$(n,1): LET b$(s,2)=g$(n,2):
  NEXT m: NEXT n: GO TO 330
320 GO TO 300
330 DIM r(22): LET di=0: LET itn=0: LET u=.001
340 PRINT AT 20,2;di: IF di=275000 THEN LET di=350000: PRINT AT
  20,2; FLASH 1;di'"CONSEGUIDO EL PLENO EN ";itn;" veces": PRINT
  #0;"Pulsa una tecla para empezar": GO SUB 440: GO SUB 440: GO SUB
  440: PAUSE 0: GO TO 80
350 INPUT n: IF n>22 OR n<1 THEN GO TO 350
360 IF r(n)=1 THEN GO TO 350
370 LET k=n: GO SUB 700
380 INPUT m: IF m>22 OR m<1 OR m=n THEN GO TO 380
390 IF r(m)=1 THEN GO TO 380
400 LET k=m: GO SUB 700
410 LET itn=itn+1: IF b$(n)=b$(m) THEN LET di=di+25000: PAPER 3: LET
  k=n: GO SUB 720: PAPER 3: LET k=m: GO SUB 720: LET r(n)=1: LET
  r(m)=1: GO SUB 440: GO SUB 450: GO TO 340
420 BRIGHT 1: PAUSE 45: PAUSE 45: LET f=f(n): LET c=c(n): PRINT AT
  f,c;a$(n,8);AT f+1,c;a$(n,14);AT f+2,c;a$(n,20): PRINT AT
  f,c;a$(n,7 TO 8);AT f+1,c;a$(n,13 TO 14);AT f+2,c;a$(n,19 TO 20):
  BEEP .01,-10: PRINT a$(n): BEEP .02,0
430 LET f=f(m): LET c=c(m): PRINT AT f,c;a$(m,8);AT
  f+1,c;a$(m,14);AT f+2,c;a$(m,20): PRINT AT f,c;a$(m,7 TO 8);AT
  f+1,c;a$(m,13 TO 14);AT f+2,c;a$(m,19 TO 20): BEEP .01,-10: PRINT
  a$(m): BEEP .02,0: BRIGHT 0: GO TO 350
```

Ejemplo de programa BASIC

```
430 LET f=f(m): LET c=c(m): PRINT AT f,c;a$(m,8);AT
  f+1,c;a$(m,14);AT f+2,c;a$(m,20): PRINT AT f,c;a$(m,7 TO 8);AT
  f+1,c;a$(m,13 TO 14);AT f+2,c;a$(m,19 TO 20): BEEP .01,-10:
  PRINT a$(m): BEEP .02,0: BRIGHT 0: GO TO 350
440 BEEP .07,15: BEEP .06,25: BEEP .07,35: BEEP .07,35: BEEP
  .09,40: RETURN
450 INK 8: LET xx=c(n)*8-2: LET yy=177-(f(n)*8): PLOT xx,yy: DRAW
  27,0: DRAW 0,-27: DRAW -27,0: DRAW 0,27
460 LET xx=c(m)*8-2: LET yy=177-(f(m)*8): PLOT xx,yy: DRAW 27,0:
  DRAW 0,-27: DRAW -27,0: DRAW 0,27: INK 0: RETURN
470 RESTORE 260: FOR n=1 TO 22
475 IF n=17 THEN LET g$(6,2)=".": GO TO 540
480 READ p$
490 FOR m=0 TO 7: READ f: POKE USR p$+m,f: NEXT m
520 IF n<12 THEN LET g$(n,1)=p$
530 IF n>11 THEN LET g$(n-11,2)=p$
540 NEXT n: RETURN
700 PAPER 5: LET y$=b$(k,1): LET t$=b$(k,2): LET f=f(k): LET
  c=c(k): BEEP u,25: PRINT AT f,c+2;t$;AT f+1,c+2;" ";AT
  f+2,c+2;" ": BEEP u,49: BEEP u,25
710 PRINT AT f,c+1;t$;" ";AT f+1,c+1;" ";y$;AT f+2,c+1;" v": BEEP
  u,49: BEEP u,25
720 PRINT AT f(k),c(k);b$(k,2);" ";b$(k,2);AT f(k)+1,c(k);"
  ";b$(k,1);" ";AT f(k)+2,c(k);" v ": BEEP u,49: PAPER 7: RETURN
```

¿?

Lenguajes de bajo nivel

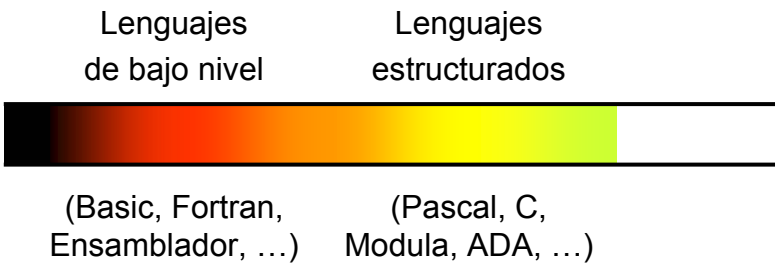
- No existen procedimientos ni funciones
- No existen registros ni tipos definidos por el usuario
- No existen bloques estructurados (while, repeat, etc.)
- En definitiva: no hay **abstracciones**

- Y sin embargo… funciona:

TEBEODOBLE

http://dis.um.es/~ginesgm/museo.html

Evolución e historia de la programación



Lenguajes estructurados

```
UNIT calculo;

INTERFACE

const
  NMAX= 10;
  MAX_GUARDA= 2000;

type
  TDatosEnt= array [1..NMAX] of integer;
  TDatosSal= record
    NPasos: Shortint;
    Paso: array [1..NMAX-1] of record
      O1: byte;
      O2: byte;
      Fn: byte;
    end;
  end;

procedure Operar (var Arr: TDatosEnt; O1, O2, Func, Nivel: byte; var Vale: boolean); forward;
procedure CalculaCifras (var Entrada: TDatosEnt); forward;
procedure CalculaCifrasRec (var Entrada: TDatosEnt; PA, PB, Func, Nivel: byte); forward;
```

Concepto de módulo/unidad

Separación de interface/implementación

Tipos definidos por el usuario

Procedimientos y funciones

Lenguajes estructurados

```
IMPLEMENTATION

var
  suma, num: integer;
  CopiaOrden: TDatosEnt;

procedure OrdenaComb (var Entrada: TDatosEnt; Nivel: byte);
var
  i, j, maxim, pmaxim, tmp: integer;
begin
  CopiaOrden:= Entrada;
  num:= Nivel;
  for i:= 1 to Nivel-1 do begin
    maxim:= CopiaOrden[i];
    pmaxim:= i;
    j:= i+1;
    while j<=Nivel do begin
      if CopiaOrden[j]>maxim then begin
        maxim:= CopiaOrden[j];
        ....
    end;
  end;
end;
```

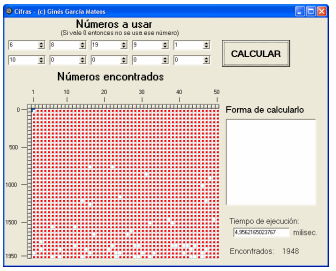
Separación interface/ implementación

Procedimiento con parámetros

Bloques de control estructurados

Lenguajes estructurados

- Procedimientos y funciones son **abstracciones de control**
- Los tipos definidos por el usuario son **abstracciones de datos**
- Las unidades, módulos o paquetes son abstracciones de nivel superior: **abstracciones de funcionalidades**
- CIFRAS



Reto del problema de las cifras

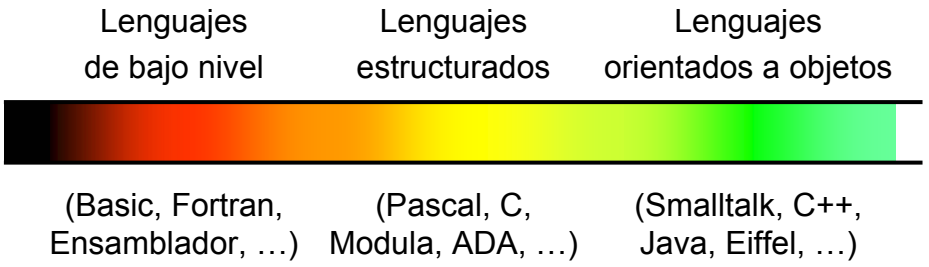
- **RETO.** Implementar un programa para resolver el problema, más rápido que la versión del profesor, y que no pierda ninguna solución.
- **RECOMPENSA.**
  - Un 10 en la tercera práctica de la asignatura (diseño de algoritmos).
  - Un 10 en el ejercicio correspondiente del examen.
  - Más 1 punto de notas de clase.

Lenguajes estructurados

Inconvenientes:

- Los datos y los procedimientos de manipulación sobre los mismos van por separado.
- Es necesario garantizar la ocultación de la implementación.
- Proliferación de variables globales. ¿Qué papel juegan?
- Los programas son cada vez más complejos y difíciles de mantener.

Evolución e historia de la programación



Lenguajes orientados a objetos

```
// Interface

class Timer {
  private:
    double StartTime;
    double ClockRate;
  public:
    Timer (void);
    bool StartTimer (void);
    double ReadTimer (void);
    bool Exists;
};

class Elipse {
  protected:
    double Fcx, Fcy;
    double Frx, Fry, Fang;
    void FsetXY (int x1, int y1, int x2, int y2);
  public:
    Elipse (int x1, int y1, int x2, int y2);
    Elipse * Clonar (void);
    void Pinta (IplImage *image, int color= 0, int ancho= -1);
};
```

Una clase es un Tipo Abstracto de Datos

Encapsulación de datos y operaciones

Los datos son privados

Las operaciones son públicas

Lenguajes orientados a objetos

```
// Implementación

Timer::Timer (void)
{
  LARGE_INTEGER *QW= new LARGE_INTEGER;
  Exists= QueryPerformanceFrequency(QW);
  ClockRate= QW->LowPart;
  delete QW;
}

bool Timer::StartTimer (void)
{
  LARGE_INTEGER *QW= new LARGE_INTEGER;
  bool res= QueryPerformanceCounter(QW);
  StartTime= QW->LowPart;
  delete QW;
  return res;
}
```

Separación interface/ implementación

Lenguajes orientados a objetos

- Una **clase encapsula** los datos de un tipo y las operaciones sobre el mismo
- Una clase es, al mismo tiempo, un **tipo abstracto de datos** y un **módulo** que encierra un conjunto de funciones relacionadas
- Separación clara entre **interface** (parte visible desde fuera) e **implementación** (oculta)

- ¿Qué hace? VER

Resolución de problemas

¿Cómo resuelve un problema de programación un ingeniero?

A) Tecleando código en una máquina.

B) Siguiendo un proceso metódico.

Resolución de problemas

ARQUITECTO	INFORMÁTICO
1. Estudio de viabilidad, análisis del terreno, requisitos pedidos, etc.	→ 1. **Análisis** del problema
2. Diseñar los planos del puente y asignar los materiales.	→ 2. **Diseño** del programa (alg. y estr.)
3. Poner los ladrillos de acuerdo con los planos.	→ 3. **Implementación** (programación)
4. Supervisión técnica del puente.	→ 4. **Verificación** y pruebas

Resolución de problemas

MÉTODO CIENTÍFICO	**INFORMÁTICO**
1.Observación.	↔ 1. **Análisis** del problema
2.Hipótesis.	↔ 2. **Diseño** del programa (alg. y estr.)
3.Experimentación.	↔ 3. **Implementación** (programación)
4.Verificación.	↔ 4. **Verificación** y pruebas

Conclusiones

1. **Proceso de análisis/diseño**. No empezar tecleando código como locos.
2. **Usar abstracciones**, respetando los dos principios básicos:
   - **Encapsulación**: las funciones relacionadas deben ir juntas (clases, módulos, paquetes, etc.).
   - **Ocultación de la implementación**: los aspectos de implementación no son visibles fuera del módulo, clase, etc.

Conclusiones

3. **Reutilizar programas, librerías, tipos, etc. existentes.** Y programar pensando en la posible reutilización futura. Un nuevo programa no debe partir desde cero.
4. **No resolver casos concretos, sino el problema en general.** Si no se requiere un esfuerzo adicional, el algoritmo debe resolver un caso genérico.
5. **Repartir bien la funcionalidad.** Repartir la complejidad del problema de forma uniforme. No crear procedimientos muy largos: usar subrutinas. De esta forma se mejora la **legibilidad** del código.

Ejercicios para casa

Leer el Capítulo 1
del Texto Guía