Hola Mundo Three.js

Francisco Velasco Anguita

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada

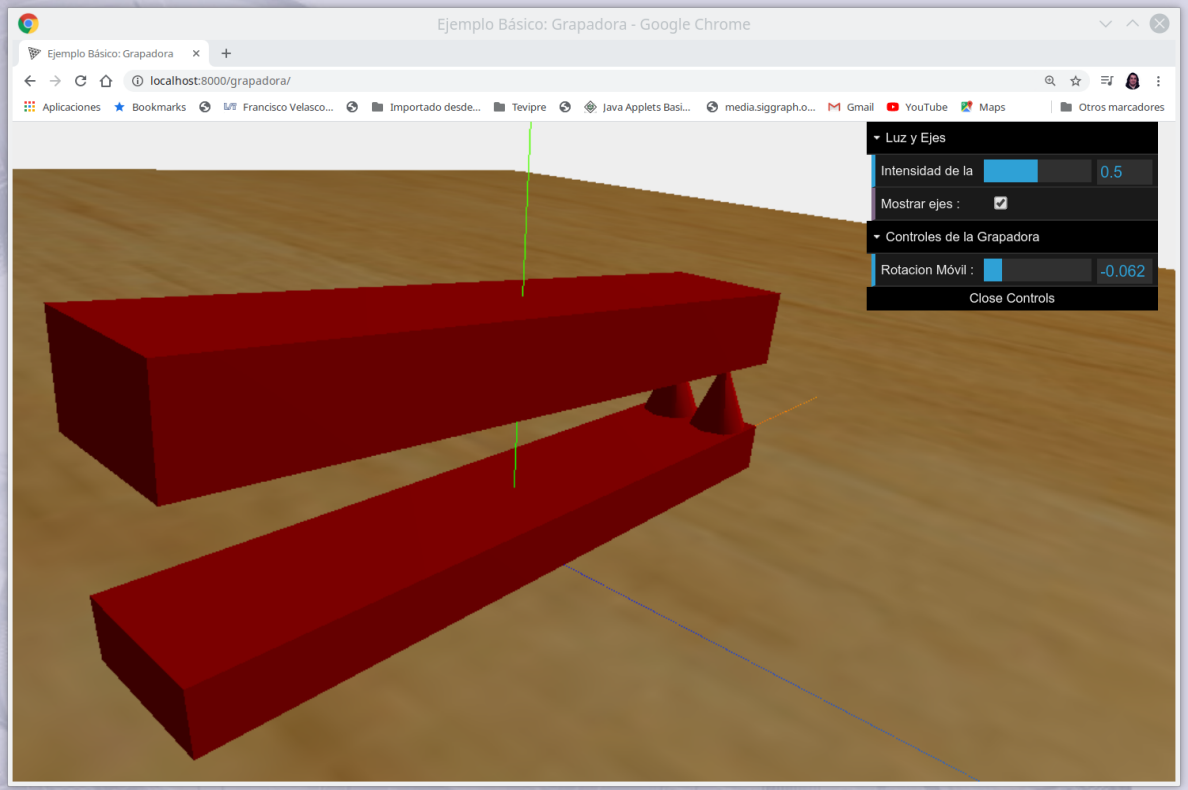
Sistemas Gráficos

Grado en Ingeniería Informática

Curso 2023-2024

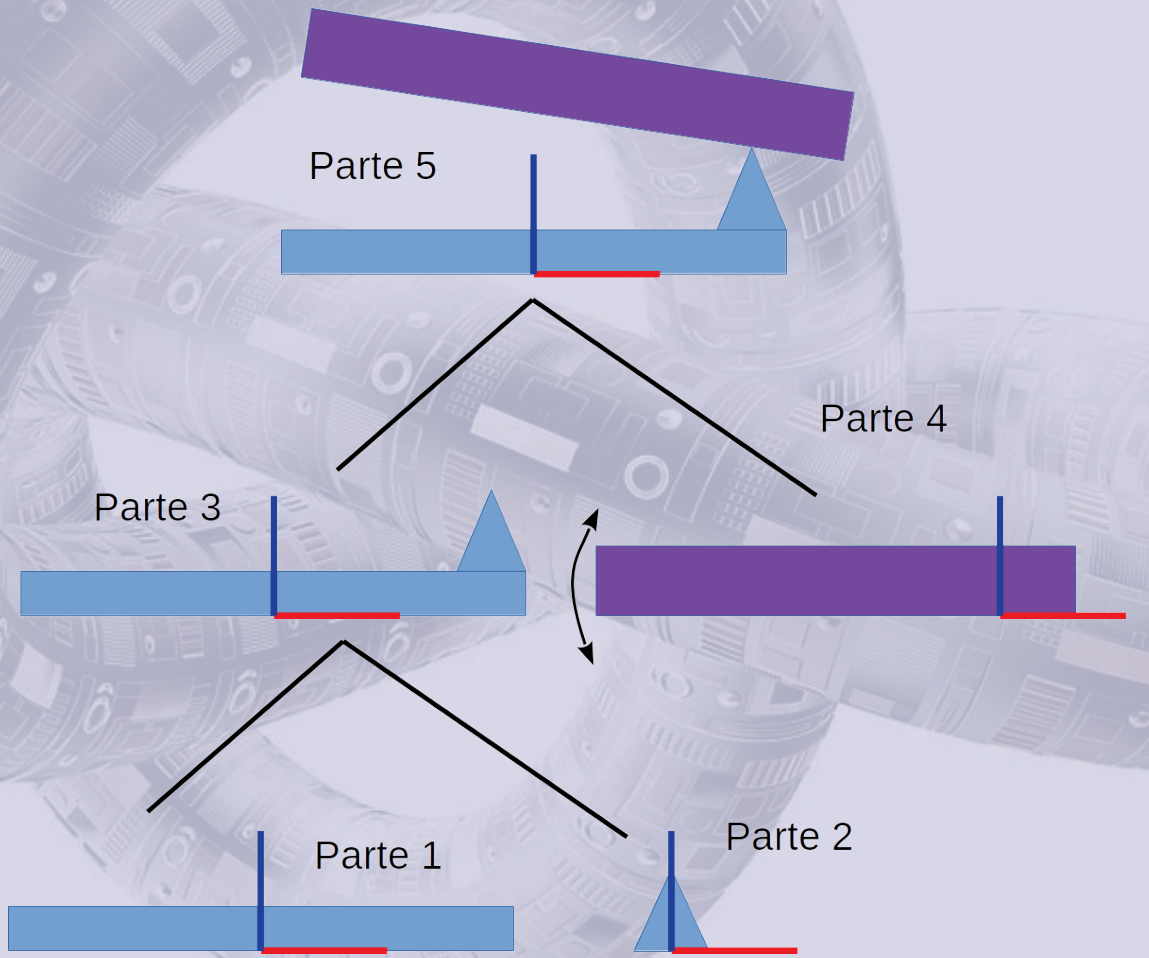
Contenidos

La grapadora



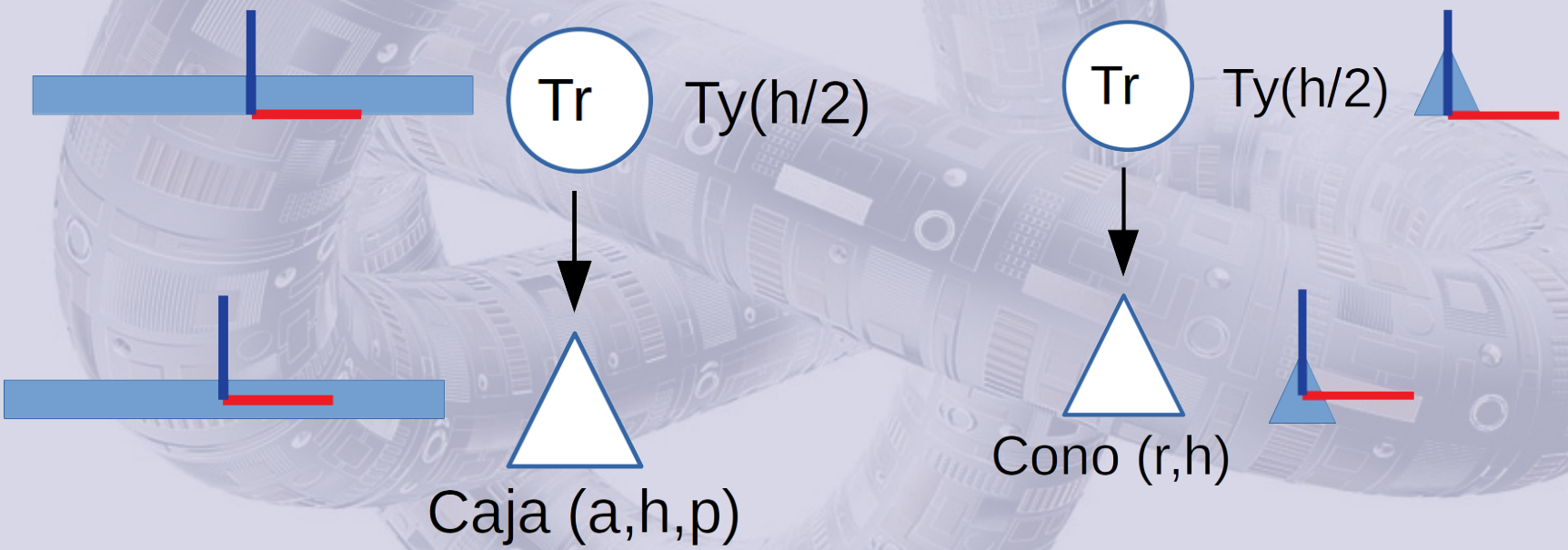
Diseñando el modelo jerárquico

- Descomposición (proceso descendente)



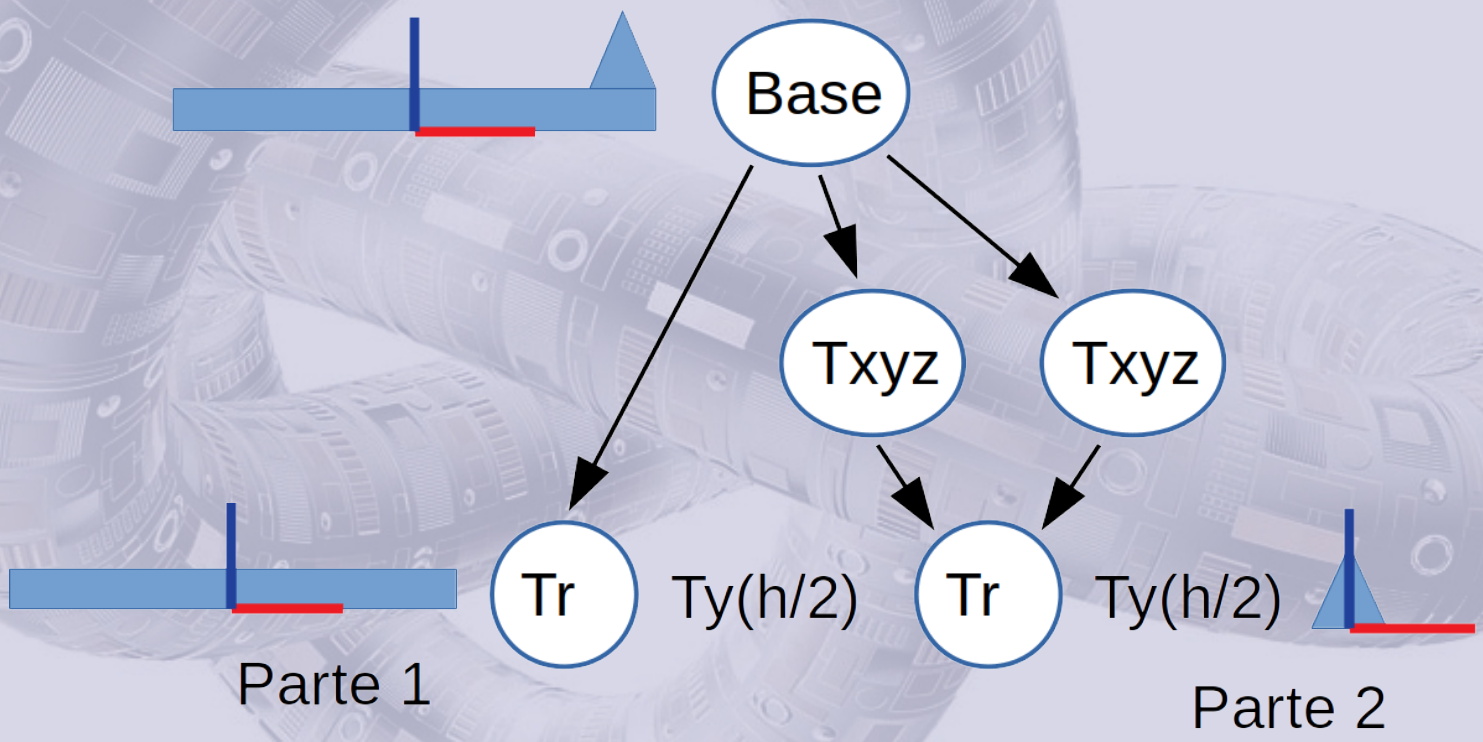
Diseñando el modelo jerárquico

- Composición (proceso ascendente)
  - Parte 1
  - Parte 2



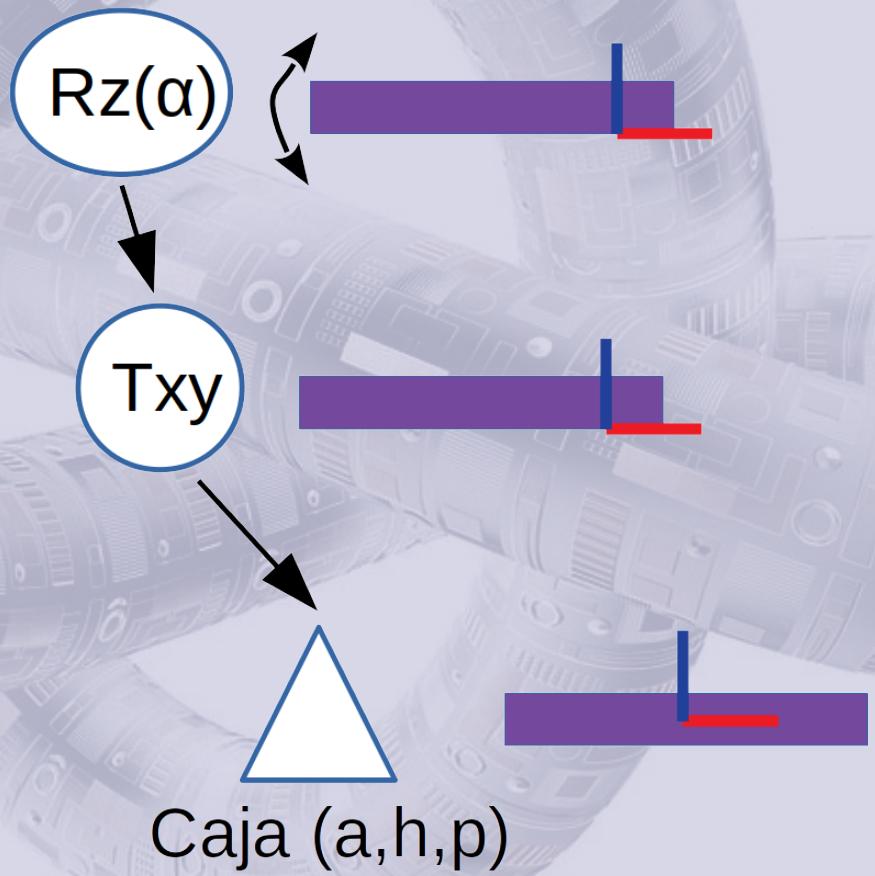
Diseñando el modelo jerárquico

- Composición (proceso ascendente)
  - Parte 3



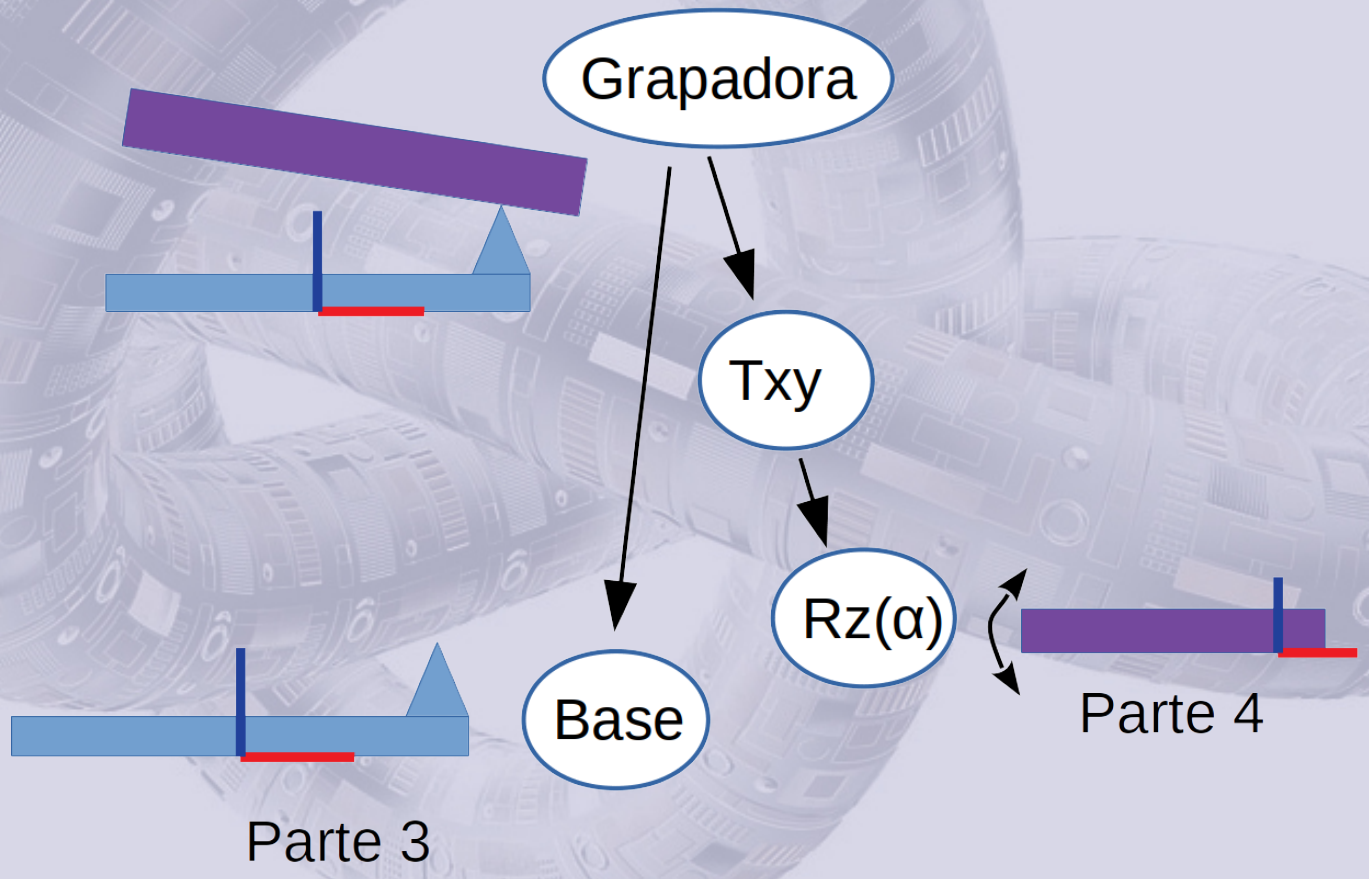
Diseñando el modelo jerárquico

- Composición (proceso ascendente)
  - Parte 4



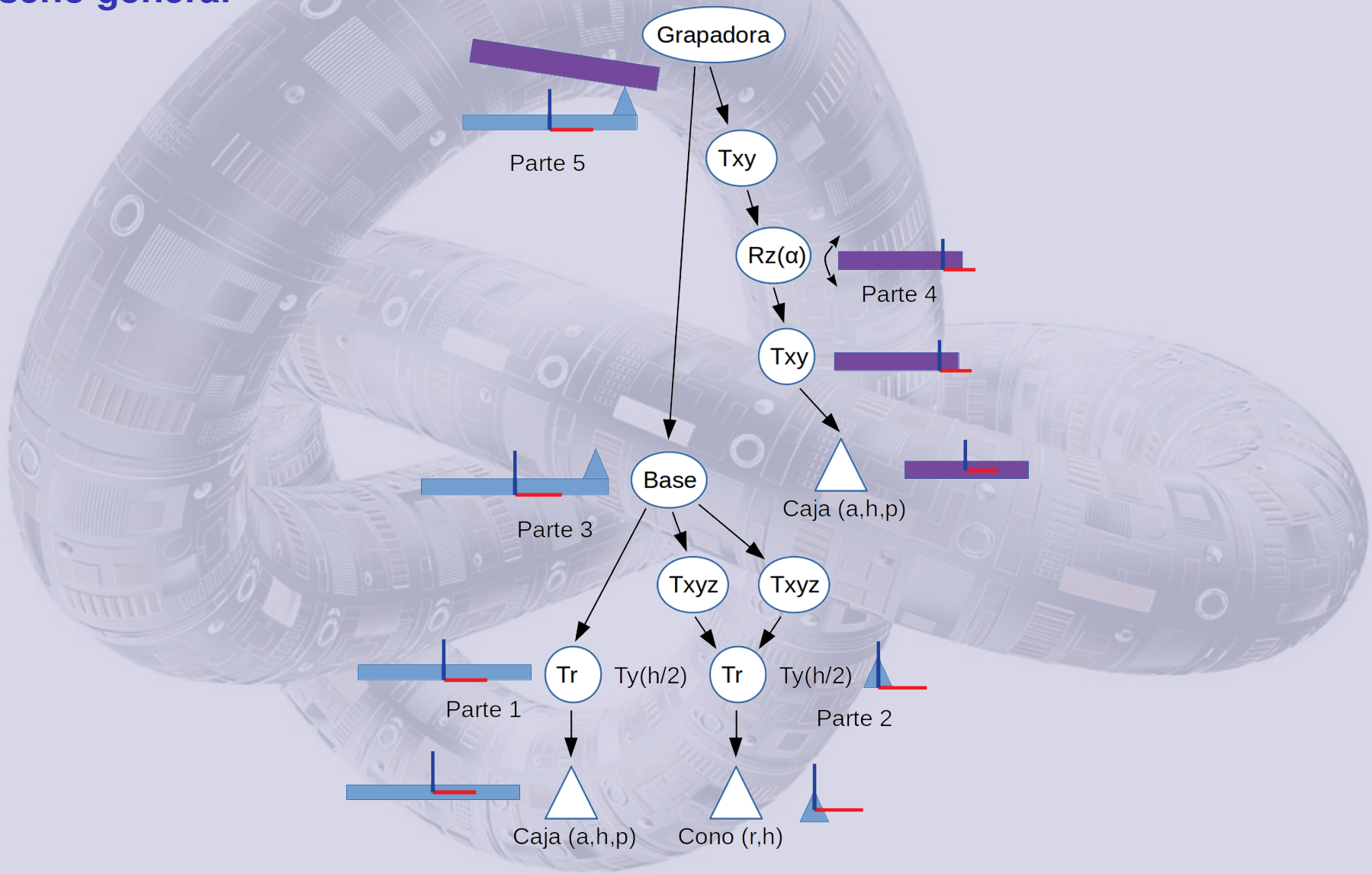
Diseñando el modelo jerárquico

- Composición (proceso ascendente)
  - Parte 5



Modelo jerárquico

Diseño general



Modelo jerárquico

importante

Diseño adaptado a Three.js

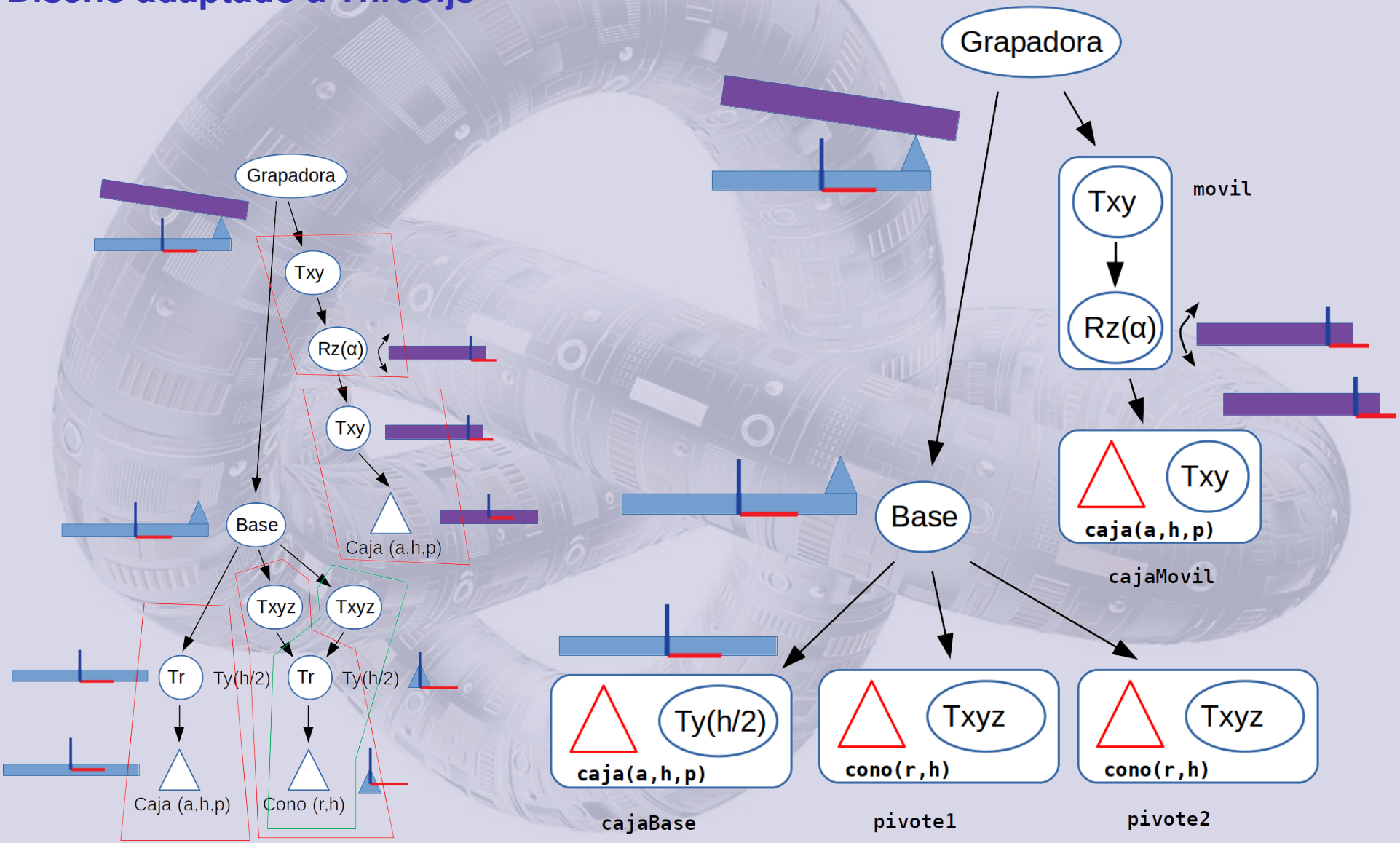
- Un nodo interno puede realizar varias transformaciones, pero en un determinado orden
  1. Los escalados, el orden de los distintos ejes no es importante
  2. Las rotaciones, primero sobre Z, luego sobre Y, por último sobre X
  3. Las traslaciones, el orden de los distintos ejes no es importante
- Un nodo con geometría, también puede realizar trasformaciones (con las mismas restricciones)
- Un nodo no puede tener más de un padre

→ Un modelo jerárquico adaptado a Three

- Es un árbol, no un grafo
- Puede tener menos nodos si se agrupan varias transformaciones en un único nodo (importante, cumpliendo los requisitos)

Modelo jerárquico

Diseño adaptado a Three.js



Grafo de escena

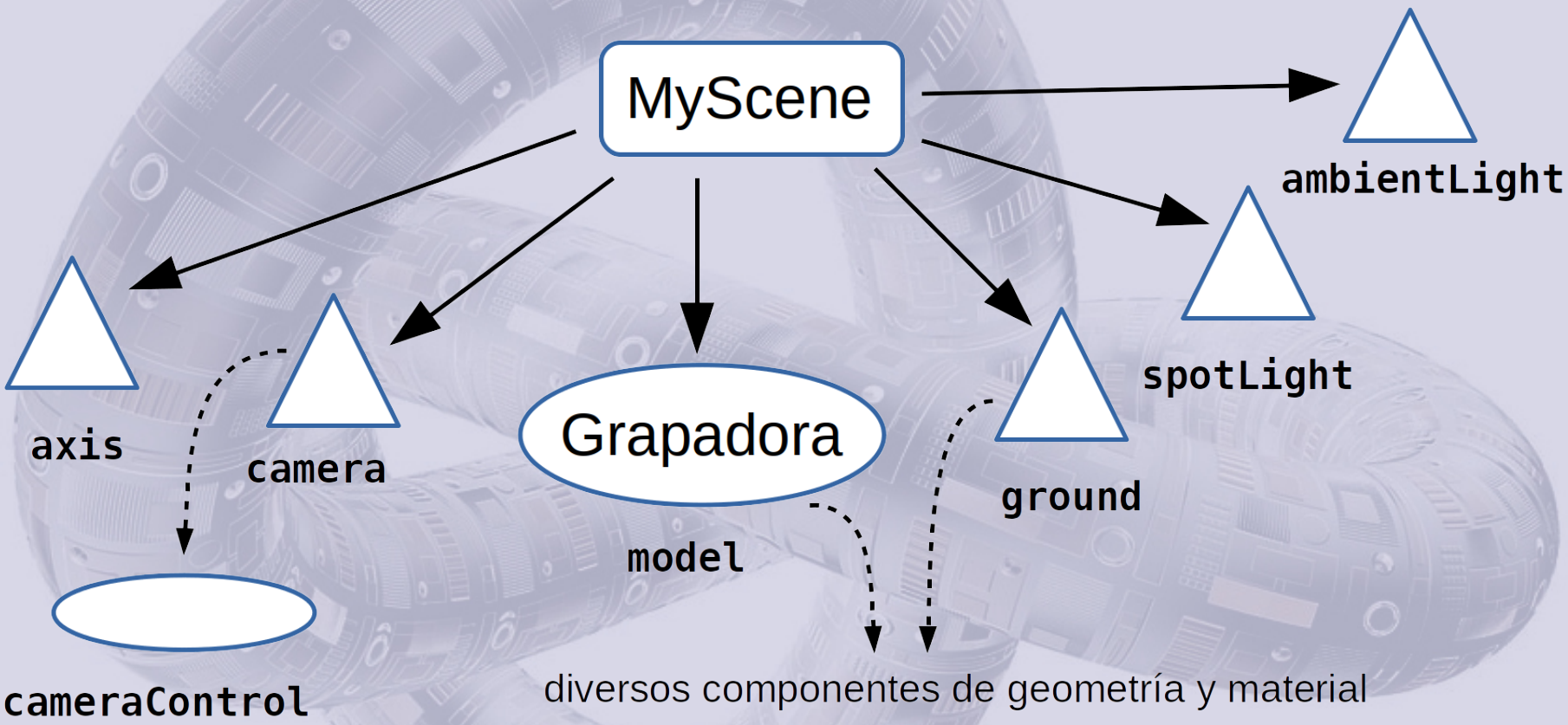
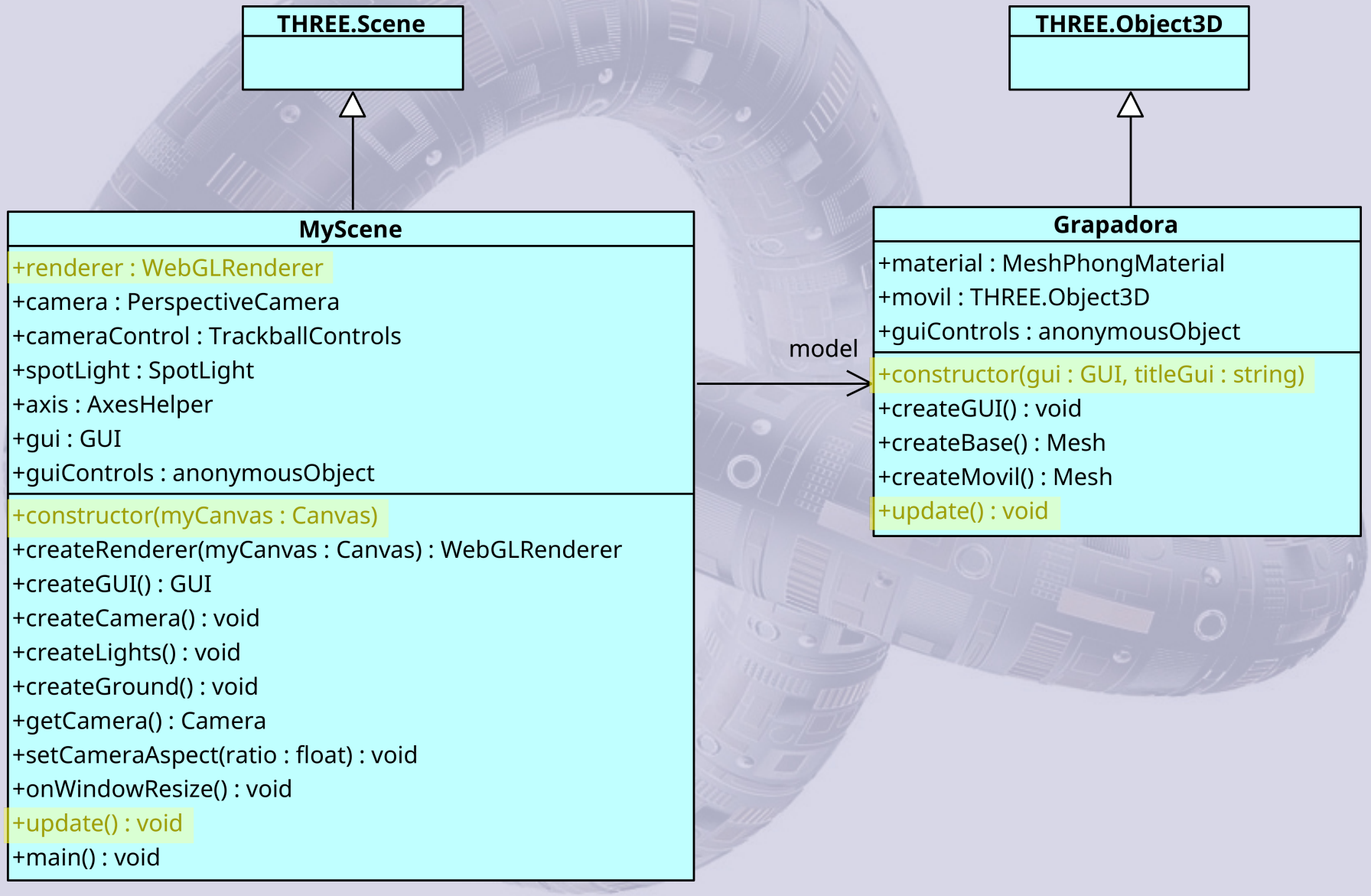


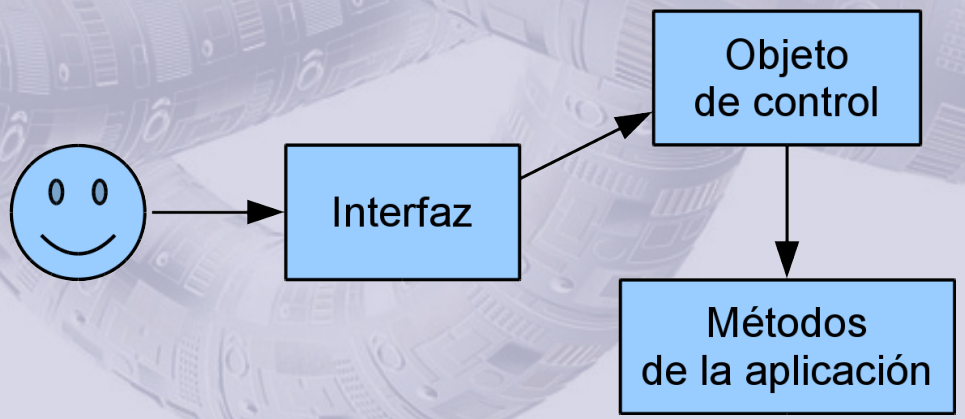
Diagrama de clases



Interfaz Gráfica de Usuario

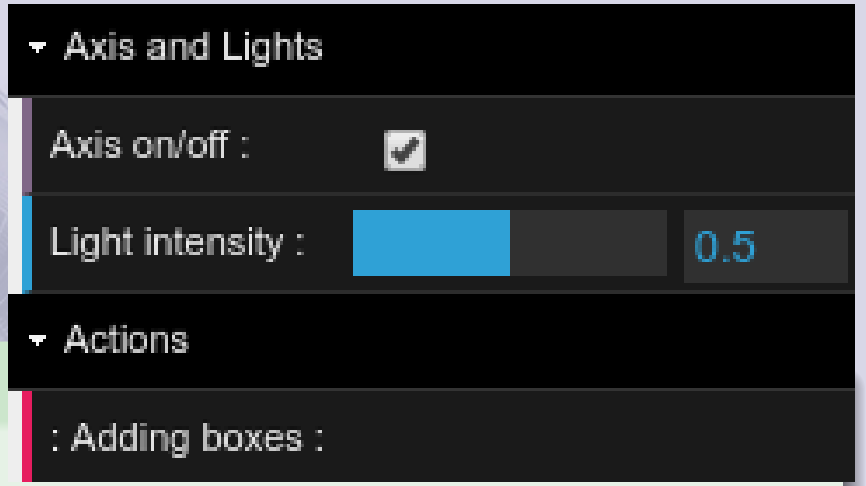
dat.gui

- Se puede descargar de:
  https://github.com/dataarts/dat.gui
- La ayuda se encuentra en:
  https://github.com/dataarts/dat.gui/blob/master/API.md
- Ejemplos de su uso en:
  http://workshop.chromeexperiments.com/examples/gui
- Estructura básica



dat.gui

Ejemplo



GUI: Objeto de control

```
GUIcontrols = {
  axis : true,
  power : 0.5
  addBox : () => { . . . }
}
```

- El valor asignado a cada atributo determina el tipo de control
  - Booleano, muestra un checkbox
  - Numérico, muestra un deslizador
  - Función, muestra un “botón”
    - ★ Al pulsarlo se ejecuta el código de la función

dat.gui

Composición de la interfaz

- Se crea el objeto único de la interfaz
- Se le pueden añadir *carpetas* y controles

GUI: Composición de la interfaz

```
var gui = new GUI();

var axisLights = gui.addFolder ('Axis and Lights');
            // obj. control  atributo    Texto en pantalla
  axisLights.add(GUIcontrols, 'axis').name('Axis on/off :');
                    // En los deslizadores,  mín, máx, incremento
  axisLights.add(GUIcontrols, 'power', 0,  1.0,   0.1)
      .name('Light intensity :');

var actions = gui.addFolder ('Actions');
  var addingBoxes = actions.add(GUIcontrols, 'addBox')
      .name (': Adding boxes :');
```

dat.gui

Actualización de la escena

- Cuando es necesario se leen los valores del objeto de control
- Con ellos se modifican los objetos de la escena
- Si se realiza en los métodos update (para cada frame), los objetos siempre están actualizados según la interfaz

GUI: Lectura de valores desde la aplicación

```
// Desde algún método update
this.spotLight.power = GUIcontrols.power;
```

dat.gui

Actuación sobre la escena

- Desde la interfaz se puede modificar directamente la escena
- Un método se ejecuta cada vez que se cambia un valor

GUI: Modificación de la escena desde la interfaz

```
// Se tiene un método que modifica el modelo
setIntensidad (valor) {
  this.spotLight.power = valor;
}

// Se crea y configura el componente de la interfaz
var axisLights = gui.addFolder ('Axis and Lights');
  axisLights.add(GUIcontrols, 'lightIntensity', 0,  1.0,   0.1)
      .name('Light intensity :')
      .onChange ( (value) => this.setIntensidad(value) );
```

dat.gui

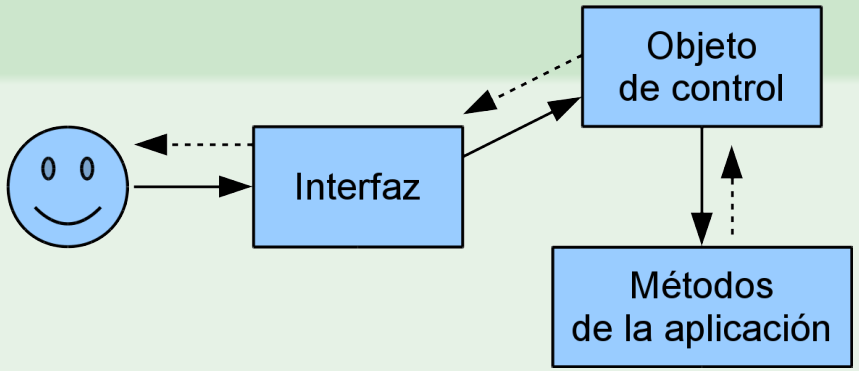
Actualizar la interfaz desde el código

- Si desde el código se modifica el objeto de control, la interfaz no mostrará los nuevos valores al usuario
- Salvo los componentes de la interfaz que estén en modo *escucha*

GUI: Modo escucha

```
// Creación del objeto de control
control = {
  valor1 : 3,
  valor2 : 5
}
// Composición de la interfaz
interfaz = new GUI();
interfaz.add (control, 'valor1', 1, 10, 1).listen();
interfaz.add (control, 'valor2', 1, 10, 1);

// En algún punto de la aplicación se modifica el objeto de control
control.valor1 = 7;   // El usuario verá este valor en la interfaz
control.valor2 = 7;   // El componente de este valor NO se actualiza
```



Implementación: Estructura de la aplicación

- La aplicación es un `html` que referencia a otros archivos

Aplicación: Archivo index.html

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>Ejemplo Básico: Grapadora</title>
    <meta charset="utf-8">
    <script type="text/javascript" src="../libs/jquery.js"></script>
    <script type="importmap">
        { "imports": { "three": "../libs/three.module.js" } }
    </script>
    <script type="module" src="MyScene.js"></script>
    <style>
        body { margin: 0; overflow: hidden; }
    </style>
</head>
<body>
<!-- Div que muestra la imagen, el lienzo -->
<div id="WebGL-output">
</div>
</body>
</html>
```

La clase `MyScene`

- Su responsabilidad principal es:
  - Crear un renderer
  - Crear el grafo de escena
  - Actualizar y visualizar el grafo (método `update()`)
    - La visualización se realiza solicitándosela al `renderer`
    - La actualización del grafo que es accesible directamente desde esta clase se realiza desde el propio método `update()`
    - La actualización del grafo no accesible directamente, se le solicita a otros objetos
    - Importante:
      El método `update()` de la escena se encarga también de que vuelva a ser llamado cada vez que haya que "refrescar" la pantalla

- Veamos las partes del código más significativas

imports y exports

- En cada archivo se deben importar las clases que se van a necesitar
- Y exportar las clases que puedan necesitar otros

MyScene: imports

```
// Clases de la biblioteca

import * as THREE from '../libs/three.module.js'
import { GUI } from '../libs/dat.gui.module.js'
import { TrackballControls } from '../libs/TrackballControls.js'

// Clases de mi proyecto

import { Grapadora } from './Grapadora.js'

// En este caso no se exporta nada
```

El main

MyScene: El main

```
/// La función  main
$(function () {

  // Se instancia la escena pasándole el  div  que se ha creado en el html para visualizar
  // Al instanciar la escena, se construye el  renderer  y el grafo
  var scene = new MyScene("#WebGL-output");

  // Se añaden los listener de la aplicación. En este caso, el que va a comprobar cuándo se
       modifica el tamaño de la ventana de la aplicación.
  window.addEventListener ("resize", () => scene.onWindowResize());

  // Que no se nos olvide, la primera visualización.
  scene.update();
});
```

La clase MyScene

MyScene: Clase y constructor

```
class MyScene extends THREE.Scene {
  // Recibe el  div  que se ha creado en el  html  que va a ser el lienzo en el que mostrar
  // la visualización de la escena
  constructor (myCanvas) {
    super();
    // Se crea el visualizador, pasándole el lienzo sobre el que realizar los renderizados
    this.renderer = this.createRenderer(myCanvas);
    // Se crea la interfaz gráfica de usuario
    this.gui = this.createGUI ();

    // Construimos los distinos elementos que tendremos en la escena
    // No basta con construirlos, deben añadirse al grafo con el método  add
    // this aquí es el nodo raíz del grafo

    // Se crean unas luces. El propio método las añade al grafo
    this.createLights ();
    // Tendremos una cámara con un control de movimiento con el ratón
    this.createCamera ();
    // Un suelo
    this.createGround ();
    // Y unos ejes. Imprescindibles para orientarnos sobre dónde están las cosas
    this.axis = new THREE.AxesHelper (5);
    this.add (this.axis);
    // Por último creamos el modelo.
    this.model = new Grapadora(this.gui, "Controles de la Grapadora");
    this.add (this.model);
  }
  . . .
```

La clase MyScene

MyScene: Construyendo el renderer

```
createRenderer (myCanvas) {
  // Se recibe el lienzo sobre el que se van a hacer los renderizados.
  // Un div definido en el html.

  // Se instancia un Renderer   WebGL
  var renderer = new THREE.WebGLRenderer();

  // Se establece un color de fondo en las imágenes que genera el render
  renderer.setClearColor(new THREE.Color(0xEEEEEE), 1.0);

  // Se establece el tamaño, se aprovecha la totalidad de la ventana del navegador
  renderer.setSize(window.innerWidth, window.innerHeight);

  // La visualización se muestra en el lienzo recibido
  $(myCanvas).append(renderer.domElement);

  return renderer;
}
```

La clase MyScene

MyScene: La interfaz de usuario

```
createGUI () {
  // Se crea la interfaz gráfica de usuario
  var gui = new GUI();

  // La escena le va a añadir sus propios controles.
  // Se definen mediante un objeto de control
  // En este caso la intensidad de la luz y si se muestran o no los ejes
  this.guiControls = {
    lightPower : 500,
    axisOnOff : true
  }

  // Se crea una sección para los controles de esta clase
  var folder = gui.addFolder ('Luz y Ejes');

  // Se le añade un control para la intensidad de la luz
  folder.add (this.guiControls, 'lightPower', 0, 1000, 20)
    .name('Intensidad de la Luz : ')
    .onChange ( (value) => this.setLightPower (value) );

  // Y otro para mostrar u ocultar los ejes
  folder.add (this.guiControls, 'axisOnOff')
    .name ('Mostrar ejes : ')
    .onChange ( (value) => this.setAxisVisible (value) );

  return gui;
}
```

La clase MyScene

MyScene: El método update

```
update () {
  // Le decimos al renderizador
  // "visualiza la escena que te indico usando la cámara que te estoy pasando"
  this.renderer.render (this, this.getCamera());

  // Se actualizan los elementos del grafo para cada frame

  // Los nodos accesibles directamente desde esta clase se actualizan aquí

  // Se actualiza la posición de la cámara según su controlador
  this.cameraControl.update();

  // Para la actualización del resto de nodos se le pide a los objetos que correspondan
  this.model.update();

  // Este método debe ser llamado cada vez que queramos visualizar la escena de nuevo
  // Se consigue con la siguiente línea
  // Le decimos al navegador: "La próxima vez que haya que refrescar la pantalla,
  // llama al método que te indico".
  // Si no existiera esta línea,  update()  se ejecutaría solo la primera vez
  requestAnimationFrame(() => this.update())
}
```

La clase Grapadora

- Se encarga de construir y actualizar “su parte del grafo”
- Añade su parte de interfaz gráfica de usuario a la aplicación

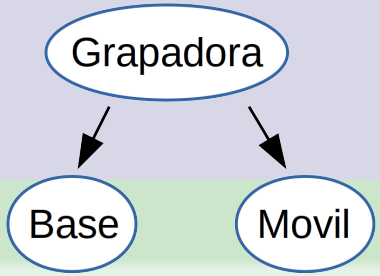
Grapadora: imports y exports

```
import * as THREE from '../libs/three.module.js'

class Grapadora extends THREE.Object3D {
    . . .
}

export { Grapadora }
```

La clase Grapadora



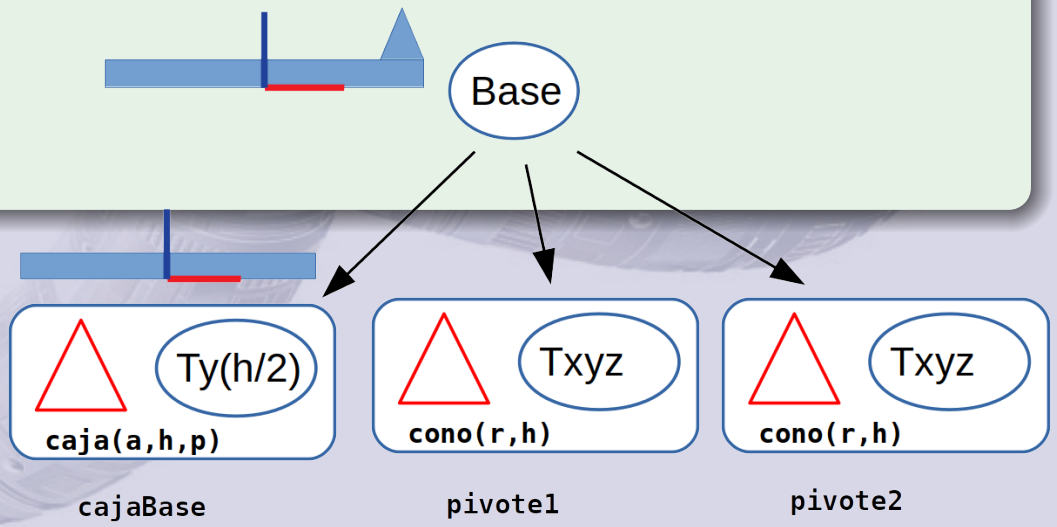
Grapadora: Clase y constructor

```
constructor(gui,titleGui) {
  super();
  // Se crea la parte de la interfaz que corresponde a la grapadora
  // Se crea primero porque otros métodos usan las variables que se definen para la interfaz
  this.createGUI(gui,titleGui);
  // El material se usa desde varios métodos. Por eso se alamacena en un atributo
  this.material = new THREE.MeshStandardMaterial({color: 0xCF0000});
  // A la base no se accede desde ningún método. Se almacena en una variable local del
       constructor
  var tamano = 0.15;    // 15 cm de largo. Las unidades son metros
  var base = this.createBase(tamano);
  // Al nodo que contiene la transformación interactiva que abre y cierra la grapadora se
       accede desde el método update, se almacena en un atributo.
  this.movil = this.createMovil(tamano);
  // Al nodo  this, la grapadora, se le cuelgan como hijos la base y la parte móvil
  this.add (base);
  this.add (this.movil);
}
  . . .
```

La clase Grapadora

Grapadora: Método createBase

```
createBase(tama) {
  // El nodo del que van a colgar la caja y los 2 conos y que se va a devolver
  var base = new THREE.Object3D();
  // Cada figura, un Mesh, está compuesto de una geometría y un material
  var cajaBase = new THREE.Mesh (new THREE.BoxGeometry (tama,tama*0.08,tama*0.2), this.
      material);
  cajaBase.position.y = tama*0.04;
  // La componente geometría se puede compartir entre varios meshes
  var geometriaPivote = new THREE.ConeGeometry (tama*0.05, tama*0.12);
  var pivote1 = new THREE.Mesh (geometriaPivote, this.material);
  var pivote2 = new THREE.Mesh (geometriaPivote, this.material);
  // Se posicionan los pivotes con respecto a la base
  pivote1.position.set (tama*0.45, tama*0.14, tama*0.05);
  pivote2.position.set (tama*0.45, tama*0.14, -tama*0.05);
  base.add(cajaBase);
  base.add(pivote1);
  base.add(pivote2);
  return base;
}
```



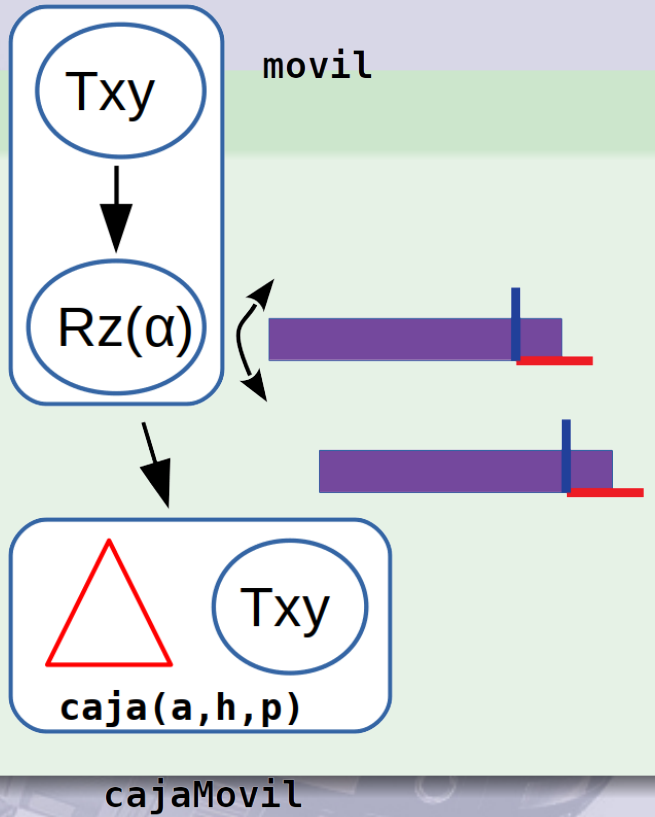
La clase Grapadora

Grapadora: Método createMovil

```
createMovil (tama) {
  // Se crea la parte móvil
  var cajaMovil = new THREE.Mesh (
      new THREE.BoxGeometry (tama, tama*0.12, tama*0.2),
      this.material
  );
  cajaMovil.position.set (-tama*0.45, tama*0.06, 0);

  var movil = new THREE.Object3D();

  movil.rotation.z = this.guiControls.rotacion;
  movil.position.set(tama*0.45,tama*0.2,0);
  movil.add(cajaMovil);
  return movil;
}
```



La clase Grapadora

Grapadora: Método createGUI

```
createGUI (gui,titleGui) {
  // Controles para el movimiento de la parte móvil
  this.guiControls = {
    rotacion : 0
  }
  // Se crea una sección para los controles de la caja
  var folder = gui.addFolder (titleGui);
  // Estas lineas son las que añaden los componentes de la interfaz
  // Las tres cifras indican un valor mínimo, un máximo y el incremento
  folder.add (this.guiControls, 'rotacion', -0.125, 0.2, 0.001)
    .name ('Apertura : ')
    .onChange ( (value) => this.setAngulo (-value) );
}
```

Grapadora: Método update

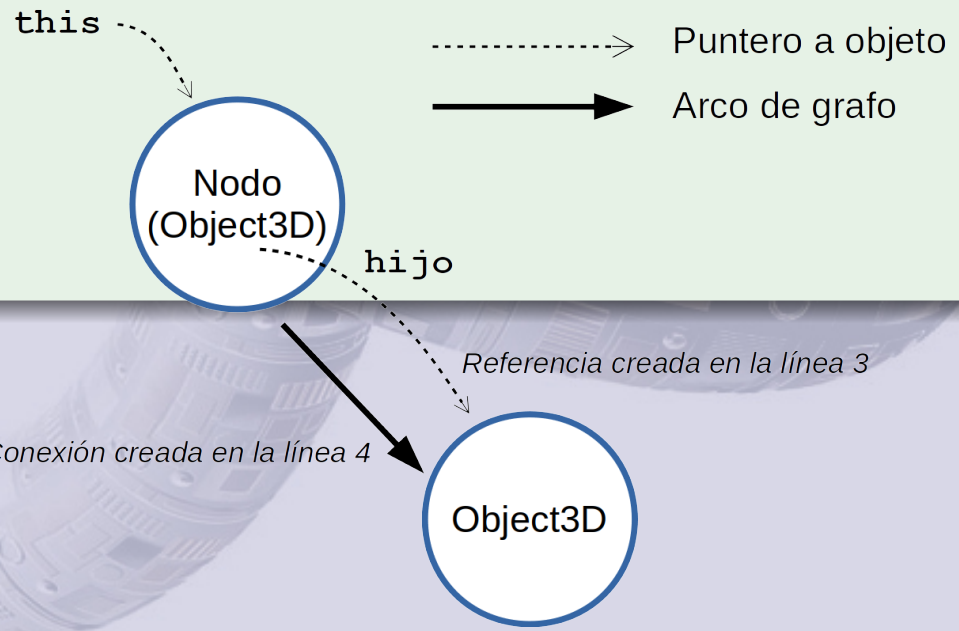
```
update () {
  // En esta ocasión no hay nada que actualizar
}
```

Conexión de los nodos a sus respectivos padres

- No olvidarse de conectar los nodos a sus respectivos padres
- Los nodos que no estén conectados al grafo no son tenidos en cuenta en la visualización
- Las referencias se usarán para acceder cómodamente a los nodos que se deseen modificar

: Referencia (puntero) vs. Arco de grafo

```
1  class Nodo extends THREE.Object3D {
2    constructor() {
3      this.hijo = new THREE.Object3D ();
4      this.add (this.hijo);
5      . . .
6    }
7    . . .
8  }
```



Consejos sobre rendimiento

Prestad especial atención a los métodos update

- La visualización se realiza varias veces por segundo
- Esto exige ser cuidadosos con el rendimiento
  - Optimizar los algoritmos empleados
  - No construir objetos en los métodos update
    sobre todo si se van a descartar después
  - Reutilizar objetos ya existentes
    - ★ **Si los objetos necesarios son una cantidad fija**,
      construirlos una sola vez y
      después solo cambiarles el estado con los setters correspondientes
    - ★ **Si los objetos son en un número indeterminado** (por ejemplo,
      proyectiles en un juego de naves) usar un gestor de objetos

Gestor de objetos

- Una clase que gestiona un array (almacen) de objetos
- Cuando se necesita un objeto, se toma del almacen.
  Solo se construye un objeto nuevo cuando no hay en el almacen
- Cuando ya no se necesita, se retorna al almacen

Ejemplo: Gestor de objetos

```
class GestorBalas {
  constructor () {
    this.almacen = [];
  }

  dameUnaBala () {
    if (this.almacen.length) {  // Hay elementos en el almacen
      return this.almacen.pop();
    } else {  return new Bala();  }  // Solo se construyen objetos cuando es necesario
  }

  teDevuelvoUnaBala (p) {
    this.almacen.push (p);
  }
}
```

Uso del gestor de balas

Ejemplo: Constructor de la escena y método disparo

```
constructor() {
  // Entre otras cosas
  this.gestorBalas = new GestorBalas();
  this.nodoBalas = new THREE.Object3D();
  this.balasAdestruir = [];
}

disparo() {
  // Se solicita una bala al gestor
  var unaBala = this.gestorBalas.dameUnaBala();

  // Se configura: posición, dirección, velocidad, potencia, etc.
  unaBala.set( . . . );

  // Se añade al nodo de balas
  this.nodoBalas.add (unaBala);
}
```

Uso del gestor de balas

Ejemplo: update de la escena

```
update() {
  // Se actualizan las balas
  var unaBala;
  for (var i = 0; i < this.nodoBalas.children.length; i++) {
    unaBala = this.nodoBalas.children[i];
    unaBala.update();
    if (unaBala.debeDesaparecer()) {
      this.balasAdestruir.push (unaBala);
    }
  }

  // Se descartan las balas innecesarias, pero no se destruyen, se reciclan ;-)
  for (var i = 0; i < this.balasAdestruir.length; i++) {
    unaBala = balasAdestruir[i];
    this.nodoBalas.remove(unaBala);
    this.gestorBalas.teDevuelvoUnaBala (unaBala);
  }
  this.balasAdestruir.length = 0;
}
```

Creación de geometría

- La creación de geometría es un proceso lento
  - **Las geometrías se crean en la construcción de la figura**
  - **No** se crean en los métodos que se ejecutan para cada frame
  - Si en algún caso, es totalmente necesario la creación de una geometría para descartar una anterior
    - ★ La que vamos a descartar debe destruirse
    - ★ Solo se construye y destruye la geometría, el Mesh será el mismo

: Substitución de la geometría

```
elMesh.geometry.dispose();
elMesh.geometry = new THREE.BoxGeometry( ... );
```

Hola Mundo Three.js

Francisco Velasco Anguita

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada

Sistemas Gráficos

Grado en Ingeniería Informática

Curso 2023-2024