

# Introducción al diseño de TADs 1

Ariel Bendersky<sup>1</sup>, Nicolás D'Ippolito<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Computación, FCEyN,  
Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Algoritmos y Estructuras de Datos II  
Segundo cuatrimestre de 2019

## (2) Hasta ahora...

- Nos preocupábamos por el *qué*, por ser *claros*.
- Hoy vamos a ver qué cosas hay que tener en cuenta cuando queremos pasar al *cómo*.
- Aprendamos de mi experiencia personal...

### (3) Yo quería...



## (4) Pero me dieron...



¿Qué falló?!

## (6) Cambio de mundos

- Hubo un cambio de mundos.
- Nuevos elementos.
- Lo mismo pasa en el software.

## (7) Más en concreto...

- Consideremos el TAD Conjunto.
- Veamos dos implementaciones posibles:
  - Un arreglo redimensionable.
    - Inserción (sin repetidos):  $O(n)$
    - Búsqueda:  $O(\log(n))$
  - Una secuencia.
    - Inserción (sin repetidos):  $O(1)$
    - Búsqueda:  $O(n)$
- ¿Cuál me conviene?
- Depende de qué necesite...

Lo que está claro es que no podemos pasar de la especificación al código directamente, necesitamos una *etapa intermedia*:


La etapa de **diseño**.



## (9) Diseño de tipos abstractos

Qué significa diseñar un tipo:

- A nivel conceptual:
  - Preocuparnos no ya del *qué* sino del *cómo*.
  - Cambiar de paradigma (del funcional al imperativo).
  - Resolver los problemas que surgen como consecuencia de eso.

 En un plano un poco más concreto...

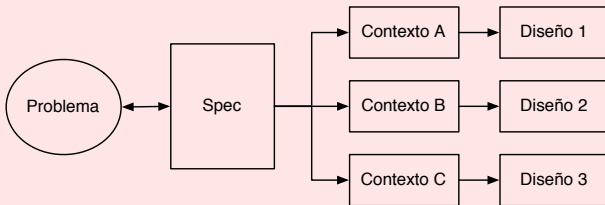
- Proveer una representación para los valores.
- Definir las funciones del tipo.
- Demostrar que eso es correcto.

## (10) Volvamos al conjunto

¿Cómo discriminamos entre las dos soluciones?

Contexto de uso y  
requerimientos de eficiencia. ⚠

### Ejemplo



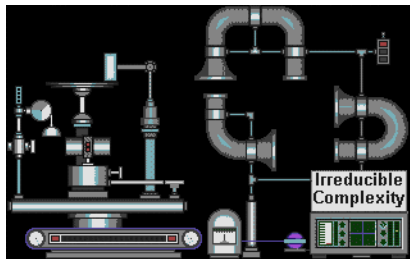
## (11) Más en concreto...

- Consideremos el TAD Conjunto.
- Veamos dos implementaciones posibles:
  - Un arreglo redimensionable.
    - Inserción (sin repetidos):  $O(n)$
    - Búsqueda:  $O(\log(n))$
  - Una secuencia.
    - Inserción (sin repetidos):  $O(1)$
    - Búsqueda:  $O(n)$
- ¿Cuál me conviene?
- Depende de qué necesite...

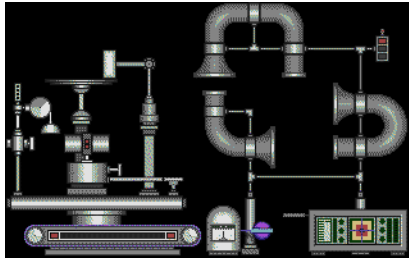
Analicemos conjunto sobre secuencia:  
No terminamos acá, de hecho tenemos  
un nuevo “problema” por resolver.  
¿Esto es realmente un problema?

## (13) Un poco de historia...

En 1960, una implementación se parecía más o menos a esto...

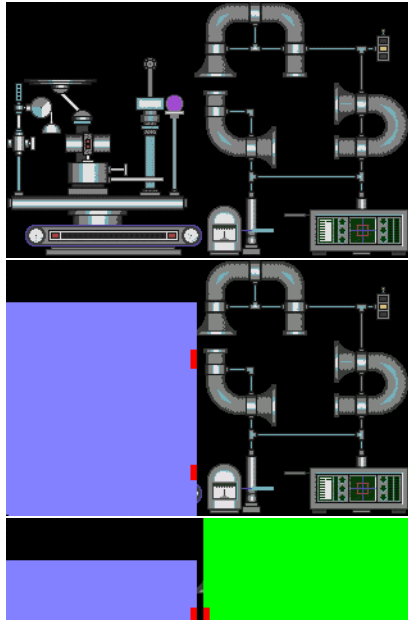


## (14) Varios problemas...

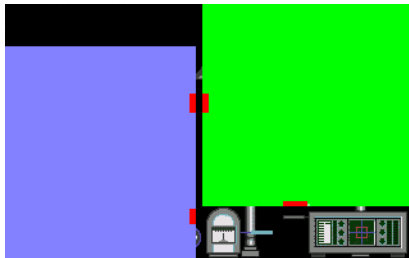


- Es complejo, difícil de entender.
- Las partes están muy interrelacionadas.
- Hay demasiada interacción entre las partes, lo que dificulta la comprensión.

## (15) Una visión alternativa...



## (16) Ventajas...



- ⚠ Cada fragmento presenta *interfaces claras*.
- Cada fragmento tiene una complejidad menor...
  - ...y permite concentrarnos en *subproblemas* más fáciles de resolver.



## (17) Método de diseño

⚠ Filosofía “top-down”.

⚠ Vamos a descomponer el problema en subproblemas.

- Técnicamente hablando, en módulos, que usarán a otros módulos.

⚠ Cada módulo dirá *qué hace y cuántos recursos necesita*, pero ocultará *cómo lo hace*.

### Interfaz de Conjunto (fragmento)

Agregar(inout C: conjunto(nat), in e: nat)  $O(1)$

$\{C \equiv C_0 \wedge e \notin C\}$

$\{C \equiv \text{Agregar}(C_0, e)\}$

Pertenece(in C: conjunto(nat), in e: nat)  $\rightarrow$  res: bool  $O(\#C)$

$\{true\}$

$\{res \equiv e \in C\}$

⚠ Con un enfoque iterativo.

## (18) Interfaz

- Lo que cada módulo da a conocer al mundo sobre sí se llama **interfaz**.
- En ella declara a qué tipo abstracto está implementando.
- Y para cada operación, describe:
  - Su signature.
  - Su pre y post condición (más sobre esto en un rato).
  - Su complejidad.
  - Otros aspectos que veremos más adelante.

## (19) ¡Momento!

- Si llamo a *Agregar*( $C, x$ ), ¿consumo  $|x|$  extra bytes? ¿Y si lo borro?
- Otra forma de preguntarse lo mismo: ¿el agregado es por copia o por referencia?
- Respuesta: miremos la especificación...
- ¿Qué sucede?
- Cambio de paradigma.

## (20) Paradigmas comparados

- Funcional vs. imperativo.
- Abstracto vs. concreto (¿es tan así?)
- Manchas sobre papel vs. ejecución que toma tiempo.



Parámetros formales vs. parámetros de entrada/salida.

- in: su valor no puede alterarse dentro de la función.
- inout: su valor sí puede alterarse dentro de la función. **Cuidado en la post.**
- out: ídem inout, pero su valor a la entrada no importa, y podría no estar definido. **Cuidado en la pre.**

## (21) Paradigmas comparados (cont.)

- Transparencia referencial.

### Transparencia referencial

Una expresión  $E$  es *referencialmente transparente* si cualquier subexpresión y su correspondiente valor (el resultado de evaluar la subexpresión) pueden ser intercambiados sin cambiar el valor de  $E$ .

Ejemplo: si  $f(x) := \{\text{return } x + 1\}$ ,  $f(4) + f(3)$  es ref. trans. Si  $f(x) := \{y = G(x + 1); G ++; \text{return } y\}$ , no.



### Transparencia referencial (definición práctica alternativa)

Una función es *referencialmente transparente* si su resultado sólo depende de sus parámetros explícitos.




## (22) Aliasing

- ⚠ *Aliasing* es la forma en la que se denomina a tener más de un nombre para la misma cosa.
- En concreto, dos punteros o referencias hacia el mismo objeto.
  - Debido a que el paradigma funcional tiene transparencia referencial, no teníamos este “problema”.
  - ¿Es malo?
- ⚠ No, pero *debe ser* documentado porque ¡es tan público como la complejidad! (Ver el apunte y la clase práctica.)

## (23) El sombrero como señal de respeto

- Analicemos:  $\text{Ag}(\text{inout } C: \text{conjunto}(\text{nat}), \text{in } e: \text{nat})$   
 $\{C \equiv C_0\} \{C \equiv \text{Agregar}(C_0, e)\}$
- Si  $C$  y  $e$  están “hechos de bits”, ¿qué significa  $\equiv$  ahí?
- Necesitamos a los términos “equivalentes” a  $C$  y  $e$  en el mundo funcional...
- Chapeau:  $\hat{C}$  y  $\hat{e}$ .

 Definición formal de  $\hat{\cdot}$ : lean el apunte.

## (24) Dónde estamos

- Vimos
  - La diferencia de mundos.
  - Cómo los requerimientos de eficiencia deciden la implementación.
  - La idea de diseño top-down.
  - El cambio de paradigma.
    - Aliasing
    - Sombrerito.
- Es decir, por qué es necesaria la etapa de diseño, qué cambios introduce y cuál es el lenguaje que usamos.
- Veremos
  - Cómo escribir un módulo.
  - Qué cosas debemos considerar.
  - Cómo verificar su relación con el TAD.