ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
Universitat Rovira i Virgili

[DΣIM]

Estructura de Dades

Pràctica 1: Doubly-linked list i Taula de Hash

curs 2022-23

Estudiant: Matías Larrosa

Professor/a: Marc Ruiz

Data de lliurament: 21/04/2021

Decisions de disseny

Doubly-linked List (DLL)

La doble llista enllaçada que he implementat no fa servir de cap classe extra de tipus node, en canvi, ella mateixa es el seu propi "node". Penso que així es mes simple.

```
public class DLL<T extends Comparable<T>>

    private DLL<T> fwd;
    private DLL<T> bkw;
    private T data;
```

`crear()`

Crear només inizialitza tots els valors a null. Tots els constructors criden a crear() per tal de no haber de cridar aquest mètode redundantment i, si al constructor se li passa alguna dada aplicarà els canvis necessaris.

```
public DLL(T data, DLL<T> bkw){
    crear();
    this.data = data;
    this.bkw = bkw;
}
```

```
public void crear() {
    fwd = null;
    bkw = null;
    data = null;
}
```

`inserir(T)`

El mètode inserir afegeix un element al final de la llista, l'única cosa que cal destacar d'aquest mètode es el canvi que he agut d'aplicar a la implementació. En un principi, utilitzava un mètode recursiu en el qual si poi.getFwd() != null cridava a inserir de fwd (fwd.inserir(T)). Aquest codi funciona bé però el problema es el desbordament de la pila (stack overflow) que succeeix quan hi han molts elements per recorre. Això, hem va passar al fer el anàlisi de cost computacional al inserir ~40_000 elements. El mètode ara es iteratiu.

```
if(data != null){
    if (this.data != null) {
        if(fwd != null)
            fwd.inserir(data);
        else
            fwd = new DLL<>(data, this);
    } else
        this.data = data;

}
```

```
if (this.data != null) {
    DLL<T> poi = this;
    while(poi.getFwd() != null){
        poi = poi.getFwd();
    }
    poi.setFwd(new DLL<>(data, poi));
} else
    this.data = data;
```

inserir(int, T)

Aquest mètode ja es una mica més complicat, comencem decidint quin rang de valors admetrem. En el meu cas [1, longitud() + 1], qualsevol valor que estigui fora d'aquest rang provocarà una excepció en temps d'execució (operacioImpossible(int)). La posició 1 correspon a la primera de la llista (head) i la posició corresponent a la longitud() + 1 de la llista correspon a la última (tail). A partir d'aquí ja es tractar els diferents casos.

```
public void inserir(int posicio, T data) throws operacioImpossible {
    if(posicio > longitud() + 1 || posicio < 1) throw new operacioImpossible(posicio);
    DLL<T> poi = this;

    for(int i = 1; i < posicio;i++){
        if(poi.getFwd() != null)
            poi = poi.fwd;
    }

    if(poi.getBkw() == null) {
        DLL<T> newNode = new DLL<>(this.data,  bkw: this);
        newNode.setFwd(fwd);
        fwd = newNode;
        this.data = data;
    } else {
        /* Al final */
        if(posicio == longitud() + 1){
            DLL<T> newNode = new DLL<>(data, poi);
            newNode.setFwd(poi.getFwd());
            if(poi.getFwd() != null)
                poi.getFwd().setBkw(newNode);
            poi.setFwd(newNode);
        } else {
            DLL<T> newNode = new DLL<>(data, poi.getBkw());
            newNode.setFwd(poi);
            poi.getBkw().setFwd(newNode);
            poi.setBkw(newNode);
        }
    }
}
```

obtenir(int)

Obtenir retorna l'element a la posició demanada. Si la posició esta fora del rang, en aquest cas [1, longitud()], es llençarà una excepció en temps de execució. Per recorre la llista i trobar la posició demanada la recorro utilitzant un for-each.

```
public T obtenir(int posicio) throws operacioImpossible {
    if(posicio > longitud() || posicio < 1) throw new operacioImpossible(posicio);
    int i = 0;
    for(T data : this){
        i++;
        if(i == posicio) return data;
    }
    throw new operacioImpossible(posicio);
}
```

`longitud()`

Retorna la longitud del la llista, utilitzant un bucle for-each per recorre-la. Es podria heber obtat per guardar la longitud de la llista i actualitzarla segons s'afegeixen o s'eliminen elements.

```
public int longitud() {
    if(data == null)
        return 0;
    int i = 0;
    for(T data : this)
        i++;
    return i;
}
```

`esborrar(int)`

Esborra la posició demanada sempre que estigui dins del rang correcte [1, longitud()]. Per esborrar s'ha de tenir en compte quin cas s'està tractant; si es tracta de l'últim element (fwd == null), si es l'únic element, si es el primer element o si es un del mig.

```
public void esborrar(int posicio) throws operacioImpossible {
    if(posicio > longitud() || posicio < 1) throw new operacioImpossible(posicio);

    DLL<T> poi = this;
    for(int i = 1; i < posicio;i++){
        poi = poi.fwd;
    }
    if(poi.fwd == null){    /* Ultim */
        if(poi.getBkw() != null){
            poi.getBkw().setFwd(null);
            poi.setBkw(null);
        }
        poi.setData(null); /* Unic */
    } else{
 } else{
     if(poi.getBkw() == null){   /* Primer */
         T data = poi.getFwd().getData();
         setData(data);
         if(poi.getFwd().getFwd() != null)
             poi.getFwd().getFwd().setBkw(this);
         DLL<T> tmp = poi.getFwd();
         setFwd(poi.getFwd().getFwd());
         poi = tmp;
     }
     else{ /* Mig */
         poi.getBkw().setFwd(poi.getFwd());
         poi.getFwd().setBkw(poi.getBkw());
     }
     poi.setData(null);
     poi.setFwd(null);
     poi.setBkw(null);
 }
```

`buscar(T)`

Retornarà el nombre d'elements que s'han agut de comprovar per trobar o no trobar l'element. Recorro la llista amb un bucle for-each.

```java
@Override
public int buscar(T data) throws elementNoExisteix {
    int elem = 0;
    for(T d : this){
        elem++;
        if(d.compareTo(data) == 0){
            return elem;
        }
    }
    throw new elementNoExisteix(elem, longitud());
}
```

DLLIterator

Aquesta es la classe que es fa servir per poder iterar sobre la llista. Es guarda una referencia de la llista sencera que s'inicialitza al constructor se si hi ha un següent element si la referencia no està apuntant a null i per apuntar al següent només cal fer dll = dll.getFwd(). Aquest és un dels avantatges de no tenir nodes.

```java
private DLL<T> dll;

public DLLiterator(DLL<T> dll) { this.dll = dll; }

@Override
public boolean hasNext() { return dll != null; }

@Override
public T next() {
    T data = dll.getData();
    dll = dll.getFwd();
    return data;
}
```

Joc de proves DLL

Per fer el joc de proves he fet servir la llibreria de JUnit per fer més simple el testeig i la comprovació. He deixat un main preparat per si es vol fer comprovacions extres.

Taula de hash (TaulaHash)

La taula de hash si que utilitza un node extern a la seva estructura i emmagatzema aquestos nodes en un ArrayList inicialitzat a null en totes les seves posicions (tamany = capacity). També té un valor constant anomenat límit que correspon al valor de tall per saber si s'ha de redimensionar l'array o no. I el booleà repetits existeix per saber si es permeteixen repetits o no (a la especificació posava que si hi ha una clau repetida s'actualitza el seu valor però això crea un problema a l'hora de fer el càlcul del cost computacional).

```
public class TaulaHash<K extends Comparable<K>

    ArrayList<NodeTaulaHash<K, T>> taula;
    private int capacity;
    private static final float limit = 0.75f;
    private boolean repetits;
```

```
public K clau;
public T valor;
public NodeTaulaHash<K, T> seg;

public NodeTaulaHash(K key, T data) {
    seg = null;
    clau = key;
    valor = data;
}
```

+ getters & setters

Hasher

Hasher es la classe (amb mètode estàtics) que s'encarrega de transformar cualsevol input en un valor de hash. Per als enters retorna l'enter directament que seria lo mateix a dir hash(k) = k si k es un integer. Per a les cadenes de caràcters aplica una XOR amb el valor numèric de cada caràcter de forma alternativa (mètode de les permutacions) i per els objectes crida al toString() de l'objecte i retorna el hash de l'String.

Un dels problemes d'aquest mètode es la repetició de secuencies, al estar aplicant una XOR de cada caràcter si només hi ha un 1 la XOR de 0 i cualsevol altre cosa es aquesta cosa. Per tant, hash("a") = 'a' (97) si hi ha dos "a" hash("aa") = 0, ja que, la XOR de dos coses iguals es 0. Però en el cas de que n'hi hagin 3 "a" o cualsevol nombre imparell la hash("aaa") = "a" (97) = hash("a").

Encara així, he triat aquest mètode dels oferits a la teoria ja que hem donava els millors resultats per a claus com Patata | patata. Però no, te en compte claus com Matias Larrosa | Larrosa Matias.

```java
public static int getHash(String toHash){
    int result = 0;
    //toHash = toHash.replaceAll(" ", "").trim();
    char[] chars = new char[toHash.length()];
    toHash.getChars( srcBegin: 0, toHash.length(), chars, dstBegin: 0);

    for(int i = 0;i < toHash.length(); i++){
        result = result^(int) chars[i];
    }
    return result;
}
```

```java
public static int getHash(Object toHash){
    if (toHash instanceof Integer)
        return getHash((Integer) toHash);
    return getHash(toHash.toString());
}
```

```java
public static int getHash(int toHash) { return toHash; }
```

crear()

Crear inizialitza l'array a null amb una capacitat inicial de 10 i no admet repetits. El constructor base crida a crear i, en canvi, el complexe que modifica la capacitat inicial i si es permeten repetits no el crida.

```java
@Override
public void crear() {
    capacity = 10;
    taula = new ArrayList<>(capacity);
    for(int i = 0; i < capacity; i++){
        taula.add(null);
    }
    repetits = false;
}
```

```java
public TaulaHash(int icapacity, boolean permetreRepetits){
    capacity = icapacity;
    taula = new ArrayList<>(capacity);
    for(int i = 0; i < capacity; i++){
        taula.add(null);
    }
    repetits = permetreRepetits;
}
```

inserir(K, T)

Inserir demana una clau i l'objecte al cual li pertany aquesta clau. Doncs l'index corresponent s'obté del hash % capacitat de la taula. Si aquesta no esta utilitzada s'assigna el valor de la posició a la data (T) i, si ho està significa que s'ha donat una colisió i per tant, cal afegir-lo al final si no existeix la mateixa clau o si es permeteixen repetits o, sino si existeix la clau es modificaran les dades.
El metode només llençara una excepció si les dades eren les mateixes a les d'entrada i no s'acceptaven repetits.
Per acabar, si el factor de carrega supera el limit caldrà redimensionar la taula.

```java
public void inserir(K key, T data) throws noInsercio {
    int index = Hasher.getHash(key) % capacity;
    if(taula.get(index) != null){ /* Colisió */
        NodeTaulaHash<K, T> node = taula.get(index);
        while(node.seg != null){
            if(repetits || key.compareTo(node.getClau()) != 0)
                node = node.seg;
            else break;
        }
        if(repetits || key.compareTo(node.getClau()) != 0){
            NodeTaulaHash<K, T> nnode = new NodeTaulaHash<>(key, data);
            node.setSeg(nnode);
        }else {
            if(node.getValor().equals(data))
                throw new noInsercio(index);
            node.setValor(data);
        }
```

```java
    } else { /* No colisió */
        NodeTaulaHash<K, T> nnode = new NodeTaulaHash<>(key, data);
        taula.set(index, nnode);
    }
    if(obtenirFactorDeCarrega() > limit){
        redimensionar();
    }
}
```

`redimensionar()`

Redimensionar és un metode privat que redimensiona l'array amb una capacitat de 1.5 vegades més gran. Per fer-ho cal obtenir tots els elements i afegir-los a les posibles noves posicions.

```
private void redimensionar() {
    capacity *= 1.5;
    ArrayList<NodeTaulaHash<K,T>> nouarray = new ArrayList<>(capacity);
    for(int i = 0; i < capacity; i++){
        nouarray.add(null);
    }
    for(NodeTaulaHash<K, T> elem : taula){
            while(elem != null){
                int index = Hasher.getHash(elem.getClau()) % capacity;
                NodeTaulaHash<K, T> nnode = new NodeTaulaHash<>(elem.getClau(), elem.getValor());
                NodeTaulaHash<K, T> node = nouarray.get(index);
                if(node == null){
                    nouarray.set(index, nnode);
                } else {
                    while(node.getSeg() != null){
                        node = node.getSeg();
                    }
                    node.setSeg(nnode);
                }
                elem = elem.getSeg();
            }
    }
    taula = nouarray;
}
```

`obtenir(K)`

Obtenir retorna el valor de una clau determina només si existeix la seva posició del hash i si aquest posició te la mateixa clau passada.

```
public T obtenir(K key) throws noObtenir {
    int index = Hasher.getHash(key) % capacity;
    if(taula.get(index) == null) /* No existeix la posició */
        throw new noObtenir(key);
    NodeTaulaHash<K, T> node = taula.get(index);
    while(node != null && node.getClau().compareTo(key) != 0){
        node = node.getSeg();
    }
    /* La clau no es correspon amb qualsevol guardada */
    if(node == null) throw new noObtenir(key);
    return node.getValor();
}
```

esborrar(K)

Esborrar elimina un valor que tingui aquesta clau. Cal tenir en compte en quina posició i situació es troba aquest valor (col·lisió no col·lisió, inici, final o mig de la col·lisió). Aquest metode llençarà una excepció si la clau no es troba a la taula.

```
public void esborrar(K key) throws elementNoExisteix {
    int index = Hasher.getHash(key) % capacity;
    if(taula.get(index) == null)
        throw new elementNoExisteix( e: 0, mida());
    NodeTaulaHash<K, T> node = taula.get(index);
    if(node.seg == null){ /* No col·lisió */
        if(key.compareTo(node.getClau()) != 0) throw new elementNoExisteix( e: 1, mida());
        taula.set(index, null);
    } else { /* Col·lisió */
        NodeTaulaHash<K, T> ant = taula.get(index);
        int i = 0;
        if(node.getClau().compareTo(key) != 0){
            node = node.getSeg();
            while(node != null && node.getClau().compareTo(key) != 0){
                node = node.getSeg();
                ant = ant.getSeg();
                i++;
            }
            i++;
        }
        if(node == null)
            throw new elementNoExisteix( e: 1 + i, mida());
        if(ant == node){
            taula.set(index, node.getSeg());
        } else {
            ant.setSeg(node.getSeg());
        }
}
```

TaulaHashIterator

Aquesta es la classe que es fa servir per iterar sobre la taula de hash. Emmagatzema una referencia a la taula de hash, un node per recorre en cas de que n'hi hagin col·lisions i un índex per saber en quina posició del arrayList estic. Se que hi han més elements si l'índex es més petit que la capacitat de la taula de hash. I per retornar el següent retorno el node actual i l'avanço al següent, si hi ha alguna col·lisió incremento l'índex fins a trobar un altre element o fins a acabar. L'índex l'inicialitzo a la primera posició on hi hagi un valor.

```java
private TaulaHash<K, T> th;
private NodeTaulaHash<K, T> nth;
private int index;

public TaulaHashIterator(TaulaHash<K, T> th){
    this.th = th;
    index = 0;
    for(NodeTaulaHash<K, T> node : th.getAl()){
        if(node == null){
            index++;
        } else break;
    }
    this.nth = th.getAl().get(index);
}
```

```java
@Override
public boolean hasNext() {
    return index < th.getCapacity();
}

@Override
public T next() {
    ArrayList<NodeTaulaHash<K, T>> al = th.getAl();
    T data = nth.getValor();
    nth = nth.getSeg();
    if(nth == null){
        for(index =  index + 1; index < th.getCapacity(); index++){
            if(al.get(index) != null){
                nth = al.get(index);
                break;
            }
        }
    }
    return data;
}
```

Joc de proves Taula de Hash

Per fer el joc de proves he fet servir la llibreria de JUnit per fer més simple el testeig i la comprovació. He deixat un main preparat per si es vol fer comprovacions extres.

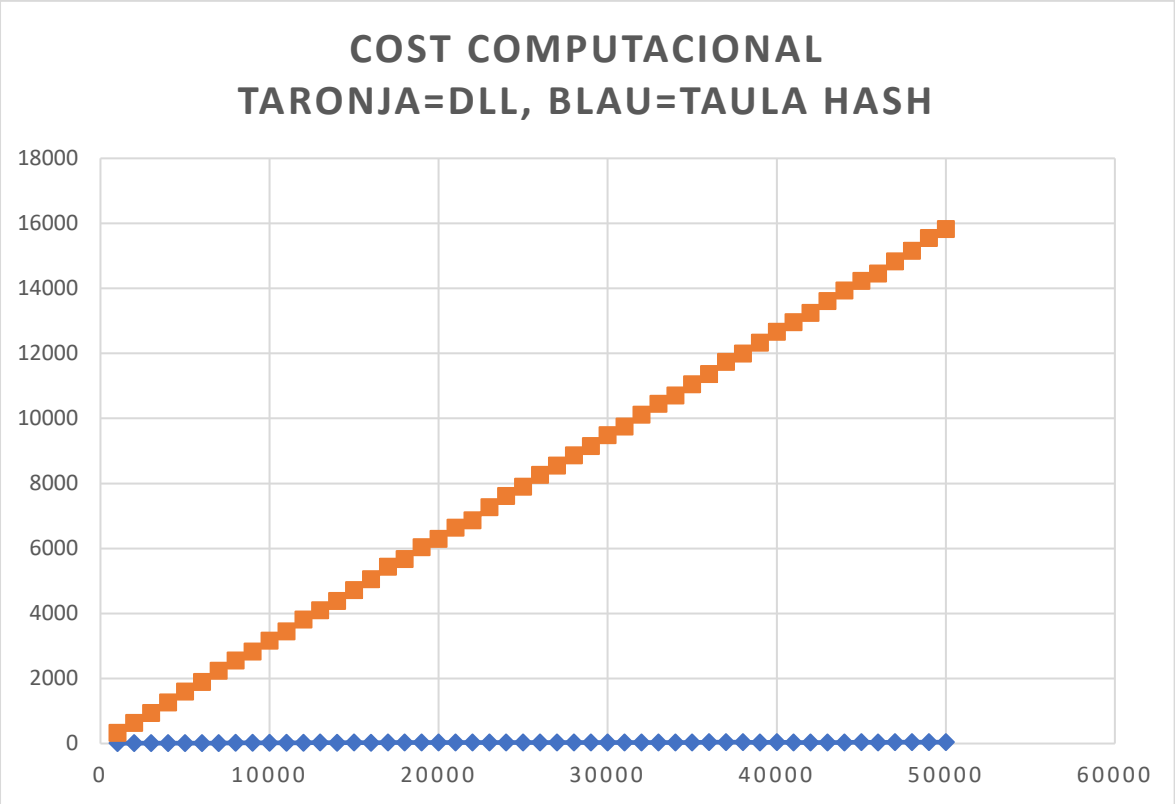
Cost Computacional

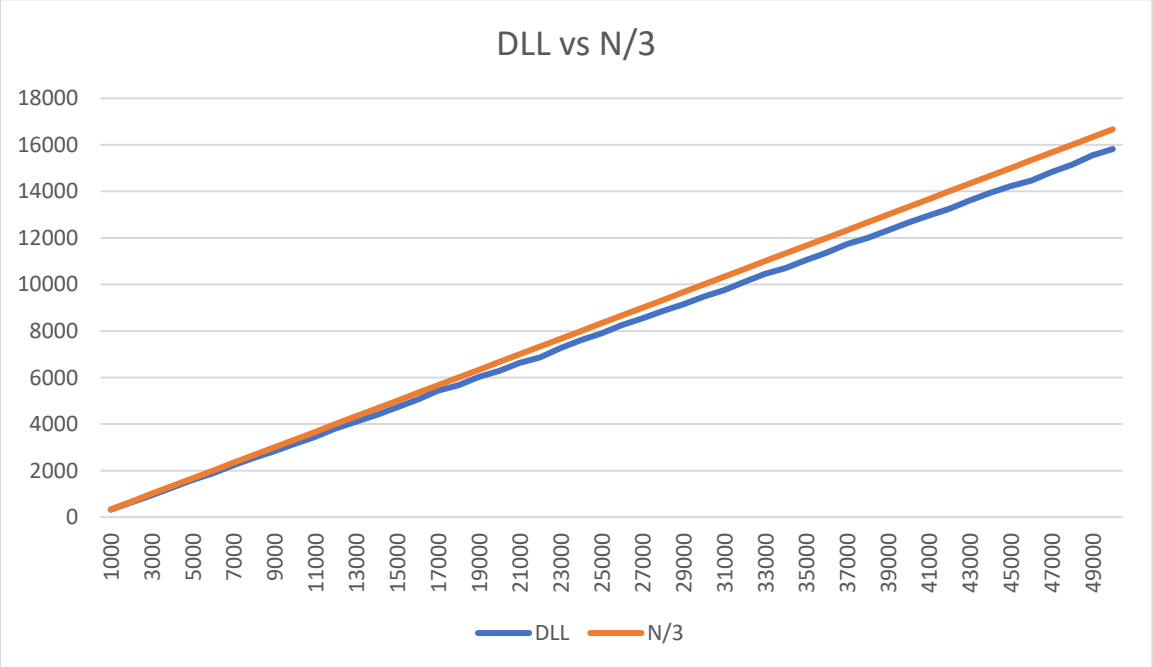
Com a part opcional de aquesta practica és demana fer un anàlisi comparatiu de l'operació buscar, aquesta, retorna el número de elements que s'han agut de recorre per comprovar l'existència o no existència d'un element. Hi ha un problema ocasionat per dos motius principals:

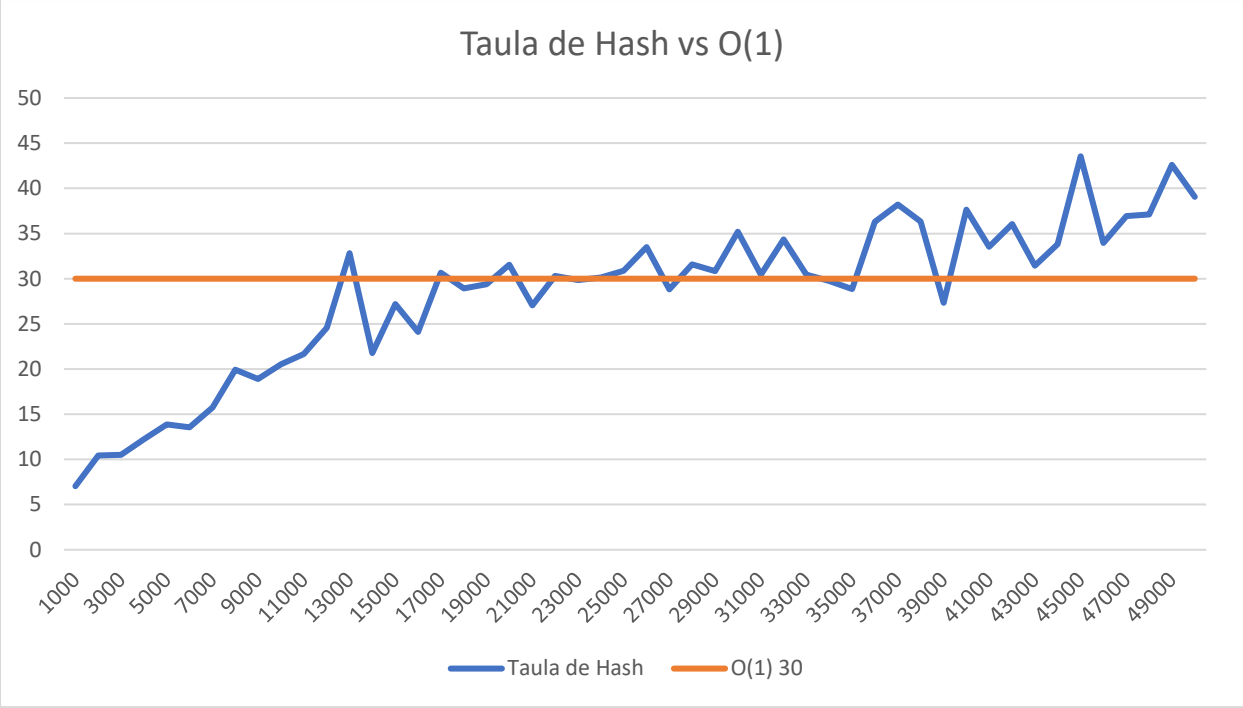
- A la especificació de inserir diu "Si l'element ja existia, actualitza el seu valor", això porta a que en una llista de N elements ([1000,2000,..,49000,50000]), on es guardaran valors aleatoris de 1-N/2, en la taula de hash es guardaran com a màxim N/2 elements. Aquesta taula llavors, sempre tindira menys de la meitat que la llista doblement enllaçada (DLL).
- El meu mètode de Hash per a enters retorna el mateix nombre al ser una funció lo suficientment exhaustiva no veia inconvenient a fer servir aquest mètode.

Per tant, la taula de hash que utilitzaré en aquest anàlisi es compondra de <String, Integer> onstring serà l'enter en forma de cadena. I permetré la repetició de valors per a tenir la taula amb N elements.

La classe que fa aquest anàlisi i crea el .csv s'anomena CostTest i està al Package CostComputacional.







La taula de hash te un cost de cerca gairebé constant ja que gracies als codis de hash i han poques col·lisions, si hagués utilitzat el mètode de hash dels int i afegit elements aleatoris de l'1 – N l'acces a la busqueda hauria sigut 1 ja que no hi haurien col·lision.

També m'he percatat que la DLL te un accés de busqueda de O(n) = n/3.

Codi

Fase1

TADCiutada

```
package fase1.EstructuraDades;



public abstract class TADCiutada implements Comparable<TADCiutada> {
    protected String nom;
    protected String cognom;
    protected String dni;

    public TADCiutada(String nom, String cognom, String dni) {
        this.nom = nom;
        this.cognom = cognom;
        this.dni = dni;
    }

    public String getDni() {
        return dni;
    }

    @Override
    public int compareTo(TADCiutada o) {
        return dni.compareTo(o.getDni());
    }
```

```
    public String getNom(){
        return nom;
    }

    @Override
    public String toString() {
        return nom + ";" + cognom + "(" + dni + ")";
    }
}
```

TADLlista

```
package fase1.EstructuraDades;



public abstract class TADCiutada implements Comparable<TADCiutada> {
    protected String nom;
    protected String cognom;
    protected String dni;

    public TADCiutada(String nom, String cognom, String dni) {
        this.nom = nom;
        this.cognom = cognom;
        this.dni = dni;
    }

    public String getDni() {
        return dni;
    }

    @Override
    public int compareTo(TADCiutada o) {
        return dni.compareTo(o.getDni());
    }

    public String getNom(){
        return nom;
    }

    @Override
    public String toString() {
        return nom + ";" + cognom + "(" + dni + ")";
    }
}
```

ElementNoExisteix

```
package fase1.Excepcions;

public class elementNoExisteix extends Exception{
    private int elements;
    public elementNoExisteix(int e, int s){
        super("S'han recorregut " + e + " elements a la llista de " + s + "
elements i no s'ha trobat l'element.");
        elements = e;
    }

    public int getElements() {
        return elements;
    }
}
```

OperacioImpossible

```
package fase1.Excepcions;

public class operacioImpossible extends Exception{
    public operacioImpossible(int p){
        super("Error: no es posible fer aquesta operació. Posició " + p + " fora
del rang.");

    }
}
```

DLLTest

```
package fase1.JUnit;

import fase1.EstructuraDades.CiutadaPeu;
import fase1.EstructuraDades.DLL;
import fase1.EstructuraDades.TADCiutada;
import fase1.Excepcions.elementNoExisteix;
import fase1.Excepcions.operacioImpossible;
import org.junit.jupiter.api.Test;

import static org.junit.jupiter.api.Assertions.*;
class DLLTest {
    DLL<TADCiutada> dllc;

    CiutadaPeu a = new CiutadaPeu("Matias","Larrosa Babio","a");
    CiutadaPeu b = new CiutadaPeu("Nancy","Babio Sanchez","b");
    CiutadaPeu c = new CiutadaPeu("Jordi","Cojuhar Cojuhar","c");
    CiutadaPeu d = new CiutadaPeu("Hugo","Acedo Coronado","d");
    CiutadaPeu e = new CiutadaPeu("Lucas","Larrosa Babio","e");
    CiutadaPeu f = new CiutadaPeu("Marcelo","Larrosa Bermudéz","f");

    CiutadaPeu[] lcp = new CiutadaPeu[]{a, b, c, d, e, f};

    /**
     * Es comprovara si la dllc creada te els atributs correctes.
     */
    @Test
    void crear() {
        dllc = new DLL<>();
        dllc.crear();
        assertNotNull(dllc, "La DLL es null");
        assertNull(dllc.getData(), "La data inicial creada es null");
    }

    /**
     * Es comprovara si s'han afegit els elements en l'ordre correcte.
     */
    @Test
    void inserir() {
        dllc = new DLL<>();
        dllc.inserir(a);
        dllc.inserir(b);
        dllc.inserir(c);
        dllc.inserir(d);
        dllc.inserir(e);
        dllc.inserir(f);

        DLL<TADCiutada> poi = dllc;
```

```
        for(int i = 0;i < 6;i++,poi = poi.getFwd()){
            assertEquals(0, poi.getData().compareTo(lcp[i]), poi + " != " +
lcp[i]);
        }
    }

    /**
     * Es comprovara si es poden afegir elements a posicions critiques de la
llista.
     * La primera i una del mig(4), per afegir elements al final de la llista
s'ha
     * d'utilitzar el metode DLL.inserir(T). I, que llenci l'excepció
operacioImpossible
     * quan la posicció introduida estigui fora del rang ([1, longitud()]).
     */
    @Test
    void testInserir() {
        reiniciarDLL();
        CiutadaPeu cp1 = new CiutadaPeu("1","1", "1");
        CiutadaPeu cp2 = new CiutadaPeu("2","2", "2");
        CiutadaPeu cp3 = new CiutadaPeu("3","3", "3");

        assertDoesNotThrow(() -> dllc.inserir(1, cp1), "El métode inserir(int, T)
ha llençat l'excepció operacioImpossible");
        /* Inserim a la primera posicio de la llista [1, a, b, c, ..., f ] */
        assertDoesNotThrow(() -> dllc.inserir(4, cp2), "El métode inserir(int, T)
ha llençat l'excepció operacioImpossible");
        assertThrows(operacioImpossible.class, () -> dllc.inserir(-1, cp3), "El
métode inserir(int, T) NO ha llençat l'excepcio");
        assertThrows(operacioImpossible.class, () -> dllc.inserir(100, cp3), "El
métode inserir(int, T) NO ha llençat l'excepcio");

        assertEquals(0, dllc.getData().compareTo(cp1), "El métode inserir(int, T)
en la primera posició no guarda l'element en la primera posició");
        assertEquals(0, dllc.getFwd().getFwd().getFwd().getData().compareTo(cp2),
"El métode inserir(int, T) en la cuarta posició no guarda l'element en la primera
posició");
    }

    /**
     * Es comprovara que cada posició de el DLL utilitzant el metode obtenir(int)
     * retorni els objectes correctes. I, que llenci l'excepció
operacioImpossible
     * quan la posicció introduida estigui fora del rang ([1, longitud()]).
     */
    @Test
    void obtenir() {
        reiniciarDLL();
        assertDoesNotThrow(()->{
            for(int i = 0; i < 6;i++){
                TADCiutada tmp = dllc.obtenir(i + 1);
                assertNotNull(tmp, "L'element obtingut a la posició + " + i + 1 +
" es null");
                assertEquals(0, tmp.compareTo(lcp[i]), "L'element obtingut a la
posició " + i + " no es l'esperat");
            }
        });

        assertThrows(operacioImpossible.class, () -> dllc.obtenir(100), "El
métode inserir(int, T) NO ha llençat l'excepcio");
        assertThrows(operacioImpossible.class, () -> dllc.obtenir(-1 ), "El
```

```
mètode inserir(int, T) NO ha llençat l'excepcio");
    }

    /**
     * Es comprovara que s'eliminin correctament els elements de cada posició
critica
     * la primera, cualsevol del mig i l'ultima. I, que llenci l'excepció
operacioImpossible
     * quan la poscició introduida estigui fora del rang ([1, longitud()]).
     *
     */
    @Test
    void esborrar() {
        reiniciarDLL();

        assertDoesNotThrow(()->{
            for(int i = 0; i < 6;i++){
                reiniciarDLL();
                dllc.esborrar(i+1);
                TADCiutada tmp = lcp[i];
                assertThrows(elementNoExisteix.class, ()->dllc.buscar(tmp),
"L'element " + tmp + " no s'ha eliminat correctament.");
            }
        });

        /* Esborrar elements de dll particulars */
        dllc = new DLL<>();
        dllc.inserir(a);
        assertDoesNotThrow(()->dllc.esborrar(1));
        assertNotNull(dllc);
        /* Posició fora del rang */
        reiniciarDLL();
        assertThrows(operacioImpossible.class, () -> dllc.obtenir(100), "El
mètode inserir(int, T) NO ha llençat l'excepcio");
        assertThrows(operacioImpossible.class, () -> dllc.obtenir(-1 ), "El
mètode inserir(int, T) NO ha llençat l'excepcio");
    }

    /**
     * Es comprovarà que la longitud comenci en 0 i, augmenti
     * i disminueixi a mesura que s'insereixen i s'esborren elements.
     */
    @Test
    void longitud() {
        dllc = new DLL<>();
        assertEquals(0, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL nou ha de ser 0."
+ dllc);
        dllc.inserir(a);
        assertEquals(1, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 1 element ha
de ser 1. " + dllc );
        dllc.inserir(b);
        assertEquals(2, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 2 element ha
de ser 2. " + dllc);
        dllc.inserir(c);
        assertEquals(3, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 3 element ha
de ser 3. " + dllc);
        dllc.inserir(d);
        assertEquals(4, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 4 element ha
de ser 4. " + dllc);
        dllc.inserir(e);
        assertEquals(5, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 5 element ha
```

```
de ser 5. " + dllc);
        dllc.inserir(f);
        assertEquals(6, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 6 element ha
de ser 6. " + dllc);

        assertDoesNotThrow(()->{
            dllc.esborrar(1);
            assertEquals(5, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 5 element
ha de ser 5. " + dllc);
            dllc.esborrar(1);
            assertEquals(4, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 4 element
ha de ser 4. " + dllc);
            dllc.esborrar(1);
            assertEquals(3, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 3 element
ha de ser 3. " + dllc);
            dllc.esborrar(1);
            assertEquals(2, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 2 element
ha de ser 2. " + dllc);
            dllc.esborrar(1);
            assertEquals(1, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 1 element
ha de ser 1. " + dllc);
            dllc.esborrar(1);
            assertEquals(0, dllc.longitud(), "La longitud de un DLL amb 0 element
ha de ser 0. " + dllc);
        }, "El mètode esborrar ha llençat l'excepció operacioImpossible");

    }

    /**
     * Es comprovara que per a cada entrada de buscar(T) el resultat sera
     * igual a la mateixa posició d'aquell objecte. I, que llenci l'excepció
     * elementNoExisteix si l'element no existeix al DLL.
     */
    @Test
    void buscar() {
        reiniciarDLL();
        assertDoesNotThrow(()->{
            for (int i = 0; i < dllc.longitud();i++)
                assertEquals(dllc.buscar(lcp[i]), i + 1,
                        "Per trobar l'element " + lcp[i] + " no s'han recorregut
el nombre correcte de elements");
        }, "El métode DLL.buscar(T) ha llençat l'excepció elementNoExisteix.");
        assertThrows(elementNoExisteix.class, ()->dllc.buscar(new
CiutadaPeu("element","No","Existeix")), "El métode DLL.buscar NO ha llençat
l'excepció noExisteixElement. ");
    }

    /**
     * Es comprovara que la llista iterada retorna els elements ordenadament.
     */
    @Test
    void iterator() {
        reiniciarDLL();
        int i = 0;
        for(TADCiutada c : dllc){
            assertEquals(0, c.compareTo(lcp[i]), "L'element retornat per
l'iterator no es el correcte. " + c + " != " + lcp[i]);
            i++;
        }
    }
```

```
    private void reiniciarDLL(){
        dllc = new DLL<>();
        dllc.inserir(a);
        dllc.inserir(b);
        dllc.inserir(c);
        dllc.inserir(d);
        dllc.inserir(e);
        dllc.inserir(f);
    }
}
```

DLL

```
package fase1.EstructuraDades;

import fase1.Excepcions.elementNoExisteix;
import fase1.Excepcions.operacioImpossible;

import java.util.Iterator;

public class DLL<T extends Comparable<T>> implements TADLlista<T>, Iterable<T> {

    private DLL<T> fwd;
    private DLL<T> bkw;
    private T data;

    public DLL(){
        this(null);
    }

    public DLL(T data){
        crear();
        this.data = data;
    }

    public DLL(T data, DLL<T> bkw){
        crear();
        this.data = data;
        this.bkw = bkw;
    }

    @Override
    public void crear() {
        fwd = null;
        bkw = null;
        data = null;
    }

    @Override
    public void inserir(T data) {
        if(data != null){
            if (this.data != null) {
                DLL<T> poi = this;
                while(poi.getFwd() != null){
                    poi = poi.getFwd();
                }
                poi.setFwd(new DLL<>(data, poi));
            } else
                this.data = data;

        }
```

```
    }

    /**
     * Posició -> [1, longitud() + 1]
     * @param posicio posició a inserir element
     * @param data element a inserir.
     * @throws operacioImpossible posició fora del rang de la llista
     */
    @Override
    public void inserir(int posicio, T data) throws operacioImpossible {
        if(posicio > longitud() + 1 || posicio < 1) throw new
operacioImpossible(posicio);
        DLL<T> poi = this;

        for(int i = 1; i < posicio;i++){
            if(poi.getFwd() != null)
                poi = poi.fwd;
        }

        if(poi.getBkw() == null) {
            DLL<T> newNode = new DLL<>(this.data, this);
            newNode.setFwd(fwd);
            fwd = newNode;
            this.data = data;
        } else {
            /* Al final */
            if(posicio == longitud() + 1){
                DLL<T> newNode = new DLL<>(data, poi);
                newNode.setFwd(poi.getFwd());
                if(poi.getFwd() != null)
                    poi.getFwd().setBkw(newNode);
                poi.setFwd(newNode);
            } else {
                DLL<T> newNode = new DLL<>(data, poi.getBkw());
                newNode.setFwd(poi);
                poi.getBkw().setFwd(newNode);
                poi.setBkw(newNode);
            }
        }
    }

    private void setBkw(DLL<T> newNode) {
        bkw = newNode;
    }

    private void setFwd(DLL<T> fwd) {
        this.fwd = fwd;
    }

    /**
     * Posició -> [1, longitud()]
     * @param posicio posició de l'element
     * @return
     * @throws operacioImpossible posició fora del rang de la llista
     */
    @Override
    public T obtenir(int posicio) throws operacioImpossible {
        if(posicio > longitud() || posicio < 1) throw new
operacioImpossible(posicio);
        int i = 0;
        for(T data : this){
```

```
            i++;
            if(i == posicio) return data;
        }
        throw new operacioImpossible(posicio);
    }

    @Override
    public int longitud() {
        if(data == null)
            return 0;
        int i = 0;
        for(T data : this)
            i++;
        return i;
    }

    /**
     * Posició -> [1, longitud()]
     * @param posicio posició de l'element a esborrar
     * @throws operacioImpossible posició fora del rang de la llista
     */
    @Override
    public void esborrar(int posicio) throws operacioImpossible {
        if(posicio > longitud() || posicio < 1) throw new
operacioImpossible(posicio);

        DLL<T> poi = this;
        for(int i = 1; i < posicio;i++){
            poi = poi.fwd;
        }
        if(poi.fwd == null){     /* Ultim */
            if(poi.getBkw() != null){
                poi.getBkw().setFwd(null);
                poi.setBkw(null);
            }
            poi.setData(null); /* Unic */
        } else{
            if(poi.getBkw() == null){    /* Primer */
                T data = poi.getFwd().getData();
                setData(data);
                if(poi.getFwd().getFwd() != null)
                    poi.getFwd().getFwd().setBkw(this);
                DLL<T> tmp = poi.getFwd();
                setFwd(poi.getFwd().getFwd());
                poi = tmp;
            }
            else{ /* Mig */
                poi.getBkw().setFwd(poi.getFwd());
                poi.getFwd().setBkw(poi.getBkw());
            }
            poi.setData(null);
            poi.setFwd(null);
            poi.setBkw(null);
        }

    }

    @Override
    public int buscar(T data) throws elementNoExisteix {
        int elem = 0;
        for(T d : this){
```

```
            elem++;
            if(d.compareTo(data) == 0){
                return elem;
            }
        }
        throw new elementNoExisteix(elem, longitud());
    }

    @Override
    public Iterator<T> iterator() {
        return new DLLiterator<>(this);
    }

    public T getData() {
        return data;
    }

    private void setData(T data) {
        this.data = data;
    }

    public DLL<T> getFwd() {
        return fwd;
    }

    public DLL<T> getBkw() {
        return bkw;
    }

    public String toString(){
        String r = "[{null";
        for(T data : this){
            r += "} ⇄ {" + data;
        }
        return r + "} ⇄ {null}]";
    }
}
```

DLLIterator

```
package fase1.EstructuraDades;

import java.util.Iterator;

public class DLLiterator<T extends Comparable<T>> implements Iterator<T> {

    private DLL<T> dll;

    public DLLiterator(DLL<T> dll){
        this.dll = dll;
    }

    @Override
    public boolean hasNext() {
        return dll != null;
    }

    @Override
    public T next() {
        T data = dll.getData();
        dll = dll.getFwd();
```

```
        return data;
    }
}
```

CiutadaPeu

```
package fase1.EstructuraDades;

public class CiutadaPeu extends TADCiutada implements Comparable<TADCiutada>{
    public CiutadaPeu(String nom, String cognom, String dni) {
        super(nom, cognom, dni);
    }

    @Override
    public int compareTo(TADCiutada o) {
        return super.compareTo(o);
    }

    public void caminar(){
        System.out.println("Estic caminant");
    }

}
```

Fase2

Hasher

```
package fase2.EstructuraDades;

public class Hasher {

    //Overload
    public static int getHash(Object toHash){
        if (toHash instanceof Integer)
            return getHash((Integer) toHash);
        return getHash(toHash.toString());
    }

    //Overload
    public static int getHash(String toHash){
        int result = 0;
        //toHash = toHash.replaceAll(" ", "").trim();
        char[] chars = new char[toHash.length()];
        toHash.getChars(0, toHash.length(), chars, 0);

        for(int i = 0;i < toHash.length(); i++){
            result = result^(int) chars[i];
        }
        return result;
    }

    //Overload
    public static int getHash(int toHash){
        return toHash;
    }


}
```

NodeTaulaHash

```java
package fase2.EstructuraDades;

public class NodeTaulaHash<K extends Comparable<K>, T extends Comparable<T>> {
    public K clau;
    public T valor;
    public NodeTaulaHash<K, T> seg;

    public NodeTaulaHash(K key, T data) {
        seg = null;
        clau = key;
        valor = data;
    }

    public NodeTaulaHash() {
        clau = null;
        valor = null;
        seg = null;
    }

    public K getClau() {
        return clau;
    }

    public void setClau(K clau) {
        this.clau = clau;
    }

    public T getValor() {
        return valor;
    }

    public void setValor(T valor) {
        this.valor = valor;
    }

    public NodeTaulaHash<K, T> getSeg() {
        return seg;
    }

    public void setSeg(NodeTaulaHash<K, T> seg) {
        this.seg = seg;
    }
}
```

TADHash

```java
package fase2.EstructuraDades;

import fase1.EstructuraDades.DLL;
import fase1.Excepcions.elementNoExisteix;
import fase2.Excepcions.noInsercio;
import fase2.Excepcions.noObtenir;
import fase2.Excepcions.noTrobat;

public interface TADHash<K extends Comparable<K>, T extends Comparable<T>> {
    /**
     * Constructor per inicialitzar la taula.
     */
    void crear();
```

```
    /**
     * Mètode per tal d'inserir un element a la taula de Hash.
     * Si l'element ja existia s'actualitza el seu valor. Es
     * llença una excepció si no es pot inserir.
     * @param key Identificador
     * @param data Data
     * @throws noInsercio No s'ha pogut inserir.
     */
    void inserir(K key, T data) throws noInsercio;

    /**
     * Mètode que retorna l'element que té la clau K.
     * @param key Identificador
     * @return data
     * @throws noObtenir No s'ha trobat key
     */
    T obtenir(K key) throws noObtenir;

    /**
     * Mètode que comprova si un element està a la taula.
     * @param key Identificador
     * @return El coste de l'operació. Nombre d'elements que s'hagin accedit per
tal de comprovar si l'element existeix o no.
     * @throws noTrobat No s'ha trobat l'element.
     */
    int buscar(K key) throws noTrobat;

    /**
     * Mètode per saber la mida de la taula.
     * @return Retorna el nombre d'elements que conté la taula en aquest moment.
     */
    int mida();

    /**
     * Mètode per tal d'esborrar un element de la taula.
     * @param key Identificador
     */
    void esborrar(K key) throws elementNoExisteix;

    /**
     * Mètode per obtenir tots els valors.
     * @return Retorna una llista amb tots els valors de la taula.
     */
    DLL<T> obtenirValors();

    /**
     * Mètode per obtenir totes les claus.
     * @return Retorna una llista amb totes les claus de la taula.
     */
    DLL<K> obtenirClaus();

    /**
     * Mètode per obtenir el factor de càrrega
     * @return Retorna el factor de càrrega.
     */
    float obtenirFactorDeCarrega();

}
```

TaulaHash

```
package fase2.EstructuraDades;

import fase1.EstructuraDades.DLL;
import fase1.Excepcions.elementNoExisteix;
import fase2.Excepcions.noInsercio;
import fase2.Excepcions.noObtenir;
import fase2.Excepcions.noTrobat;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Iterator;

public class TaulaHash<K extends Comparable<K>, T extends Comparable<T>>
implements TADHash<K, T>, Iterable<T>{

    ArrayList<NodeTaulaHash<K, T>> taula;
    private int capacity;
    private static final float limit = 0.75f;
    private boolean repetits;

    public TaulaHash(){
        crear();
    }

    public TaulaHash(int icapacity, boolean permetreRepetits){
        capacity = icapacity;
        taula = new ArrayList<>(capacity);
        for(int i = 0; i < capacity; i++){
            taula.add(null);
        }
        repetits = permetreRepetits;
    }

    @Override
    public void crear() {
        capacity = 10;
        taula = new ArrayList<>(capacity);
        for(int i = 0; i < capacity; i++){
            taula.add(null);
        }
        repetits = false;
    }

    @Override
    public void inserir(K key, T data) throws noInsercio {
        int index = Hasher.getHash(key) % capacity;
        if(taula.get(index) != null){ /* Colisió */
            NodeTaulaHash<K, T> node = taula.get(index);
            while(node.seg != null){
                if(repetits || key.compareTo(node.getClau()) != 0)
                    node = node.seg;
                else break;
            }
            if(repetits || key.compareTo(node.getClau()) != 0){
                NodeTaulaHash<K, T> nnode = new NodeTaulaHash<>(key, data);
                node.setSeg(nnode);
            }else {
                if(node.getValor().compareTo(data) == 0)
                    throw new noInsercio(index);
                node.setValor(data);
```

```
            }
        } else { /* No colisió */
            NodeTaulaHash<K, T> nnode = new NodeTaulaHash<>(key, data);
            taula.set(index, nnode);
        }
        if(obtenirFactorDeCarrega() > limit){
            redimensionar();
        }
    }

    private void redimensionar() {
        capacity *= 1.5;
        ArrayList<NodeTaulaHash<K,T>> nouarray = new ArrayList<>(capacity);
        for(int i = 0; i < capacity; i++){
            nouarray.add(null);
        }
        for(NodeTaulaHash<K, T> elem : taula){
                while(elem != null){
                    int index = Hasher.getHash(elem.getClau()) % capacity;
                    NodeTaulaHash<K, T> nnode = new
NodeTaulaHash<>(elem.getClau(), elem.getValor());
                    NodeTaulaHash<K, T> node = nouarray.get(index);
                    if(node == null){
                        nouarray.set(index, nnode);
                    } else {
                        while(node.getSeg() != null){
                            node = node.getSeg();
                        }
                        node.setSeg(nnode);
                    }
                    elem = elem.getSeg();
                }
        }
        taula = nouarray;
    }

    @Override
    public T obtenir(K key) throws noObtenir {
        int index = Hasher.getHash(key) % capacity;
        if(taula.get(index) == null) /* No existeix la posició */
            throw new noObtenir(key);
        NodeTaulaHash<K, T> node = taula.get(index);
        while(node != null && node.getClau().compareTo(key) != 0){
            node = node.getSeg();
        }
        /* La clau no es correspon amb qualsevol guardada */
        if(node == null) throw new noObtenir(key);
        return node.getValor();
    }

    @Override
    public int buscar(K key) throws noTrobat {
        int collisions = 0;
        int index = Hasher.getHash(key) % capacity;
        NodeTaulaHash<K, T> node = taula.get(index);
        while(node != null && node.getClau().compareTo(key) != 0){
            node = node.getSeg();
            collisions++;
        }
        if(node == null) throw new noTrobat(collisions + 1);
        return collisions + 1;
```

```
    }

    @Override
    public int mida() {
        int elem = 0;
        for(NodeTaulaHash<K, T> n : taula){
            if(n != null){
                while(n != null){
                    elem++;
                    n = n.getSeg();
                }
            }
        }
        return elem;
    }

    @Override
    public void esborrar(K key) throws elementNoExisteix {
        int index = Hasher.getHash(key) % capacity;
        if(taula.get(index) == null)
            throw new elementNoExisteix(0, mida());
        NodeTaulaHash<K, T> node = taula.get(index);
        if(node.seg == null){ /* No col·lisió */
            if(key.compareTo(node.getClau()) != 0) throw new elementNoExisteix(1,
mida());
            taula.set(index, null);
        } else { /* Col·lisió */
            NodeTaulaHash<K, T> ant = taula.get(index);
            int i = 0;
            if(node.getClau().compareTo(key) != 0){
                node = node.getSeg();
                while(node != null && node.getClau().compareTo(key) != 0){
                    node = node.getSeg();
                    ant = ant.getSeg();
                    i++;
                }
                i++;
            }
            if(node == null)
                throw new elementNoExisteix(1 + i, mida());
            if(ant == node){
                taula.set(index, node.getSeg());
            } else {
                ant.setSeg(node.getSeg());
            }
        }
    }

    @Override
    public DLL<T> obtenirValors() {
        DLL<T> valors = new DLL<>();
        for(NodeTaulaHash<K, T> elem : taula){
            if(elem != null) {
                while (elem.getSeg() != null) {
                    valors.inserir(elem.getValor());
                    elem = elem.getSeg();
                }
                valors.inserir(elem.getValor());
            }
        }
        return valors;
```

```
    }

    @Override
    public DLL<K> obtenirClaus() {
        DLL<K> claus = new DLL<>();
        for(NodeTaulaHash<K, T> elem : taula){
            if(elem != null) {
                while (elem.getSeg() != null) {
                    claus.inserir(elem.getClau());
                    elem = elem.getSeg();
                }
                claus.inserir(elem.getClau());
            }
        }
        return claus;
    }

    @Override
    public float obtenirFactorDeCarrega() {
        return (float) mida()/capacity;
    }

    public int getCapacity(){return capacity;}

    public String toString(){
        StringBuilder sb = new StringBuilder();
        for(NodeTaulaHash<K, T> elem : taula){
            if(elem != null) {
                sb.append("Index(").append(Hasher.getHash(elem.getClau()) %
capacity).append("): ");
                while (elem.getSeg() != null) {
                    sb.append("[").append(elem.getClau()).append(",
").append(elem.getValor()).append("] -> ");
                    elem = elem.getSeg();
                }
                sb.append("[").append(elem.getClau()).append(",
").append(elem.getValor()).append("] -> ");
                sb.append("null\n");
            }
        }
        sb.append("Factor carrega: ").append(obtenirFactorDeCarrega());
        return sb.toString();
    }

    @Override
    public Iterator<T> iterator() {
        return new TaulaHashIterator<K, T>(this);
    }

    public ArrayList<NodeTaulaHash<K,T>> getAl() {
        return taula;
    }
}
```

TaulaHashIterator

```
package fase2.EstructuraDades;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Iterator;
```

```java
public class TaulaHashIterator<K extends Comparable<K>, T extends Comparable<T>>
implements Iterator<T> {

    private TaulaHash<K, T> th;
    private NodeTaulaHash<K, T> nth;
    private int index;

    public TaulaHashIterator(TaulaHash<K, T> th){
        this.th = th;
        index = 0;
        for(NodeTaulaHash<K, T> node : th.getAl()){
            if(node == null){
                index++;
            } else break;
        }
        this.nth = th.getAl().get(index);
    }

    @Override
    public boolean hasNext() {
        return index < th.getCapacity();
    }

    @Override
    public T next() {
        ArrayList<NodeTaulaHash<K, T>> al = th.getAl();
        T data = nth.getValor();
        nth = nth.getSeg();
        if(nth == null){
            for(index =  index + 1; index < th.getCapacity(); index++){
                if(al.get(index) != null){
                    nth = al.get(index);
                    break;
                }
            }
        }
        return data;
    }
}
```

NoInsercio

```java
package fase2.Excepcions;

public class noInsercio extends Exception{
    public noInsercio(int n){
        super("L'element " + n + " no s'ha pogut inserir.");
    }
}
```

NoObtenir

```java
package fase2.Excepcions;

public class noObtenir extends Exception{
    public noObtenir(Object n){
        super("No s'ha pogut obtenir l'element de la clau " + n + ".");
    }
}
```

NoTrobat

```
package fase2.Excepcions;

public class noTrobat extends Exception {
    private int n;

    public noTrobat(int n){
        super("No s'ha trobat l'element buscat, s'han buscat " + n + "
elements.");
        this.n = n;
    }

    public int getN(){return n;}
}
```

TaulaHashJUnit

```
package fase2.JUnit;

import fase1.EstructuraDades.CiutadaPeu;
import fase1.EstructuraDades.DLL;
import fase1.EstructuraDades.TADCiutada;
import fase1.Excepcions.elementNoExisteix;
import fase2.EstructuraDades.TaulaHash;
import fase2.Excepcions.noInsercio;
import fase2.Excepcions.noObtenir;
import fase2.Excepcions.noTrobat;
import org.junit.jupiter.api.Test;
import static org.junit.jupiter.api.Assertions.*;

public class TaulaHashJUnit {

    TaulaHash<String, TADCiutada> th;

    CiutadaPeu a = new CiutadaPeu("Matias","Larrosa Babio","a");
    CiutadaPeu b = new CiutadaPeu("Nancy","Babio Sanchez","b");
    CiutadaPeu c = new CiutadaPeu("Jordi","Cojuhar Cojuhar","c");
    CiutadaPeu d = new CiutadaPeu("Hugo","Acedo Coronado","d");
    CiutadaPeu e = new CiutadaPeu("Lucas","Larrosa Babio","e");
    CiutadaPeu f = new CiutadaPeu("Marcelo","Larrosa Bermudéz","f");

    CiutadaPeu[] lcp = new CiutadaPeu[]{a, b, c, d, e, f};

    /**
     * Es comprovara si la taula de hash creada te els atributs correctes
     */
    @Test
    void crear(){
        th = new TaulaHash<>();
        /* TaulaHash() crida a crear() */
        assertNotNull(th, "La TH es null");
        assertEquals(0, th.mida(), "Hi han valors inicials en la TH que s'acaba
de crear.");
    }

    /**
     * Es comprovara que s'afegeixen elements correctament.
     */
    @Test
    void inserir() throws noInsercio {
```

```
        th = new TaulaHash<>();

        assertDoesNotThrow(() -> th.inserir(a.getDni(), a), "El metode inserir()
ha llençat l'excepcio noInsercio");
        assertEquals(1, th.mida(), "S'ha afegit 1 element i la mida no es
correspon.");
        assertDoesNotThrow(() -> th.inserir(b.getDni(), b), "El metode inserir()
ha llençat l'excepcio noInsercio");
        assertEquals(2, th.mida(), "S'ha afegit 1 element i la mida no es
correspon.");
        assertDoesNotThrow(() -> th.inserir(c.getDni(), c), "El metode inserir()
ha llençat l'excepcio noInsercio");
        assertEquals(3, th.mida(), "S'ha afegit 1 element i la mida no es
correspon.");
        assertDoesNotThrow(() -> th.inserir(d.getDni(), d), "El metode inserir()
ha llençat l'excepcio noInsercio");
        assertEquals(4, th.mida(), "S'ha afegit 1 element i la mida no es
correspon.");
        assertDoesNotThrow(() -> th.inserir(e.getDni(), e), "El metode inserir()
ha llençat l'excepcio noInsercio");
        assertEquals(5, th.mida(), "S'ha afegit 1 element i la mida no es
correspon.");
        assertDoesNotThrow(() -> th.inserir(f.getDni(), f), "El metode inserir()
ha llençat l'excepcio noInsercio");
        assertEquals(6, th.mida(), "S'ha afegit 1 element i la mida no es
correspon.");

        boolean[] blcp = {false, false, false, false, false, false};
        for(TADCiutada cp : th.obtenirValors()){
            for(int i = 0; i < 6; i++){
                if(!blcp[i] && lcp[i].compareTo(cp) == 0){
                    blcp[i] = true;
                }
            }
        }
        boolean and = blcp[0];
        for(int i = 1; i < 6; i++) {
            and = and && blcp[i];
        }

        assertTrue(and, "No s'han trobat tots els elements.");

        /* Canviar informació d'un element que ja existeix */

        CiutadaPeu ncp = new CiutadaPeu("Informacio", "Canviada", "a");
        assertDoesNotThrow(() -> th.inserir(ncp.getDni(), ncp), "Inserir ha
llençat una excepció al afegir un element amb una clau repetida.");
        assertDoesNotThrow(() -> assertNotEquals(0,
th.obtenir("a").getNom().compareTo(a.getNom()), "L'element no te les seves dades
canviades."),
                "Inserir un element ha llençat la excepció noInsercio.");

        /* Comprovar que la taula es redimensiona si supera el limit (0.75) */

        reiniciarTH();

        int icapacity = th.getCapacity();
        int imida = th.mida();
        int i = 0;
        while(icapacity == th.getCapacity()){
            /* (char)(i+103) = 'g' */
```

```
            CiutadaPeu nncp = new CiutadaPeu(Integer.toString(i),
Integer.toString(i), (char)(i+103) + "");
            assertDoesNotThrow(() -> th.inserir(nncp.getDni(), nncp), "No s'ha
pogut inserir un ciutada.");
            i++;
        }

        assertEquals(i+imida, th.mida(), "La mida inicial mes els elements
afegits no és igual a la mida actual.");
        assertEquals(icapacity*1.5, th.getCapacity(), "No s'ha redimensionat la
taula hash correctament.");
        assertTrue(th.obtenirFactorDeCarrega() <= 0.75, "El factor de carrega es
superior al limit, s'hauria de redimensionar la taula.");

    }

    /**
     * Obtenir comprova si es troben tots els elements i s'hi s'obtenen
correctament.
     * @throws noInsercio
     */

    @Test
    void obtenir() throws noInsercio {
        reiniciarTH(); /* {a, b, c, d, e, f} */

        assertDoesNotThrow(()->{
            for(int i = 0; i < 6;i++){
                TADCiutada tmp = th.obtenir(lcp[i].getDni());
                assertNotNull(tmp, "L'element obtingut es null");
                assertEquals(0, tmp.compareTo(lcp[i]), "L'element obtingut a la
posició " + i + " no es l'esperat");
            }
        }, "No s'ha obtés un ciutada");

        /* Comprovar que salta una excepció si es busca un valor que no existeix
*/

        assertThrows(noObtenir.class, () -> th.obtenir("Clau Inexistent"),
"Buscar una clau que no hi és a la llista no llença una excepció.");
    }

    /**
     * Comprova que es puguin buscar tots els elemets i, s'hi l'element que
s'està buscant forma part d'una colisió
     * també és troba.
     * @throws noInsercio
     */
    @Test
    void buscar() throws noInsercio {
        reiniciarTH();
        /* Per com funciona el Hasher (XOR) si el codi es repeteix un nombre
imparell de vegades el codi sera el mateix */
        /* hash("a") == hash("aaa") */
        /* Actualment la th te 6 ciutadans tots en posicions diferents */
        /* a->7, b->8, c->9, d->0, e->1, f->2 */
        /* Per tant, al ser "aaa" el mateix hash code que "a" s'afegira darrere
*/
        assertDoesNotThrow(() -> {
            for(int i = 0; i < 6; i++){
                assertEquals(1, th.buscar(lcp[i].getDni()), "La disposicio dels
```

```
elements no es la correcta.");
            }
        }, "No s'ha obtés un element que hi és a la taula.");

        th.inserir("aaa", new CiutadaPeu("Nou", "Ciutada", "aaa"));

        assertDoesNotThrow(() -> assertEquals(2, th.buscar("aaa"), "El nombre
d'elements buscat no correspon amb l'esperat.")
                , "No s'ha trobat un element colisionat");

        assertThrows(noTrobat.class, () -> th.buscar("Clau Inexistent"), "No s'ha
llençat una excepció per a un element inexistent.");

    }

    /**
     * Mida comprova que la mida augmenta i disminueix correctament.
     * @throws noInsercio
     */
    @Test
    void mida() throws noInsercio {
        reiniciarTH();

        assertEquals(6, th.mida(), "La mida quan es reiniciar la taula de hash ha
de ser 6.");
        th.inserir("aaa", new CiutadaPeu("Nou", "Ciutada", "aaa"));

        assertEquals(7, th.mida(), "S'ha afegit 1 element i la mida no es
correspon.");

        th.crear();

        assertEquals(0, th.mida(), "S'ha reiniciat la Taula i la mida no es
correspon.");

    }

    /**
     * Es comprova que s'eliminin elements corectament en tots els casos
possibles.
     * @throws noInsercio
     */
    @Test
    void esborrar() throws noInsercio {
        reiniciarTH(); /* {a, b, c, d, e, f} */

        assertDoesNotThrow(()->{
            for(int i = 0; i < 6;i++){
                reiniciarTH();
                th.esborrar(lcp[i].getDni());
                TADCiutada tmp = lcp[i];
                assertThrows(noTrobat.class, ()->th.buscar(tmp.getDni()),
"L'element " + tmp + " no s'ha eliminat correctament.");
            }
        }, "Esborrar ha llençat una excepció inesperada.");

        reiniciarTH();
        assertThrows(elementNoExisteix.class, ()->th.esborrar("Clau Inexistent"),
"No s'ha llençat una excepció al buscar un element inexistent.");

        /* Eliminar un element que colisiona amb un altre */
```

```
        CiutadaPeu ncp = new CiutadaPeu("Nou", "Ciutada", "aaa");

        th.inserir(ncp.getDni(), ncp);

        /* Eliminar el "head" de la colisio */

        assertDoesNotThrow(() -> th.esborrar("a"), "No s'ha trobat l'element
buscat.");
        assertThrows(noObtenir.class, () -> th.obtenir("a"), "L'element no s'ha
eliminat correctament.");
        assertDoesNotThrow(() -> assertEquals(1, th.buscar("aaa"), "No s'ha
trobat l'element"),
                "No s'ha trobat el següent element de la colisió.");

        /* Eliminar el "tail" de la colisio */

        reiniciarTH();
        th.inserir(ncp.getDni(), ncp);
        assertDoesNotThrow(() -> th.esborrar("aaa"), "No s'ha trobat l'element
buscat.");
        assertThrows(noObtenir.class, () -> th.obtenir("aaa"), "L'element no s'ha
eliminat correctament.");
        assertDoesNotThrow(() -> assertEquals(1, th.buscar("a"), "No s'ha trobat
l'element"),
                "No s'ha trobat el primer element de la colisió.");

        /* Eliminar un element en el mig d'una colisio */

        CiutadaPeu ncp2 = new CiutadaPeu("Nounou", "Ciutadaciutada", "aaaaa");
        reiniciarTH();
        th.inserir(ncp.getDni(), ncp);
        th.inserir(ncp2.getDni(), ncp2);
        /* Element del mig "aaa" */
        assertDoesNotThrow(() -> th.esborrar("aaa"), "No s'ha trobat l'element
buscat.");
        assertThrows(noObtenir.class, () -> th.obtenir("aaa"), "L'element no s'ha
eliminat correctament.");
        assertDoesNotThrow(() -> assertEquals(1, th.buscar("a"), "No s'ha trobat
l'element"),
                "No s'ha trobat el primer element de la colisió.");
        assertDoesNotThrow(() -> assertEquals(2, th.buscar("aaaaa"), "No s'ha
trobat l'element"),
                "No s'ha trobat el següent element de la colisió.");

    }

    /**
     * Es comprova que esl valors obtinguts siguin tots els que hi ha present a
la llista.
     * @throws noInsercio
     */
    @Test
    void obtenirValors() throws noInsercio {
        reiniciarTH(); /* {a, b, c, e, f} */
        DLL<TADCiutada> dllcp = th.obtenirValors();

        boolean[] blcp = {false, false, false, false, false, false};
        for(TADCiutada cp : th.obtenirValors()){
            for(int i = 0; i < 6; i++){
                if(!blcp[i] && lcp[i].compareTo(cp) == 0){
```

```
                    blcp[i] = true;
                }
            }
        }
        boolean and = blcp[0];
        for(int i = 1; i < 6; i++) {
            and = and && blcp[i];
        }

        assertTrue(and, "No s'han trobat tots els elements.");

        /* Obtenir valors en colisió */

        CiutadaPeu ncp = new CiutadaPeu("Nou", "Ciutada", "aaa");
        CiutadaPeu ncp2 = new CiutadaPeu("Nounou", "Ciutadanou", "aaaaa");
        CiutadaPeu[] lcp2 = {a, b, c, d, e, f, ncp, ncp2};

        th.inserir(ncp.getDni(), ncp);
        th.inserir(ncp2.getDni(), ncp2);

        boolean[] blcp2 = {false, false, false, false, false, false, false,
false};
        for(TADCiutada cp : th.obtenirValors()){
            for(int i = 0; i < 8; i++){
                if(!blcp2[i] && lcp2[i].compareTo(cp) == 0){
                    blcp2[i] = true;
                }
            }
        }
        and = blcp2[0];
        for(int i = 1; i < 8; i++) {
            and = and && blcp2[i];
        }

        assertTrue(and, "No s'han trobat tots els elements.");
    }

    /**
     * Es comprova que totes les claus obtingudes es corresponguin amb totes les
claus que hi haurien d'haber.
     * @throws noInsercio
     */
    @Test
    void obtenirClaus() throws noInsercio {
        reiniciarTH(); /* {a, b, c, d, e, f} */

        DLL<String> dllccp = th.obtenirClaus();
        for(String s : dllccp){
            assertDoesNotThrow(() -> th.buscar(s), "Les claus retornades no son
correctes");
        }

        /* Obtenir claus en colisió */

        CiutadaPeu ncp = new CiutadaPeu("Nou", "Ciutada", "aaa");
        CiutadaPeu ncp2 = new CiutadaPeu("Nounou", "Ciutadanou", "aaaaa");

        th.inserir(ncp.getDni(), ncp);
        th.inserir(ncp.getDni(), ncp2);

        dllccp = th.obtenirClaus();
```

```
        for(String s : dllccp){
            assertDoesNotThrow(() -> th.buscar(s), "Les claus retornades no son
correctes");
        }

    }

    /**
     * Reinicia la taula de hash per tal de no repetir codi.
     * @throws noInsercio
     */
    private void reiniciarTH() throws noInsercio {
        th = new TaulaHash<>();
        for(CiutadaPeu cp : lcp){
            th.inserir(cp.getDni(), cp);
        }
    }
}
```