CONCEPTO DE CORRECCION
CONCEPTO DE EFICIENCIA
EJEMPLOS

Teoría– Cecilia Sanz

Temas que presentaremos

- ✓ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE CALIDAD DE LOS PROGRAMAS.
- ✓IMPORTANCIA DE LA DOCUMENTACIÓN DE UN PROGRAMA.
- ✓CORRECCIÓN DE ALGORITMOS. VERIFICACIÓN.
- ✓EFICIENCIA DE UN ALGORITMO.
- ✓ANÁLISIS DE EJEMPLOS DE PROGRAMAS SIMPLES.

Repaso

Programa

Instrucciones
+
Datos

Por ejemplo

Estructuras de control

Pertenece a un

TIPO de Datos

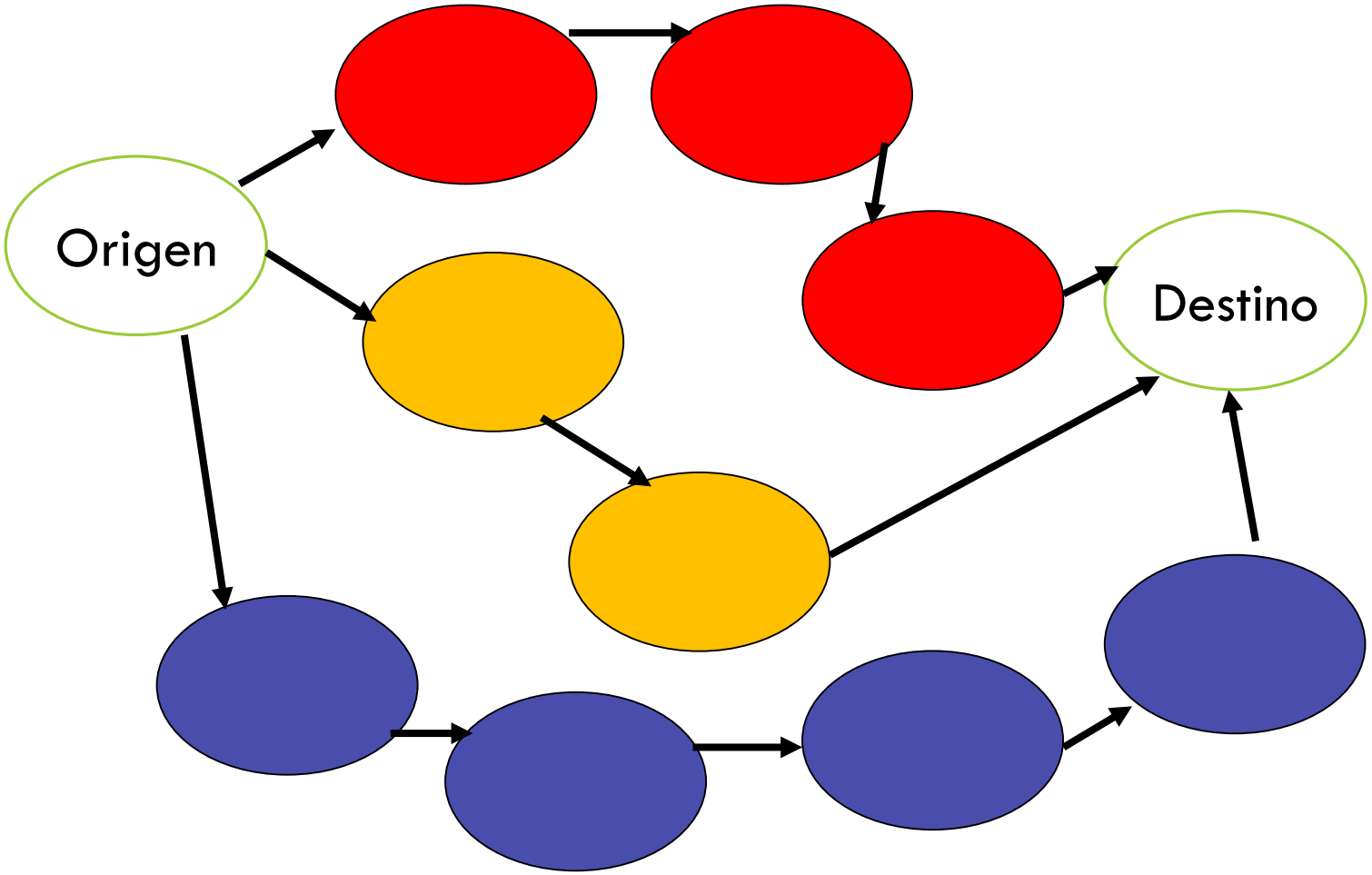
¿Cómo elijo entre distintos programas que resuelven el mismo programa?

Criterios de Calidad

Hoy veremos…

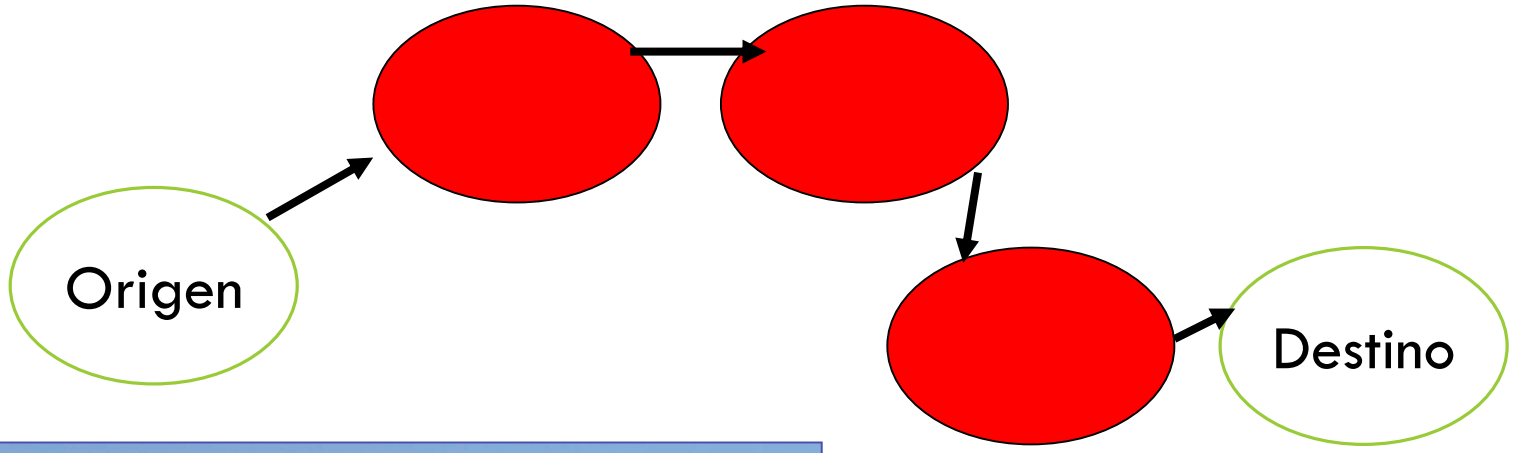
MOTIVACIÓN

¡Vamos de viaje!



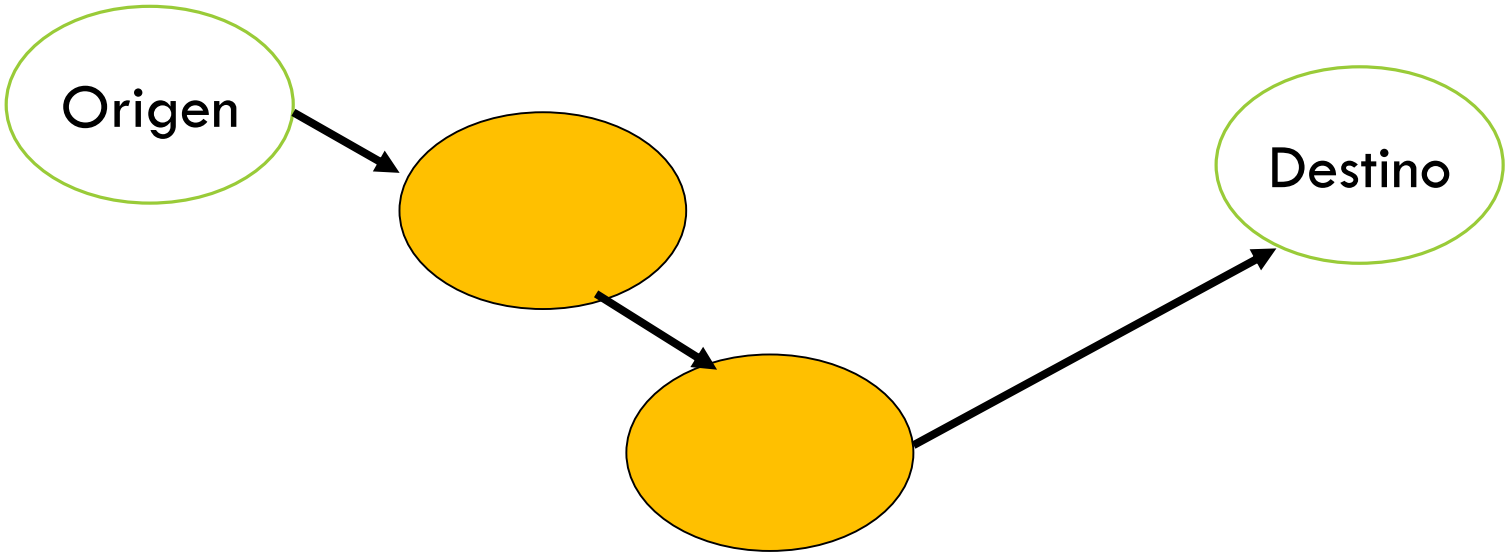
¿Cómo elegimos el camino?

Vamos de viaje



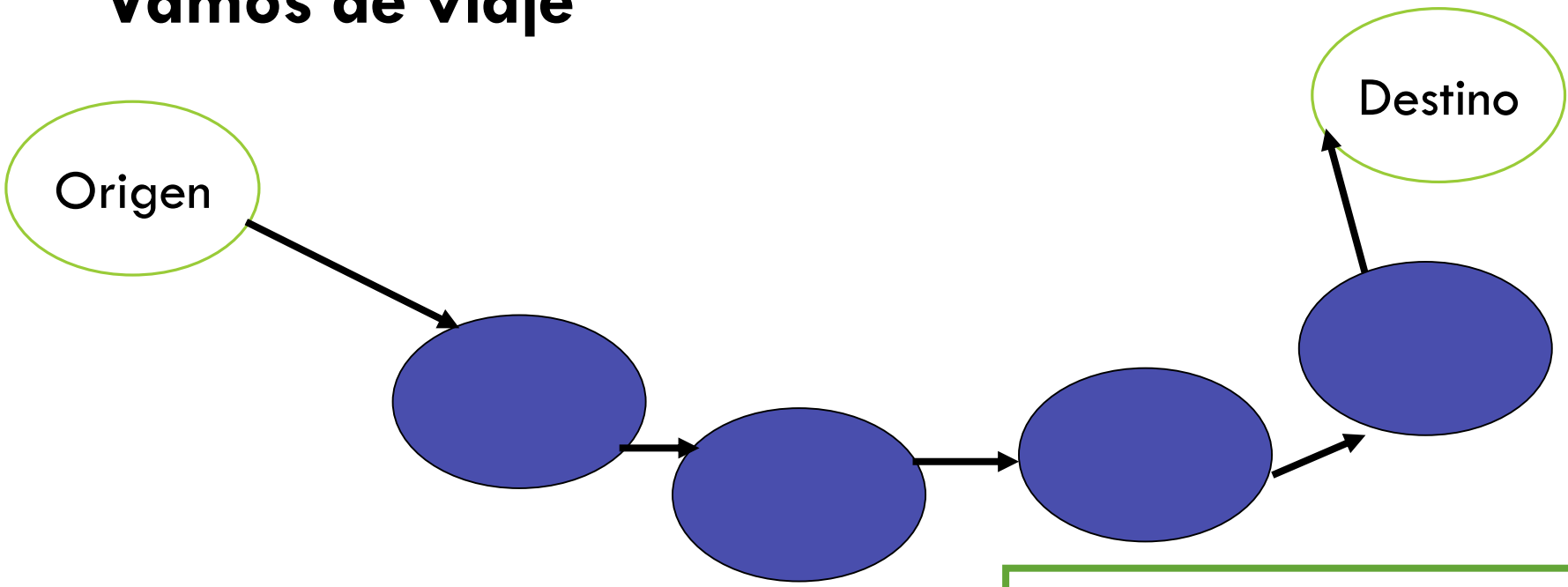
El camino rojo tiene muy buenas vistas, pero es más largo que el naranja.

Vamos de viaje



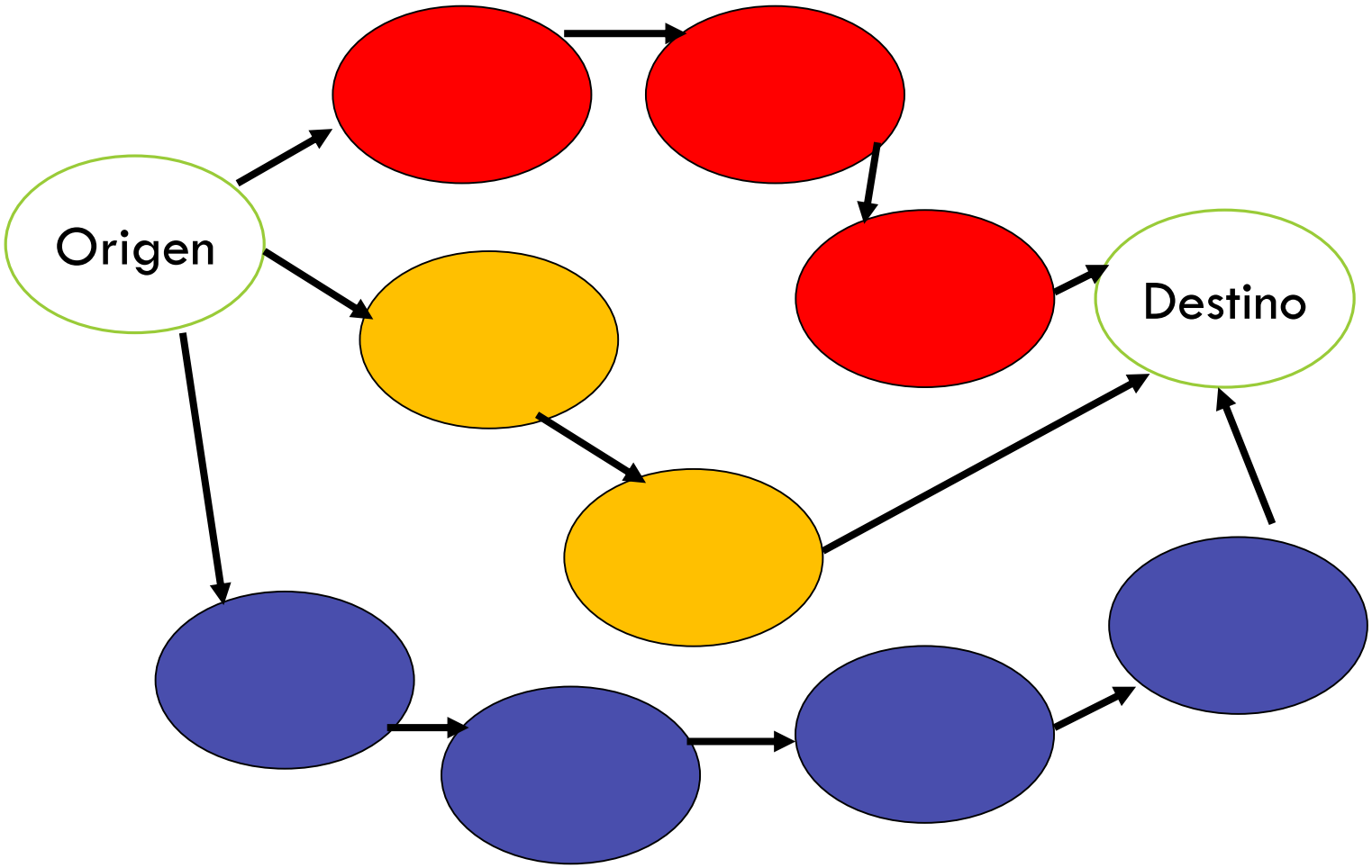
El camino naranja es corto. Pero la vista no es muy agradable.

Vamos de viaje



El camino azul es largo. Pero está muy bien y tiene muchos servicios.

Vamos de viaje



¿Qué camino elijo?

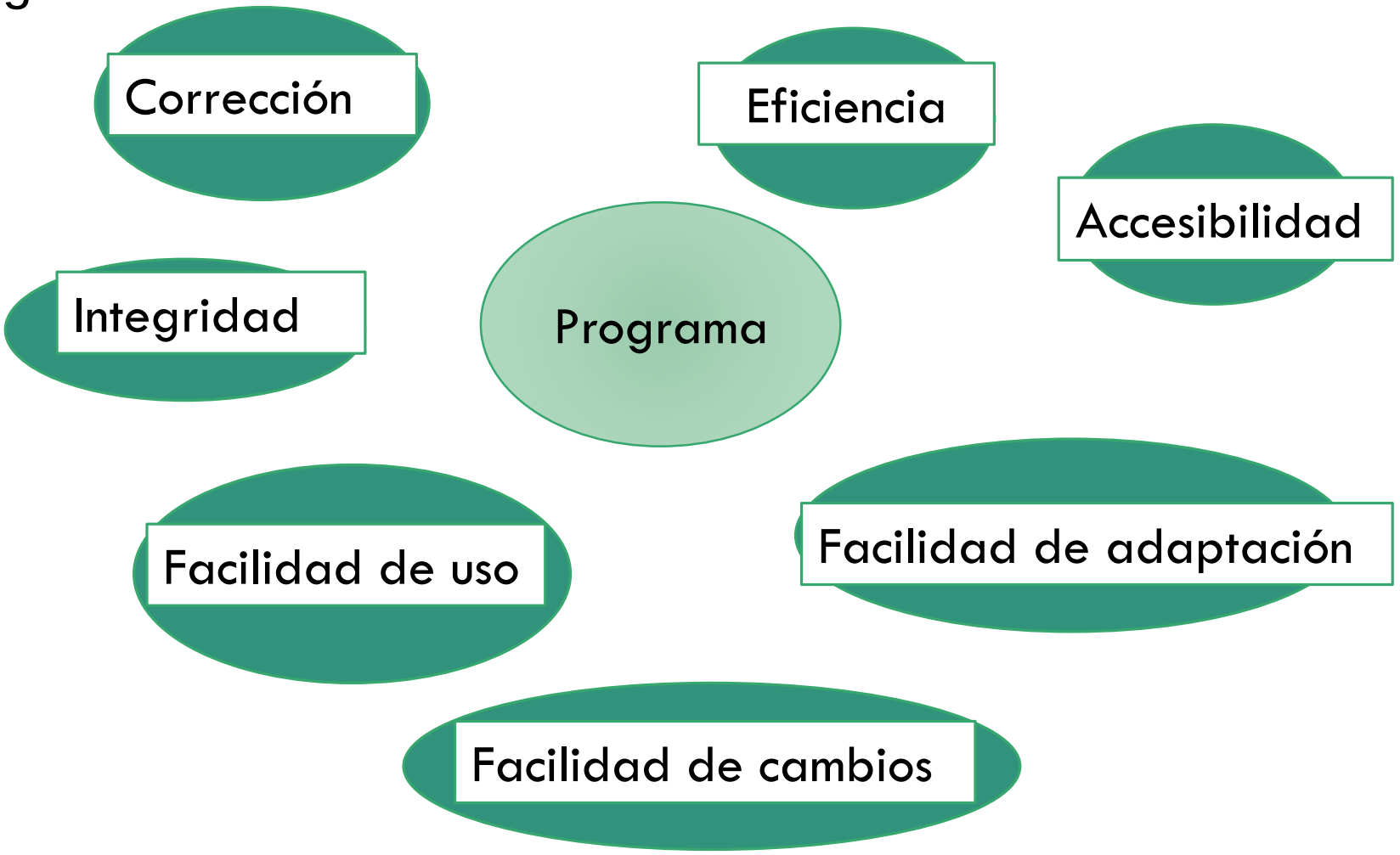
Vamos de viaje

- Cuando debemos tomar decisiones, existe siempre una serie de factores que se deben analizar y buscar optimizar.

- En algunos casos, debemos buscar optimizar algunos criterios en pos de sacrificar otros, dependiendo del contexto y las necesidades específicas de la situación.

Diferentes criterios de Calidad de un Programa

Los programas deben atender a diferentes criterios que hacen a su calidad. Algunos criterios de calidad son los que se muestran en la figura.



Factores que afectan a la Calidad de un Programa

Algunos factores que determinan la calidad del software
Se clasifican en tres grupos:

• **Operaciones del producto: CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS**

– *Corrección* (¿Hace lo que se le pide?)
El grado en que una aplicación satisface sus especificaciones y consigue los objetivos encomendados por el cliente

– *Eficiencia* (¿Cómo se usan los recursos del sistema?)
Atiende a cómo el programa usa la memoria y el tiempo que consume su ejecución

Factores que afectan a la Calidad de un Programa

Algunos factores que determinan la calidad del software

- **Operaciones del producto: CARACTERISTICAS OPERATIVAS**

– *Integridad de los datos que maneja* (¿Puedo controlar su uso?)
El grado con que puede controlarse el acceso al software o a los datos a personal no autorizado

– *Facilidad de uso* (¿Es fácil y cómodo de manejar?)
El esfuerzo requerido para aprender el manejo de una aplicación, trabajar con ella, introducir datos y conseguir resultados

Factores que afectan a la Calidad de un Programa

Factores que determinan la calidad del software

- **Revisión del producto: CAPACIDAD PARA SOPORTAR CAMBIOS**

– *Facilidad de mantenimiento* (¿Puedo localizar los fallos?)
El esfuerzo requerido para localizar y reparar errores → Se va a vincular con la modularización y con cuestiones de legibilidad y documentación.

– *Flexibilidad* (¿Puedo añadir nuevas opciones?)
El esfuerzo requerido para modificar una aplicación en funcionamiento

– *Facilidad de prueba* (¿Puedo probar todas las opciones?)
El esfuerzo requerido para probar una aplicación de forma que cumpla con lo especificado en los requisitos

Calidad de un Programa

Factores que determinan la calidad del software

- **Transición del producto: ADAPTABILIDAD A NUEVOS ENTORNOS**

– *Portabilidad* (¿Podré usarlo en otra máquina?)
El esfuerzo requerido para transferir la aplicación a otro hardware o sistema operativo

– *Reusabilidad* (¿Podré utilizar alguna parte del software en otra aplicación?)
Grado en que partes de una aplicación pueden utilizarse en otras aplicaciones

–*Interoperabilidad* (¿Podrá comunicarse con otras aplicaciones o sistemas informáticos?
El esfuerzo necesario para comunicar la aplicación con otras aplicaciones o sistemas informáticos

Otras Características deseables de un Programa que hacen a su calidad

Legibilidad : el código fuente de un programa debe ser fácil de leer y entender. Esto obliga a acompañar a las instrucciones con comentarios adecuados. **Relacionado con la presentación de documentación.**

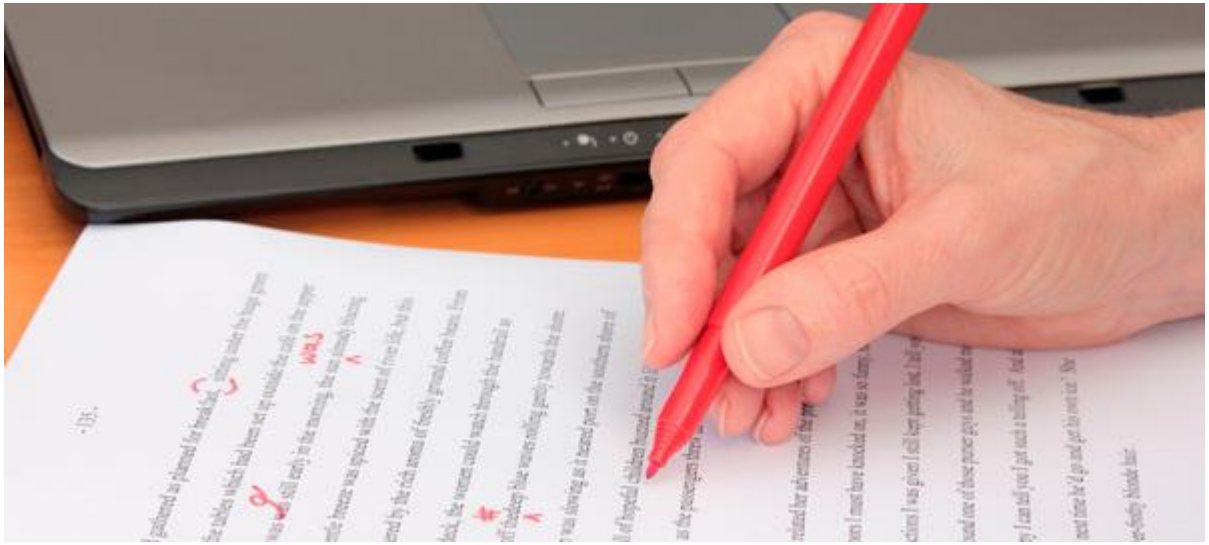
Documentados: todo el proceso de análisis y diseño del problema y su solución debe estar documentado mediante texto y/o gráficos para favorecer la comprensión, la modificación y la adaptación a nuevas funciones.

Veremos

En este curso vamos a trabajar con dos conceptos fundamentales a la hora de desarrollar programas y atender a su calidad:

- **Corrección**
- **Eficiencia**

CORRECCIÓN



¿Cuándo se considera correcto un programa?

Un programa es correcto cuando cumple con la función especificada; esto significa que cumple con los requerimientos propuestos.

Para determinar **cuáles** son esos requerimientos se debe tener una **especificación completa, precisa y no ambigüa** del problema a resolver antes de escribir el programa.

Co

Suponga que se debe calcular un promedio de números enteros que se ingresan hasta ingresar el -1 (no se procesa).

```
Program promedio;

Var num, total, suma: integer;

Begin

   total:=0; suma:=0;

   readln(num);

   while (num<>-1) do

   begin
         total:=total+1;
         suma:=suma+num;
         readln(num);

   End;


    writeln('El promedio es: ', suma/total);

End.
```

¿Este programa es correcto?

Revisemos esto. ¿Funciona siempre?

PROCESO DE VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

Corrección de Programas

PROCESOS DE VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

Los procesos de verificación y validación se llevan a cabo para analizar si un programa es correcto. La verificación y la validación no son la misma cosa , aunque es muy fácil confundirlas:

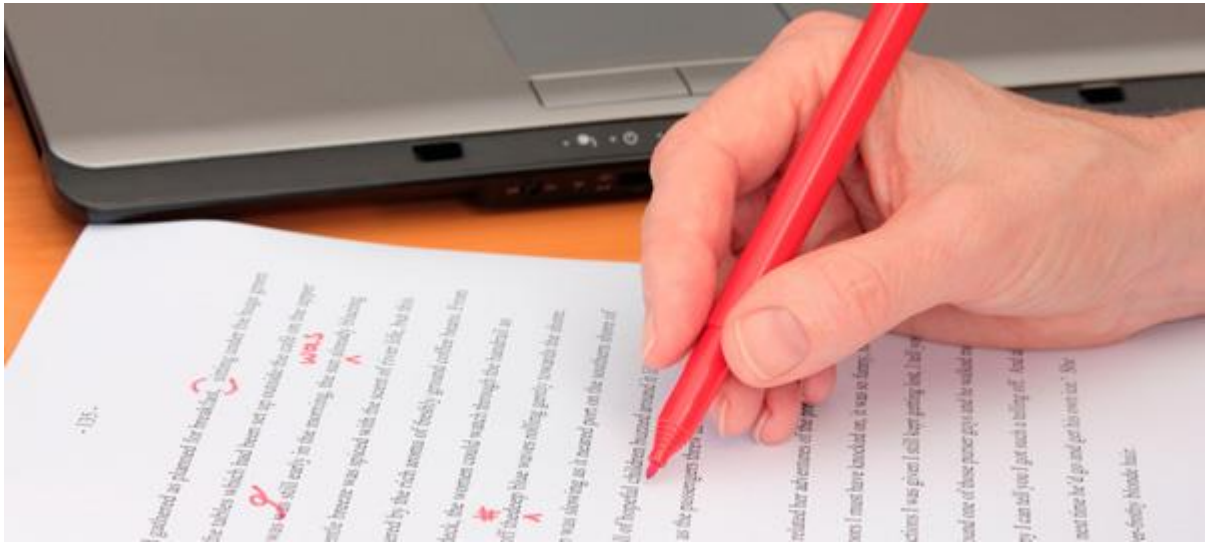
Verificación: ¿Estamos construyendo el producto correctamente?

El papel de la verificación comprende comprobar que el software está de acuerdo con su especificación. Se comprueba que el sistema cumple los requerimientos funcionales y no funcionales que se le han especificado.

Validación: ¿Estamos construyendo el producto concreto?

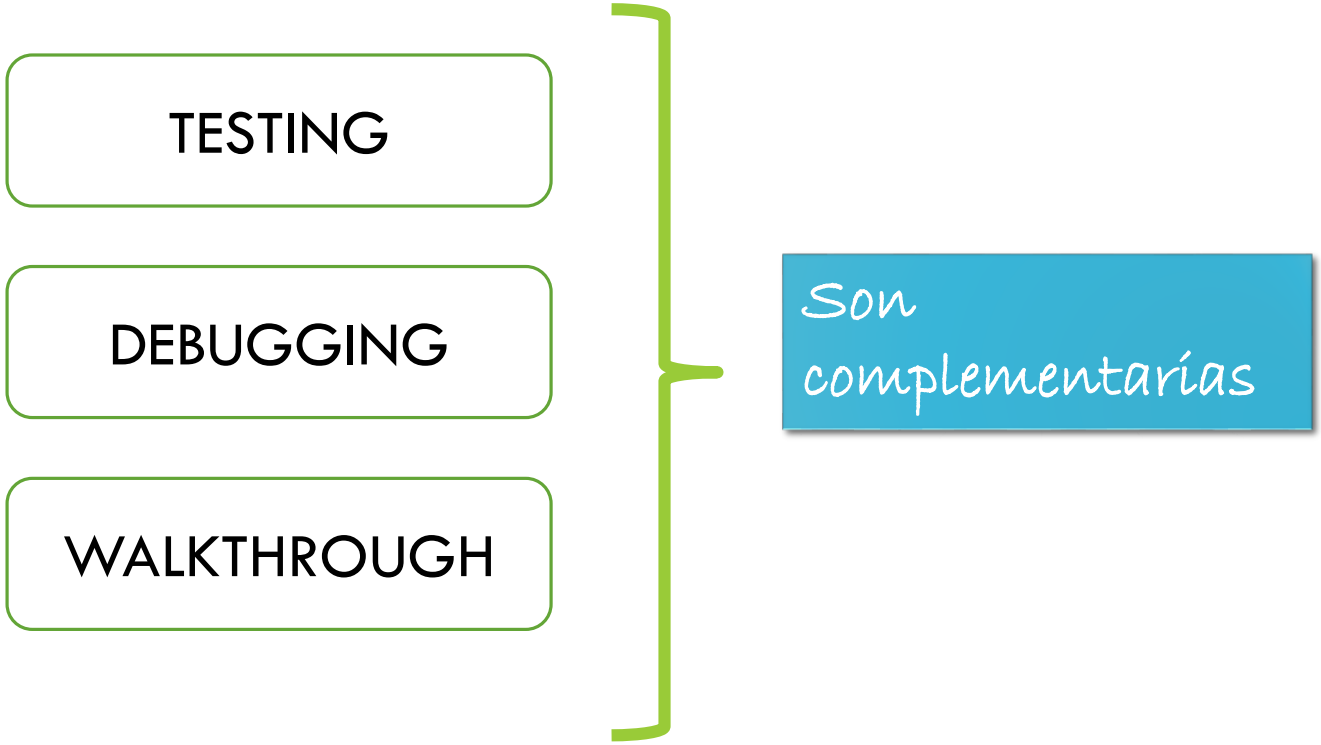
La validación es un proceso más general. Se debe asegurar que el software cumple las expectativas del cliente. Va mas allá de comprobar si el sistema está acorde con su especificación, para probar **que el software hace lo que el usuario espera**, a diferencia de lo que se ha especificado-

TÉCNICAS DE CORRECCIÓN



TÉCNICAS PARA MEDIR CORRECCIÓN

TÉCNICAS PARA MEDIR/ANALIZAR CORRECCIÓN



TESTING
Pruebas

Corrección de Programas: Testing

La técnica de Testing es el proceso mediante el cual se proveen evidencias convincentes respecto a que el programa hace el trabajo esperado.

¿Como se proveen evidencias?

✓Diseñar un plan de pruebas.	✓Poner atención en los casos límite
✓Decidir cuales aspectos del programa deben ser testeados y encontrar datos de prueba para cada uno de esos aspectos.	✓Diseñar casos de prueba sobre la base de lo que hace el programa y no de lo que se escribió del programa.
✓Determinar el resultado que se espera que el programa produzca para cada caso de prueba	✓Mejor aún, diseñar casos de prueba antes de que comience la escritura del programa. (Esto asegura que las pruebas no están pensadas a favor del que escribió el programa)

Cuando se tiene el plan de pruebas y el programa, el plan debe aplicarse sistemáticamente.

Corrección de Programas: Testing

Durante este proceso es importante analizar las postcondiciones en función de las precondiciones establecidas.

- Las precondiciones, junto con las postcondiciones, permiten describir la función que realiza un programa, sin especificar un algoritmo determinado.

- Las precondiciones describen los aspectos que se consideran verdaderos antes que el programa comience a ejecutarse, por ejemplo: entradas de datos disponibles.

- Las postcondiciones describen los aspectos que deben cumplirse cuando el programa terminó.

DEBUGGING
Depuración

Corrección de Programas: Debugging

La técnica de Debugging es el proceso de localización del error

Puede involucrar:

- el diseño y aplicación de pruebas adicionales para ubicar y conocer la naturaleza del error.
- el agregado de sentencias adicionales en el programa para poder monitorear su comportamiento más cercana

Los errores pueden provenir de varios caminos, por ejemplo:

- El diseño del programa puede ser defectuoso.
- El programa puede usar un algoritmo defectuoso.

A veces el error es tan evidente que se reconoce rápidamente en qué lugar está la falla.

Otras veces se puede necesitar agregar sentencias de salida adicionales que sirven como punto de control o para señalar cambios en ciertas variables claves.

WALKTHROUGH

Corrección de Programas: Walkthroughs

Consiste en recorrer el programa ante una audiencia

- La lectura de un programa a alguna otra persona provee un buen medio para detectar errores.

- Esta persona no comparte preconceptos y está predispuesta a descubrir errores u omisiones.

OTRO CRITERIO DE CALIDAD ES LA EFICIENCIA

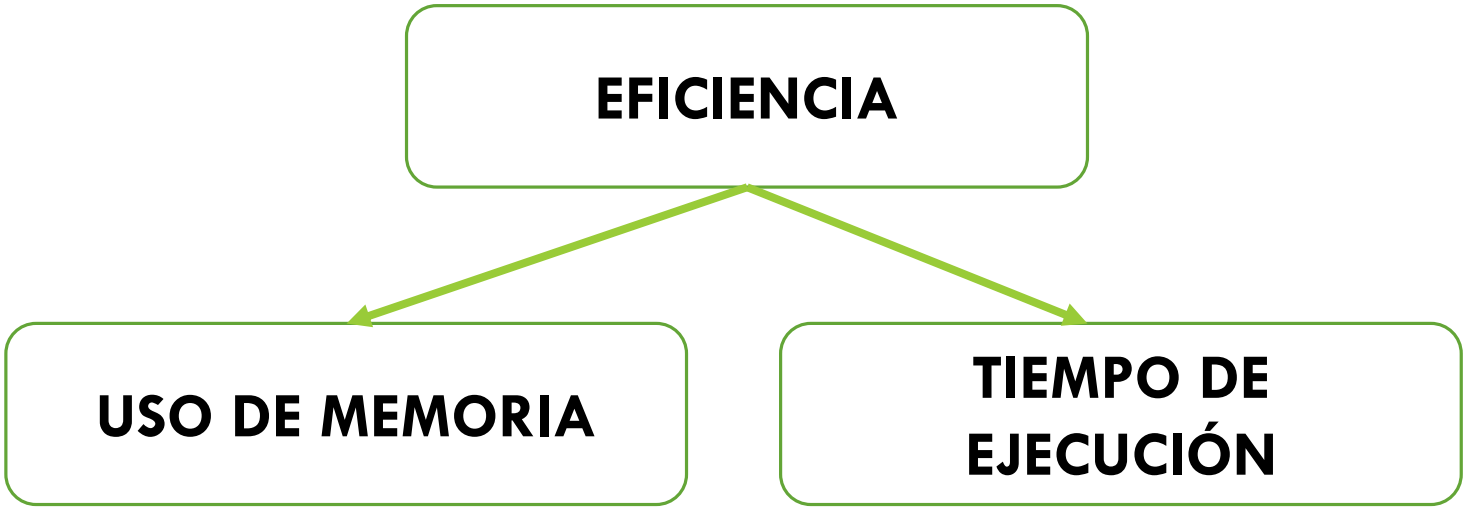
Eficiencia de un Algoritmo

- ✓Para cada problema se pueden tener muchas soluciones algorítmicas (por ejemplo para encontrar el menor valor de una lista de números o para que el robot vaya de un punto a otro de la ciudad).

- ✓Sin embargo el uso de recursos (tiempo, memoria) de cada una de esas soluciones puede ser muy diferente.

Definiremos ***eficiencia*** como una métrica de calidad de los algoritmos, asociada con una utilización óptima de los recursos del sistema de cómputo donde se ejecutará el programa. Principalmente la memoria utilizada y el tiempo de ejecución empleado

Eficiencia



Eficiencia – Cálculo de la memoria utilizada

USO DE MEMORIA

Medición de la Memoria utilizada en un programa

Se puede calcular antes de la ejecución únicamente la cantidad de memoria estática que utiliza el programa.

Se deben analizar las variables declaradas y el tipo correspondiente.

Medición de la Memoria utilizada en un programa

- Se puede calcular únicamente la cantidad de memoria estática que utiliza el programa.
- Se analizan las variables declaradas y el tipo correspondiente.

¿Cuánta memoria se utiliza?

```
{declaración de tipos}
Type
cadena10 = string [10];
PtrString = ^cadena10;
Datos = record
            Nombre: cadena10;
            Apellido: cadena10;
            Edad: integer;
            Altura: real
        End;
Personas = array [1..100] of datos;
PtrDatos = ^datos;

var
  frase : PtrString;
  s : cadena10;
  puntero : PtrDatos;
  p : personas;
```

Eficiencia – Cálculo de la memoria utilizada

izada en un programa

```
{declaración de tipos}
Type
cadena10 = string [10];
PtrString = ^cadena10;
Datos = record
            Nombre: cadena10;
            Apellido: cadena10;
            Edad: integer;
            Altura: real
          End;
Personas = array [1..100] of datos;
PtrDatos = ^datos;

var
  frase : PtrString;
  s : cadena10;
  puntero : PtrDatos;
  p : personas;
```

```
Begin
    new(frase);
    new(puntero);
```

Eficiencia – Cálculo del tiempo

TIEMPO DE EJECUCIÓN

Medición del Tiempo de ejecución de un programa

Depende de distintos factores:

- ✓ **Los datos de entrada al programa**
  - Tamaño
  - Contenido y disposición
- ✓ **La calidad del código generado por el compilador utilizado**
- ✓ **La naturaleza y rapidez de las instrucciones de máquina empleadas en la ejecución del programa**
- ✓ **El tiempo del algoritmo base.**

Eficiencia

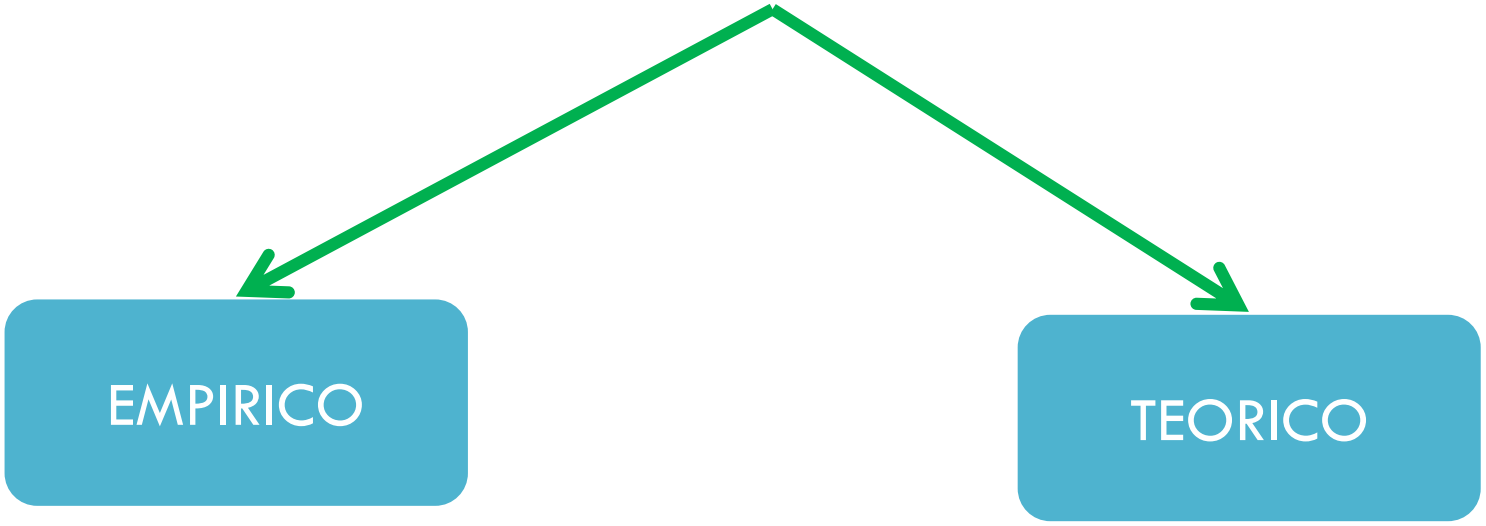
El tiempo de ejecución de un programa debe definirse como una función de la entrada.

Para muchos programas, el tiempo de ejecución depende de la cantidad de **datos de entrada** o **su tamaño**

Para otros programas, el tiempo de ejecución es una función de la entrada "específica", en estos casos se habla del tiempo de ejecución del "peor" caso. En estos casos, se obtiene una cota superior del tiempo de ejecución para cualquier entrada.

Eficiencia – Técnicas para el análisis del tiempo de ejecución

El tiempo de ejecución de un programa puede calcularse de dos maneras:



Eficiencia

EMPIRICO

- Para realizar un análisis empírico, es necesario realizar el programa y medir los recursos consumidos.

- **Inconveniente:** este análisis tiene varias limitaciones: puede dar una información pobre de los recursos consumidos en caso de que el programa sea aplicado a pruebas de escritorio. Por ejemplo:

  - Obtiene valores exactos para una máquina y unos datos determinados
  - Completamente dependiente de la máquina donde se ejecuta
  - Requiere implementar el algoritmo y ejecutarlo repetidas veces.

Eficiencia

TEORICO

- ✓ Para realizar un **análisis teórico**, es necesario establecer una medida intrínseca de la cantidad de trabajo realizado por el algoritmo; esta medida nos permite comparar algoritmos y seleccionar la mejor implementación.
- ✓ VENTAJAS
  - Obtiene valores aproximados
  - Es aplicable en la etapa de diseño de los algoritmos, uno de los aspectos fundamentales a tener en cuenta
  - Independiente de la máquina donde se ejecute
  - Permite analizar el comportamiento
  - Se puede aplicar sin necesidad de implementar el algoritmo.
  - La predicción del costo puede evitar una implementación posiblemente compleja.

CÁLCULO TEÓRICO DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN

Eficiencia de Programas – Tiempo de Ejecución

Reglas Generales

Regla 1: For

Regla 2: For anidados

Regla 3: sentencias consecutivas

Regla 4: If / else

Los comentarios y declaraciones no se consideran para el cálculo

Puede darse el caso que el algoritmo mas adecuado en cada momento dependa del tamaño de la entrada:

Algoritmo1: $f(n) = 4n - 1$

Algoritmo2: $h(n) = 2n + 10^6$

En estas situaciones hay que considerar cuál es el algoritmo a utilizar teniendo en cuenta el tamaño de la entrada.

Eficiencia – Consideraciones generales

- Se tendrá en cuenta como una medida de eficiencia en cuanto al tiempo de ejecución **el número de operaciones elementales que emplea el algoritmo.**

- Una operación elemental **utiliza un tiempo constante para su ejecución,** independientemente del tipo de dato con el que trabaje.

- Se considera que cada operación elemental **se ejecuta en una unidad de tiempo.**

- Una operación elemental es
  - una asignación,
  - una comparación
  - una operación aritmética simple

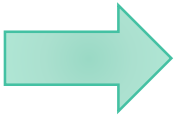
Eficiencia de Programas – Tiempo de Ejecución

Sentencias consecutivas

```
instruccion 1
instruccion 2
instrucción 3
```

For

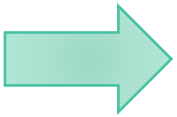
```
for i:= 1 to N do
  begin
     instruccion 1
     instruccion 2
  end;
```



N * MAX (tiempo de cada instrucción)

If

```
If (condicion) then
    instruccion 1
Else
    instruccion 2
```



MAX (tiempo if , tiempo else))

Eficiencia de Programas – Tiempo de Ejecución

Recordemos un ejemplo ya visto: Se necesita conocer la cantidad de veces que aparece la temperatura con valor 10 en un vector de temperaturas.

```
Type temperaturas = array [1..30] of real;

Function contar ( tem:temperaturas): integer;
Var i: 1..30; can10 : integer;
begin
  can10 := 0;
  {recorrido total del vector}
  For  i  := 1  to  30 do
    If  (tem [i] = 10 ) then  can10 := can10 + 1;
  contar := can10;
end.
```

¿Memoria utilizada por el módulo?

¿Tiempo empleado por el módulo?

Eficiencia – Análisis Teórico

- Cálculo Teórico del tiempo de ejecución:

```
Type temperaturas = array [1..30] of real;

Function contar ( tem:temperaturas): integer;
 Var i: 1..30; can10 : integer;
 begin
   can10 := 0;                          {1}
   {recorrido total del vector}
   For  i  := 1  to  30 do              {2}
     If (tem[i] = 10) then              {3}
                        can10 := can10 + 1; {4}
   contar := can10;                     {5}
 end.
```

- Las líneas {1} y {5} cuentan una unidad cada una, entonces tenemos **2**
- La línea {3} evalúa una condición, cuenta **1** unidad y la línea {4} cuenta **2** unidades. Por la tanto, cada vez que se ejecutan utilizan 3 unidades -> **3 * 30**
- La línea {2} tiene una inicialización, testeo de i <=30 e incremento de i, entonces **1** de la asignación, más **31** para todos los test y **30*2** para el incremento, entonces 1+ 31 + 60 = 92
- Total = 2 + 90 + 92 (como máximo!!!) ¿Por qué?

Eficiencia de Programas – Tiempo de Ejecución

Supongamos que disponemos de un módulo que calcula la suma de los n primeros números naturales.

¿Memoria?
¿Cantidad de operaciones?

```
Function sumar ( n : integer): integer;
  Var total: integer; i: integer;
  begin
    total := 0;                {1}
   For  i  := 1  to  n do      {2}
        total := total + i;    {3}
   sumar := total;             {4}
  end;
```

- {1} -> 1 asignación = 1 unidad de tiempo
- {4} → 1 asignación = 1 unidad de tiempo
- {3} → (1 asignación + 1 suma) * n = 2 * n
- {2} → una asignación (i:=1) + testeos de i<=n + incremento de i (i:= i+1)
  → 1 + (n + 1) + 2*n = 3*n + 2
- **T(N) ==> total = 1 + 1 + 2*n + 3*n + 2 = 5*n + 4 → O(n)**

Eficiencia de un Algoritmo

RETOMEMOS EL EJEMPLO DE OBTENER EL MÍNIMO M DE TRES NÚMEROS A, B Y C QUE SE LEEN.

HAY VARIOS CAMINOS PARA OBTENERLO:

Solución 1

```
m := a;
if b < m then m := b;
if c < m then m := c;
```

Solución 2

```
if a <= b then
            if a <= c then m := a
           else m := c
 else
     if b <= c then m := b
                 else  m := c
```

Calculemos la cantidad de operaciones que se realizan en ambas soluciones

Solución 1: en el peor de los casos, sumamos 5 operaciones

Solución 2: siempre 3 operaciones

Eficiencia de un Algoritmo

EJEMPLO DE EJERCICIO DE FINAL

Eficiencia

A) Calcular el tiempo de ejecución de este programa

B) Calcular la cantidad de memoria estática que se reserva

```
Programa Ejemplo;
Const dimf=20;
Type  rango=0..dimf;
        numeros = array [1..dimf]  of integer;
 Var     n: numeros;  i, dimL: rango; min: integer;
Begin
  Cargar (numeros, dimL) { se dispone y no debe considerarlo para el cálculo ni de A ni de B]
   min:=9999;
   for i:= 1 to DimL do
      if (n[i]< min) then  min:= n[i];
  writeln('El mínimo es: ', min); {no considerarlo para el tiempo de ejecución}
End.
```

Eficiencia

Programas Eficientes:

Se puede mejorar la eficiencia de los programas, observando algunas guías simples relacionadas con la eficiencia del código.

Un punto importante a tener en cuenta es no repetir cálculos innecesarios.

Es decir, podemos escribir:

```
t := x * x * x;
y := 1/(t-1) + 1/(t-2) + 1/(t-3) + 1/(t-4)
```

en lugar de

```
y:=1/(x*x*x-1) + 1/(x*x*x-2) +1/(x*x*x-3) + 1/(x*x*x-4)
```

REFLEXIONES FINALES

Los siguientes factores inciden en el tiempo de ejecución:

- Cantidad de datos de entrada
- Orden de los datos de entrada
- Cantidad de iteraciones

No incide de forma directa en la eficiencia:

- La modularización
- La cantidad de líneas del programa