

# 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 del Dicionario String( $\alpha$ )	8
2.3. Algoritmos	8
2.3.1. Algoritmos de Dicionario String	8
2.3.2. Algoritmos del iterador de claves del Dicionario String	9

# 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 *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 *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(String,  $\alpha$ ), 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:** O(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:** O(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:** O(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:** O(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  $d : \text{diccString}(\alpha)$ )  $\rightarrow res : \text{itClaves}(\text{string})$

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

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{crearIt}(d.\text{claves})\}$

**Complejidad:** O(1)

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

HAYMAS?(in  $d : \text{itClaves}(\text{string})$ )  $\rightarrow res : \text{bool}$

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

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

**Complejidad:** O(longitud( $c$ ))

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

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

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

## 2.2. Representacion

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

**diccString( $\alpha$ ) se representa con estrDic**

donde **estrDic** es tupla(*raiz*: puntero(nodo) *claves*: lista\_enlazada(string))

**Nodo se representa con estrNodo**

donde **estrNodo** es tupla(*valor*: puntero( $\alpha$ ) *hijos*: arreglo\_estatico[256](puntero(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
- (IV) En claves está el camino que se recorre desde la raiz hasta cada nodo hoja.

**Rep** : estrDic  $\rightarrow$  bool

**Rep**( $e$ )  $\equiv \text{true} \iff$   
 $\text{raiz} \neq \text{NULL} \wedge_{\text{L}} \text{noHayCiclos}(e) \wedge \text{todasLasHojasTienenValor}(e) \wedge$   
 $\text{hayHojas}(e) \Rightarrow |e.\text{claves}| > 0 \wedge$   
 $(\forall c \in \text{caminosANodos}(e))(\exists i \in \{0..|e.\text{claves}|\}) e.\text{claves}[i] = c$

**Abs** : estrDic  $e \rightarrow \text{dicc}(\text{string}, \alpha)$   $\{\text{Rep}(e)\}$

**Abs**( $e$ )  $=_{\text{obs}} d$ :  $\text{dicc}(\text{string}, \alpha) \mid (\forall c:\text{string})(\text{definido?}(c, d)) = (\exists n:\text{nodo})(n \in \text{todasLasHojas}(e)) n.\text{valor} \neq \text{NULL}$   
 $\wedge (\exists i \in \{0..|e.\text{claves}|\}) e.\text{claves}[i] = c \wedge_{\text{L}} \text{significado}(c, d) = \text{leer}(e.\text{clave}).\text{valor}$

### 2.2.2. Operaciones auxiliares del invatriante de Representación

**noHayCiclos** : puntero(nodo)  $\rightarrow$  bool

**noHayCiclos**( $n, p$ )  $\equiv (\exists n:\text{nat})(\forall c:\text{string})(|s| = n \Rightarrow \text{leer}(p, s) = \text{NULL}))$

**leer** : puntero(nodo)  $\times$  string  $\rightarrow$  bool

```

leer( $p, s$ )  $\equiv$  if vacia?( $s$ ) then
     $p \rightarrow \text{valor}$ 
else
    if  $p \rightarrow \text{hijos}[\text{prim}(s)] = \text{NULL}$  then NULL else leer( $p \rightarrow \text{hijos}[\text{prim}(s)], \text{fin}(s)$ ) fi
fi

todosNull : arreglo(puntero(nodo))  $\rightarrow$  bool
todosNull( $a$ )  $\equiv$  auxTodosNull( $a, 0$ )
auxTodosNull : arreglo(puntero(nodo))  $\times$  nat  $\rightarrow$  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)  $\rightarrow$  bool
esHoja( $p$ )  $\equiv$  if  $p == \text{NULL}$  then false else todosNull( $p.\text{hijos}$ ) fi

todasLasHojas : puntero(nodo)  $\times$  nat  $\rightarrow$  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  $\rightarrow$  conj(nodo)
auxTodasLasHojas( $a, n$ )  $\equiv$  hojasDeHijos( $a, n, 0$ )
hojasDeHijos : arreglo(puntero(nodo))  $\times$  nat  $\times$  nat  $\rightarrow$  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)  $\rightarrow$  bool
todasLasHojasTienenValor( $p$ )  $\equiv$  auxTodasLasHojasTienenValor(todasLasHojas( $p, 256$ ))
auxTodasLasHojasTienenValor : arreglo(puntero(nodo))  $\rightarrow$  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 del Diccionario String( $\alpha$ )

itClaves(*string*) se representa con puntero(nodo)

Su Rep y Abs son los de itSecu( $\alpha$ ) definido en el apunte de iteradores..

## 2.3. Algoritmos

### 2.3.1. Algoritmos de Diccionario String

ICREARDICC()  $\rightarrow$  res = diccString( $\alpha$ )

```

1 n  $\leftarrow$  nodo
2 n  $\leftarrow$  crearNodo()
3 raiz  $\leftarrow$  *n

```

### Complejidad

ICREARNODO()  $\rightarrow$  res = nodo

```

1 d : arreglo\_estatico[256]
2 i  $\leftarrow$  0

```



```

3  while (i < 256)
4      d[i] ← NULL
5  endWhile
6  hijos ← d
7  valor ← NULL

```

### Complejidad

```

IDEFINIR(in/out diccString( $\alpha$ ): d, in string: c, in alfa: s)
1  i ← 0
2  p ← d.raiz
3  while (i < (longitud(s)))
4      if (p.hijos[ord(s[i])] == NULL)
5          n: nodo ← crearNodo()
6          p.hijos[ord(s[i])] ← *n
7      endIf
8  p ← p.hijos[ord(s[i])]
9  i++
10 endWhile
11 p.valor ← a
12 agregarAdelante(hijos, c)

```

### Complejidad

```

ISIGNIFICADO(in diccString( $\alpha$ ): d, in string: c) → res =  $\alpha$ 
1  i ← 0
2  p ← d.raiz
3  while (i < (longitud(s)))
4      p ← p.hijos[ord(s[i])]
5  i++
6  endWhile
7  return p.valor

```

### Complejidad

```

IDEFINIDO?(in diccString( $\alpha$ ): d, in string: c) → res = bool
1  i ← 0
2  p ← d.raiz
3  while (i < (longitud(s)))
4      if (p.hijos[ord(s[i])] != NULL)
5          p ← p.hijos[ord(s[i])]
6          i++
7      else
8          return false
9      endIf
10 endWhile
11 return p.valor != NULL

```

### Complejidad

```

ICLAVES(in diccString( $\alpha$ ): d) → res = lista_enlazada(string)
1 return itClaves(d)

```

### Complejidad

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

Utiliza los mismos algoritmos que itSecu( $\alpha$ ) definido en el apunte de iteradores.