

# Algoritmos y Estructura de Datos II

Primer cuatrimestre 2014

Departamento de Computación  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires

## Trabajo Practico 2

### Grupo 10

Integrante	LU	Correo electrónico
Lucía, Parral	162/13	luciaparral@gmail.com
Nicolás, Roulet		
Pablo Nicolás, Gomez		
Guido Joaquin, Tamborindeguy		

### Reservado para la cátedra

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		

# Índice

<b>1. Módulo Wolfie</b>	<b>3</b>
1.1. Interfaz	3
1.1.1. Parámetros formales	3
1.1.2. Operaciones básicas de wolfie	3
1.2. Representación	4
1.2.1. Representación de wolfie	4
<b>2. Módulo DicionarioTrie(alpha)</b>	<b>6</b>
2.1. Interfaz	6
2.1.1. Parámetros formales	6
2.1.2. Operaciones básicas de Dicionario String( $\alpha$ )	6
2.1.3. Operaciones básicas del iterador de claves de Dicionario String( $\alpha$ )	6
2.2. Representación	7
2.2.1. Representación del Dicionario String( $\alpha$ )	7
2.2.2. Operaciones auxiliares del invariante de Representación	7
2.2.3. Representación del iterador de claves de Dicionario String( $\alpha$ )	8
2.3. Algoritmos	8

# 1. Módulo Wolfie

## 1.1. Interfaz

### 1.1.1. Parámetros formales

**géneros**    wolfie

**se explica con:** WOLFIE.

### 1.1.2. Operaciones básicas de wolfie

**CLIENTES**(**in**  $w$ : wolfie)  $\rightarrow res$ : itUni(cliente)  
**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$   
**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{crearIt}(\text{clientes}(w))\}$   
**Complejidad:**  $\Theta(1)$   
**Descripcion:** Devuelve un iterador a los clientes de un wolfie.

**TÍTULOS**(**in**  $w$ : wolfie)  $\rightarrow res$ : itUni(título)  
**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$   
**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{crearItUni}(\text{títulos}(w))\}$   
**Complejidad:**  $\Theta(1)$   
**Descripcion:** Devuelve un iterador a los títulos de un wolfie.

**PROMESASDE**(**in**  $c$ : cliente, **in**  $w$ : wolfie)  $\rightarrow res$ : itPromesa(promesa)  
**Pre**  $\equiv \{c \in \text{clientes}(w)\}$   
**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{crearItUni}(\text{promesasDe}(c, w))\}$   
**Complejidad:**  $\Theta(T \cdot C \cdot |max\_nt|)$   
**Descripcion:** Devuelve un iterador a las promesas de un wolfie

**ACCIONESPORCLIENTE**(**in**  $c$ : cliente, **in**  $nt$ : nombreTítulo, **in**  $w$ : wolfie)  $\rightarrow res$ : nat  
**Pre**  $\equiv \{c \in \text{clientes}(w) \wedge (\exists t:\text{título}) (t \in \text{títulos}(w) \wedge \text{nombre}(t) = nt)\}$   
**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{accionesPorCliente}(c, nt, w)\}$   
**Complejidad:**  $\Theta(\log(C) + |nt|)$   
**Descripcion:** Devuelve la cantidad de acciones que un cliente posee de un determinado título.

**INAUGURARWOLFIE**(**in**  $cs$ : conj(cliente))  $\rightarrow res$ : wolfie  
**Pre**  $\equiv \{\neg \emptyset?(cs)\}$   
**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{inaugurarWolfie}(cs)\}$   
**Complejidad:**  $\Theta(\#(cs)^2)$   
**Descripcion:** Crea un nuevo wolfie a partir de un conjunto de clientes.

**AGREGARTÍTULO**(**in**  $t$ : título, **in/out**  $w$ : wolfie)  $\rightarrow res$ : wolfie  
**Pre**  $\equiv \{w_0 =_{\text{obs}} w \wedge (\forall t2:\text{título}) (t2 \in \text{títulos}(w) \Rightarrow \text{nombre}(t) \neq \text{nombre}(t2))\}$   
**Post**  $\equiv \{w =_{\text{obs}} \text{agregarTítulo}(t, w_0)\}$   
**Complejidad:**  $\Theta(|\text{nombre}(t)| + C)$  **ACTUALIZARCOTIZACIÓN**(**in**  $nt$ : nombreTítulo, **in**  $cot$ : nat, **in/out**  $w$ : wolfie)  $\rightarrow res$ : wolfie  
**Pre**  $\equiv \{w_0 =_{\text{obs}} w \wedge (\exists t:\text{título}) (t \in \text{títulos}(w) \wedge \text{nombre}(t) = nt)\}$   
**Post**  $\equiv \{w =_{\text{obs}} \text{actualizarCotización}(nt, cot, w_0)\}$   
**Complejidad:**  $\Theta(C \cdot |nt| + C \cdot \log(C))$   
**Descripcion:** Cambia la cotización de un determinado título. Esta operación genera que se desencadene el cumplimiento de promesas (según corresponda): primero de venta y luego, de compra, según el orden descendente de cantidad de acciones por título de cada cliente.

**AGREGARPROMESA**(**in**  $c$ : cliente, **in**  $p$ : promesa, **in/out**  $w$ : wolfie)  $\rightarrow res$ : wolfie  
**Pre**  $\equiv \{w_0 =_{\text{obs}} w \wedge (\exists t:\text{título}) (t \in \text{títulos}(w) \wedge \text{nombre}(t) = \text{título}(p)) \wedge c \in \text{clientes}(w) \wedge_L (\forall p2:\text{promesa}) (p2 \in \text{promesasDe}(c, w) \Rightarrow (\text{título}(p) \neq \text{título}(p2) \vee \text{tipo}(p) \neq \text{tipo}(p2))) \wedge (\text{tipo}(p) = \text{vender} \Rightarrow \text{accionesPorCliente}(c, \text{título}(p),$

$w) \geq \text{cantidad}(p)))\}$

**Post**  $\equiv \{w =_{\text{obs}} \text{agregarPromesa}(c, p, w_0)\}$

**Complejidad:**  $\Theta(|\text{título}(p)| + \log(C))$

**Descripción:** Agrega una nueva promesa.

**ENALZA**(in  $nt$ : nombreTítulo, in  $w$ : wolfie)  $\rightarrow res$  : bool

**Pre**  $\equiv \{(\exists t: \text{título}) (t \in \text{títulos}(w) \wedge \text{nombre}(t) = nt)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{enAlza}(nt, w)\}$

**Complejidad:**  $\Theta(|nt|)$

**Descripción:** Dado un título, informa si está o no en alza.

## 1.2. Representación

### 1.2.1. Representación de wolfie

wolfie se representa con estr

donde estr es  $\text{tupla}(\text{títulos: diccTrie}(\text{nombre}, \langle \text{arrayClientes: array\_dimensionable}(\text{tuplaPorCliente}),$   
 $\text{cot: nat},$   
 $\text{enAlza: bool},$   
 $\text{maxAcc: nat},$   
 $\text{accDisponibles: nat}\rangle),$

$\text{clientes: conjEstNat}(\text{cliente})$

$\text{últimoLlamado: } \langle \text{cliente: cliente}, \text{promesas: conj}(\text{promesa}), \text{fueÚltimo: bool}\rangle)$

donde  $\text{tuplaPorCliente}$  es  $\text{tupla}(\text{cliente: cliente}, \text{cantAcc: nat}, \text{promCompra: *promesa}, \text{promVenta: *promesa})$   
 Con un orden definido por  $a < b \Leftrightarrow a.\text{cliente} < b.\text{cliente}$

donde  $\text{tuplaPorCantAcc}$  es  $\text{tupla}(\text{cliente: cliente}, \text{cantAcc: nat}, \text{promCompra: *promesa}, \text{promVenta: *promesa})$   
 Con un orden definido por  $a < b \Leftrightarrow a.\text{cantAcc} < b.\text{cantAcc}$

- (I) Los clientes de *clientes* son los mismos que hay dentro de *títulos*.
- (II) Las promesas de compra son de su título y cliente y no cumplen los requisitos para ejecutarse.
- (III) Las promesas de y venta son de su título y cliente y no cumplen los requisitos para ejecutarse.
- (IV) Las acciones disponibles de cada título son el máximo de acciones de ese título menos la suma de las acciones de ese título que tengan los clientes, y son mayores o iguales a 0.
- (V) El *cliente* de *últimoLlamado* pertenece a *clientes*.
- (VI) En *últimoLlamado*, si *fueÚltimo* es true, las promesas de *promesas* son todas las promesas que tiene *cliente*.
- (VII) Los clientes están ordenados en *arrayClientes* de *e.títulos*.

Rep : estr  $\rightarrow$  bool

$\text{Rep}(e) \equiv \text{true} \iff$   
 (I)  $(\forall c: \text{cliente}) \left( \text{pertenece?}(c, e.\text{clientes}) \iff (\exists t: \text{título}) \left( \text{def?}(t, e.\text{titulos}) \wedge_{\text{L}} \text{estáCliente?}(c, \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}) \right) \right) \wedge_{\text{L}}$   
 (II)  $(\forall p: *promesa, t: \text{nombre}, c: \text{cliente}) \left( (p \neq \text{NULL} \wedge \text{def?}(t, e.\text{titulos}) \wedge_{\text{L}} \text{estáCliente?}(c, \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}) \wedge_{\text{L}} \text{buscarCliente}(c, \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}).\text{promCompra}=p) \Rightarrow_{\text{L}} \text{título}(*p)=t \wedge \text{tipo}(*p)=\text{compra} \wedge (\text{límite}(*p) > \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{cot} \vee \text{cantidad}(*p) > \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{accDisponibles}) \right) \wedge$   
 (III)  $(\forall p: *promesa, t: \text{nombre}, c: \text{cliente}) \left( (p \neq \text{NULL} \wedge \text{def?}(t, e.\text{titulos}) \wedge_{\text{L}} \text{estáCliente?}(c, \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}) \wedge_{\text{L}} \text{buscarCliente}(c, \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}).\text{promVenta}=p) \Rightarrow_{\text{L}} (\text{título}(*p)=t \wedge \text{tipo}(*p)=\text{venta} \wedge \text{límite}(*p) < \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{cot}) \right) \wedge$   
 (IV)  $(\forall nt: \text{nombreT}) \left( \text{def?}(nt, e.\text{titulos}) \Rightarrow_{\text{L}} (\text{obtener}(nt, e.\text{titulos}).\text{accDisponibles} = \text{obtener}(nt, e.\text{titulos}).\text{maxAcc} - \text{sumaAccClientes}(\text{obtener}(nt, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}) \wedge \text{obtener}(nt, e.\text{titulos}).\text{accDisponibles} \geq 0) \right) \wedge$   
 (V)  $(\text{pertenece?}(e.\text{últimoLlamado}.cliente, e.\text{clientes})) \wedge_{\text{L}}$   
 (VI)  $(e.\text{últimoLlamado}.fueÚltimo \Rightarrow (\forall p: \text{promesa}) \left( \text{pertenece?}(p, e.\text{últimoLlamado}.promesas) \iff (\text{def?}(\text{título}(p), e.\text{titulos}) \wedge_{\text{L}} \right.$   
     **if**  $\text{tipo}(p)=\text{compra}$  **then**  
          $\text{buscarCliente}(e.\text{últimoLlamado}.cliente, \text{obtener}(\text{título}(p), e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}).\text{promCompra} = p$   
     **else**  
          $\text{buscarCliente}(e.\text{últimoLlamado}.cliente, \text{obtener}(\text{título}(p), e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}).\text{promVenta} = p$   
     **fi**  $\left. \right) \wedge$   
 (VII)  $(\forall t: \text{título}) \text{def?}(t, e.\text{titulos}) \Rightarrow_{\text{L}} ((\forall i: \text{nat}) i < \text{longitud}(\text{buscar}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes})-1 \Rightarrow (\text{buscar}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}[i] < (\text{buscar}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}[i+1])))$   
 $\text{estáCliente?} : \text{cliente} \times \text{array\_dimensionable}(\text{tuplaPorCliente}) \longrightarrow \text{bool}$   
 $\text{estáCliente?}(c, a) \equiv \text{auxEstáCliente}(c, a, 0)$   
 $\text{auxEstáCliente} : \text{cliente} \times \text{array\_dimensionable}(\text{tuplaPorCliente}) \times \text{nat} \longrightarrow \text{bool}$   
 $\text{auxEstáCliente}(c, a, i) \equiv \text{if } i=\text{longitud}(a) \text{ then false else } a[i].cliente = c \vee \text{auxEstáCliente}(c, a, i+1) \text{ fi}$   
 $\text{buscarCliente} : \text{cliente} \times \text{array\_dimensionable}(\text{tuplaPorCliente}) \longrightarrow \text{tuplaPorCliente} \quad \{\text{estáCliente}(c, a)\}$   
 $\text{buscarCliente}(c, a) \equiv \text{auxBuscarCliente}(c, a, 0)$   
 $\text{auxBuscarCliente} : \text{cliente} \times \text{array\_dimensionable}(\text{tuplaPorCliente}) \times \text{nat} \longrightarrow \text{tuplaPorCliente} \quad \{\text{estáCliente}(c, a)\}$   
 $\text{auxBuscarCliente}(c, a, i) \equiv \text{if } a[i].cliente = c \text{ then } a[i] \text{ else } \text{auxBuscarCliente}(c, a, i+1) \text{ fi}$   
 $\text{Abs} : \text{estr } e \longrightarrow \text{wolfie} \quad \{\text{Rep}(e)\}$   
 $\text{Abs}(e) =_{\text{obs}} w: \text{wolfie} \mid \text{clientes}(w)=e.\text{clientes} \wedge \text{títulos}(w)=???????? \wedge$   
      $(\forall c: \text{cliente}) \text{promesasDe}(c, w)=\text{damePromesas}(\text{crearIt}(e.\text{titulos}), e, c) \wedge$   
      $\text{accionesPorCliente}(c, t, w)=\text{buscarCliente}(\text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}).\text{cantAcc}$   
 $\text{damePromesas} : \text{itTrie}????? \times \text{estr} \times \text{cliente} \longrightarrow \text{conj}(\text{promesa})$   
 $\text{damePromesas}(it, e, c) \equiv \text{if hayMas?}(it) \text{ then}$   
     **if**  $\text{buscarCliente}(\text{obtener}(\text{actual}(it))).\text{promCompra} \neq \text{NULL}$  **then**  
          $\{\text{buscarCliente}(\text{obtener}(\text{actual}(it))).\text{promCompra} \neq \text{NULL}\} \cup \text{fi}$   
     **if**  $\text{buscarCliente}(\text{obtener}(\text{actual}(it))).\text{promVenta} \neq \text{NULL}$  **then**  
          $\{\text{buscarCliente}(\text{obtener}(\text{actual}(it))).\text{promVenta} \neq \text{NULL}\} \cup \text{fi}$   
      $\text{damePromesas}(\text{avanzar}(it), e, c)$   
     **else**  
          $\text{vacío}$   
     **fi**

## 2. Módulo DiccionarioTrie(alpha)

### 2.1. Interfaz

#### 2.1.1. Parámetros formales

**géneros**    string,  $\alpha$

**se explica con:** DICCIONARIO, ITERADOR UNIDIRECCIONAL.

**géneros:** diccString( $\alpha$ ), itDicc(diccString).

#### 2.1.2. Operaciones básicas de Diccionario String( $\alpha$ )

CREARDICC( $()$ )  $\rightarrow res : \text{diccString}(\alpha)$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{vacío}\}$

**Complejidad:**  $\Theta(1)$

**Descripcion:** Crea un diccionario vacío.

DEFINIR(**in/out**  $d : \text{diccString}(\alpha)$ , **in**  $c : \text{string}$ , **in**  $s : \alpha$ )

**Pre**  $\equiv \{d =_{\text{obs}} d_0 \wedge \neg \text{def?}(d, c)\}$

**Post**  $\equiv \{d =_{\text{obs}} \text{definir}(d_0, c, s)\}$

**Complejidad:**  $\Theta(\text{longitud}(c))$

**Descripcion:** Define la clave  $c$  con el significado  $s$  en el diccionario  $d$ .

DEFINIDO?(**in**  $d : \text{diccString}(\alpha)$ , **in**  $c : \text{string}$ )  $\rightarrow res : \text{bool}$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{def?}(c, d)\}$

**Complejidad:**  $\Theta(\text{longitud}(c))$

**Descripcion:** Devuelve true si y solo si  $c$  está definido como clave en el diccionario.

SIGNIFICADO(**in**  $d : \text{diccString}(\alpha)$ , **in**  $c : \text{string}$ )  $\rightarrow res : \alpha$

**Pre**  $\equiv \{\text{def?}(c, d)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{obtener}(c, d)\}$

**Complejidad:**  $\Theta(\text{longitud}(c))$

**Descripcion:** Devuelve el significado con clave  $c$ .

**Aliasing:** No se devuelve una copia del  $\alpha$  en  $res$ , se devuelve una referencia a la original.

#### 2.1.3. Operaciones básicas del iterador de claves de Diccionario String( $\alpha$ )

CREARIT(**in**  $d : \text{diccString}(\alpha)$ )  $\rightarrow res : \text{itdicc}(\alpha)$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{(\exists s : \text{secu}(string)) \text{secuAconj}(s) =_{\text{obs}} \text{claves}(d) \wedge res =_{\text{obs}} \text{crearIt}(s)\}$

**Complejidad:**  $\Theta(1)$

**Descripcion:** Crea y devuelve un iterador de claves Diccionario String.

HAYMAS?(**in**  $d : \text{itDicc}(\alpha)$ )  $\rightarrow res : \text{bool}$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{hayMas?}(it)\}$

**Complejidad:**  $\Theta(\text{longitud}(c))$

**Descripcion:** Informa si hay más elementos por iterar.

**ACTUAL**(in  $d: \text{itDicc}(\alpha)$ )  $\rightarrow res : \text{string}$   
**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$   
**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{actual}(it)\}$   
**Complejidad:**  $\Theta(\text{longitud}(c))$   
**Descripcion:** Devuelve la clave de la posición actual.

**AVANZAR**(in/out  $it: \text{itDicc}(\alpha)$ )  $\rightarrow res : \text{itDicc}(\alpha)$   
**Pre**  $\equiv \{\text{hayMas?}(it) \wedge it = it_0\}$   
**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{avanzar}(it_0)\}$   
**Complejidad:**  $\Theta(\text{longitud}(c))$   
**Descripcion:** Avanza a la próxima clave.

## 2.2. Representacion

### 2.2.1. Representación del Diccionario $\text{String}(\alpha)$

$\text{diccString}(\alpha)$  se representa con **estrDic**  
 donde **estrDic** es  $\text{tupla}(\text{raiz}: \text{puntero}(\text{nodo}))$

**Nodo** se representa con **estrNodo**  
 donde **estrNodo** es  $\text{tupla}(\text{valor}: \text{puntero}(\alpha) \text{ hijos}: \text{arreglo\_estatico}[256](\text{puntero}(\text{nodo})))$

- (I) Existe un único camino entre cada nodo y el nodo raiz (es decir, no hay ciclos).
- (II) Todos los nodos hojas, es decir, todos los que tienen su arreglo hijos con todas sus posiciones en NULL, tienen que tener un valor distinto de NULL.
- (III) Raiz es distinto de NULL

$\text{Rep} : \text{estrDic} \rightarrow \text{bool}$   
 $\text{Rep}(e) \equiv \text{true} \iff \text{raiz} \neq \text{NULL} \wedge_{\text{L}} \text{noHayCiclos}(e) \wedge \text{todasLasHojasTienenValor}(e)$

$\text{Abs} : \text{estrDicc } e \rightarrow \text{diccString}(\text{string}, \alpha) \quad \{\text{Rep}(e)\}$   
 $\text{Abs}(e) =_{\text{obs}} d: \text{diccString}(\text{string}, \alpha) \mid (\forall c: \text{string})(\text{definido?}(c, d)) = (\exists n: \text{nodo})(n \in \text{todasLasHojas}(e)) \wedge_{\text{L}} \text{significado}(c, d) = \text{leer}(e.\text{clave}).\text{valor})$

### 2.2.2. Operaciones auxiliares del invatriante de Representación

$\text{noHayCiclos} : \text{puntero}(\text{nodo}) \rightarrow \text{bool}$   
 $\text{noHayCiclos}(n, p) \equiv (\exists n: \text{nat})(\forall c: \text{string})(|s| = n \Rightarrow \text{leer}(p, s) = \text{NULL}))$   
 $\text{leer} : \text{puntero}(\text{nodo}) \times \text{string} \rightarrow \text{bool}$   
 $\text{leer}(p, s) \equiv \text{if } \text{vacía?}(s) \text{ then } p \rightarrow \text{valor} \text{ else } \text{if } p \rightarrow \text{arr}[\text{prim}(s)] = \text{NULL} \text{ then } \text{NULL} \text{ else } \text{leer}(p \rightarrow \text{arr}[\text{prim}(s)], \text{fin}(s)) \text{ fi}$   
 $\text{todosNull} : \text{arreglo}(\text{puntero}(\text{nodo})) \rightarrow \text{bool}$

```

todosNull( $a$ )  $\equiv$  auxTodosNull( $a$ , 0)
auxTodosNull : arreglo(puntero(nodo))  $\times$  nat  $\longrightarrow$  bool
auxTodosNull( $a$ ,  $i$ )  $\equiv$  if  $i < |a|$  then  $a[i] == \text{NULL} \wedge \text{auxTodosNull}(a, i + 1)$  else  $a[i].\text{valor} == \text{NULL}$  fi
esHoja : puntero(nodo)  $\longrightarrow$  bool
esHoja( $p$ )  $\equiv$  if  $p == \text{NULL}$  then false else todosNull( $p.\text{hijos}$ ) fi
todasLasHojas : puntero(nodo)  $\times$  nat  $\longrightarrow$  conj(nodo)
todasLasHojas( $p$ ,  $n$ )  $\equiv$  if  $p == \text{NULL}$  then
    false
else
    if esHoja( $p$ ) then Ag( $*p$ , vacio) else auxTodasLasHojas( $(*p).\text{hijos}$ , 256) fi
fi
auxTodasLasHojas : arreglo(puntero(nodo))  $\times$  nat  $\longrightarrow$  conj(nodo)
auxTodasLasHojas( $a$ ,  $n$ )  $\equiv$  hojasDeHijos( $a$ ,  $n$ , 0)
hojasDeHijos : arreglo(puntero(nodo))  $\times$  nat  $\times$  nat  $\longrightarrow$  conj(nodo)
hojasDeHijos( $a$ ,  $n$ ,  $i$ )  $\equiv$  if  $i = n$  then  $\emptyset$  else todasLasHojas( $a[i]$ )  $\cup$  hojasDeHijos( $a$ ,  $n$ ,  $(i + 1)$ ) fi
todasLasHojasTienenValor : puntero(nodo)  $\longrightarrow$  bool
todasLasHojasTienenValor( $p$ )  $\equiv$  auxTodasLasHojasTienenValor(todasLasHojas( $p$ , 256))
auxTodasLasHojasTienenValor : arreglo(puntero(nodo))  $\longrightarrow$  bool
auxTodasLasHojasTienenValor( $a$ )  $\equiv$  if  $|a| = 0$  then
    true
else
    dameUno( $a$ ).valor  $\neq \text{NULL} \wedge \text{auxTodasLasHojasTienenValor}(\text{sinUno}(a))$ 
fi

```

### 2.2.3. Representación del iterador de claves de Diccionario String( $\alpha$ )

## 2.3. Algoritmos

### 2.3.1. Algoritmos de Diccionario String

---

#### Algorithm 1 iCrearDicc

---

```

 $n$  : nodo
 $n \leftarrow \text{crearNodo}()$ 
 $\text{raiz} \leftarrow *n$ 

```

---



---

#### Algorithm 2 iCrearNodo()

---

```

 $d$  : arreglo_estatico[256]
 $i \leftarrow 0$ 
while  $i < 256$  do
     $d[i] \leftarrow \text{NULL}$ 
end while
 $\text{hijos} \leftarrow d$ 
 $\text{valor} \leftarrow \text{NULL}$ 

```

---

### 2.3.2. Algoritmos del iterador de claves del Diccionario String



---

**Algorithm 3** iDefinir

---

```
i ← 0
p ← d.raiz
while i < (longitud(s)) do
  if p.hijos[ord(s[i])] == NULL then
    n : nodo ← crearNodo()
    p.hijos[ord(s[i])] ← *n
  end if
  p ← p.hijos[ord(s[i])]
  i ++
end while
p.valor ← a
```

---

---

**Algorithm 4** iSignificado

---

```
i ← 0
p ← d.raiz
while i < (longitud(s)) do
  p ← p.hijos[ord(s[i])]
  i ++
end while
return p.valor
```

---

---

**Algorithm 5** iDefinido?

---

```
i ← 0
p ← d.raiz
while i < (longitud(s)) do
  if p.hijos[ord(s[i])]! = NULL then
    p ← p.hijos[ord(s[i])]
    i ++
  else
    return false
  end if
end while
return p.valor! = NULL
```

---