

ESTRUTURAS DE DADOS

2020/2021

AULA 01

- Plataforma de Colecções
- *Generics*
- *Wildcards*
- Explorar o
`java.util.ArrayList`



INTRODUÇÃO

2

- + Vamos começar por estudar a interface **Collection** da *Java Collections Framework* (JCF) que foi usada no ano passado
- + Nesta aula serão analisadas questões relativas à herança, interfaces, classes abstractas e Java *generics*

HISTÓRIA

3

- + As linguagens de programação têm adicionado meios de organizar "coisas" ao longo dos anos
- + Primeiro apareceu o *array*, a desvantagem que apresentava era a obrigatoriedade das "coisas" serem todas semelhantes (do mesmo tipo)
- + Depois apareceu o registo, um registo permite aos programadores armazenar "coisas" de tipos diferentes

- + Mais recentemente, apareceu o conceito de objecto que permite armazenar dados de diferentes tipos e comportamentos

ORIGENS: JAVA COLLECTION FRAMEWORK

5

- + No Java 1.2, a linguagem passou a ter uma plataforma para gerir colecções
- + As colecções são formas de organizar grupos de “coisas” e manipular esses grupos como entidades únicas

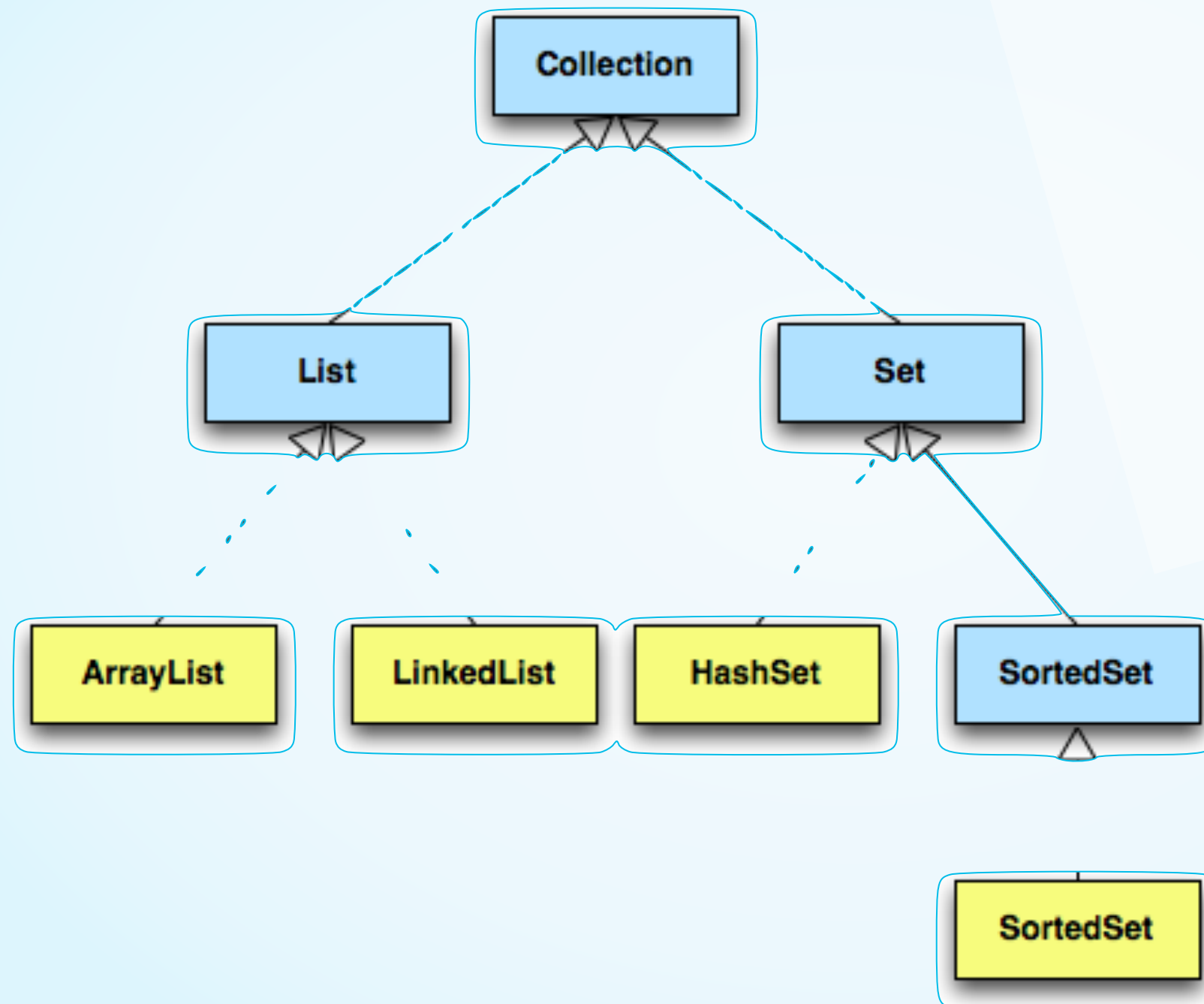
JAVA COLLECTIONS FRAMEWORK (JCF)

6

- + A JCF é uma colecção de interfaces, classes concretas e abstractas que fornecem um conjunto *standard* de tipos de colecções (*containers*)
- + A interface **Collection** é a raiz de grande parte da hierarquia de heranças de interfaces da JCF

JAVA COLLECTIONS FRAMEWORK

7



TERMOS

8

+ Interface

- + As interfaces são declaradas com recurso à palavra reservada interface e podem conter apenas assinaturas de métodos e declarações de constantes

+ Classe abstracta

- + É uma classe que possui pelo menos um método abstracto -> não pode ser instanciada

+ Classe concreta

- + É uma classe que pode ter instâncias

GENERICCS

9

- + Praticamente todas as aplicações precisam armazenar colecções de objectos
- + Seria impraticável implementar uma nova classe colecção para armazenar cada tipo específico de objecto
- + É impossível prever quais os tipos de objectos que um dia iremos querer armazenar no grande número de potenciais aplicações que poderão usar a nossa classe colecção
- + Uma forma de generalizar a colecção é torná-la uma colecção do tipo **Object** (topo da hierarquia)

```
public class MyCollection {  
    ...  
    public void add(Object o) {...}  
    public boolean remove(Object o) {...}  
    public Object get(int position)  
}
```

```
public class ShapeApp {  
    ...  
    MyCollection myc =  
        new MyCollection();  
    myc.add(new Rectangle(3,4));  
    ...  
    Rectangle rect =  
        (Rectangle)myc.get(0);  
}
```

- + Todas as referências para cada objecto na classe (que representa a colecção) irão usar o tipo **Object**
- + Quando é obtido um objecto a partir da colecção, a aplicação pode-o converter de volta para o tipo original (através do *casting*)
- + Os comportamentos/operações pretendidos pela aplicação cliente que usar esta colecção terão de ser do tipo **Object**
- + (Exemplo) Se enviarmos uma Forma (*Shape*) para a colecção não podemos esperar que a colecção seja capaz de fornecer a operação que irá desenhar as formas
- + A operação "Desenhar" não está definida na classe **Object**

- + Não existe nenhuma forma da colecção ser capaz de informar se todos os objectos da colecção são do mesmo tipo
- + Uma classe genérica (*Generic Class*) apresenta uma solução para este problema pois pode ser vista como um *template* que pode ser concretizada para conter objectos de um tipo em particular uma vez instanciada

- + A classe **ArrayList** é uma classe parametrizada
- + Tem um parâmetro denominado por **Base_Type** que pode ser substituído por qualquer tipo de forma a obter uma classe **ArrayList** com o tipo especificado pelo programador
- + O Java permite a definição de classes com tipos parametrizados desde a versão 5.0
 - + Estas classes que têm tipos parametrizados são denominadas classes parametrizadas ou definições genéricas, ou simplesmente *generics*

- + A definição da classe com o tipo parametrizado é armazenada em ficheiro e compilada tal como qualquer outra classe
- + Depois da classe parametrizada ser compilada pode ser usada tal como outra classe
- + No entanto o tipo parametrizado na classe terá de ser especificado antes de ser usada num programa
- + Ao fazê-lo estamos a **instanciar** a classe genérica

```
Demo<String> object = new Demo<String>();
```

- + Definição de uma classe com um tipo parametrizado

```
public class Demo<T> {  
    private T data;  
  
    public void setData(T newData) {  
        data = newData;  
    }  
  
    public T getData() {  
        return data;  
    }  
}
```

- + T é o tipo parametrizado

- + Uma classe que é definida à custa de um tipo parametrizado é denominada de classe genérica ou classe parametrizada
- + O tipo parametrizado é incluído entre "<>" depois do nome da classe no cabeçalho da definição da classe
- + Pode ser usado qualquer identificador desde que não seja uma palavra reservada para o tipo, mas por convenção, o parâmetro começa com uma letra maiúscula
- + O tipo parametrizado pode ser usado como outros tipos usados na definição da classe

+ Definição de uma classe Genérica

17

```
public class Pair<T> {
```

```
    private T first;  
    private T second;
```

```
    public Pair() {  
        first = null;  
        second = null;  
    }
```

```
    public Pair(T firstItem, T secondItem) {  
        first = firstItem;  
        second = secondItem;  
    }
```

```
    public T getFirst() {  
        return first;  
    }
```

```
    public void setFirst(T first) {  
        this.first = first;  
    }
```

O cabeçalho do construtor não inclui o tipo parametrizado



```
public T getSecond() {
    return second;
}

public void setSecond(T second) {
    this.second = second;
}

public String toString() {
    return ("first: " + first.toString() + "\n"
        + "second: " + second.toString());
}

public boolean equals(Object otherObject) {
    if (otherObject == null) {
        return false;
    } else if (getClass() != otherObject.getClass()) {
        return false;
    } else {
        Pair otherPair = (Pair) otherObject;
        return (first.equals(otherPair.first)
            && second.equals(otherPair.second));
    }
}
}
```

+ Usar uma classe Genérica

19

```
public class GenericPairDemo {  
  
    public static void main(String[] args) {  
  
        Pair<String> secretPair =  
            new Pair<String>("Happy", "Day");  
        Scanner Keyboard = new Scanner(System.in);  
        System.out.println("Enter two words:");  
        String word1 = Keyboard.next();  
        String word2 = Keyboard.next();  
        Pair<String> inputPair =  
            new Pair<String>(word1, word2);  
  
        if (inputPair.equals(secretPair)) {  
            System.out.println("You guesses the secret words");  
            System.out.println("in the correct order!");  
        } else {  
            System.out.println("You guesses incorrectly.");  
            System.out.println("You guessed");  
            System.out.println(inputPair);  
            System.out.println("The secret words are");  
            System.out.println(secretPair);  
        }  
    }  
}
```

+ *Output*

20

```
Enter two words:
```

```
two words
```

```
You guesses incorrectly.
```

```
You guessed
```

```
first: two
```

```
second: words
```

```
The secret words are
```

```
first: Happy
```

```
second: Day
```

- + Apesar do nome da classe ter um tipo parametrizado na definição este não é usado na definição do construtor:

```
public Pair<T>()
```

- + Mas pode usar o tipo definido na classe

```
public Pair(T first, T second)
```

- + No entanto quando a classe genérica é instanciada temos que usar os "<>"

```
Pair<String> pair = new Pair<String>("Happy", "Day");
```

- + O tipo usado como tipo parametrizado tem sempre de ser uma referência:
- + Não pode ser um tipo primitivo tais como o **int**, **double** ou **char**
- + No entanto, agora que o Java tem *automatic boxing*, esta não é uma grande restrição
- + Nota: Podem ser usados *arrays*

+ Usar uma classe Genérica Pair e *Automatic Boxing*

23

```
public class GenericPairDemo2 {  
    public static void main(String[] args) {  
        Pair<Integer> secretPair = new Pair<Integer>(42, 24);  
        Scanner Keyboard = new Scanner(System.in);  
        System.out.println("Enter two numbers:");  
        int n1 = Keyboard.nextInt();  
        int n2 = Keyboard.nextInt();  
        Pair<Integer> inputPair = new Pair<Integer>(n1, n2);  
  
        if (inputPair.equals(secretPair)) {  
            System.out.println("You guesses the secret numbers");  
            System.out.println("in the correct two order!");  
        } else {  
            System.out.println("You guesses incorrectly.");  
            System.out.println("You guessed");  
            System.out.println(inputPair);  
            System.out.println("The secret numbers are");  
            System.out.println(secretPair);  
        }  
    }  
}
```

O *Automatic Boxing* permite-nos usar um argumento `int` para um parâmetro `Integer`

+ *Output*

24

Enter two numbers:

42 24

You guesses the secret numbers
in the correct two order!

MÚLTIPLOS TIPOS PARAMETRIZADOS

25

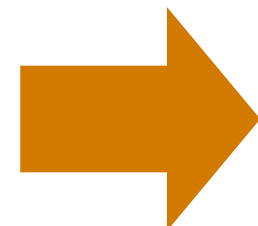
- + A definição de uma classe genérica pode ter qualquer número de tipos parametrizados
- + Os múltiplos tipos parametrizados são listados dentro de "<>" separados por vírgulas

```
TwoTypePair<T1, T2>
```

+ Definição de uma classe Genérica

26

```
public class TwoTypePair <T1, T2>{  
  
    private T1 first;  
    private T2 second;  
  
    public TwoTypePair() {  
        first = null;  
        second = null;  
    }  
  
    public TwoTypePair(T1 firstItem, T2 secondItem) {  
        first = firstItem;  
        second = secondItem;  
    }  
  
    public T1 getFirst() {  
        return first;  
    }  
  
    public void setFirst(T1 first) {  
        this.first = first;  
    }  
}
```



```
public T2 getSecond() {  
    return second;  
}  
  
public void setSecond(T2 second) {  
    this.second = second;  
}  
  
public String toString() {  
    return ("first: " + first.toString() + "\n"  
        + "second: " + second.toString());  
}  
  
public boolean equals(Object otherObject) {  
    if (otherObject == null) {  
        return false;  
    } else if (getClass() != otherObject.getClass()) {  
        return false;  
    } else {  
        TwoTypePair otherPair =  
            (TwoTypePair) otherObject;  
        return (first.equals(otherPair.first)  
            && second.equals(otherPair.second));  
    }  
}  
}
```

O primeiro equals é o equals do tipo T1 e o
segundo equals é o equals do tipo T2

Exercício 1: Testar a classe anterior
TwoTypePair e observar o resultado

LIMITES PARA TIPOS PARAMETRIZADOS

- + Por vezes faz sentido restringir os tipos possíveis que podem ser usados para o tipo parametrizado `T`
- + Por exemplo, para garantir que apenas as classes que implementam a interface `Comparable` são passadas pelo tipo `T` devemos definir a classe da seguinte forma:

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

- + "**extends Comparable**" é usado como limite para o tipo parametrizado T
- + Qualquer tentativa de passar um tipo para T que não implemente a interface **Comparable** irá resultar numa mensagem de erro do compilador

- + Um limite num tipo pode ser o nome de uma classe (em vez de uma interface)
- + Apenas podem ser passadas pelo tipo **T** as subclasses da classe limite definido como tipo parametrizado:

```
public class ExClass<T extends  
Class1>
```

- + Um expressão de limite pode conter múltiplos interfaces e apenas uma classe
- + Se existir mais de um parâmetro a sintaxe deverá ser da seguinte forma:

```
public class Two<T1 extends Class1, T2  
    extends Class2 & Comparable>
```

+ Tipo Parametrizado com limite

```
public class Pair<T extends Comparable> {  
    private T first;  
    private T second;  
  
    public T max() {  
        if (first.compareTo(second) >= 0)  
            return first;  
        else  
            return second;  
    }  
}
```

+ Exercício 2: Testar a classe

INTERFACES GENÉRICAS

33

- + As interfaces podem ter um ou mais tipos parametrizados
- + Os detalhes e a notação são os mesmos que temos vindo a aprender para as classes com tipos parametrizados

MÉTODOS GENÉRICOS

- + Quando uma classe genérica é definida o tipo parametrizado pode ser usado nas definições de métodos para a classe genérica
- + Um método genérico pode ainda ser definido com os seus próprio tipos parametrizados sem que sejam os mesmo da classe
- + Um método genérico pode ser um membro de uma classe normal ou genérica que tenha algum tipo parametrizado
- + O tipo parametrizado de um método genérico é local a esse método e não à classe

- + O tipo parametrizado tem de ser colocado (entre "<>") depois de todos os modificadores e antes do tipo de retorno:

```
public static <T> T genMethod(T[] a)
```

- + Quando um destes métodos genéricos é invocado o nome do método é precedido pelo tipo pretendido entre "<>"

```
String s = NonG.<String>genMethod(c);
```

HERANÇA COM CLASSES GENÉRICAS

- + Uma classe genérica pode ser definida como subclasse de uma classe normal ou mesmo de uma outra classe genérica
- + Tal como nas classes normais um objecto do tipo de uma subclasse será também do tipo da superclasse
- + Dadas duas classes: **A** e **B**, e uma classe genérica: **G** não existe nenhum relacionamento entre **G<A>** e **G**
- + É sempre verdade independente do relacionamento entre as classes **A** e **B**, por exemplo, se a classe **B** é uma subclasse da classe **A**

+ Exemplo

```
public class UnorderedPair<T> extends Pair<T> {  
  
    public UnorderedPair() {  
        setFirst(null);  
        setSecond(null);  
    }  
  
    public UnorderedPair(T firstItem, T secondItem) {  
        setFirst(firstItem);  
        setSecond(secondItem);  
    }  
  
    public boolean equals(Object otherObject) {  
        if (otherObject == null) {  
            return false;  
        } else if (getClass() != otherObject.getClass()) {  
            return false;  
        } else {  
            UnorderedPair<T> otherPair =  
                (UnorderedPair<T>) otherObject;  
  
            return (getFirst().equals(otherPair.getFirst())  
                && getSecond().equals(otherPair.getSecond())  
                || (getFirst().equals(otherPair.getSecond())  
                && getSecond().equals(otherPair.getFirst())));  
        }  
    }  
}
```

+ Exemplo

38

```
public class UnorderedPairDemo {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        UnorderedPair<String> p1 =  
            new UnorderedPair<String>("peanuts", "beer");  
        UnorderedPair<String> p2 =  
            new UnorderedPair<String>("beer", "peanuts");  
        if (p1.equals(p2)) {  
            System.out.println(p1.getFirst() + " and "  
                + p1.getSecond() + " is the same as");  
            System.out.println(p2.getFirst() + " and "  
                + p2.getSecond());  
        }  
    }  
}
```

peanuts and beer is the same as
beer and peanuts

WILDCARDS

- + Queremos um método que imprima todos os elementos de uma colecção

```
void printCollection(Collection c){  
    Iterator i = c.iterator();  
    while (i.hasNext()) {  
        System.out.println(i.next());  
    }  
}
```

WILDCARDS

- + 1ª Tentativa com o uso de *generics*

```
void printCollection(Collection<Object> c) {  
    for (Object e: c){  
        System.out.println(e);  
    }  
}
```

- + Se repararem bem acaba por ser pior que a primeira solução

```
printCollection(stones);
```

Não compila!

- + Que tipo abrange todos os tipos de colecções?

`Collection` `<?>`

- + "**Colecção de tipo desconhecido**" é uma colecção em que o tipo dos elementos pode ser qualquer um - tipo *wildcard*

```
void printCollection(Collection<?> c) {  
    for (Object e: c){  
        System.out.println(e);  
    }  
}
```

```
printCollection(stones);
```

+ Atenção!

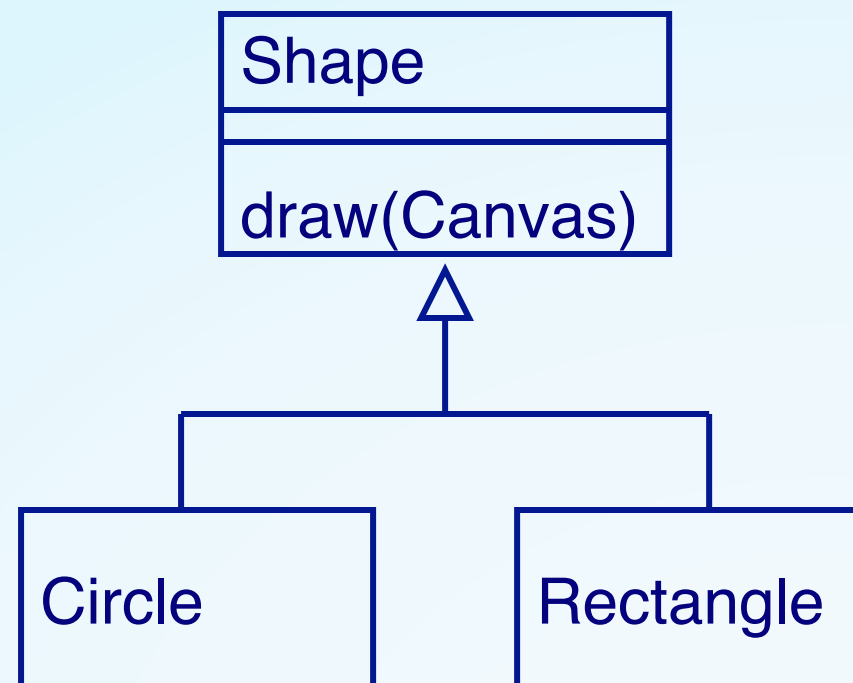
42

```
String myString;  
Object myObject;  
List<?> c = new ArrayList<String>();  
  
// c.add("hello world");           // compile error  
// c.add(new Object());             // compile error  
(List<String> c).add("hello world");  
(List<Object> c).add(new Object()); // no compile error!  
  
// String myString = c.get(0);      // compile error  
myString = (String) c.get(0);  
myObject = c.get(0);  
myString = (String) c.get(1);       // run-time error!
```

WILDCARDS COM LIMITE

43

- + Considere uma simples aplicação de desenho que pretende desenhar formas (*Shapes*): *Circles*, *rectangles*, ...
- + Como implementar o método para desenhar todas as formas de uma colecção: **drawAll**



Limitado a List<Shape>

Qual a solução para que **drawAll** possa desenhar todas as formas?

- + Um método que aceita uma **List** de qualquer tipo de **Shape**:

```
public void drawAll(List<? extends Shape>) {...}
```

- + **Shape** é o limite superior do *wildcard*

+ Outros exemplos:

```
public void pushAll(Collection<? extends E> collection) {  
    for (E element : collection) {  
        this.push(element);  
    }  
}  
  
public List<E> sort(Comparator<? super E> comp) {  
    List<E> list = this.asList();  
    Collections.sort(list, comp);  
    return list;  
}
```

- + ? **extends E** qualquer coisa que seja subclasse de **E** (incluindo **E**)
- + ? **super E** qualquer coisa que seja superclasse de **E** (incluindo **E**)

USAR O JAVA.UTIL.ARRAYLIST

- + O **ArrayList** é um *array* genérico que pode ser redimensionado automaticamente

```
List<String> al = new ArrayList<String>(5);  
for(int i = 0; i < 5; i++) {  
    al.add(new String(i))  
}  
//automatic resizing when one more item is added  
al.add(new String(5));
```

- + Quando se pretende adicionar o sexto objecto o **ArrayList** verifica que está cheio
- + São realizadas as seguintes acções:

- + É alocado um novo *array* com capacidade de 10 (o dobro do anterior com capacidade de 5)
- + Todos os itens do *array* antigo são copiados para o novo
- + O novo item a ser adicionado é acrescentado ao novo *array*
- + A referência interna para a colecção é alterado do antigo *array* para o novo *array* - *garbage collector* elimina o anterior

- + Este processo pode voltar a repetir-se caso o **ArrayList** volte a encher a capacidade (preencher todas as 10 localizações), aquando da introdução de um novo elemento
 - + Novo *array* de 20 posições
- + Ver a classe **java.util.ArrayList.java** (código fonte)

- + Como podemos verificar o **ArrayList** usar um *array* como estrutura de dados!
- + De que outras formas podemos armazenar os nossos dados?
- + Que outras estruturas de dados existe?
- + Que diferenças vantagens/desvantagens têm entre elas?