

Ejercicio 1.- Extender la especificación básica del TAD árboles binarios con las operaciones para poder hacer:

- $\text{num_nodos: } a_bin \rightarrow \text{natural}$, para conseguir el número de nodos en total que hay en un árbol binario;
- $\text{num_hojas: } a_bin \rightarrow \text{natural}$, para calcular la cantidad de hojas que tiene un árbol binario;
- $\text{num_padre_de_2: } a_bin \rightarrow a_bin$, que obtiene cuántos nodos tienen dos hijos no vacíos.

Ejercicio 2.- Extender la especificación básica del TAD árboles binarios de naturales, añadiendo las operaciones siguientes:

- $\text{igual_cantidad?: } a_bin \ a_bin \rightarrow \text{bool}$, detecta si dos árboles binarios tienen la misma cantidad de nodos;
- $\text{igual_forma?: } a_bin \ a_bin \rightarrow \text{bool}$, que comprueba si dos árboles binarios tienen la misma forma;
- $\text{suma_árboles: } a_bin \ a_bin \rightarrow \text{bool}$, que recibe dos árboles binarios de naturales y si tienen la misma forma genera el árbol resultante de sumar los valores de los nodos que ocupan el mismo lugar relativo en cada uno de ellos;
- $\text{cuenta_veces: } a_bin \ a_bin \rightarrow \text{natural}$, que recibe dos árboles binarios y devuelve la cantidad de veces que aparecen los nodos del primero en cualquier posición del segundo.

Ejercicio 3.- Extender la especificación básica del TAD árboles binarios de naturales, añadiendo las operaciones siguientes:

- a) $\text{minimo: } \text{árbol} \rightarrow \text{natural}$, que devuelve el valor mínimo en el árbol.
- b) $\text{suma_camino?: } \text{natural } \text{árbol} \rightarrow \text{bool}$, que comprueba si, comenzando en la raíz del árbol, existe un camino tal que la suma de los nodos del árbol sea la dada.

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS EJERCICIOS

EJERCICIO 1	SI	NO
1. Los algoritmos utilizan únicamente las operaciones del TAD ARBOL BINARIO. En el caso de usar otras operaciones auxiliares, estas se han definido previamente.		
2. En la operación que calcula el número de nodos, se han tenido en cuenta todos los casos: árbol vacío (devuelve cero) y árbol no vacío (devuelve 1 más el número de nodos del hijo izquierdo más el número de nodos del hijo derecho).		
3. En la operación que calcula el número de hojas, el algoritmo tiene en cuenta todos los casos: árbol vacío, árbol no vacío pero con los dos subárboles hijos vacíos, y árbol con al menos uno de los subárboles hijos no vacíos.		
4. En la operación que calcula el número de padres de dos hijos, el algoritmo tiene en cuenta todos los casos: árbol vacío y árbol no vacío con al menos uno de los dos subárboles hijos vacíos y árbol no vacío con ambos subárboles hijos no vacíos.		

EJERCICIO 2	SI	NO
1. Los algoritmos utilizan únicamente las operaciones del TAD ARBOL BINARIO. En el caso de usar otras operaciones auxiliares, estas se han definido previamente.		
2. En la operación que comprueba si dos ABB tienen el mismo número de nodos se ha utilizado la operación auxiliar para contar el número de nodos de un ABB, implementada en el ejercicio 1, para comparar el número de nodos de ambos árboles.		
3. En la operación que comprueba si dos ABB tienen igual forma se han tenido en cuenta todos los casos: ambos árboles son vacíos, ambos árboles son no vacíos pero sus hijos son vacíos, ambos árboles son no vacíos y solo su hijo izquierdo es no vacío, ambos árboles son no vacíos y solo su hijo derecho es no vacío, ambos árboles son no vacíos y sus hijos izquierdo y derecho son no vacíos.		
4. En la operación que comprueba si dos ABB tienen igual forma se han evitado comprobaciones innecesarias, el algoritmo termina cuando se comprueba que la forma es diferente.		
5. En la operación que suma dos ABB de naturales, de igual forma, el ABB generado tiene la misma forma que los primeros (considerando todos los casos posibles) y sus nodos contienen la suma de los nodos de los árboles dados.		
6. En la operación que cuenta las veces que los nodos de un ABB están en otro ABB se ha utilizado una operación auxiliar para comprobar si un elemento está en un ABB dado. En ambas operaciones se han considerado todos los casos (el ABB puede estar vacío, o tener ambos subárboles hijos vacíos o solo uno de los subárboles hijos no vacíos o ambos subárboles hijos no vacíos).		

EJERCICIO 3	SI	NO
1. Los algoritmos utilizan únicamente las operaciones del TAD ARBOL BINARIO. En el caso de usar otras operaciones auxiliares, estas se han definido previamente.		
2. En la operación que devuelve el valor mínimo almacenado en el ABB se han tenido en cuenta todos los casos: el árbol puede estar vacío, puede tener uno o dos hijos o ser una hoja.		
3. En la operación que devuelve el valor mínimo almacenado en el ABB se recorren todos los nodos del árbol, para comparar sus valores y obtener el menor.		
4. En la operación que busca un camino cuyos nodos sumen el natural dado se han considerado todos los casos: el árbol puede estar vacío, puede tener uno o dos hijos o ser una hoja.		
5. En la operación que busca un camino cuyos nodos sumen el natural dado se han evitado comprobaciones innecesarias, es decir, en caso de encontrar un camino el algoritmo termina.		