

Apellidos,  
Nombre

DNI

La puntuación total del examen es de 10 puntos. Para aprobar será necesario un mínimo de 5 puntos.  
Para todas las funciones que definas, indica además su tipo.

1) Considera el siguiente tipo para representar árboles generales:

```
data Árbol a = Vacío | Nodo a [Árbol a] deriving Show
```

- a) (1 *punto*) Escribe una función recursiva `cuántosPares` que devuelva cuántos nodos de un árbol de enteros (que se pase como parámetro) son pares.
- b) (1 *punto*) Para generalizar la función anterior, escribe una función polimórfica de orden superior `cuántos`, que devuelva cuántos nodos de un árbol cumplen una propiedad que se pase como parámetro.
- c) (1 *punto*) Usando la función `cuántos` del apartado anterior, define:
  - Una función que cuente el número de nodos pares de un árbol de enteros.
  - Una función que cuente el número de nodos `True` en un árbol de booleanos.

2) Las funciones `all` y `and` se encuentran predefinidas del siguiente modo:

```
and      = foldr (&&) True
all p    = and . map p
```

- a) (1 *punto*) ¿Cuál es el tipo polimórfico de estas funciones?

Sea el siguiente tipo para representar matrices de números reales como listas de listas, donde cada sublista corresponde a una fila de la matriz:

```
type Fila = [ Float ]
type Matriz = [ Fila ]
```

- b) Diremos que una matriz es *simétrica según el eje vertical*, si todas sus filas son palíndromos (se leen igual de izquierda a derecha que al revés). Por ejemplo, las siguientes matrices son simétricas según el eje vertical:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 3 & 7 & 7 & 3 \\ 4 & 1 & 1 & 4 \\ 5 & 5 & 5 & 5 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 5 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 4 & 7 & 4 \end{pmatrix}$$

Escribe una función `esSimVert`, que dada una `Matriz` compruebe si es simétrica según el eje vertical. La puntuación de este apartado será de (1.5 *puntos*) si se define la función usando `all`, o (1 *punto*) si se define de otro modo.

- c) Diremos que una matriz es *simétrica según el eje horizontal*, si todas sus columnas son palíndromos (se leen igual de izquierda a derecha que al revés). Por ejemplo, las siguientes matrices son simétricas según el eje horizontal:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 3 & 7 & 9 & 9 \\ 3 & 7 & 9 & 9 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 5 & 3 \\ 2 & 2 & 4 \\ 1 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

Escribe una función `esSimHor`, que dada una `Matriz` compruebe si es simétrica según el eje horizontal. La puntuación de este apartado será de (2 *puntos*) si se define la función usando `all`, o (1.5 *puntos*) si se define de otro modo.

- 3)** (2.5 *puntos*) Usando el método de ordenación rápida (*quick sort*), define una función que ordene **descendentemente** (es decir, de mayor a menor) una lista que tome como parámetro.

**NOTA:** en clase se explicó una versión que ordena la lista de modo ascendente (de menor a mayor).