Relación de ejercicios tema 4: Clases en C++ (ampliación) y tema 5: Sobrecarga de operadores

Metodología de la programación, 2019-2020

Contenido:

1 Introducción **1**

2 Clases, constructores y destructores, métodos **1**

3 Clases y sobrecarga de operadores **5**

1 Introducción

Los ejercicios propuestos están relacionados con los conceptos de constructor, destructor, métodos de acceso a datos miembro, modularización, etc. Los ejercicios deben implementarse de forma completa, lo que implica que para cada uno de ellos debe existir:

- Un archivo **.h** con las declaraciones.
- Un archivo **.cpp** con la implementación.
- Un archivo **makefile** para generar el ejecutable.
- Una estructura de directorios similar a la usada en las prácticas, para que todos los elementos que constituyen el programa queden organizados de forma clara.

2 Clases, constructores y destructores, métodos

1. Implementa la clase Racional, destinada a soportar el trabajo con números fraccionarios de la forma **a/b**, siendo **a** y **b** números enteros. La representación usada será de dos datos miembro (numerador y denominador), en la que el *invariante de la representación* (las restricciones que cumplen los datos miembro) cumplirá que:

   - El denominador no puede ser nunca 0.
   - El denominador será siempre un número positivo.
   - El numerador puede ser positivo o negativo según sea positivo o negativo el número racional.
   - Numerador y denominador definen un racional irreducible (o sea, debe estar simplificado). Ayúdate para ello de un método privado para calcular el máximo común divisor usando el algoritmo de Euclides.

   Construye los siguientes métodos:

   (a) Constructor sin argumentos, para construir un objeto que represente al valor 0.

   (b) Constructor para crear un racional a partir de un número entero.

   (c) Constructor para crear un racional a partir de dos enteros: numerador y denominador.

   (d) Métodos para devolver los valores de numerador y denominador (`int getNumerador()` y `int getDenominador()`).

   (e) Método para devolver el número racional como un `double` (`double valorDouble()`)

(f) Piensa si es necesario implementar el constructor de copia y el destructor, e impleméntalos en caso positivo.

2. Amplía el ejercicio 15 del tema 2, sobre la clase **VectorSD** (array dinámico de enteros).

   En primer lugar añadiremos los siguientes métodos:

   (a) Constructor de copia.

   (b) Destructor.

   (c) Método para modificar el valor en la posición `i`. Si la posición no es correcta (no está entre 0 y el número de elementos menos 1) se lanzará una aserción.

   (d) Método para insertar un elemento en una posición determinada. Si la posición no es correcta se lanzará una aserción.

   (e) Método para borrar un elemento de una determinada posición. Si la posición no es correcta se lanzará una aserción.

   Implementa también una función externa a la clase (`ordenar()`) que ordene de menor a mayor los elementos de un array dinámico de la clase anterior.

   Modifica el programa `main` del ejercicio 15 del tema 2, para que se cree una copia del array leído, y luego sea ordenada con la función anterior. Fíjese que ahora no hay que llamar a la función `liberar()`:

```
#include <iostream>
#include <fstream> // ifstream
using namespace std;

int main(int argc, char* argv[])
{
   VectorSD v;
   if (argc==1)
      v.leer(cin);
   else {
      ifstream flujo(argv[1]);
      if (!flujo) {
         cerr << "Error: Fichero " << argv[1] << " no válido." << endl;
         return 1;
      }
      v.leer(flujo);
   }
   VectorSD vCopia(v); // creamos una copia de v
   ordenar(vCopia); // Ordenamos la copia

   cout << "Array original:" << endl;
   v.mostrar(cout);

   cout << "\nArray copia:" << endl;
   vCopia.mostrar(cout);
}
```

3. Implementa la clase `String` para el tratamiento de cadenas de caracteres de longitud variable. Esta clase será análoga a la clase `string` de la biblioteca de `C++`. Los caracteres se guardarán en un array dinámico de caracteres, acabado con el carácter `'\0'`. La representación de esta clase usará tres datos miembro:

   - `char *data`: array dinámico con los caracteres.
   - `char *fin`: puntero al final de la cadena (al carácter `'\0'`).
   - `int reservado`: espacio reservado para el array dinámico de caracteres (`data`).

   Implementa los siguientes constructores y métodos:

   (a) `String()`: Constructor por defecto, crea un string nulo.

   (b) `String(size_t n, char c)`: Rellena el string con `n` copias del carácter `c`.
   Nota: `size_t` es un tipo definido en `<cstddef>`, `<cstdio>`, `<cstdlib>`, `<cstring>`, `<ctime>` y `<cwchar>` como `unsigned int`, utilizado para representar el tamaño de cualquier objeto.

(c) `String(const char *s)`: Crea un string a partir del C-string apuntado por `s`.

(d) Constructor de copia.

(e) Destructor.

(f) Métodos consultores:

i. `size_t size() const`: Devuelve el número de caracteres del string (sin contar el `'\0'`).

ii. `size_t length() const`: Devuelve el número de caracteres del string (sin contar el `'\0'`).

iii. `size_t capacity() const`: Devuelve la capacidad del string, o sea, el número de caracteres reservados para el string en este momento, sin contar el `'\0'` (`reservado-1`).

iv. `const char* data() const`: Devuelve un puntero a un array de caracteres (C-string) que representa el valor actual en el string. El puntero devuelto apuntará al array interno del string usado. Al devolver **const char *** nos aseguramos que el string NO se puede modificar desde fuera de la clase.

v. `const char* c_str() const`: Idéntico al anterior.

vi. `size_t find (char c, size_t pos = 0) const`: Busca la primera ocurrencia del carácter `c` a partir de la posición `pos`. Si no se encuentra ninguna ocurrencia, se devuelve `String::npos`. `npos` es una constante estática con el valor más grande para un elemento de tipo `size_t`.
Añade a la clase el dato estático, `npos` asignándole el valor `-1`. Puesto que `size_t` es un tipo entero `unsigned`, el valor `-1` corresponde al valor más grande posible para ese tipo:
`static const size_t npos = -1;`

vii. `size_t find (const String& str, size_t pos = 0) const`: Busca la primera ocurrencia del string `str` a partir de la posición `pos` de este string.

(g) Métodos modificadores:

i. `void clear`: Borra todo el contenido de la cadena dejándola como cadena vacía.

ii. `void push_back (char c)`: Añade el carácter `c` al final de la cadena. Si la capacidad del string está agotada debe redimensionar su array dinámico a un tamaño igual a `2*capacity()+1`.

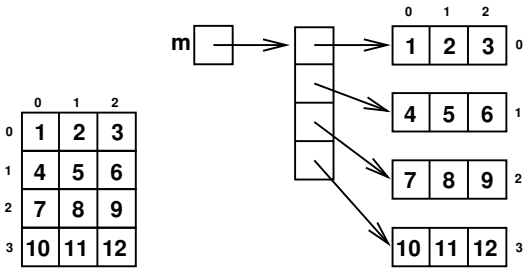
iii. `void resize(size_t n)` y `void resize (size_t n, char c)`: Redimensiona el tamaño del string a una longitud (`length()`) de `n` caracteres. Si `n` es más pequeño que el string actual, entonces este se acorta a los primeros `n` caracteres.
Si `n` es mayor que el tamaño del string actual, su contenido se alargará insertando al final tantos caracteres como se necesiten para alcanzar el tamaño `n`.
Si se proporciona el carácter `c`, los nuevos caracteres serán iguales a `c`; en caso contrario, serán iguales al carácter nulo (`'\0'`).

iv. `string& string::replace(size_t pos, size_t len, const String& str)`: Sustituye la porción del string que comienza en el carácter de la posición `pos` con el nuevo contenido `str`, y devuelve una referencia a él mismo (string modificado).
`len` especifica el número de caracteres a sustituir. Si el string `str` es más corto, se sustituirán tantos caracteres como sea posible. Un valor de `String::npos` indica que se sustituyan todos los caracteres hasta el final del string.
Nota: Ver en `http://www.cplusplus.com/reference/string/string/replace/` más posibilidades y ejemplos.

v. `string& erase (size_t pos = 0, size_t len = npos)`: Borra la porción del string que comienza en el carácter en la posición `pos` y contiene `len` caracteres (o hasta el final del string), en caso de que el contenido sea demasiado corto o si `len` es `String::npos`). Devuelve una referencia a él mismo (string modificado).

vi. `char& at (size_t pos)` y `const char& at (size_t pos) const`: Devuelve una referencia al carácter `pos` en el string.
El método comprueba automáticamente si `pos` es una posición válida del carácter en el string (o sea, si `pos` es menor que la longitud del string). En la versión de este método de la biblioteca de `C++` se lanza una excepción `out_of_range` si esto no se cumple. Nosotros usaremos una sentencia `assert` para comprobarlo:
`assert(0<=pos && pos<length()-1)`
En la versión constante del método, este devuelve un `const char&`. En caso contrario, devuelve un `char&`.

4. Amplía el ejercicio 18 del tema 2, sobre matrices bidimensionales dinámicas.



   En primer lugar añadiremos los siguientes métodos:

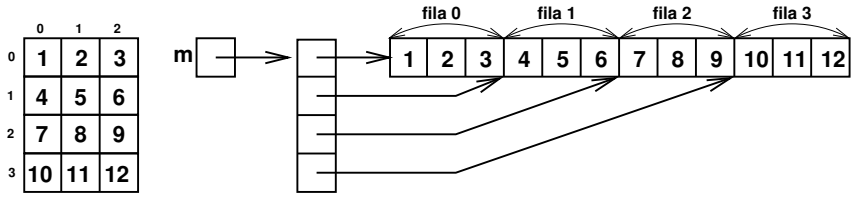
   (a) Constructor de copia.

   (b) Destructor.

   Implementa también una función externa a la clase (`buscarMaximo()`) que devuelva la fila y columna donde está el valor máximo de la matriz.

   Haz un programa que lea una matriz y escriba la fila y columna donde está el valor máximo, así como tal valor máximo.

5. Igual que en el ejercicio anterior, pero con otra estructura interna para almacenar los valores de la matriz (en este caso la clase será `Matriz2D_2`), tal y como se indica a continuación:



6. Implementa la clase **Lista** para trabajar con listas dinámicas (de tamaño arbitrario, y no definido a priori) de datos de tipo **TipoBase**. Cada nodo de la **Lista** estará enlazado con el siguiente. Se debe aportar la siguiente funcionalidad:

   (a) Constructor sin argumentos para crear una lista vacía.

   (b) Constructor de copia.

   (c) Destructor.

   (d) Método para devolver el número de elementos en la lista.

   (e) Método para devolver el elemento de un posición dada.

   (f) Método para modificar el elemento de una posición dada.

   (g) Método para insertar un elemento al principio.

   (h) Método para insertar un elemento en una posición dada.

   (i) Método para insertar un elemento al final.

   (j) Método para borrar un elemento en una posición dada.

7. Implementa la clase **Pila**: estructura de datos donde los elementos se acceden siguiendo una política **LIFO** (last in, first out). La clase debe proporcionar la siguiente funcionalidad:

   (a) Constructor sin argumentos, creando una pila vacía.

   (b) Constructor de copia.

   (c) Destructor.

(d) Método para añadir un valor a la pila.

(e) Método para extraer un valor de la pila (consultará el valor del elemento ubicado en la cima y lo elimina de la pila).

(f) Método para consultar si la pila está vacía.

(g) Método para consultar el valor del elemento ubicado en la cima de la pila sin borrarlo.

8. Igual que en el ejercicio anterior, pero en este caso para la clase **Cola** (la política de acceso es ahora **FIFO** (first in, first out)).

3 Clases y sobrecarga de operadores

Los ejercicios propuestos están relacionados con los anteriores, pero centrados ahora en los conceptos de constructor de copia y sobrecarga de operadores. Se trata aquí de añadir funcionalidad adicional a los ejercicios incluidos en la primera parte de la relación.

1. Amplía la clase **Racional** con las siguientes operaciones:

   (a) Sobrecarga de los operadores unarios `+` y `-`.

   (b) Sobrecarga de los operadores aritméticos binarios `+`, `-`, `*`, `/`, con el objeto de poder operar entre dos racionales y racionales con enteros (en cualquier orden).

   (c) Sobrecarga de los operadores aritméticos binarios `+=`, `-=`, `*=` y `/=`.

   (d) Sobrecarga de los operadores relacionales binarios `==`, `!=`, `<`, `>`, `>=` y `<=` para poder comparar racionales con racionales y racionales con enteros en cualquier orden.

   (e) Sobrescarga de los operadores `<<` y `>>` para insertar un número racional en un flujo y extraer un número racional de un flujo. La inserción/extracción se realiza de la siguiente forma: sea **r** un dato de la clase **Racional**:

   - Si **r** contiene el valor 3/5 entonces **cout** mostrará 3/5.
   - La ejecución de `cin >> r` hará que se lea una cadena de caracteres y se procese adecuadamente para separar numerador y denominador.

2. Amplía la clase **VectoSD** de la sección anterior, agregando:

   (a) Sobrecarga del operador de asignación (empleando código reutilizable).

   (b) Reescribe el destructor empleando código reutilizable.

   (c) Sobrecarga del operador `[]` para que sirva de operador de acceso a los elementos del vector, de forma que pueda actuar tanto como **lvalue** como **rvalue**.

   (d) Sobrecarga de los operadores relaciones binarios `==` y `!=` para comparar dos vectores dinámicos. Dos vectores serán iguales si tienen el mismo número de elementos y sus contenidos son idénticos (y ocupan las mismas posiciones).

   (e) Sobrecarga de los operadores relacionales binarios `>`, `<`, `>=` y `<=` para poder comparar dos vectores. Usar un criterio similar al que se sigue en la comparación de dos cadenas de caracteres clásicas (orden lexicográfico).

   (f) Considera una implementación nueva para redimensionar un vector: emplear los operadores binarios `+`, `-`, `+=` y `-=` de manera que, por ejemplo:

   - Si **v** es un vector, la instrucción `v = v+1` crea un nuevo vector con un elemento más, generado a partir del último sumando 1.
   - Si **v** es un vector, la instrucción `v2 = v+1` crea un vector dinámico con un elemento más que **v**, lo rellena a partir de **v** y agrega un elemento más tal y como se ha indicado en el punto anterior.
   - Si **v** es un vector, la instrucción `v -= 10` crea uno nuevo con 10 casillas menos que **v** (descarta las 10 últimas).

(g) Sobrecarga los operadores `<<` y `>>` para leer/escribir un vector dinámico. Para la implementación del operador `>>` leerá una secuencia indefinida de valores (separados por espacios), hasta que se introduzca el valor `*`. Los valores se leerán en una cadena de caracteres, y sólo se convertirán al tipo **TipoBase** cuando se verifique que son válidos para su almacenamiento (no se ha introducido el terminador (*)).

(h) Modifica el programa `main` del ejercicio 2 de la sección anterior, para hacer uso del operador de asignación y de los operadores de entrada y salida de un flujo (`>>` y `<<`).

```
#include <iostream>
#include <fstream> // ifstream
using namespace std;

int main(int argc, char* argv[])
{
   VectorSD v;
   VectorSD vCopia;

   if (argc==1)
      cin >> v;
   else {
      ifstream flujo(argv[1]);
      if (!flujo) {
         cerr << "Error: Fichero " << argv[1] << " no válido." << endl;
         return 1;
      }
      flujo >> v;
   }
   vCopia = v; // se usa operador de asignación
   ordenar(vCopia); // Ordenamos la copia

   cout << "Array original:" << endl;
   cout << v;

   cout << "\nArray copia:" << endl;
   cout << vCopia;
}
```

3. Amplia la clase `String` de la sección anterior, agregando:

(a) El operador `<` para comparar dos objetos `String`.

(b) `bool operator==(const string & izq, const string & dch)`: Operador de igualdad.

(c) Operador de suma, para crear un nuevo string con la concatenación de los caracteres del string `lhs` y los de `rhs`.

```
String operator+ (const String& lhs, const String& rhs); //string (1)
String operator+ (const String& lhs, const char*   rhs); // c-string (2)
string operator+ (const char*   lhs, const string& rhs); // c-string (2)
string operator+ (const string& lhs, char          rhs); // carácter (3)
string operator+ (char          lhs, const string& rhs); //carácter (3)
```

(d) Sobrecarga de los operadores de asignación.

```
string& operator= (const String & s);    // (1) String
string& operator= (const char* s);    //(2) c-string
```

(e) Operadores para añadir caracteres al final del string:

```
string& operator+= (const string& str); // string (1)
string& operator+= (const char* s); // c-string (2)
string& operator+= (char c); // carácter (3)
```

(f) Operadores corchete:

```
char& operator[] (size_t pos);    // (1) Versión no constante
const operator[] (size_t pos) const; // (2) Versión constante
```

(g) Operador de salida `ostream& operator<< (ostream& os, const String& str)`: Inserta la secuencia de carácteres del string en el flujo `os`.

(h) Operador de entrada `istream& operator>> (istream& is, String& str)`

Extrae un string desde el flujo de entrada `is`, almacenando la secuencia en `str`, que es sobreescrito (su contenido previo es reemplazado).

Cada carácter es añadido al string como si fuese llamado el método `push_back`.

Las operaciones de extracción usan los blancos como separadores. Por tanto, esta operación extraerá del flujo, solo lo que puede considerarse como una palabra.

4. Construye una clase `Poligono` que permitirá almacenar polígonos convexos, con un número de vértices cualquiera. Para cada vértice, usaremos la clase `Punto`:

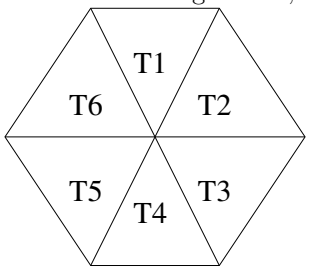
```
class Punto{
    double x;
    double y;
public:
    Punto(){x=0; y=0;};
    Punto(int x, int y){this->x=x; this->y=y};
    double getX(){return x;} const;
    double getY(){return y;} const;
    double setXY(int x, int y){this->x=x; this->y=y};
};
```

La clase `Poligono` guarda los vértices en un array dinámico de objetos `Punto` del tamaño justo para contener los vértices que tiene el polígono actualmente:

```
class Poligono{
    int nVertices;
    Punto *vertices;
public:
    Poligono();
    Poligono(int n);
    ~Poligono(); // destructor
    Poligono(const Poligono& otro); // constructor copia
    Poligono& operator=(const Poligono& otro); // op asignación
    int getNumeroVertices() const;
    Punto getVertice(int index) const;
    void addVertice(const Punto& v);
    double getPerimetro() const;
};
```

(a) Implementa los métodos de las clases `Punto` y `Poligono` indicados en las declaraciones anteriores.

(b) Añade el método `double getArea()` a la clase `Poligono` para calcular el área de un polígono. Para ello, tenga en cuenta que el área de un polígono puede calcularse mediante la suma de las áreas de un conjunto de triángulos que están inscritos en él. Los triángulos se obtienen uniendo los lados del polígono con un punto interior, mediante dos segmentos, tal como muestra la siguiente figura.



Para calcular el área de un tríangulo, añade una función externa al módulo `Poligono`: `double areaTriangulo(const Punto& pto1, const Punto& pto2, const Punto& pto3)`.

Se usará la siguiente fórmula para calcular el área:

$$area = \sqrt{T(T - S_1)(T - S_2)(T - S_3)}$$

$$T = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{2}$$

donde S_1, S_2 y S_3 son las longitudes de los lados del triángulo.

Debe implementarse también en la clase `Poligono` el método auxiliar:

`Punto getPuntoInterior()`

que devuelve un punto interior cualquiera del polígono. Este método puede implementarse como el punto medio de la recta entre dos vértices opuestos o bien simplemente devolviendo uno de los vértices del polígono, ya que un vértice es también un punto interior al `Poligono`.

(c) Sobrecarga el operador de salida (`<<`) para mostrar un objeto `Poligono` en un flujo de salida (muestra el número de vértices, y luego las coordenadas x e y de cada vértice). Por ejemplo, a continuación se muestra un polígono de 6 vértices:

```
6
4 12
10 12
14 6
10 0
4 0
0 6
```

(d) Sobrecarga el operador de entrada (`>>`) para leer un objeto `Poligono` de un flujo de entrada (en el formato del apartado anterior).

(e) Haz un programa que lea un Polígono almacenado en un fichero de texto pasado al programa como argumento de `main()` (o de la entrada estándar si no se proporciona el argumento), lo muestre en la salida estándar y calcule su área y perímetro.

5. Implementa la clase `Polinomio` usando un array dinámico de objetos `Monomio`. La clase `Monomio` representa un par: coeficiente del monomio (`int`) - valor (`double`). La representación usará un puntero al array dinámico, el número de monomios actualmente en el array y la capacidad del array dinámico.

```
class Monomio{
    int coeficiente;
    double valor;

public:
   ...
};

class Polinomio{
    int reservados; // Tamaño reservado actualmente en el array
    int nMonomios; // Número de monomios actualmente en el array
    Monomio *monomios; // Array dinámico de monomios ordenados por coeficiente
public:
   ...
```

El constructor por defecto creará un polinomio con capacidad para 10 monomios. Cuando se agote la capacidad, el array dinámico se redimensionará al doble de capacidad.

Los monomios deben estar colocados en el array dinámico en orden creciente del valor de los coeficientes.

6. Implementa la clase `Polinomio` usando una lista enlazada de objetos `Monomio`.

```
class Monomio{
    int coeficiente;
    double valor;

public:
   ...
};

struct Nodo{
    Monomio monomio;
```

```
    Nodo *sigMonomio;
};

class Polinomio{
    Nodo* monomios;

public:
   ...
}
```

7. Haz un programa que lea de un fichero de texto (o entrada estándar), una lista de polígonos, cada uno de ellos especificado según el ejercicio anterior y los vaya guardando en un objeto de la clase `ArrayPoligono`, que es un array dinámico de objetos `Poligono`. Tras leer los polígonos, el programa debe ordenar el array de menor a mayor según el área, y mostrar luego el área y perímetro de cada uno de ellos.

   La clase `ArrayPoligono` a utilizar tendrá la siguiente forma:

```
class ArrayPoligono{
    int reservados; // Tamaño reservado actualmente en el array
    int nPoligonos; // Número de polígonos actualmente en el array
    Poligono *poligonos;
public:
   ...
```

   Construye la clase `ArrayPoligono`, añadiendo los métodos necesarios (constructores, constructor de copia, destructor, operador de asignación, etc). El constructor por defecto reserva espacio para 4 polígonos. En el método para añadir un nuevo polígono, si el array está lleno, se realojará automáticamente un nuevo array del doble de tamaño al que tenga actualmente.

8. Amplía la clase `Matriz2D_1` con los siguientes métodos:

   (a) Operador de asignación, empleando código reutilizable.

   (b) Reescribe el destructor en base a la estrategia anterior.

   (c) Sobrecarga alternativa del operador de asignación, que recibe como argumento un dato de **TipoBase** e inicia toda la matriz al valor especificado.

   (d) Sobrecarga del operador `()` para que sirva de operador de acceso a los elementos de la matriz y pueda actuar como **lvalue** y **rvalue**.

   (e) Sobrecarga los operadores unarios `+` y `-`.

   (f) Sobrecarga los operadores relacionales binarios `==` y `!=` para poder comparar matrices dinámicas: para la igualdad han de contener el mismo número de filas y columnas y mismos valores en cada posición.

   (g) Sobrecarga el operador `<<` para mostrar el contenido de la matriz.

9. Igual que en el ejercicio anterior, pero para la clase `Matriz2D_2`.

10. Amplía la clase **Lista** (de datos **TipoBase**) con los siguientes métodos:

    (a) Operador de asignación, empleando código reutilizable. Reescribe el destructor en base a esta estrategia.

    (b) Sobrecarga del operador `[]` para que sirva de operador de acceso a los elementos de la lista y pueda actua tanto como **lvalue** como **rvalue**. El índice hace referencia a la posición, de tal manera que 1 indica el primer nodo, 2 el segundo, etc.

    (c) Sobrecarga de los operadores `<<` y `>>` para leer/escribir una lista.

    - Para la implementación del operador `>>` leerá una secuencia indefinida de valores, hasta que se introduzca el valor `*`. Los valores se leerán en una cadena de caracteres, y sólo se convertirán al tipo **TipoBase** cuando se verifique que son válidos para su almacenamiento (no se ha introducido el terminador `*`).
    - El nuevo valor siempre se guardará al final.

11. Amplía la clase **Pila** (de datos **TipoBase**) con los siguientes métodos:
    (a) Operador de asignación, mediante código reutilizable.
    (b) Reescribe el destructor en base a la estrategia anterior.
    (c) Sobrecarga el operador `<<`.

12. Amplía la clase **Cola** (de datos **TipoBase**) con los siguientes métodos:
    (a) Operador de asignación, mediante código reutilizable.
    (b) Reescribe el destructor en base a la estrategia anterior.
    (c) Sobrecarga el operador `<<`.

13. Implementa la clase **Conjunto**, de forma que permita manipular un conjunto de elementos de tipo **TipoBase**. Para la representación interna de los elementos del conjunto, usad una lista de celdas enlazadas, que debería mantenerse ordenada para facilitar su tratamiento. Las operaciones con que cuenta son:
    (a) Constructor sin argumentos que crea un conjunto vacío.
    (b) Constructor con un argumento, de tipo **TipoBase**: crea un conjunto con el elemento proporcionado como argumento.
    (c) Constructor de copia (empleando código reutilizable).
    (d) Destructor (empleando código reutilizable).
    (e) Método para consultar si el conjunto está vacío.
    (f) Sobrecarga del operador de asignación (empleando código reutilizable).
    (g) Método que devuelva el número de elementos en el conjunto.
    (h) Método para determinar sin un valor **TipoBase** pertenece al conjunto.
    (i) Sobrecarga de los operadores `>>` y `<<`.
        - Para `<<` se leerá una secuencia indefinida de valores hasta la introducción del valor `*`. Los valores se leerán en una cadena de caracteres y sólo se convierten a **TipoBase** cuando se haya comprobado su validez (no se ha introducido el terminador `*`).
        - No se permiten elementos repetidos.
    (j) Sobrecarga de los operadores `==` y `!=` para comparar conjuntos. Dos conjuntos son iguales si tienen el mismo número de elementos y éstos son idénticos (independientemente de su posición).
    (k) Sobrecarga del operador binario `+` para calcular la unión de dos conjuntos. La operación responde a los siguientes criterios:
        - Si a y b son conjuntos, `a+b` será otro dato de tipo `Conjunto` que contendrá todos los elementos de ambos, sin los elementos repetidos, o sea $a \cup b$.
        - Si a es un conjunto y v es un valor de **TipoBase**, `a+v` será otro dato de tipo `Conjunto` que contendrá $a \cup \{v\}$.
        - Si a es un conjunto y v es un valor de **TipoBase**, `v+a` será otro dato de tipo `Conjunto` que contendrá $\{v\} \cup a$.
    (l) Sobrecarga el operador binario $-$ para calcular la diferencia de conjuntos de forma similar al anterior:
        - Si a y b son conjuntos, `a-b` será otro dato de tipo `Conjunto` que contendrá el resultado de quitar de a los elementos que están en b, o sea $a - b$.
        - Si a es un conjunto y v es un valor de **TipoBase**, `a-v` será otro dato de tipo `Conjunto` que contendrá $a - \{v\}$.
    (m) Sobrecarga el operador binario $*$ para calcular la intersección de dos conjuntos. La operación responde a los siguientes criterios:
        - Si a y b son conjuntos, `a*b` será otro dato de tipo `Conjunto` que contendrá $a \cap b$.
        - Si a es un conjunto y v es un valor de **TipoBase**, `a*v` será otro dato de tipo `Conjunto` que contendrá $a \cap \{v\}$.
        - Si a es un conjunto y v es un valor de **TipoBase**, `v*a` será otro dato de tipo `Conjunto` que contendrá $\{v\} \cap a$.