Pruebas del Software
Parte 2

Sistemas de Información

Javier Tuya (tuya@uniovi.es)
Claudio de la Riva (claudio@uniovi.es)
Grupo de Investigación en Ingeniería del Software - http://giis.uniovi.es

Curso 2024-2025

Contenidos

- Introducción y definiciones
- Proceso de pruebas de software
- Técnicas básicas de prueba
  - Pruebas realizadas en asignatura anterior
  - Basadas en clases de equivalencia – Ejemplo
  - Modelo en V. Niveles y Tipos de prueba
- Ejemplo de prácticas de aula (Parte 2)
  - Automatización con Junit
  - Diseño e implementación
    - Obtención lista de carreras
    - Obtención descuentos/recargos
    - Otros…

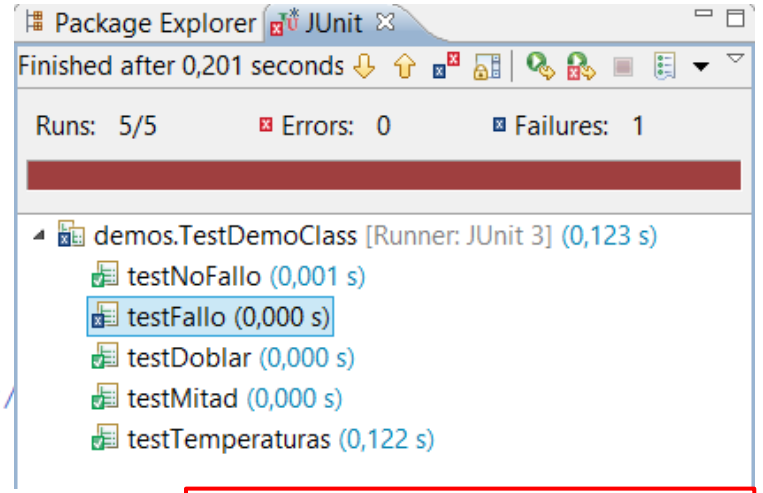
Automatización con JUnit

- Framework para ejecución tests en Java, independiente e integrado en Eclipse
- Automatización prueba en desarrollo y regresión
- Clases derivadas de TestCase (autodocumentadas)
- Antes y después de cada método
  - setUp, tearDown
- Para .NET: NUnit, MS Test

```
package demos;

import junit.framework.TestCase;

 * Diversas pruebas escritas en JUnit para mostar su uso
public class TestDemoClass extends TestCase {
    /** assert que nunca produce un fallo */
    public void testNoFallo(){
        assertEquals(1,1);
    }
    /** assert que siempre produce un fallo */
    public void testFallo(){
        assertEquals("fallo",1,2);
    }
    /** funcionamiento de doblar */
    public void testDoblar(){
        DemoClass c=new DemoClass();
        assertEquals(2,c.doblar(1));
        assertEquals(0,c.doblar(0));
    }
    /** funcionamiento de mitad y control de excepciones */
    public void testMitad(){
        DemoClass c=new DemoClass();
        assertEquals(1.0,c.dividir(2,2),0.0001);
        assertEquals(2.0,c.dividir(4,2),0.0001);
```



Qué versión usamos?

Automatización con Junit
(Comparación versiones)

Junit 3

import junit.framework.*
extend TestCase

Convenios:

- TestClass
- setUp()
- tearDown()
- testX()
- assertX(msg,exp,act)
- assertX(exp,act)

Junit 4

import org.junit.*
import static org.junit.Assert.*

Anotaciones:

- @Before
- @After
- @Test
- @BeforeClass
- @AfterClass
- assertX(msg,exp,act)
- assertX(exp,act)

+test parametrizados (mejor JUnitParams), manejo excepciones…

Junit 5

import org.junit.jupiter.api.*
import static org.junit.
jupiter.api.Assertions.*

Anotaciones:

- @BeforeEach
- @AfterEach
- @Test
- @BeforeAll
- @AfterAll
- assertX(exp,act,msg)
- assertX(exp,act)

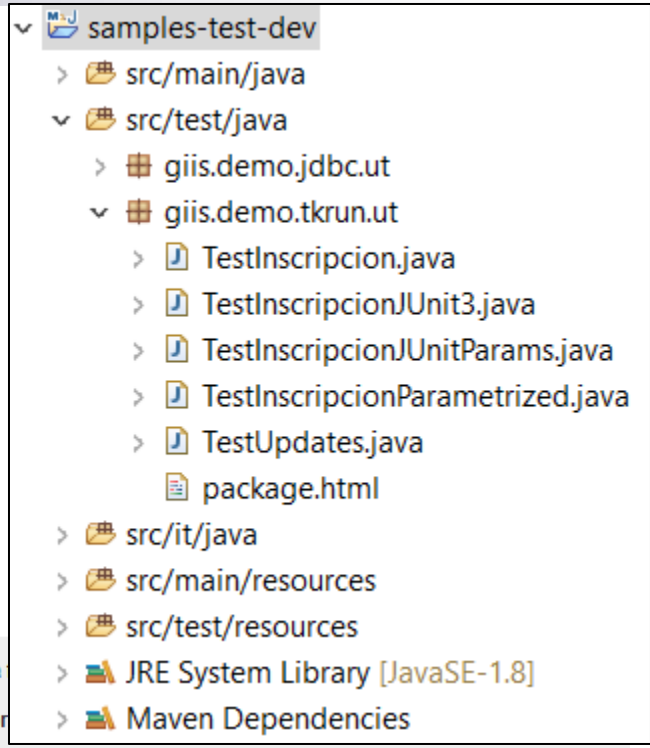
+test parametrizados similar JUnitParams, tests anidados, extensiones, lambdas, compatibilidad hacia atrás (JUnit Vintage)…

Hay otros frameworks para Java, p.e. TestNG

Para .Net: MSTest, Nunit, xUnit

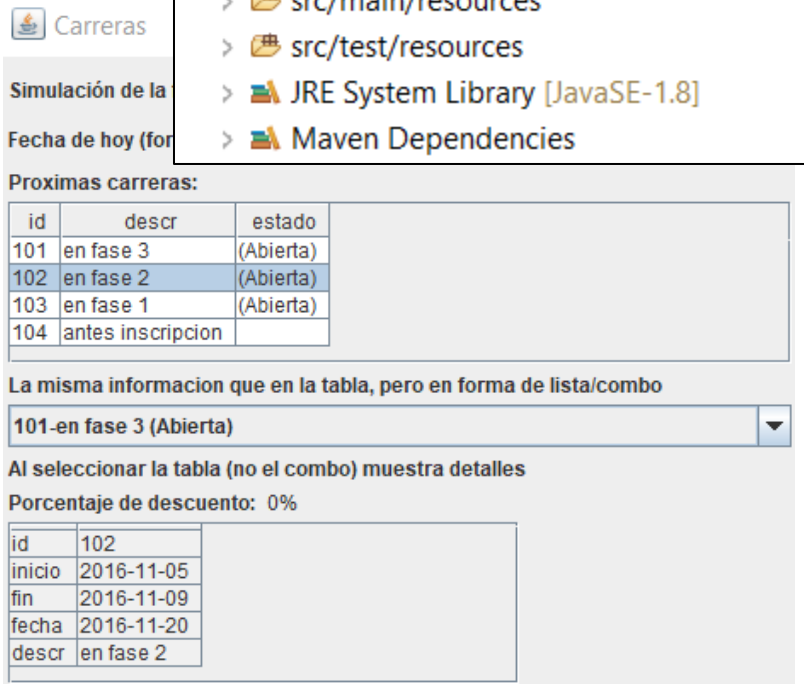
Ejemplo

- https://github.com/javiertuya/samples-test-dev
- Javadoc: https://javiertuya.github.io/samples-test-dev
- Historias de usuario a probar relacionadas con:
  - Inscripción de un atleta
  - Ver javadoc de giis.demo.tkrun



(1) Como usuario quiero visualizar las carreras en las que está abierta la inscripción

(2) Como usuario quiero visualizar los datos detallados de la carrera seleccionada



Diseño e implementación
(1) Obtención lista carreras

- Vamos a realizar **pruebas unitarias**
  - Probar las funciones de los procesos de negocio (a nivel de modelo en MVC)
- (1) Como usuario quiero visualizar las carreras en las que está abierta la inscripción.
  - Podré inscribirme a una carrera entre las fechas de inicio y fin establecidas y también posteriormente hasta el día de la carrera (inclusive). Visualizaré el id y descripción de todas las carreras excluyendo las pasadas, con la indicación del estado Abierto en las que se puede realizar inscripción
  - La función que muestra la lista de selección
    - List **getListaCarreras**(Date fechaInscripcion)

(1) Obtención lista carreras
Clases de Equivalencia

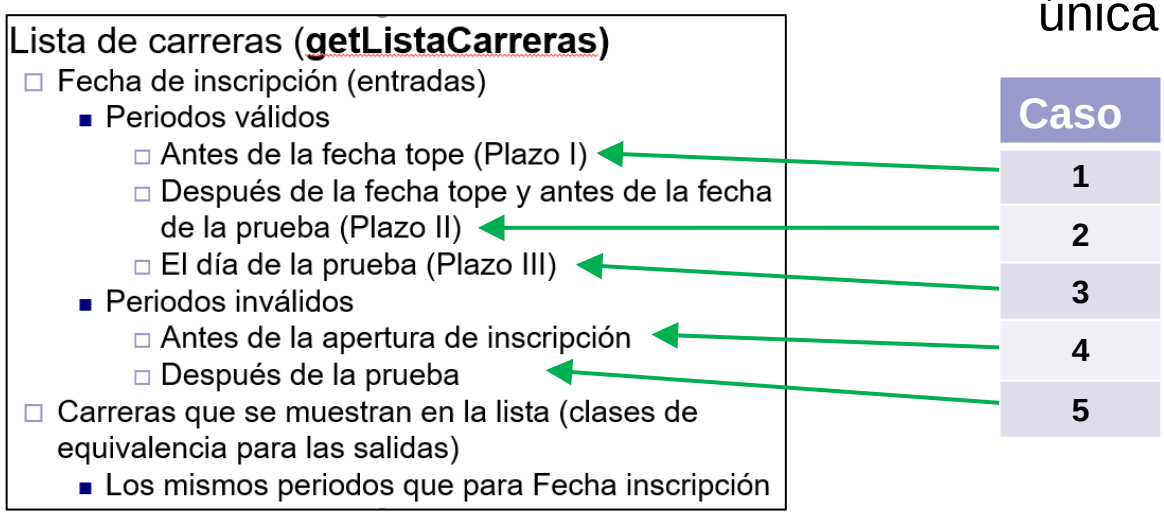
- Lista de carreras (**getListaCarreras)**
  - Fecha de inscripción (entradas)
    - Periodos válidos
      - Antes de la fecha tope (Plazo I)
      - Después de la fecha tope y antes de la fecha de la prueba (Plazo II)
      - El día de la prueba (Plazo III)
    - Periodos inválidos
      - Antes de la apertura de inscripción
      - Después de la prueba
  - Carreras que se muestran en la lista (clases de equivalencia para las salidas)
    - Los mismos periodos que para Fecha inscripción

En esta función todos los periodos son válidos
(en este caso el comportamiento es que estas filas no se mostrarán en la salida)

(1) Obtención lista carreras
Casos de prueba

- Entradas del caso de prueba:
  - Fecha de inscripción
  - La Base de Datos
- Salidas del caso de prueba:
  - El listado de carreras

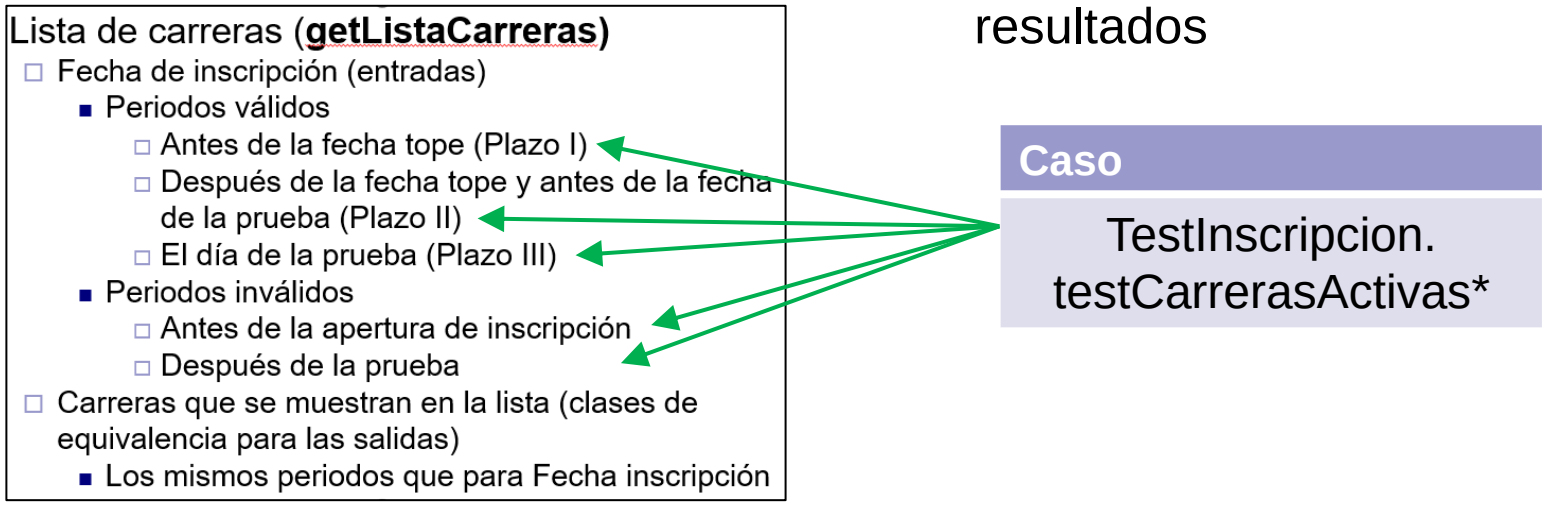
- Cuántos casos de prueba?
- Cubrir las 5 clases anteriores:
  - 5 casos de prueba, con 5 fechas diferentes y una única fila en la BD



(1) Obtención lista carreras
Casos de prueba

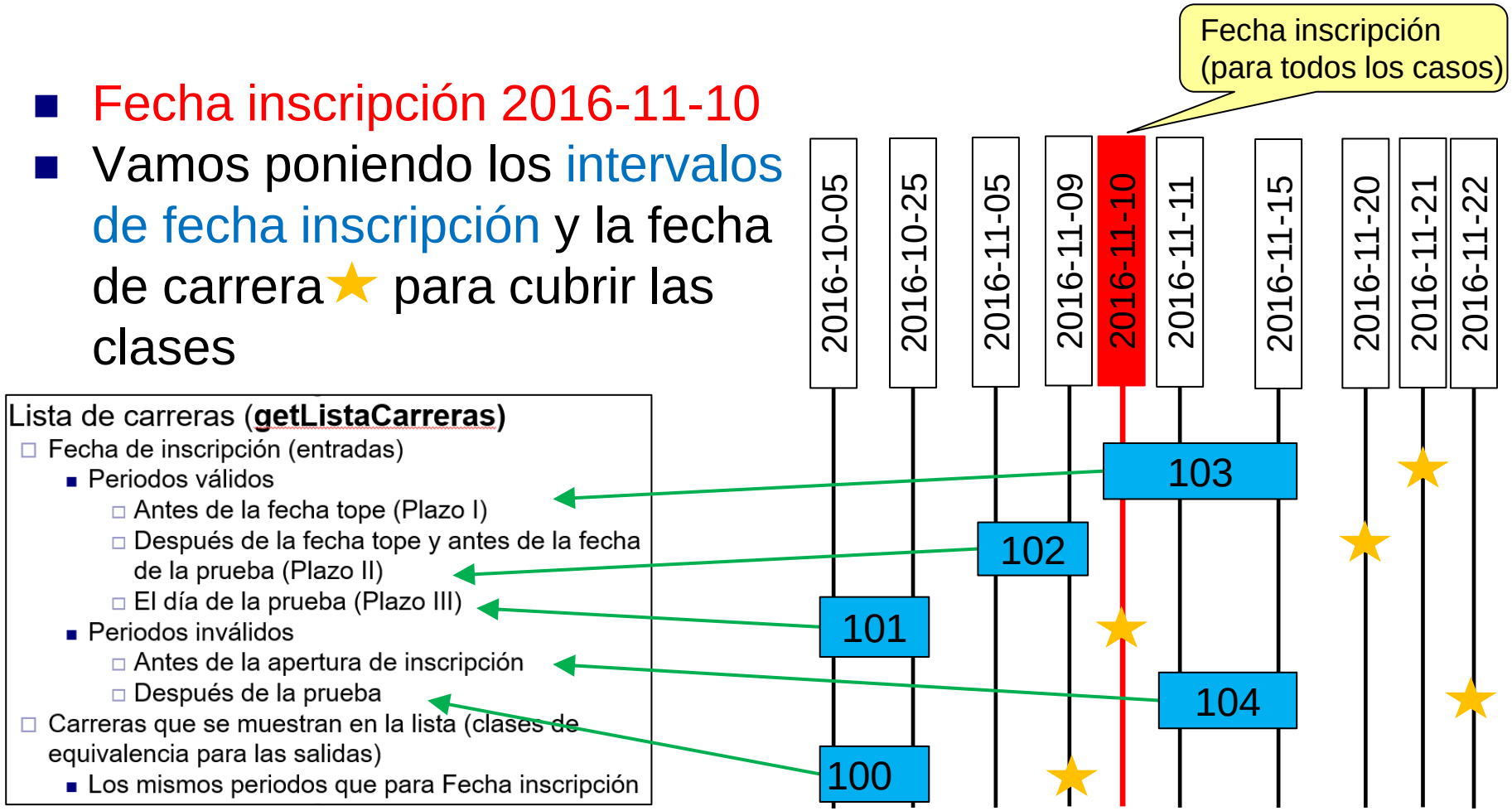
- Pero la Base de Datos también es ENTRADA
- Cubrir las 5 clases:
  - 1 caso de prueba con 1 fecha de inscripción y 5 filas en la BD

- Automatizaremos con Junit 4
- Definiremos la **inicialización** de estos datos
- La **ejecución** del caso de prueba
- Y la **comparación** de resultados



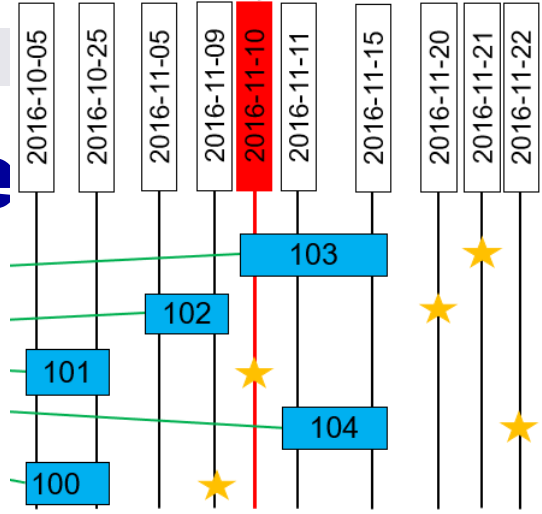
(1) Obtención lista carreras
Inicialización de datos

- Fecha inscripción 2016-11-10
- Vamos poniendo los intervalos de fecha inscripción y la fecha de carrera★ para cubrir las clases



Lista de carreras (**getListaCarreras**)
- Fecha de inscripción (entradas)
  - Periodos válidos
    - Antes de la fecha tope (Plazo I)
    - Después de la fecha tope y antes de la fecha de la prueba (Plazo II)
    - El día de la prueba (Plazo III)
  - Periodos inválidos
    - Antes de la apertura de inscripción
    - Después de la prueba
- Carreras que se muestran en la lista (clases de equivalencia para las salidas)
  - Los mismos periodos que para Fecha inscripción

(1) Obtención lista carre
Inicialización de datos



- El método **setUp** se ejecuta antes de CADA UNO de los tests
- Creamos los datos de la BD necesarios para las situaciones a cubrir por nuestro test (5 rangos de fechas)
- Hemos aprovechado a poner el valor de cada clase en los **límites de cada rango**

```
public class TestInscripcion {
    private static Database db=new Database();
    @Before
    public void setUp() {
        db.createDatabase(true);
        loadCleanDatabase(db);
    }
    @After
    public void tearDown(){
    }
    public static void loadCleanDatabase(Database db) {
        db.executeBatch(new String[] {
                "delete from carreras",
                "insert into carreras(id,inicio,fin,fecha,descr) values (100,'2016-10-05','2016-10-25','2016-11-09','finalizada')",
                "insert into carreras(id,inicio,fin,fecha,descr) values (101,'2016-10-05','2016-10-25','2016-11-10','en fase 3')",
                "insert into carreras(id,inicio,fin,fecha,descr) values (102,'2016-11-05','2016-11-09','2016-11-20','en fase 2')",
                "insert into carreras(id,inicio,fin,fecha,descr) values (103,'2016-11-10','2016-11-15','2016-11-21','en fase 1')",
                "insert into carreras(id,inicio,fin,fecha,descr) values (104,'2016-11-11','2016-11-15','2016-11-22','antes inscripcion')"
            });
    }
```

Objeto para uso en todos los test

@Before indica que se el método ejecutará justo antes de cada test, Asegurando que la inicialización de la base de datos es predecible y que los casos son independientes

Datos diseñados específicamente para cubrir cada situación, Dada una fecha de inscripción (inicio/fin intervalo, fecha carrera)

(1) Obtención lista carreras
Comparación de resultados

Proximas carreras:

id	descr	estado
101	en fase 3	(Abierta)
102	en fase 2	(Abierta)
103	en fase 1	(Abierta)
104	antes inscripcion	

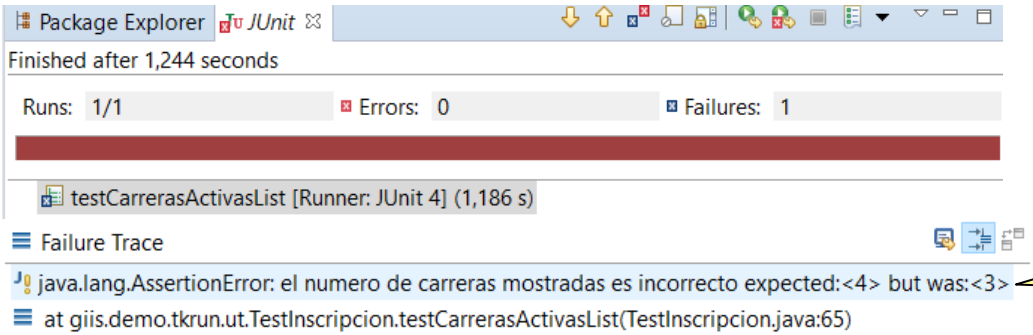
- Asserts sobre los ítems que componen la lista de carreras

La etiqueta que indica que es un caso de prueba

Los métodos assert* son estáticos, derivan de org.junit.Assert
Especificar el nombre de la clase Assert para descubrir otras posibilidades (assertTrue, assertNull, ….)

```
60    @Test
61    public void testCarrerasActivasList() {
62        CarrerasModel inscr=new CarrerasModel();
63        List<Object[]> carreras=inscr.getListaCarrerasArray(Util.isoStringToDate("2016-11-10"));
64        //Deben mostrarse todas las carreras de la BD menos la primera que es pasada, la ultima n
65        assertEquals("el numero de carreras mostradas es incorrecto",4,carreras.size());
66        //la lista de carreras contiene un array de objetos de una dimension
67        assertEquals("101-en fase 3 (Abierta)",carreras.get(0)[0]);
68        assertEquals("102-en fase 2 (Abierta)",carreras.get(1)[0]);
69        assertEquals("103-en fase 1 (Abierta)",carreras.get(2)[0]);
70        assertEquals("104-antes inscripcion ",carreras.get(3)[0]);
71    }
```

Assert indicando un texto adicional (permite autodocumentar y facilita diagnostico)



Se compara cada ítem del array
Si el método de prueba fuese el que obtiene una lista de DAOs, se debería comprobar cada atributo de cada item

Visualización de un fallo y el stacktrace
El texto del assert facilita la identificación del fallo

(1) Obtención lista carreras
Alternativa para comparación

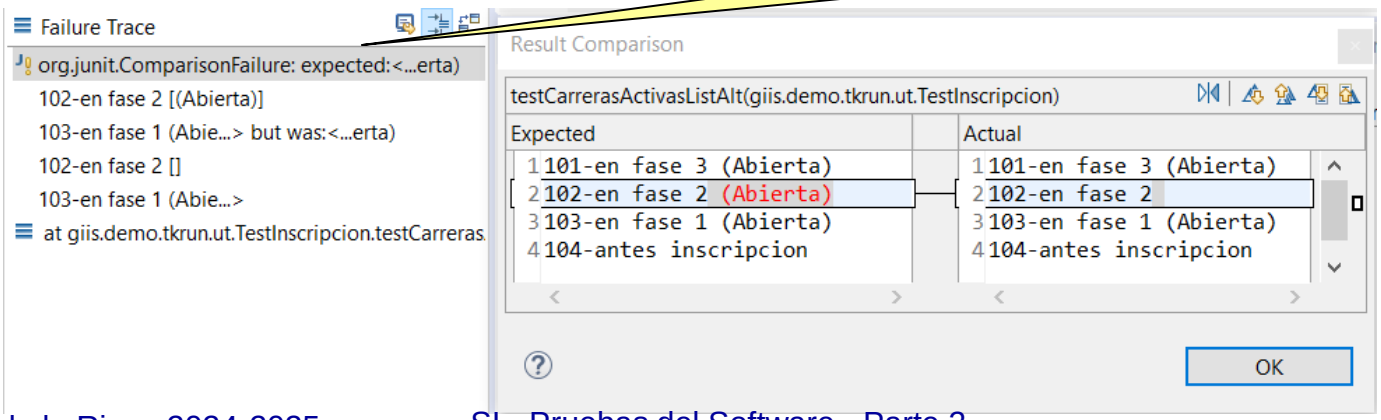
Proximas carreras:

id	descr	estado
101	en fase 3	(Abierta)
102	en fase 2	(Abierta)
103	en fase 1	(Abierta)
104	antes inscripcion	

- Cuando comparamos cada elemento de una lista, si falla uno, no sabemos qué pasa con los siguientes
- Ahora comparamos todos los elementos de la lista de una vez usando un método que pasa la lista a un string (**facilita la comparación**)

```
62  @Test
63  public void testCarrerasActivasListAlt() {
64      CarrerasModel inscr=new CarrerasModel();
65      List<Object[]> carreras=inscr.getListaCarrerasArray(Util.isoStringToDate("2016-11-10"));
66      assertEquals(
67              "101-en fase 3 (Abierta)\n102-en fase 2 (Abierta)\n103-en fase 1 (Abierta)\n104-antes inscripcion ",
68              list2string(carreras));
69  }
```

Doble click muestra detalles de las diferencias



(1) Obtención lista carreras
Validacion y excepciones

- Todas las clases diseñadas son válidas (en este caso los periodos inválidos son clases válidas), pero el método recibe la fecha actual como parámetro.
- Añadimos test para validación de que no sea un objeto nulo.
- En este caso **el comportamiento esperado es que produzca excepción**

```
156    @Test(expected=ApplicationException.class)
157    public void testCarrerasActivasException1() {
158        CarrerasModel inscr=new CarrerasModel();
159        inscr.getListaCarreras(null);
160    }
```

Forma más simple, indico qué tipo de excepción debe producirse al final del método para que pase el test

MUY IMPORTANTE
- Asserts sobre excepciones solo cuando el comportamiento esperado es excepción.
- Nunca filtrar excepciones del código que estamos probando.

Más completo: Permite comprobar diferentes tipos de excepciones y los mensajes de éstas

```
178    @Test
179    public void testCarrerasActivasException3() {
180        CarrerasModel inscr=new CarrerasModel();
181        ApplicationException exception=assertThrows(ApplicationException.class, () -> {
182            inscr.getListaCarreras(null);
183        });
184        assertEquals("La fecha de inscripcion no puede ser nula", exception.getMessage());
185    }
```

Diseño e implementación
(2) Porcentaje de descuento

- (2) Como usuario quiero visualizar los datos detallados de la carrera seleccionada.
  - Si realizo la inscripción en las fechas de inscripción establecidas se aplica un descuento del 30%, si es después se aplica 0% y el día de la carrera un recargo del 50%. Cuando seleccione una carrera visualizaré todos los detalles de ésta y el porcentaje de descuento o recargo aplicable en función de la fecha de hoy. Cuando cambie la fecha de hoy se actualizará la tabla con las carreras activas, manteniendo la selección previa los detalles correspondientes.
  - La función para determinar el descuento/recargo de la inscripción a una prueba
    - int **getDescuentoRecargo**(long idCarrera, Date fechaInscripcion)

(2) Porcentaje de descuento
Clases de equivalencia

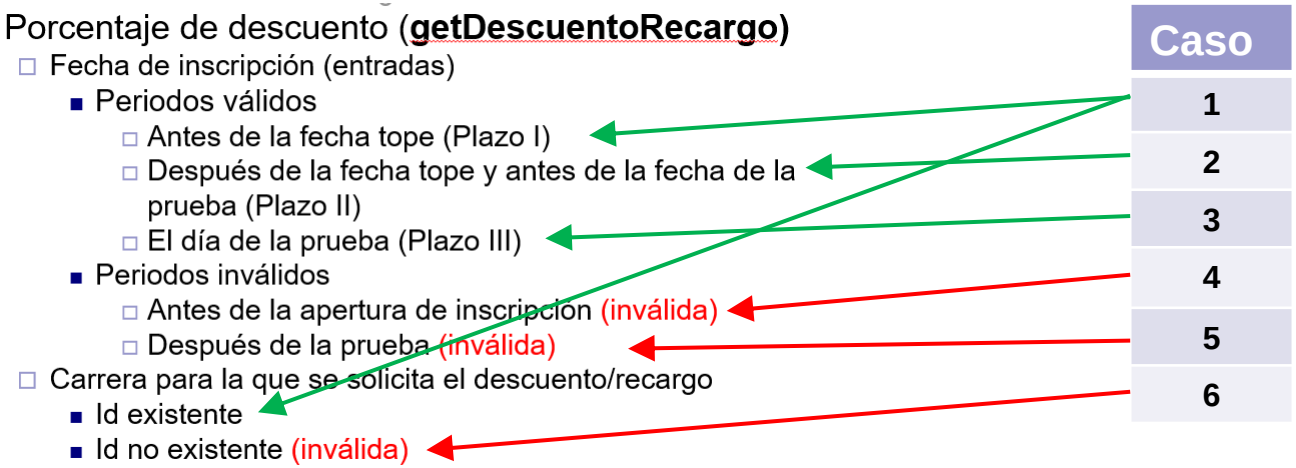
- Porcentaje de descuento (**getDescuentoRecargo)**
  - Fecha de inscripción (entradas)
    - Periodos válidos
      - Antes de la fecha tope (Plazo I)
      - Después de la fecha tope y antes de la fecha de la prueba (Plazo II)
      - El día de la prueba (Plazo III)
    - Periodos inválidos
      - Antes de la apertura de inscripción (inválida)
      - Después de la prueba (inválida)
  - Carrera para la que se solicita el descuento/recargo
    - Id existente
    - Id no existente (inválida)

Las clases de equivalencia son muy similares al anterior, pero ahora hay clases inválidas

(2) Porcentaje de descuento
Casos de prueba

- Entradas del caso de prueba:
  - Fecha de inscripción
  - La Base de Datos
- Salidas del caso de prueba:
  - Porcentaje descuento/recargo
- Cuántos casos de prueba?

- Cubrir las clases anteriores:
  - Necesitaremos un caso de prueba por cada una
  - Pero **reutilizamos** la BD establecida en el anterior ejemplo



(2) Porcentaje de descuento
Varios casos de prueba en un método

- Prueba del porcentaje de descuento (clases válidas):
  - Cubre **todas las clases válidas** (3 relativas fecha de inscripción y 1 relativa al id de carrera)
  - Añadiremos 2 más para probar los límites de los valores de los rangos
  - Notar que en realidad estamos ejecutando cinco casos de prueba en un único método
    - Si falla uno de ellos, el resto de casos no se ejecutan
    - Si ponemos 5 métodos de prueba, podemos tener demasiado código

Proximas carreras:

id	descr	estado
101	en fase 3	(Abierta)
102	en fase 2	(Abierta)
103	en fase 1	(Abierta)
104	antes inscripcion	

```
161    @Test
162    public void testPorcentajeDescuentoRecargoValidas() {
163        //Reutilizamos el setUp para los tests de la lista de carreras mostradas al usuario
164        //utlizando una fecha y diferentes carreras que nos cubriran las clases validas
165        Date fecha=Util.isoStringToDate("2016-11-10");
166        CarrerasModel inscr=new CarrerasModel();
167        assertEquals(-30,inscr.getDescuentoRecargo(103,fecha));
168        assertEquals(0,inscr.getDescuentoRecargo(102,fecha));
169        assertEquals(+50,inscr.getDescuentoRecargo(101,fecha));
170        //Como no se han probado los valores limite en los dos extremos de los rangos,
171        //anyade casos para ello (fase 1 y 2, extremo superior)
172        assertEquals(-30,inscr.getDescuentoRecargo(103,Util.isoStringToDate("2016-11-15")));
173        assertEquals(0,inscr.getDescuentoRecargo(102,Util.isoStringToDate("2016-11-19")));
174    }
```

Con estas pruebas se comprueban los limites superiores de los rangos

(2) Porcentaje de descuento
Clases inválidas - excepciones

- Prueba del porcentaje de descuento (clases inválidas):
  - El **comportamiento esperado es una excepción**
  - Son tres métodos muy similares, creamos un método genérico con parámetros que invocamos desde cada uno de los tests
    - (algo similar podríamos haber hecho en el anterior, pero aquí es imprescindible porque las excepciones se tienen que probar por separado)

```
213    @Test public void testPorcentajeDescuentoRecargoInvalidaCarreraFinalizada() {
214        porcentajeDescuentoRecargoInvalidas(100,"No es posible la inscripcion en esta fecha");
215    }
216    @Test public void testPorcentajeDescuentoRecargoInvalidaCarreraAntesInscripcion() {
217        porcentajeDescuentoRecargoInvalidas(104,"No es posible la inscripcion en esta fecha");
218    }
219    @Test public void testPorcentajeDescuentoRecargoInvalidaCarreraNoExiste() {
220        porcentajeDescuentoRecargoInvalidas(99,"Id de carrera no encontrado: 99");
221    }
222    public void porcentajeDescuentoRecargoInvalidas(long idCarrera, String message) {
223        Date fecha=Util.isoStringToDate("2016-11-10");
224        CarrerasModel inscr=new CarrerasModel();
225        ApplicationException exception=assertThrows(ApplicationException.class, () -> {
226            inscr.getDescuentoRecargo(idCarrera,fecha);
227        });
228        assertEquals(message, exception.getMessage());
229    }
```

  - También se podrían comprobar las excepciones usando @Rule ExpectedException (deprecated), ver código en la aplicación, segundo ejemplo de tratamiento de excepciones

(2) Porcentaje de descuento
Pruebas parametrizadas

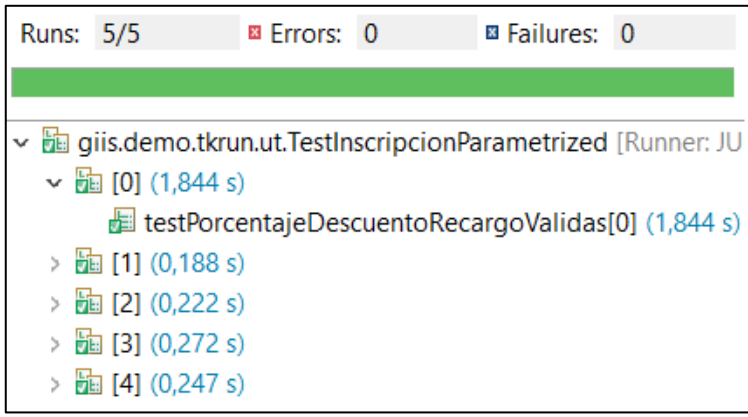
- Un único método de prueba se ejecutará varias veces con diferentes parámetros (muy útil si son muchos o el método de prueba complejo)

Indicar un runner específico para pruebas parametrizadas

Valores de los parámetros para cada uno de los tests a ejecutar

Mapeo de la posición de cada parámetro a variables en el método de prueba

```
@RunWith(Parameterized.class)
public class TestInscripcionParametrized {
    private static Database db=new Database();
    public void setUp() {
    @Parameters
    public static Collection<Object[]> data() {
        return Arrays.asList(new Object[][]{
            {"2016-11-10", -30, 103},
            {"2016-11-10",  0, 102},
            {"2016-11-10", +50, 101},
            {"2016-11-15", -30, 103},
            {"2016-11-19",   0, 102},
        });
    }
    @Parameter(value=0) public String fechaStr;
    @Parameter(value=1) public int descuentoRecargo;
    @Parameter(value=2) public long idCarrera;
    @Test
    public void testPorcentajeDescuentoRecargoValidas() {
        Date fecha=Util.isoStringToDate(fechaStr);
        CarrerasModel inscr=new CarrerasModel();
        assertEquals(descuentoRecargo,inscr.getDescuentoRecargo(idCarrera,fecha));
    }
}
```



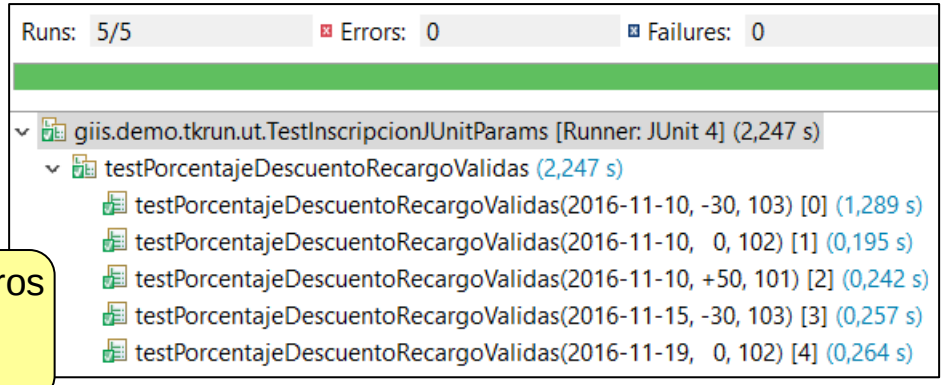
(2) Porcentaje de descuento
Pruebas parametrizadas (mejor)

- Las pruebas parmetrizadas de Junit 4 restringen a un único conjunto de parámetros en la clase, y requieren código adicional (Junit 5 lo mejora).
- El componente JUnitParams simplifica todo (añadir dependencia Maven)
- Restricción: se deben ejecutar todos los tests de la clase

Runner específico de JUnitParams

Valores de los parámetros array formato csv (más simple)

El método de test recibe los parámetros directamente




```java
@RunWith(JUnitParamsRunner.class)
public class TestInscripcionJUnitParams {
    private static Database db=new Database();
    public void setUp() {
    @Test
    @Parameters({
        "2016-11-10, -30, 103",
        "2016-11-10,   0, 102",
        "2016-11-10, +50, 101",
        "2016-11-15, -30, 103",
        "2016-11-19,   0, 102"})
    public void testPorcentajeDescuentoRecargoValidas(String fechaStr, int descuentoRecargo, long idCarrera) {
        Date fecha=Util.isoStringToDate(fechaStr);
        CarrerasModel inscr=new CarrerasModel();
        assertEquals(descuentoRecargo,inscr.getDescuentoRecargo(idCarrera,fecha));
    }
}
```

Comprobaciones cuando se actualiza la Base de Datos

- Nuevo método (actualizar inicio/fin de inscripción)
  - **updateFechasInscripcion**(int idCarrera, Date inicio, Date fin)
- El nuevo estado de la **BD es también salida**. Principio fundamental:
  - Comprobar que **hace lo que debe hacer**
  - Y que **no hace lo que no debe hacer**
- Ejemplo test que actualiza fechas de carrera 101:

```
27  @Test
28  public void testUpdateFechasInscripcion1() {
29      CarrerasModel inscr=new CarrerasModel();
30      inscr.updateFechasInscripcion(101, Util.isoStringToDate("2016-09-01"), Util.isoStringToDate("2016-09-02"));
31      //el test habra modificado las dos fechas de la carrera 101,
32      //lee todos los datos de la tabla y las compara con los iniciales tras cambiar solamente estos dos datos
33      List<CarreraEntity> carreras=db.executeQueryPojo(CarreraEntity.class, "SELECT * FROM carreras ORDER BY id");
34      assertEquals(
35              "100,2016-10-05,2016-10-25,2016-11-09,finalizada\n"
36              +"101,2016-09-01,2016-09-02,2016-11-10,en fase 3\n"
37              +"102,2016-11-05,2016-11-09,2016-11-20,en fase 2\n"
38              +"103,2016-11-10,2016-11-15,2016-11-21,en fase 1\n"
39              +"104,2016-11-11,2016-11-15,2016-11-22,antes inscripcion\n",
40              Util.pojosToCsv(carreras,new String[] {"id","inicio","fin","fecha","descr"}));
41  }
```

Leemos el estado final de la BD y comprobamos los valores de la tabla

Comprobaciones cuando se actualiza la Base de Datos

- Problema de la anterior implementación:
  - Hay que poner demasiados datos en la salida deseada
- Otra forma más práctica:
  - Leer los datos que no cambiarán de la base de datos
  - Especificar solo los que cambiarán

```
@Test
public void testUpdateFechasInscripcion2() {
    List<CarreraEntity> expected=db.executeQueryPojo(CarreraEntity.class, "SELECT * FROM carreras ORDER BY id");
    expected.get(1).setInicio("2016-09-01");
    expected.get(1).setFin("2016-09-02");

    CarrerasModel inscr=new CarrerasModel();
    inscr.updateFechasInscripcion(101, Util.isoStringToDate("2016-09-01"), Util.isoStringToDate("2016-09-02"));

    List<CarreraEntity> actual=db.executeQueryPojo(CarreraEntity.class, "SELECT * FROM carreras ORDER BY id");
    assertEquals(Util.pojosToCsv(expected,new String[] {"id","inicio","fin","fecha","descr"}),
            Util.pojosToCsv(actual,new String[] {"id","inicio","fin","fecha","descr"}));
}
```

Antes crea la salida deseada, incluyendo los cambios que deberán realizar el método que estamos probando

La comparación con el assert se simplifica

Faltaría diseñar pruebas para validar los intervalos de fechas y parametros

Diseño e implementación
(3) Otras Historias de Usuario

- Prueba de la **realización de la inscripción:**
  - En este caso la salida son los datos creados en la BD
  - Diseñamos e implementamos nuevos tests:
    - Reutilizando los datos del setUp de la base de datos
    - Añadiendo los datos adicionales que necesitemos
  - Para comparar los resultados
    - Obtener el último id de inscripción antes de probar
    - Tras la inscripción comprobar el estado final de la base de datos: que se ha creado la inscripción (como en anterior)
    - y que la nueva inscripción tiene el id posterior al último id
- Comprobación de **inscripciones duplicadas:**
  - Reutilizamos lo anterior (clase de equivalencia: inscripción válida)
  - Para la nueva clase de equivalencia: inscripción duplicada
    - Ejecutar de nuevo una inscripción ya realizada
    - Comprobar la detección del duplicado (p.e. una excepción)
    - Comprobar que en la base de datos no ha cambiado nada

Discutir setup base datos:
@Before, @After
@BeforeClass @AfterClass
En cada test

Diseño e implementación
(3) Otras Historias de Usuario

- En otra historia de usuario posterior debemos añadir las funcionalidades de comprobación de modalidad y edad:
  - Edad del solicitante
    - Mayor de edad
    - Menor de edad (inválida)
  - Modalidad de inscripción
    - Elite
    - Popular
    - Cualquier otra diferente a las anteriores (inválida)
  - Nacionalidad del solicitante
    - Española
    - Otra
- Automatizamos las pruebas:
  - Completando los datos del setup
  - Reutilizando pruebas existentes
  - Completando pruebas existentes
  - Creando nuevos métodos de prueba

Para cada historia de usuario podemos definir las pruebas ANTES DE TENER ESCRITO EL CODIGO DE LA APLICACIÓN

Luego se va incorporando el código para pasen los tests

Esto se denomina TDD (Test Driven Development)

Resumen

- Actividad más utilizada para el aseguramiento de calidad del software
  - Hems visto su uso par evaluación del software para emitir un veredicto
    - Encontrar fallos para poder solucionar los defectos y aumentar la confianza
    - No es lo mismo que depuración
  - Técnicas y criterios de prueba: Diseñar **buenos casos de prueba**
  - Para el diseño de pruebas: Utilización de todos los artefactos software disponibles (test basis)
  - Automatización con JUnit: **Formar parte de la rutina diaria, al igual que Git**
- Más (En el ejemplo hemos diseñado y automatizado pruebas unitarias, usando la técnica de clases de equivalencia y un enfoque black-box)
  - Probar las validaciones de datos en los formularios
  - Prueba integrada desde el UI (p.e. con Selenium)
  - Otros tipos de pruebas (p.e. volúmenes grandes de datos, seguridad…)
  - No todas las pruebas pueden ser automatizadas
  - Otros aspectos (técnicas, gestión…)
- Posteriores asignaturas:
  - Cuarto: Pruebas y Despliegue de Software
  - Máster: Calidad de Procesos y Productos