

## Práctica 3: Computación con membranas

Computabilidad y Complejidad (3CO21)  
Antoni Mestre Gascón - [anmesgas@inf.upv.es](mailto:anmesgas@inf.upv.es)  
Mario Campos Mocholí - [macammoc@inf.upv.es](mailto:macammoc@inf.upv.es)

### 1

**Especifique el conjunto de naturales calculado por cada uno de los siguientes sistemas P.**

#### 1.a

El sistema P está formado por 3 membranas, siendo en la número 1 donde se obtiene el resultado de la computación.

Inicialmente solo hay objetos en la membrana 3, siendo aquí donde se inicie la computación. En cada ciclo de aplicación de las reglas sustituimos cada  $f$  del objeto por dos símbolos  $f$  y añadimos, por cada símbolo  $a$ , un símbolo  $b$ . En esta última aplicación de regla puede que únicamente se añada una  $b$ , en cuyo caso se vuelve a aplicar todas las reglas posibles sobre el nuevo objeto, pero también puede suceder (por la segunda regla) que se disuelva la membrana. En este caso el objeto de la membrana 3 pasaría a la membrana 2 y las reglas de la membrana 3 serían eliminadas. Una vez disuelta la membrana 3 se obtiene un objeto que únicamente cuenta con símbolos  $b$  y  $f$ , en concreto, tantos símbolos  $f$  como  $2^{|b|}$  de símbolos  $b$  haya.

En esta segunda membrana se van sustituyendo pares de  $f$  por  $f$ , cambiando las  $b$  por símbolos  $d$  y los símbolos  $d$  por pares  $de$ . Cuando queda únicamente una  $f$  en el objeto, se elimina y se disuelve la membrana 2. El objeto que hereda la membrana 1 únicamente tiene símbolos  $d$  y  $e$ . Los primeros son expulsados al exterior de la membrana, quedando como resultado tantos símbolos  $e$  como símbolos  $b^2$  habían al disolver la membrana 3.

Por tanto, el subconjunto de naturales que calcula este sistema P es el de los cuadrados de los naturales.

#### 1.b

El sistema P está formado por dos membranas, siendo en la número 2 donde se obtiene el resultado de la computación.

El sistema calcula el conjunto de los múltiplos de 2 y de 4, representados por los símbolos  $b$  y  $c$  respectivamente. Esto se consigue con las reglas de la membrana 1. La primera sustituye cada símbolo  $a$  por  $abcc$ , introduciéndose  $bcc$  en la membrana 2.

Si la regla que se aplica es la 2, se expulsa fuera cada símbolo  $a$ , y se termina la computación, pues el sistema se quedaría sin objetos sobre los que aplicar las reglas.

**2**

Dado el siguiente sistema **P**, establezca cuándo el sistema calcula como salida “s” y cuándo calcula como salida “n” (considere la región número 3 como la de salida).

Considerando la región de salida la número 3, obtenemos que:

$$\text{Sistema } P \text{ computa } \begin{cases} n, & \text{si } k > 0 \wedge n \% k \neq 0 \\ s, & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

El sistema computa el símbolo  $n$  cuando  $k$  es mayor que 0 y a su vez  $n$  no es múltiplo de  $k$ .

Por otra parte, computa el símbolo  $s$  con cualquier otra configuración de parámetros.