



### 1. Representación canónica de números racionales

Un número racional se representa como un cociente de dos enteros, denominados numerador y denominador. El denominador no puede ser igual a 0. Ejemplos de números racionales:

$$\frac{1}{3}, \frac{7}{5}, \frac{-2}{17}, \frac{4}{-9}, \frac{-2}{-3}$$

Dado un número racional, hay un número infinito de números racionales equivalentes a él:

$$\frac{-1}{3} = \frac{1}{-3} = \frac{-2}{6} = \frac{2}{-6} = \frac{-3}{9} = \frac{3}{-9} = \frac{-4}{12} = \frac{4}{-12} = \dots$$

Se denomina *representante canónico* de un conjunto de números racionales equivalentes a aquel cuyo denominador es positivo y su numerador y denominador son primos entre sí. En el ejemplo anterior, el representante canónico del conjunto es el racional  $\frac{-1}{3}$ .

Dado un número racional, interesará sustituirlo por un racional equivalente que sea el representante canónico del conjunto de racionales equivalentes al primero. Esta operación la denominaremos *reducción del racional*, obteniendo como resultado su representante canónico.

Dado el siguiente fichero de interfaz (racional.hpp) de un módulo denominado racional, se debe:

- Definir un tipo denominado Racional, que permita representar números racionales.
- Completar el código de las funciones del módulo racional, en su correspondiente fichero de implementación racional.cpp.
- Añadir un módulo principal con una función main que, para comprobar el funcionamiento del módulo, escriba en la pantalla el racional  $\frac{9}{8}$  resultante de realizar la siguiente operación:  $\left[\left(\frac{2}{4} + \frac{1}{6}\right) - \frac{8}{3}\right] \times \left(\frac{6}{8} \div \frac{4}{-3}\right)$ .

```
/*
 * Representación de números racionales.
 */
struct Racional {
    ...
};

/*
 * Pre: denominador ≠ 0
 * Post: Ha devuelto un registro de tipo Racional cuyo valor es el representante canónico de la
 *       fracción numerador/denominador.
 */
Racional definirRacional(const int numerador, const int denominador);

/*
 * Pre: «a» y «b» son racionales válidos (a.denominador ≠ 0 y b.denominador ≠ 0).
 * Post: Devuelve el representante canónico de a + b.
 */
Racional sumar(const Racional a, const Racional b);

/*
 * Pre: «a» y «b» son racionales válidos (a.denominador ≠ 0 y b.denominador ≠ 0).
 * Post: Devuelve el representante canónico de a - b.
 */
Racional restar(const Racional a, const Racional b);

/*
 * Pre: «a» es un racional válido (a.denominador ≠ 0).
 * Post: Devuelve el representante canónico de -a.
 */
Racional opuesto(const Racional a);
```



```
/*
 * Pre: «a» y «b» son racionales válidos (a.denominador ≠ 0 y b.denominador ≠ 0).
 * Post: Devuelve el representante canónico de a × b.
 */
Racional multiplicar(const Racional a, const Racional b);

/*
 * Pre: «a» y «b» son racionales válidos (a.denominador ≠ 0 y b.denominador ≠ 0) y b ≠ 0.
 * Post: Devuelve el representante canónico de a ÷ b.
 */
Racional dividir(const Racional a, const Racional b);

/* Pre: «a» es un racional válido (a.denominador ≠ 0) y a ≠ 0.
 * Post: Devuelve el representante canónico de 1/a
 */
Racional inverso(const Racional a);

/* Pre: «a» es un racional válido (a.denominador ≠ 0).
 * Post: Ha devuelto el valor real de «a»
 */
double valorReal(const Racional a);

/* Pre: «a» es un racional válido (a.denominador ≠ 0).
 * Post: Ha escrito el racional «a» en la pantalla.
 */
void escribir(const Racional a);

/* Pre: «a» y «b» son racionales válidos (a.denominador ≠ 0 y b.denominador ≠ 0).
 * Post: Ha devuelto true si y solo si los racionales «a» y «b» son iguales.
 */
bool sonIguales(const Racional a, const Racional b);
```

## 2. Representación parcial de permisos de conducción

Los problemas planteados en esta parte de la clase van a utilizar registros de un tipo denominado Permiso, que representan información relativa a permisos de conducir. En este conjunto de problemas planteados, vamos a considerar **únicamente** la siguiente información asociada a los permisos de conducir:

- El nombre completo del conductor o conductora.
- Su antigüedad, expresada como una cantidad entera de meses completos contados desde el día de su expedición.
- El historial de movimientos del número de puntos asociados al permiso: se desea tener constancia del número inicial de puntos asociados al permiso cuando este fue expedido y de las cuantías en puntos de las sucesivas bonificaciones y sanciones que la persona propietaria del mismo haya tenido.

Por ejemplo, consideremos una persona a la que le expidieron su permiso como novel en enero del año 2000 con 8 puntos. En 2002 fue bonificado con 4 puntos; en 2005, con 2 puntos más. En enero 2008 fue bonificado de nuevo con 1 punto y, 7 meses después, sancionado con 6 puntos. En el historial de movimientos del dato de tipo Permiso de esta persona, estaríamos interesados en almacenar los datos enteros {8, 4, 2, 1, -6}.

De momento, no se desea almacenar información sobre las fechas en las que se produjeron las bonificaciones o las sanciones, aunque no se descarta para un futuro.

Se estima que ningún conductor va a tener más de 200 movimientos en su historial de puntos durante toda la vigencia de su permiso de conducción.

### Definición del tipo

Sin mirar la solución que aparece más abajo, define el tipo denominado Permiso para que las variables de dicho tipo puedan reflejar la información previamente comentada.



### Implementación de un módulo denominado permiso

A continuación, se muestra el fichero de cabecera (permiso.hpp) de un módulo denominado permiso, que incluye la definición del tipo Permiso y algunas funciones para trabajar con registros de tipo Permiso. Se pide el código del fichero de implementación (permiso.cpp) del módulo permiso.

```
#include <string>
using namespace std;

/*
 * Estimación del máximo número de movimientos del historial de puntos
 */
const unsigned MAX_NUM_MOVIMIENTOS = 200;

/*
 * Los registros de tipo Permiso representan (de forma muy parcial) permisos de conducir por
 * puntos. Únicamente tenemos en cuenta el nombre del conductor, su antigüedad en meses y el
 * historial de puntos (asignación inicial, bonificaciones y sanciones).
 */
struct Permiso {
    string nombreCompleto;
    unsigned antigüedadMeses;
    int movimientos[MAX_NUM_MOVIMIENTOS];
    unsigned numMovimientos;
    // Aquí iría la definición de campos para otra información como
    // DNI, fecha de expedición, tipo de carnet, ...
};

/*
 * Pre: ---
 * Post: Ha inicializado el permiso «p» de forma que representa el permiso de conducir de una
 *       persona llamada «nombre» que acaba de obtenerlo, es decir, el permiso de esa persona irá
 *       a su nombre, tendrá una antigüedad de 0 meses y un único movimiento en su historial
 *       correspondiente a la asignación inicial de 8 puntos. */
void inicializarComoNuevo(Permiso& p, const string nombre);

/*
 * Pre: ---
 * Post: Ha devuelto «true» si y solo si el titular del permiso «p» es un conductor novel.
 */
bool esNovel(const Permiso& p);

/*
 * Pre: ---
 * Post: Ha devuelto la cantidad de puntos asociados al permiso de conducir «p».
 */
int puntos(const Permiso& p);

/*
 * Pre: 0 < sancion <= 6
 * Post: Ha registrado entre Los movimientos de puntos del permiso «p» una
 *       sanción de «sancion» puntos.
 */
void registrarSancion(Permiso& p, const unsigned sancion);

/*
 * Pre: bonificacion > 0
 * Post: Ha registrado entre Los movimientos de puntos del permiso «p» una bonificación de
 *       «bonificacion» puntos o inferior, en el caso de que se sobrepasara la cantidad legal
 *       máxima de 15 puntos.
 */
void registrarBonificacion(Permiso& p, const unsigned bonificacion);
```