



---

**Universidad de Valladolid**

# **E.T.S. Ingeniería Informática**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

Grado en Ingeniería Informática

## **Tutorial web para el aprendizaje de WebGL**

Autor:

**Alejandro Sanz Asenjo**

Tutora:

**Margarita Gonzalo Tasis**



## **Resumen**

Este proyecto abordará la tecnología WebGL, que permite la presentación de gráficos 3D en páginas web, y la dificultad que existe actualmente en su estudio y enseñanza. Es una tecnología nueva, con pocos ejemplos en la web o en los libros y que tiene una alta curva de aprendizaje.

Debido a esto, el objetivo de este proyecto es obtener un sistema web de aprendizaje basado en tutoriales, el cual será utilizado como herramienta docente en la asignatura “Programación de Aplicaciones Gráficas”, mediante ejemplos claros, sencillos y progresivos en dificultad. Se pretende ayudar a mitigar las dificultades existentes en el aprendizaje de WebGL y conseguir que los alumnos que utilicen el sistema aprendan mejor y más rápido esta tecnología.

## **Abstract**

This project is concerned with the WebGL technology, which allows the presentation of 3D graphics on web pages, and with the difficulty that is nowadays attached to its study and teaching. It is a new technology with few examples on the web or in books, and that has a high learning curve.

Therefore, the aim of this project is to obtain a learning web system based on tutorials, which will be utilized as a learning tool in the subject “Graphic Applications Programming”, through the use of clear and simple examples with an increasing difficulty. It is intended to help mitigating the existing difficulties regarding WebGL learning, and to make the students using the system learn this technology in a better and faster manner.



# Índice de contenidos

Capítulo 1. Introducción .....	15
Capítulo 2. Contexto.....	19
2.1. WebGL.....	20
2.2. Tutoriales.....	22
2.3. Editores online.....	28
2.4. Ejemplos del potencial de WebGL.....	31
2.5. Objetivos del sistema .....	33
Capítulo 3. Desarrollo del proyecto.....	35
3.1. Proceso de desarrollo.....	36
3.2. Gestión de riesgos .....	37
3.3. Roles y responsabilidades .....	40
3.4. Planificación del proyecto .....	41
3.5. Seguimiento del proyecto .....	42
Capítulo 4. Análisis .....	47
4.1. Actores.....	48
4.2. Requisitos funcionales.....	48
4.3. Casos de uso .....	51
4.4. Restricciones.....	89
4.5. Requisitos de información.....	90
4.6. Requisitos no funcionales.....	92
4.7. Modelo de dominio .....	93
Capítulo 5. Diseño .....	95
5.1. Arquitectura lógica .....	96
5.2. Arquitectura física .....	96
5.3. Diagrama de diseño.....	97
Controlador .....	97
Vista .....	99
Modelo .....	101
Utils.....	102
5.4. Diseño de la base de datos.....	103
Capítulo 6. Implementación .....	109
Capítulo 7. Tecnología utilizada .....	115
7.1. Java .....	116
7.2. MySQL .....	116
7.3. HTML .....	116
7.4. CSS .....	117

7.5.	JavaScript.....	117
7.6.	Java Persistence API .....	117
7.7.	NetBeans .....	118
7.8.	GlassFish .....	118
7.9.	XAMPP .....	118
7.10.	Twitter Bootstrap .....	119
7.11.	CodeMirror .....	119
7.12.	WysiHTML.....	120
7.13.	OpenCSV .....	120
Capítulo 8.	Pruebas.....	123
8.1.	Pruebas de caja blanca .....	124
8.2.	Pruebas de caja negra .....	124
Capítulo 10.	Conclusiones .....	135
Capítulo 11.	Bibliografía .....	139
Capítulo 12.	Apéndices .....	149
Apéndice I.	Manual de usuario.....	151
Apéndice I.1.	Alumnos.....	153
Apéndice I.2.	Profesor .....	163
Apéndice I.3.	Administrador.....	175
Apéndice II.	Manual de instalación .....	185
Apéndice III.	Manual de despliegue .....	195
Apéndice IV.	Contenidos del CD .....	199

## Índice de figuras

Figura 1 - Logotipo de WebGL .....	20
Figura 2 – Compatibilidad de los navegadores con WebGL .....	21
Figura 3 - Evolución del interés de WebGL .....	21
Figura 4 – Ejemplo editor de código de w3school.com .....	23
Figura 5 - Tutorial de WebGL de Mozilla .....	24
Figura 6 - WebGL Academy .....	25
Figura 7 - Learning WebGL .....	26
Figura 8 - WebGL Fundamentals .....	27
Figura 9 - IDE online WebGL Playground.....	28
Figura 10 - Kick.js.....	29
Figura 11 - Editor de shaders Shdr .....	30
Figura 12 – Captura de pantalla de “Pearl Boy” .....	31
Figura 13 - Medusae .....	31
Figura 14 – Globe .....	32
Figura 15 - One Million Stars .....	32
Figura 16 – Esfuerzo en las actividades realizadas en cada fase de RUP [66].....	36
Figura 17 - Planificación inicial del proyecto .....	41
Figura 18 - Planificación real de la fase de inicio.....	42
Figura 19 - Planificación real de la primera fase de elaboración .....	42
Figura 20 - Planificación real de la segunda fase de elaboración.....	43
Figura 21 - Planificación real de la primera fase de construcción.....	43
Figura 22 - Planificación real de la segunda fase de construcción .....	43
Figura 23 - Planificación real de la tercera fase de construcción .....	44
Figura 24 - Planificación real de la fase de transición .....	44
Figura 25 – Diagrama de Casos de Uso del sistema .....	51
Figura 26 - UC-001 - Acceso al sistema .....	53
Figura 27 - UC-002 - Listado de tutoriales.....	54
Figura 28 - UC-003 - Realizar tutorial .....	55
Figura 29 - UC-004 - Siguiente página .....	56
Figura 30 - UC-005 - Anterior página.....	57
Figura 31 - UC-006 - Ejecutar código WebGL .....	58
Figura 32 - UC-007 - Finalizar tutorial.....	59
Figura 33 - UC-008 - Realizar entrega.....	60
Figura 34 - UC-009 - Realizar comprobante .....	61
Figura 35 - UC-010 - Crear tutorial .....	63
Figura 36 - UC-011 - Editar tutorial .....	64
Figura 37 - UC-012 - Crear página .....	66
Figura 38 - UC-013 - Editar descripción.....	68
Figura 39 - UC-014 - Editar teoría.....	69
Figura 40 - UC-015 - Editar módulo básico.....	70
Figura 41 - UC-016 - Editar módulo entrega .....	71
Figura 42 - UC-017 - Editar módulo comprobante .....	73
Figura 43 - UC-018 - Seguimiento tutoriales .....	74
Figura 44 - UC-019 - Seguimiento alumnos.....	75
Figura 45 - UC-020 - Listado alumnos.....	76
Figura 46 - UC-021 - Ver entrega de alumno.....	77
Figura 47 - UC-022 - Calificar alumno.....	78
Figura 48 - UC-023 - Ver perfil de usuario.....	79
Figura 49 - UC-024 - Reordenar tutoriales - Subir posición.....	80
Figura 50 - UC-024 - Reordenar tutoriales - Bajar posición.....	81

Figura 51 - UC-025 - Ocultar tutorial .....	82
Figura 52 - UC-026 - Registrar un usuario .....	84
Figura 53 - UC-027 - Registrar usuarios en masa.....	86
Figura 54 - UC-028 - Modificar datos usuario.....	87
Figura 55 - UC-029 - Dar de baja usuario.....	88
Figura 56 - UC-030 - Cerrar sesión.....	89
Figura 57 - Modelo de dominio del sistema .....	93
Figura 58 – Arquitectura lógica del sistema [70] .....	96
Figura 59 - Arquitectura física del sistema .....	96
Figura 60 - Paquetes de Diseño del sistema.....	97
Figura 61 - Detalle del paquete Controlador .....	98
Figura 62 - Diagrama detalle de las páginas JSP que forman la Vista .....	99
Figura 63 - Relaciones entre las vistas del sistema.....	101
Figura 64 – Detalle de los paquetes de Dominio y Persistencia y la relación entre ambos .....	101
Figura 65 - Detalle del paquete Utils .....	102
Figura 66 – Diagrama de Diseño de la Base de Datos del sistema .....	103
Figura 67 - Arquitectura física del sistema en fase de implementación .....	110
Figura 68 - Pasos dados para la implementación del sistema.....	111
Figura 69 - Logotipo de Java .....	116
Figura 70 - Logotipo de MySQL.....	116
Figura 71 - Logotipo de HTML5 .....	116
Figura 72 - Logotipo de CSS3 .....	117
Figura 73 - Logotipo de JavaScript.....	117
Figura 74 - Arquitectura de Java Persistence API .....	117
Figura 75 - Mapeo objeto-relacional de JPA [121] .....	117
Figura 76 - Logotipo de NetBeans .....	118
Figura 77 - Logotipo de GlassFish .....	118
Figura 78 - Logotipo de XAMPP .....	118
Figura 79 - Logotipo de Bootstrap.....	119
Figura 80 - Logotipo de CodeMirror .....	119
Figura 81 - Demo de CodeMirror.....	119
Figura 82 – Demo del editor de texto WysiHTML .....	120
Figura 83 - Icono de un fichero CSV.....	120
Figura 84 - Mapa web del sistema.....	152
Figura 85 - Mapa web de las opciones disponibles para un alumno .....	153
Figura 86 - Página de acceso al sistema .....	153
Figura 87 - Acceso al sistema incorrecto .....	154
Figura 88 - Página de inicio del sistema.....	154
Figura 89 - Opción de Empezar un tutorial.....	155
Figura 90 - Página de inicio de un tutorial.....	155
Figura 91 – Opción de ir a la página anterior del tutorial .....	156
Figura 92 – Opción de ir a la página siguiente del tutorial .....	156
Figura 93 - Mensaje que informa al usuario que la página actual es de tipo Comprobante .....	156
Figura 94 - Opción de comprobar corrección en un módulo de comprobante de código.....	156
Figura 95 - Informa al usuario que el código comprobado fue correcto .....	156
Figura 96 - Mensaje de error producido porque el código introducido no fue correcto .....	156
Figura 97 - Opciones de saltar el comprobante y de reiniciar el código .....	157
Figura 98 - Mensaje que informa al usuario que ya realizó este comprobante.....	157
Figura 99 - Mensaje que informa al usuario que la página actual es de tipo Entrega de código.....	157
Figura 100 - Opción de entregar el código en un apartado de Entrega .....	157
Figura 101 - Informa al usuario que el código fue entregado correctamente .....	157
Figura 102 - Mensaje que informa al usuario que ya realizó esa entrega .....	158
Figura 103 - Opción de finalizar el tutorial .....	158



Figura 104 - Opción de repetir un tutorial .....	158
Figura 105 - Opción de continuar un tutorial.....	158
Figura 106 - Ejemplo de la ejecución de código WebGL .....	159
Figura 107 - Opción de ver el perfil del usuario .....	159
Figura 108 - Perfil de un usuario .....	160
Figura 109 - Opción 1 de acceso al cambio de contraseña .....	160
Figura 110 - Opción 2 de acceso al cambio de contraseña .....	160
Figura 111 - Página de modificación de la contraseña por parte de los usuarios.....	161
Figura 112 - Comprobación que la contraseña tenga al menos 6 caracteres .....	161
Figura 113 - Comprobación que las dos contraseñas introducidas coincidan .....	161
Figura 114 - Contraseña modificada correctamente .....	162
Figura 115 - Opción de cerrar la sesión del sistema.....	162
Figura 116 - Mapa web de las opciones disponibles para un profesor.....	163
Figura 117 - Opción de crear nuevo tutorial .....	163
Figura 118 - Página de solicitud del nombre, descripción y miniatura de un tutorial nuevo .....	164
Figura 119 - Página principal tras la creación de un nuevo tutorial.....	164
Figura 120 - Opción de editar un tutorial.....	164
Figura 121 - Página de edición de un tutorial .....	165
Figura 122 - Opción de editar la descripción del tutorial .....	165
Figura 123 - Página de edición del nombre, descripción y miniatura de un tutorial .....	166
Figura 124 - Opción de editar el módulo de teoría .....	166
Figura 125 - Editor de teoría.....	167
Figura 126 - Opciones del editor de teoría.....	167
Figura 127 - Opción de editar un módulo de código.....	167
Figura 128 - Página de edición de módulos de código básico o de entrega .....	168
Figura 129 - Página de edición de módulos de comprobante de código .....	168
Figura 130 - Opción de crear nueva página (con módulo de código básico) .....	169
Figura 131 - Opción de crear nueva página con un módulo de comprobante de código .....	169
Figura 132 - Opción de crear nueva página con un módulo de entrega de código .....	169
Figura 133 - Opción de ocultar un tutorial .....	169
Figura 134 - Tutorial oculto .....	169
Figura 135 - Bajar posición a un tutorial .....	170
Figura 136 - Subir posición a un tutorial .....	170
Figura 137 - Acceso al menú profesor .....	171
Figura 138 - Menú profesor - Seguimiento de los tutoriales .....	171
Figura 139 - Opción de ver el seguimiento detallado desde la página principal .....	171
Figura 140 - Seguimiento detallado de un tutorial .....	172
Figura 141 - Comprobante correcto.....	172
Figura 142 - Comprobante incorrecto.....	172
Figura 143 - Opción de ver entrega del usuario.....	172
Figura 144 - Entrega realizada por un alumno .....	173
Figura 145 - Calificar a un alumno.....	173
Figura 146 - Impedimento de calificar a un alumno que no haya comenzado el tutorial .....	174
Figura 147 - Opción de ver el listado de alumnos en el "Menú profesor" .....	174
Figura 148 - Listado de alumno por el Profesor .....	174
Figura 149 - Perfil de un alumno visto por un profesor .....	175
Figura 150 - Mapa web de las opciones disponibles para un administrador.....	175
Figura 151 - Acceso al Menú administrador.....	176
Figura 152 - Menú administrador .....	176
Figura 153 - Opción de ver perfil de usuario por parte del Administrador.....	176
Figura 154 - Vista del Administrador de un perfil de un usuario .....	177
Figura 155 - Opción de editar usuario en el "Menú administrador" .....	177
Figura 156 - Opción de editar el perfil del usuario desde su perfil .....	177

Figura 157 - Edición de usuario por parte del Administrador .....	178
Figura 158 - El sistema informa al Administrador que los datos se han guardado correctamente .....	178
Figura 159 – Opción de eliminar usuario desde el "Menú Administrador" .....	179
Figura 160 - Solicitud de confirmación de eliminación de usuario .....	179
Figura 161 - Usuarios eliminados en el sistema .....	179
Figura 162 - Opción de Añadir nuevo usuario en el Menú administrador .....	179
Figura 163 - Página de dar de alta a nuevo usuario .....	180
Figura 164 - El sistema informa al Administrador que se ha dado de alta al usuario correctamente .....	180
Figura 165 - Opción de añadir usuarios desde CSV de forma masiva en el Menú administrador .....	181
Figura 166 - Formato de ejemplo para el dada de alta de usuarios por CSV .....	181
Figura 167 - Creación en una hoja de cálculo de los usuarios a dar de alta .....	181
Figura 168 - Página de dar de alta a usuarios de forma masiva a partir de un texto CSV .....	182
Figura 169 - El sistema informa que se ha dado de alta a los nuevos usuarios correctamente .....	182
Figura 170 - El sistema informa que se ha producido un error en la creación de los usuarios .....	183
Figura 171 - Pantalla inicial del servidor XAMPP .....	186
Figura 172 - Servidor XAMPP tras arrancar Apache y MySQL .....	187
Figura 173 - Pantalla inicial de phpMyAdmin .....	187
Figura 174 - Importar una BD en phpMyAdmin .....	188
Figura 175 - Importación de la BD correcta .....	188
Figura 176 - Pestaña Services del IDE NetBeans .....	189
Figura 177 - Opción de añadir un nuevo driver de la base de datos .....	189
Figura 178 - Pantalla de añadir un nuevo driver de base de datos en NetBeans .....	189
Figura 179 - Opción de añadir una nueva conexión a una base de datos en NetBeans .....	190
Figura 180 - Selección del driver MySQL en la creación de una nueva conexión a una base de datos ...	190
Figura 181 - Solicitud de las propiedades de la base de datos para realizar la conexión .....	191
Figura 182 - Listado de conexiones de BD tras la adicción de la nueva base de datos .....	191
Figura 183 - Opción de importar proyecto desde un fichero ZIP en NetBeans .....	192
Figura 184 - Importación del proyecto WebGL_ent .....	192
Figura 185 - Importación del proyecto WebGL_app .....	192
Figura 186 - Opción de ejecutar el sistema .....	193
Figura 187 - Primera pantalla tras la ejecución del sistema .....	193

## Índice de tablas

Tabla 1 - Exposición al riesgo teniendo en cuenta su probabilidad de ocurrencia e impacto .....	37
Tabla 2 - RISK-001 - Problemas en la ejecución de WebGL.....	38
Tabla 3 - RISK-002 - Retraso en la planificación .....	38
Tabla 4 - RISK-003 - Diseño pobre .....	39
Tabla 5 - RISK-004 - Modificaciones en los requisitos.....	39
Tabla 6 - RISK-005 - Problemas con el equipo de desarrollo.....	40
Tabla 7 - Roles y responsabilidades de Margarita Gonzalo Tasis en el proyecto.....	40
Tabla 8 - Roles y responsabilidades de Alejandro Sanz Asenjo en el proyecto.....	40
Tabla 9 - Planificación inicial del proyecto .....	41
Tabla 10 - ACT-001 - Alumno/a .....	48
Tabla 11 - ACT-002 - Profesor/a .....	48
Tabla 12 - ACT-003 - Administrador/a.....	48
Tabla 13 - FRQ-001 - Roles de usuarios .....	48
Tabla 14 - FRQ-002 - Registro .....	48
Tabla 15 - FRQ-003 – Acceso .....	48
Tabla 16 - FRQ-004 - Creación de tutoriales .....	49
Tabla 17 - FRQ-005 - Modificación de tutoriales.....	49
Tabla 18 - FRQ-006 - Módulos.....	49
Tabla 19 - FRQ-007 - Teoría.....	49
Tabla 20 - FRQ-008 - Módulo básico .....	49
Tabla 21 - FRQ-009 – Entregas .....	49
Tabla 22 - FRQ-010 - Comprobantes .....	49
Tabla 23 - FRQ-011 - Creación de módulos .....	49
Tabla 24 - FRQ-012 - Modificación de teoría.....	49
Tabla 25 - FRQ-013 - Modificación de módulos básicos .....	50
Tabla 26 - FRQ-014 - Modificación de módulos de entrega.....	50
Tabla 27 - FRQ-015 - Modificación de módulos comprobantes.....	50
Tabla 28 - FRQ-016 – Paginado .....	50
Tabla 29 - FRQ-017 - Finalizar tutorial.....	50
Tabla 30 - FRQ-018 - Ejecución de WebGL.....	50
Tabla 31 - FRQ-019 - Seguimiento tutoriales .....	50
Tabla 32 - FRQ-020 - Seguimiento alumnos .....	50
Tabla 33 - FRQ-021 - Calificación alumnos .....	51
Tabla 34 - FRQ-022 - Modificar datos de usuario.....	51
Tabla 35 - FRQ-023 - Perfiles de usuario .....	51
Tabla 36 - UC-001 - Acceso al sistema.....	52
Tabla 37 - UC-002 - Listado de tutoriales .....	54
Tabla 38 - UC-003 - Realizar tutorial .....	55
Tabla 39 - UC-004 - Siguiente página .....	56
Tabla 40 - UC-005 - Anterior página .....	57
Tabla 41 - UC-006 - Ejecutar código WebGL .....	58
Tabla 42 - UC-007 - Finalizar tutorial.....	59
Tabla 43 - UC-008 - Realizar entrega.....	60
Tabla 44 - UC-009 - Realizar comprobante .....	61
Tabla 45 - UC-010 - Crear tutorial .....	62
Tabla 46 - UC-011 - Editar tutorial.....	64
Tabla 47 - UC-012 - Crear página.....	65
Tabla 48 - UC-013 - Editar descripción .....	67
Tabla 49 - UC-014 - Editar teoría.....	69

Tabla 50 - UC-015 - Editar módulo básico .....	70
Tabla 51 - UC-016 - Editar módulo entrega.....	71
Tabla 52 - UC-017 - Editar módulo comprobante .....	72
Tabla 53 - UC-018 - Seguimiento tutoriales.....	74
Tabla 54 - UC-019 - Seguimiento alumnos .....	75
Tabla 55 - UC-020 - Listado alumnos.....	76
Tabla 56 - UC-021 - Ver entrega de alumno .....	77
Tabla 57 - UC-022 - Calificar alumno .....	78
Tabla 58 - UC-023 - Ver perfil de usuario .....	79
Tabla 59 - UC-024 - Reordenar tutoriales.....	80
Tabla 60 - UC-025 - Ocultar tutorial .....	82
Tabla 61 - UC-026 - Registrar un usuario.....	83
Tabla 62 - UC-027 - Registrar usuarios en masa.....	85
Tabla 63 - UC-028 - Modificar datos usuario.....	87
Tabla 64 - UC-029 - Dar de baja usuario .....	88
Tabla 65 - UC-030 - Cerrar sesión .....	89
Tabla 66 - CRQ-001 - Acceso.....	89
Tabla 67 - CRQ-002 - Edición de tutoriales.....	89
Tabla 68 - CRQ-003 - Gestión de usuarios .....	89
Tabla 69 - CRQ-004 - Acceso a tutoriales ocultos.....	90
Tabla 70 - CRQ-005 - Perfil de usuarios privado.....	90
Tabla 71 - CRQ-006 - Seguimiento de los tutoriales.....	90
Tabla 72 - CRQ-007 - Calificación de tutoriales .....	90
Tabla 73 - CRQ-008 - Calificación de alumnos.....	90
Tabla 74 - CRQ-009 - Contenido de los tutoriales .....	90
Tabla 75 - IRQ-001 – Usuarios .....	90
Tabla 76 - IRQ-002 - Tutoriales.....	91
Tabla 77 - IRQ-003 - Módulo de teoría.....	91
Tabla 78 - IRQ-004 - Módulo de código básico.....	91
Tabla 79 - IRQ-005 - Módulo de entrega .....	91
Tabla 80 - IRQ-006 - Módulo comprobante de código .....	91
Tabla 81 - IRQ-007 – Seguimiento .....	91
Tabla 82 - NFR-001 - Accesibilidad .....	92
Tabla 83 - NFR-002 - Ejecución WebGL .....	92
Tabla 84 - NFR-003 - Compatibilidad.....	92
Tabla 85 - NFR-004 - Identificación de usuarios.....	92
Tabla 86 - NFR-005 - Seguridad en contraseñas.....	92
Tabla 87 - NFR-006 - Permisos.....	92
Tabla 88 - NFR-007 - Confiabilidad .....	92
Tabla 89 - NFR-008 - Utilización sencilla.....	92
Tabla 90 - NFR-009 – Disponibilidad.....	92
Tabla 91 - Diccionario de datos - Entidad: Usuario .....	103
Tabla 92 - Diccionario de datos - Entidad: Rol.....	104
Tabla 93 - Diccionario de datos - Entidad: Curso.....	104
Tabla 94 - Diccionario de datos - Entidad: Matrícula .....	104
Tabla 95 - Diccionario de datos - Entidad: Apartado.....	104
Tabla 96 - Diccionario de datos - Entidad: Teoría.....	105
Tabla 97 - Diccionario de datos - Entidad: Código.....	105
Tabla 98 - Diccionario de datos - Entidad: Entrega .....	105
Tabla 99 - Diccionario de datos - Entidad: EntregaUsuario.....	106
Tabla 100 - Diccionario de datos - Entidad: Diff (Comprobante) .....	106
Tabla 101 - Diccionario de datos - Entidad: DiffUsuario.....	106
Tabla 102 - PCN-001 - Acceso al sistema.....	124

Tabla 103 - PCN-002 - Listado de tutoriales .....	125
Tabla 104 - PCN-003 - Realizar tutorial .....	125
Tabla 105 - PCN-004 - Siguiete página .....	125
Tabla 106 - PCN-005 - Anterior página .....	125
Tabla 107 - PCN-006 - Ejecutar código WebGL .....	125
Tabla 108 - PCN-007 - Finalizar tutorial.....	126
Tabla 109 - PCN-008 - Realizar entrega .....	126
Tabla 110 - PCN-009 - Realizar comprobante .....	126
Tabla 111 - PCN-010 - Crear tutorial .....	127
Tabla 112 - PCN-011 - Editar tutorial.....	127
Tabla 113 - PCN-012 - Crear página.....	127
Tabla 114 - PCN-013 - Editar descripción .....	128
Tabla 115 - PCN-014 - Editar teoría .....	128
Tabla 116 - PCN-015 - Editar módulo básico.....	128
Tabla 117 - PCN-016 - Editar módulo entrega.....	129
Tabla 118 - PCN-017 - Editar módulo comprobante .....	129
Tabla 119 - PCN-018 - Seguimiento Tutoriales.....	129
Tabla 120 - PCN-019 - Seguimiento Alumnos.....	129
Tabla 121 - PCN-020 - Listado Alumnos .....	130
Tabla 122 - PCN-021 - Ver Entrega de Alumno .....	130
Tabla 123 - PCN-022 - Calificar Alumno .....	130
Tabla 124 - PCN-023 - Ver perfil de Usuario.....	130
Tabla 125 - PCN-024 - Reordenar Tutoriales.....	131
Tabla 126 - PCN-025 - Ocultar Tutorial.....	131
Tabla 127 - PCN-026 - Registrar un Usuario .....	131
Tabla 128 - PCN-027 - Registrar Usuarios en masa .....	132
Tabla 129 - PCN-028 - Modificar datos Usuario .....	132
Tabla 130 - PCN-029 - Dar de baja Usuario .....	133
Tabla 131 - PCN-030 - Cerrar sesión.....	133



## **Capítulo 1. Introducción**

---

La motivación que lleva a la realización de este Trabajo de Fin de Grado es la necesidad de una herramienta docente para apoyar y mejorar el aprendizaje de la tecnología WebGL por parte de los alumnos para la asignatura de “Programación de Aplicaciones Gráficas”, optativa del tercer curso del Grado de Ingeniería Informática en la Universidad de Valladolid.

Esta necesidad se presenta debido a la gran dificultad existente actualmente en el aprendizaje de WebGL. Los motivos de esta dificultad son la baja difusión y extensión de ésta tecnología, la falta de ejemplos claros en la red y en los libros, y que la complejidad del código y los problemas se incrementan rápidamente al intentar realizar tareas más avanzadas.

Por lo tanto, surge la necesidad de un sistema que intente solventar dichas dificultades en el aprendizaje, el cual concentre ejemplos y ejercicios que hagan sencillo su estudio. En concreto, una de las trayectorias a seguir en este proceso sería la de crear un sistema de aprendizaje basado en tutoriales, en el que los alumnos puedan aprender los conceptos básicos del WebGL de forma progresiva y comprender esta tecnología a través de un proceso guiado.

Con esto se obtiene el objetivo principal de este Trabajo de Fin de Grado: crear un sistema de aprendizaje de WebGL basado en tutoriales que muestre cada una de las particularidades de la tecnología, facilite su aprendizaje y que sirva como herramienta didáctica para la asignatura de “Programación de Aplicaciones Gráficas”.

En este documento se va a describir el proceso de la realización del proyecto:

Para ello se empieza por los resultados de la investigación sobre WebGL y la existencia actual de herramientas para su aprendizaje. De esta investigación se obtienen las características deseables que debería tener la solución a realizar.

Después se explicará la planificación y la temporización de las tareas realizadas para la elaboración del proyecto. Así como los riesgos existentes que puedan provocar retrasos en su realización. También se define el equipo humano responsable de este proyecto y sus roles y responsabilidades.

Tras esto se muestra el resultado de las fases de análisis, y de diseño del sistema, explicando las razones y las ventajas de las decisiones tomadas a lo largo de su realización.

También se detalla cómo se implementó la aplicación, se definen las tecnologías utilizadas para su realización y las pruebas a las que fue sometido el sistema para la comprobación de errores.

Por último, las conclusiones del trabajo realizado, la bibliografía consultada para el desarrollo del Trabajo de Fin de Grado, y los manuales de usuario, de instalación y de despliegue como parte de los apéndices.







## Capítulo 2. Contexto

---

## 2.1. WebGL

WebGL (Web Graphics Library) es una API de JavaScript para mostrar gráficos en 2D y 3D en cualquier navegador que lo soporte, sin la necesidad de usar plugins externos. WebGL está basado en OpenGL ES 2.0 (OpenGL para sistemas embebidos) y dibuja los gráficos en los elementos de tipo canvas de HTML5 [1] [2] [3] [4] [5] [6].



*Figura 1 - Logotipo de WebGL*

En 2006 Vladimir Vukićević, desarrollador de Mozilla, empezó a trabajar en un prototipo de OpenGL para el canvas de HTML5, al que denominó “Canvas 3D” [7]. Su trabajo llevó a la creación en 2009 del WebGL Working Group (Apple, Google, Mozilla, Opera y otros) y en 2011 fue lanzada la versión 1.0 de la especificación de WebGL, gestionada y mantenida por el grupo Khronos. Actualmente se encuentra en la versión estable 1.0.2, lanzada el 1 de marzo de 2013 y se está desarrollando la especificación de WebGL 2, basado en el más moderno OpenGL ES 3.0.

Un programa WebGL consiste en la combinación de código de control JavaScript y código shader que es ejecutado por la tarjeta gráfica del ordenador (GPU) y mostrado en el navegador.

Un shader es el algoritmo que determina cómo la superficie de los objetos es renderizada, y cómo las luces y sombras interactúan con los objetos 3D [8] [9] [10] [11]. En WebGL los shaders están escritos en el lenguaje GLSL (OpenGL Shading Language) [12] [13] [14], en concreto la versión 1.00 [15]. Existen varios tipos de shader, WebGL utiliza los siguientes [16]:

- Vertex Shader (3D):
  - Transforma la posición 3D de un vertex o vértice en el espacio a las coordenadas 2D en las que aparecerá en la pantalla mediante operaciones matemáticas.
  - Este shader se ejecuta una vez por cada vertex.
- Fragment Shader (2D):
  - Procesa el color, texturas, sombras... y otros atributos de los fragment o fragmentos (un fragment contiene la información de color de un píxel, sus coordenadas...).
  - Este shader se ejecuta una vez por cada fragment.

El código de control JavaScript es el que se encarga de:

- Inicializar el contexto de WebGL y seleccionar sobre qué canvas de HTML5 se ejecutará.
- Gestionar la lógica del programa.
- Inclusión de controles de interfaz en el canvas.
- El manejo de eventos del usuario.

WebGL puede ser utilizado para realizar diseños 3D o videojuegos en el navegador. Existen motores gráficos creados especialmente para el desarrollo de juegos como Unity [17] o Unreal Engine [18] que son compatibles con WebGL, y permiten realizar juegos para los navegadores web. Pero esta tecnología no es exclusiva para realizar videojuegos, también ha tenido aplicaciones científicas y de investigación [19].

WebGL es compatible por los navegadores de escritorio y móviles más modernos que tengan soporte de HTML5. La siguiente figura muestra la compatibilidad de los navegadores más utilizados [20]:

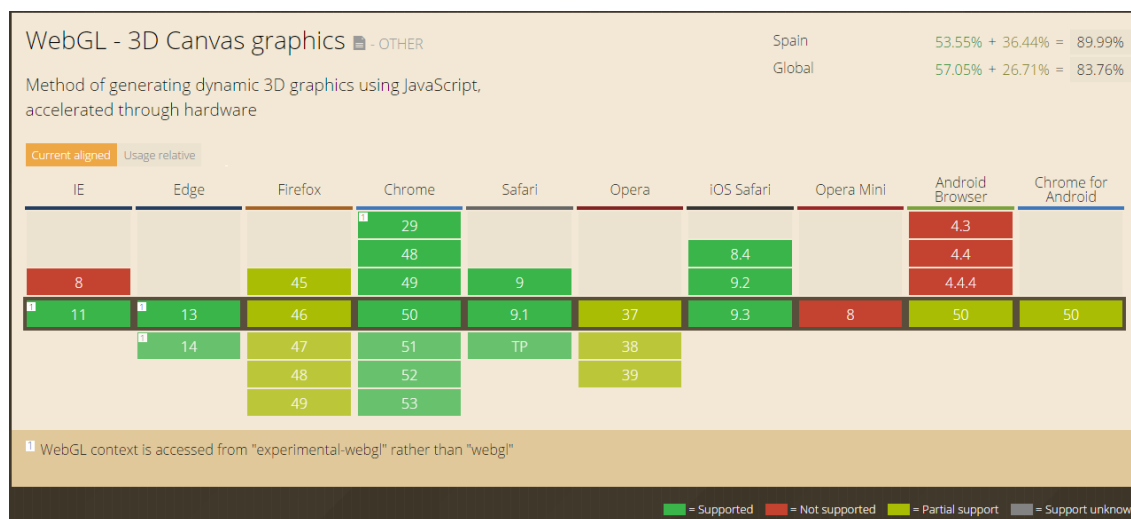


Figura 2 – Compatibilidad de los navegadores con WebGL

Teniendo en cuenta el número de usuarios que utilizan estos navegadores, el 89.99% de los equipos españoles tendrán soporte para WebGL, cifra superior a la media mundial, que se encuentra en el 83.76% de soporte.

También hay que considerar la compatibilidad del equipo con OpenGL ES 2.0. La mayor parte de las tarjetas gráficas vendidas desde el año 2003 de AMD/ATI [21], Nvidia [22] o Intel [23] serán compatibles con esta especificación. Desde el siguiente sitio web <http://get.webgl.org/> se puede comprobar si un navegador y el equipo soporta WebGL [24].

El interés sobre la tecnología WebGL tuvo su máximo en el año 2011, debido al lanzamiento de su especificación 1.0, y se ha mantenido con los años, habiendo aumentado ligeramente estos últimos meses.



Figura 3 - Evolución del interés de WebGL

Este interés se ha determinado examinando el volumen de búsquedas en Google relacionadas con la tecnología WebGL [25]. No es un estudio cualitativo, pero es representativo debido al gran número de búsquedas mensuales que obtiene un servicio del tamaño como Google.

## 2.2. Tutoriales

Un tutorial es un sistema de autoaprendizaje que muestra al usuario de forma interactiva la información para completar una tarea. Los tutoriales deben enseñar cómo se ejecuta una tarea o proceso utilizando ejemplos con instrucciones paso a paso, pudiendo ser el formato de vídeo, audio o texto [26] [27].

Los tutoriales pueden separarse si es necesario en diferentes módulos o secciones, utilizando métodos de comprobación para el refuerzo de los contenidos aprendidos y conseguir una motivación mayor por parte de los usuarios.

Esta metodología de aprendizaje tiene las siguientes ventajas [28]:

- Es un método autodidacta.
- Eliminación de barreras espaciales y temporales (se puede utilizar en cualquier lugar y a cualquier hora).
- Actualización constante de contenidos.
- Reducción de coste.
- La posibilidad de retomar un tema en el momento que se requiera.

Y tiene como desventaja que requiere más inversión de tiempo por parte del profesor (al menos en su parte inicial), ya que debe crear y organizar dichos tutoriales.

Estos tutoriales pueden tomar una orientación a una estrategia de aprendizaje basada en la resolución de problemas [29] [30], en el que las primeras fases del tutorial ponen en contexto y explican el escenario del problema, y en las últimas el alumno debe intentar resolver el problema propuesto con la información que tiene y sus conocimientos.

Esta estrategia docente ayuda a la interrelación de los conocimientos adquiridos por parte de los alumnos, y favorece el trabajo autónomo ya que podrían necesitar investigar y razonar para obtener las soluciones óptimas a los problemas impuestos.

En la Red existen miles de tutoriales, con temas tan variados como el arte, la gastronomía, los idiomas, la ofimática... y también muchos relacionados con la informática como tutoriales sobre programación, bases de datos... [31].

Muchas organizaciones y universidades han creado tutoriales disponibles de manera gratuita en internet, aunque también existen tutoriales creados por la comunidad o por particulares o expertos en el tema. Esto ayuda a la propagación y la transmisión de los conocimientos.

En las próximas páginas se exponen alguno de los tutoriales que existen en la red sobre programación, definiendo sus capacidades, analizando las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos, comenzando por la página de tutoriales web de programación más conocida:

## W3Schools

Una de las páginas de tutoriales de programación más conocidas es W3Schools [32], la cual dispone de tutoriales de HTML [33], CSS [34], JavaScript [35], PHP [36], SQL [37] y muchos otros.

Ventajas y desventajas de este sistema de tutoriales:

- ✓ Tiene un editor de código sencillo para todos los lenguajes que enseña, y que muestra el resultado de la ejecución de ese código.
- ✓ Contiene una gran multitud de tutoriales y ejemplos para cada lenguaje y tecnología impartida.
- ✓ Tutoriales muy visuales, con ejemplos prácticos por cada concepto explicado.
- ✓ Son unos tutoriales muy reconocidos, son los más famosos de la red.
- ✗ No dispone de tutoriales de WebGL.

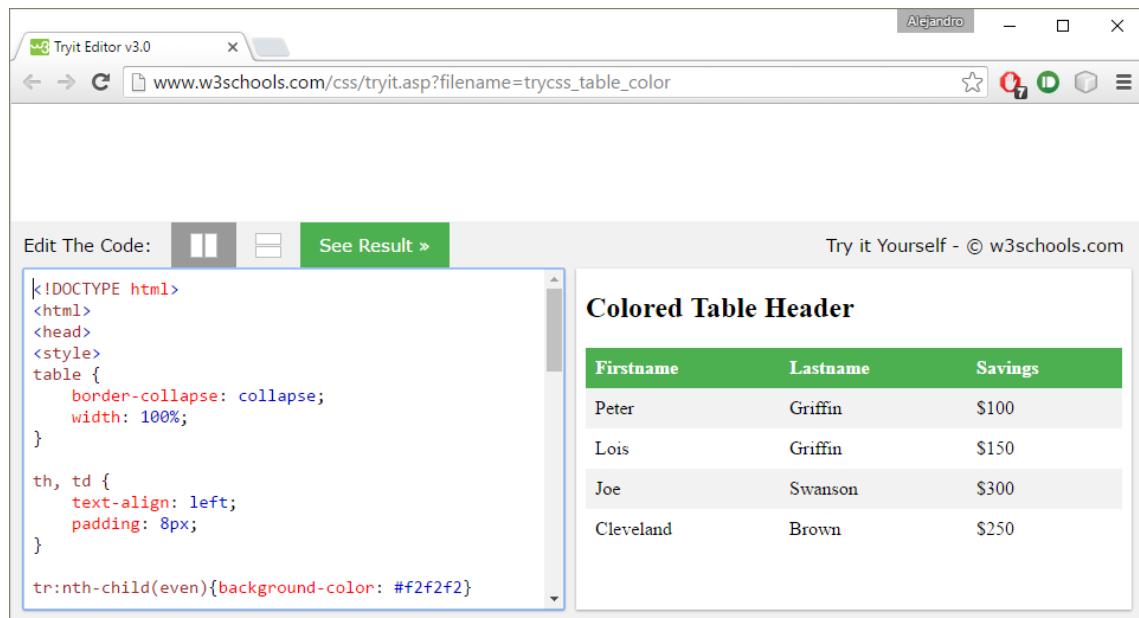


Figura 4 – Ejemplo editor de código de w3school.com

W3Schools tiene además la documentación de los lenguajes y tecnologías que enseña en sus tutoriales, y referencias a su uso con otras, como Google Maps.

Además de la teoría y parte práctica de los tutoriales, contiene test para los lenguajes, que los usuarios pueden utilizar para comprobar los conocimientos que han adquirido al realizar estos tutoriales. Ofrece además programas de certificados online para acreditar el conocimiento de los alumnos del lenguaje impartido [38].

Actualmente existe un buen número de tutoriales sobre WebGL en la red, a continuación se detallan los más importantes:

## Tutorial de WebGL de Mozilla Developer Network

Forma parte de los tutoriales de las tecnologías web para los desarrolladores de Mozilla [39], estos tutoriales son editados y desarrollados por la comunidad. Junto a tutoriales de WebGL existen tutoriales de HTML, CSS, MathML y otras APIs de la web [40].

Ventajas e inconvenientes de este sistema de tutoriales:

- ✓ Amplias explicaciones del código descrito, mostrando el canvas del resultado obtenido en cada tutorial.
- ✓ Comienza desde lo más básico, explicando cómo hacer que funcione en el canvas de HTML para tu navegador.
- ✓ Siempre utiliza el mismo ejemplo, sobre el cual va realizando avances incrementales poco a poco.
- ✓ Tiene versión traducida al español (en parte) y otros idiomas (alemán, francés, polaco, chino, japonés y coreano).
- ✗ No dispone de editor online.
- ✗ No muestra el resultado por cada cambio en el código, sólo al final de cada tutorial.
- ✗ No entra en profundidad en ninguno de los elementos explicados.

Los tutoriales que contiene explica el uso de los shaders, las animaciones, el uso de objetos en 3D, el uso de las luces y sombras y de las texturas en los objetos. Además, da consejos sobre las buenas prácticas para programar con WebGL, cosas que evitar y consejos para mejorar el rendimiento.

### Using shaders to apply color in WebGL

IN THIS ARTICLE

« Previous

Next »

Having created a square in the [previous demonstration](#), the next obvious step is to add a splash of color to it. We can do this by revising the shaders.

#### Applying color to the vertices

In GL, objects are built using sets of vertices, each of which has a position and a color; by default, all other pixels' colors (and all its other attributes, including position) are computed using linear interpolation, automatically creating smooth gradients. Previously, our vertex shader didn't apply any specific colors to the vertices; between this and the fragment shader assigning the fixed color of white to each pixel, the entire square was rendered as solid white.

Let's say we want to render a gradient in which each corner of the square is a different color: red, blue, green, and white. The first thing to do is to establish these colors for the four vertices. To do this, we first need to create an array of vertex colors, then store it into a WebGL buffer; we'll do that by adding the following code to our `initBuffers()` function:

```

1 var colors = [
2   1.0, 1.0, 1.0, 1.0, // white
3   1.0, 0.0, 0.0, 1.0, // red
4   0.0, 1.0, 0.0, 1.0, // green
5   0.0, 0.0, 1.0, 1.0, // blue
6 ];
7
8 squareVerticesColorBuffer = gl.createBuffer();
9 gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, squareVerticesColorBuffer);
10 gl.bufferData(gl.ARRAY_BUFFER, new Float32Array(colors), gl.STATIC_DRAW);
11 }

```

This code starts by creating a JavaScript array containing four 4-value vectors, one for each vertex's color. Then a new WebGL buffer is allocated to store these colors, and the array is converted into WebGL floats and stored into the buffer.

To make these colors actually get used, the vertex shader needs to be updated to pull the appropriate color from the color buffer:

This is a simple change; each fragment simply receives the interpolated color based on its position relative to the vertices, instead of a fixed value.

#### Drawing using the colors

Next, it's necessary to add the code to the `initShaders()` routine to initialize the color attribute for the shader program:

```

1 vertexColorAttribute = gl.getAttribLocation(shaderProgram, "vertexColor");
2 gl.enableVertexAttribArray(vertexColorAttribute);

```

Then, `drawScene()` can be revised to actually use these colors when drawing the square:

```

1 gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, squareVerticesColorBuffer);
2 gl.vertexAttribPointer(vertexColorAttribute, 4, gl.FLOAT, false, 0, 0);

```



[View the complete code](#) | [Open this demo on a new page](#)

Figura 5 - Tutorial de WebGL de Mozilla

También tiene un apartado donde explica la especificación de la API de WebGL, en la que define las funciones, interfaces, eventos, tipos de datos... Por cada concepto detalla su especificación, ejemplos de utilización, constantes y parámetros que utiliza, y la compatibilidad conocida para los diferentes navegadores [41].



## WebGL Academy

WebGL Academy [42] [43] es una plataforma para aprender WebGL de forma interactiva, creada por Xavier Bourry, profesor de esta tecnología en Francia. Dispone de un editor online, y un gran número de tutoriales, divididos por categorías, y ordenados por dificultad.

Ventajas e inconvenientes de este sistema de tutoriales:

- ✓ Dispone de un completo editor de código.
- ✓ El usuario elige cuando ejecutar el código y ver el resultado.
- ✓ Errores de consola redirigidos para que el usuario los vea de manera más sencilla, sin tener que abrir la consola del navegador.
- ✓ Tiene comentarios que se superponen en el código para una mayor visibilidad. Utiliza estos comentarios para explicar conceptos y para indicar dónde realizar los cambios.
- ✓ Gran número de tutoriales (33), comenzando desde lo más básico.
- ✓ Los tutoriales están formados por varios pasos, que van realizando cambios en el código hasta lograr el objetivo del tutorial.
- ✓ Algunos pasos requieren la intervención del usuario (ejercicios) y da la solución en el siguiente paso.
- ✗ Realiza algunas funciones del código de manera diferente a lo que se estudia en la asignatura de “Programación de Aplicaciones Gráficas”.
- ✗ En algún punto utiliza una sintaxis del código ligeramente modificada para adecuarse a su editor de código.

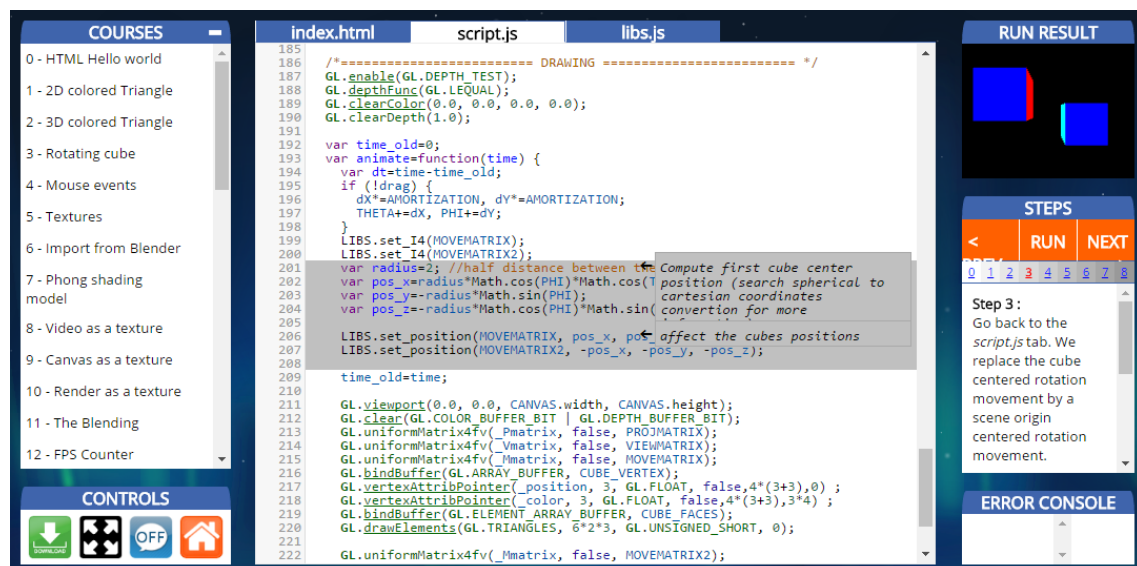


Figura 6 - WebGL Academy

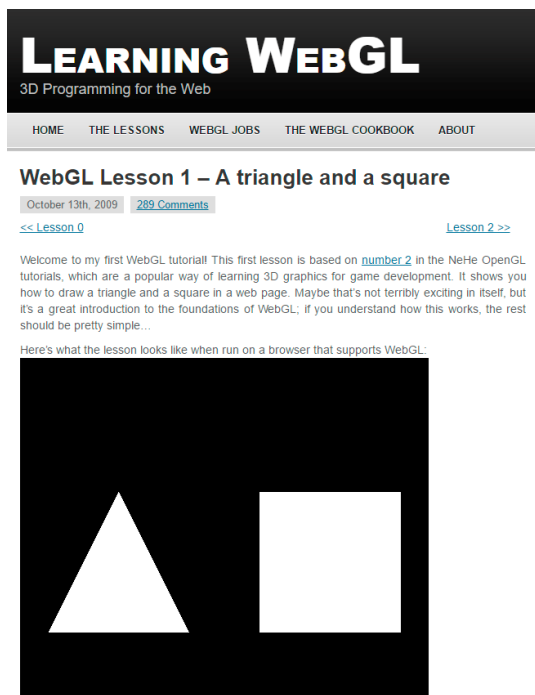
Dispone de 11 tutoriales básicos, en los que enseña a utilizar texturas, objetos 3D, luces y sombras... y otros más avanzados, donde explica el framework Three.js [44], el uso de vídeos junto a WebGL, y técnicas de renderizado avanzado, como modificar la distancia de dibujado, el uso de puntos y líneas en vez de polígonos, la corrección de color gamma...

## Learning WebGL

Learning WebGL [45] es uno de los primeros tutoriales que se crearon para el aprendizaje de WebGL, lanzado en 2009, el mismo año que se creó la especificación de WebGL, creado y desarrollado por Giles Thomas.

Ventajas e inconvenientes de este sistema de tutoriales:

- ✓ Explica cómo funciona WebGL, y para qué se utilizan sus funciones y shaders.
  - ✓ Comienza desde lo más básico.
  - ✓ Alguno de sus tutoriales utiliza el mismo ejemplo y realiza cambios incrementales sobre el mismo código.
  - ✓ Explica el código por cada cambio que se produce para llegar al objetivo del tutorial.
  - ✓ Realiza avances en los tutoriales de manera progresiva.
  - ✓ Tiene versión traducida al español [46] y otros idiomas (chino y japonés).
- ✗ No dispone de editor online.
  - ✗ No muestra el resultado por cada cambio en el código.



The last thing `initShaders` does is get two more values from the program, the locations of two things called uniform variables. We'll encounter them soon; for now, you should just note that like the attribute, we store them on the program object for convenience.

Now, let's take a look at `getShader`:

```
function getShader(gl, id) {
    var shaderScript = document.getElementById(id);
    if (!shaderScript) {
        return null;
    }

    var str = "";
    var k = shaderScript.firstChild;
    while (k) {
        if (k.nodeType == 3)
            str += k.textContent;
        k = k.nextSibling;
    }

    var shader;
    if (shaderScript.type == "x-shader/x-fragment") {
        shader = gl.createShader(gl.FRAGMENT_SHADER);
    } else if (shaderScript.type == "x-shader/x-vertex") {
        shader = gl.createShader(gl.VERTEX_SHADER);
    } else {
        return null;
    }

    gl.shaderSource(shader, str);
    gl.compileShader(shader);

    if (!gl.getShaderParameter(shader, gl.COMPILE_STATUS)) {
        alert(gl.getShaderInfoLog(shader));
        return null;
    }

    return shader;
}
```

This is another one of those functions that is much simpler than it looks. All we're doing here is

Figura 7 - Learning WebGL

Los tutoriales fueron realizados con la conjunción de trabajos anteriores, como tutoriales de OpenGL [47]. Dispone un total de 16 lecciones o tutoriales, en los que explica cómo realizar figuras 2D, añadirlas movimiento y darlas forma en el mundo 3D, añadir texturas, luces y sombras, así como transparencias.

En los últimos tutoriales realiza ejemplos más avanzados como realizar efectos de cámara, añadir movimientos con eventos de ratón, y operaciones más complejas con la luz y el renderizado de texturas.

## WebGL Fundamentals

WebGL Fundamentals [48] contiene una lista de tutoriales de los principios básicos de WebGL. No están basados en antiguos tutoriales de OpenGL como otros tutoriales de la red, fueron creados pensando específicamente en WebGL.

Ventajas e inconvenientes de este sistema de tutoriales:

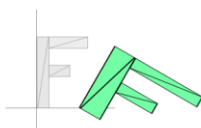
- ✓ Explica cómo funciona WebGL, y para qué se utilizan sus funciones y shaders.
- ✓ Comienza desde lo más básico.
- ✓ Da ejemplos muy sencillos de cómo se utilizan los shaders, para que el usuario entienda para qué y cómo se utilizan.
- ✓ Muestra el resultado de cada cambio realizado en el código.
- ✓ Incluye explicaciones sobre los métodos matemáticos realizados sobre las matrices para realizar rotaciones, cambios de escala...
- ✓ Utiliza ejemplos parecidos para todos los tutoriales, de manera que el usuario se familiarice con ellos y le sea más sencillo seguirlos.
- ✗ No dispone de editor online.



### WebGL 2D Matrices

This post is a continuation of a series of posts about WebGL. The first [started with fundamentals](#) and the previous was [about scaling 2D geometry](#).

In the last 3 posts we went over how to [translate geometry](#), [rotate geometry](#), and [scale geometry](#). Translation, rotation and scale are each considered a type of 'transformation'. Each of these transformations required changes to the shader and each of the 3 transformations was order dependent. In [our previous example](#) we scaled, then rotated, then translated. If we applied those in a different order we'd get a different result. For example here is a scale of 2, 1, rotation of 30 degrees, and translation of 100, 0.



And here is a translation of 100,0, rotation of 30 degrees and scale of 2, 1



To do the math we multiply the position down the columns of the matrix and add up the results. Our positions only have 2 values, x and y, but to do this math we need 3 values so we'll use 1 for the third value.

In this case our result would be

$$\begin{matrix} \text{newX} = x * \begin{bmatrix} 1.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \text{newY} = x * \begin{bmatrix} 2.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \text{extra} = x * \begin{bmatrix} 3.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \\ y * \begin{bmatrix} 0.0 & 1.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + y * \begin{bmatrix} 0.0 & 2.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + y * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \\ 1 * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 1.0 & 0.0 \end{bmatrix} + 1 * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \end{bmatrix} + 1 * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \end{matrix}$$

You're probably looking at that and thinking "WHAT'S THE POINT?" Well, let's assume we have a translation. We'll call the amount we want to translate by tx and ty. Let's make a matrix like this

$$\begin{bmatrix} 1.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 & 0.0 \\ tx & ty & 1.0 \end{bmatrix}$$

And now check it out

$$\begin{matrix} \text{newX} = x * \begin{bmatrix} 1.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \text{newY} = x * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \text{extra} = x * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \\ y * \begin{bmatrix} 0.0 & 1.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + y * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + y * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \\ 1 * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ tx & ty \end{bmatrix} + 1 * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \end{bmatrix} + 1 * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \end{matrix}$$

If you remember your algebra, we can delete any place that multiplies by zero. Multiplying by 1 effectively does nothing so let's simplify to see what's happening

$$\begin{matrix} \text{newX} = x * \begin{bmatrix} 1.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \text{newY} = x * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \text{extra} = x * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \\ y * \begin{bmatrix} 0.0 & 1.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + y * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + y * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \\ 1 * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ tx & ty \end{bmatrix} + 1 * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \end{bmatrix} + 1 * \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 \end{bmatrix} + \end{matrix}$$

or more succinctly

$$\begin{matrix} \text{newX} = x + tx; \\ \text{newY} = y + ty; \end{matrix}$$

And extra we don't really care about. That looks

Figura 8 - WebGL Fundamentals

And here's how we use it

```
// Draw the scene.
function drawScene() {
  // Clear the canvas.
  gl.clear(gl.COLOR_BUFFER_BIT);

  // Compute the matrices
  var translationMatrix = makeTranslation(translation[0], translation[1]);
  var rotationMatrix = makeRotation(angleInRadians);
  var scaleMatrix = makeScale(scale[0], scale[1]);

  // Multiply the matrices.
  var matrix = matrixMultiply(scaleMatrix, rotationMatrix);
  matrix = matrixMultiply(matrix, translationMatrix);

  // Set the matrix.
  gl.uniformMatrix4fv(matrixLocation, false, matrix);

  // Draw the rectangle.
  gl.drawArrays(gl.TRIANGLES, 0, 18);
}
```

Here's a sample using our new code. The sliders are the same, translation, rotation and scale. But the way they get used in the shader is much simpler.



[click here to open in a separate window](#)

Still, you might be asking, so what? That doesn't seem like much of a benefit. But, now if we want to change the order we don't have to write a new shader. We can just change the math.

La mayoría de los tutoriales de este sistema son relacionados con las operaciones matemáticas necesarias para la transformación de los objetos, aunque también contiene tutoriales explicando la iluminación, las texturas, los patrones y librerías para la ayuda de WebGL.

También dispone de explicaciones para funciones de ayuda para la programación en WebGL. Funciones para realizar operaciones sobre objetos 2D o 3D, para generar objetos de las formas más comunes, esferas, cubos, conos... y otras primitivas [49].

## 2.3. Editores online

En la red existen IDEs (*Entorno de desarrollo integrado - Integrated Drive Electronics*) online disponibles que permiten la edición de código WebGL:

### WebGL Playground

WebGL Playground [50] es un IDE online creado para permitir experimentar y programar en WebGL. Separa las partes de un programa WebGL, tiene un editor para el JavaScript, otro para el shader vertex y otro para el shader fragment, además de un cuadro donde ver el resultado de los gráficos obtenidos con ese código WebGL.

Ventajas e inconvenientes de este sistema:

- ✓ Permite la edición de código JavaScript.
  - ✓ Permite la edición de los shaders (vertex y fragment) por separado.
  - ✓ El resultado de las modificaciones del código se muestra en directo en el canvas.
  - ✓ Permite guardar programas, duplicarles, exportarles...
  - ✓ Permite importar nuevos modelos y texturas.
- ✗ No contiene explicaciones de cómo funciona WebGL.
  - ✗ No contiene ejemplos sencillos.

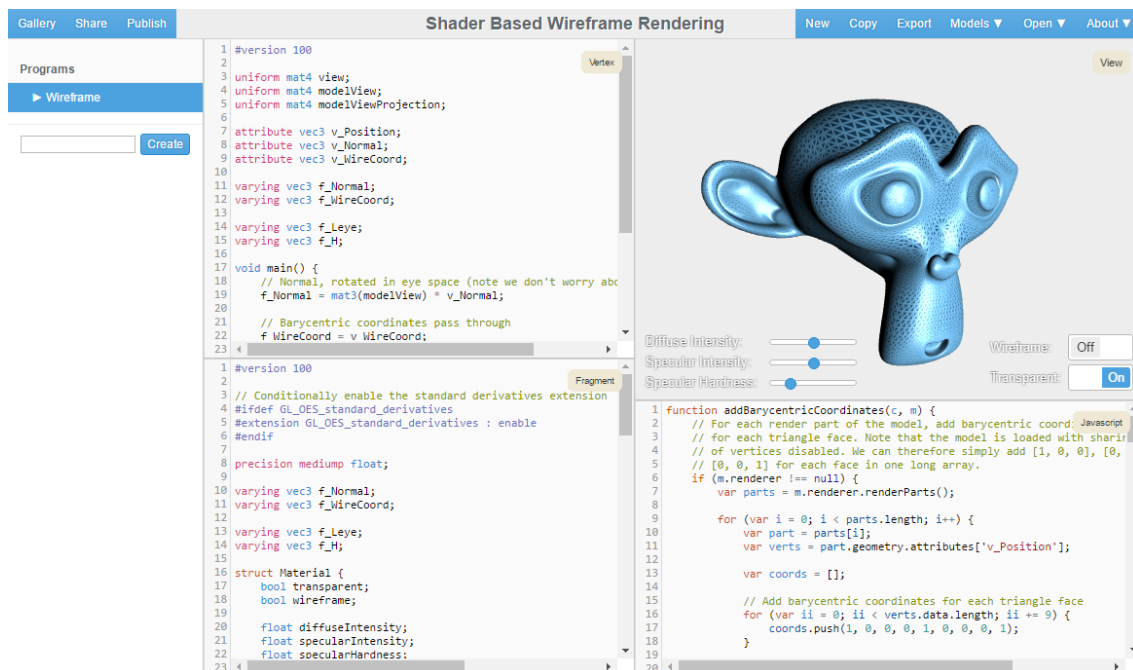


Figura 9 - IDE online WebGL Playground

WebGL Playground contiene una pequeña galería de ejemplos que muestran lo que se puede llegar a hacer con su plataforma. Ejemplos que contienen formas complejas 3D y uso de luces, sombras y texturas [51]. Todo su código está disponible en GitHub [52].

También contiene un mecanismo de publicación de documentos WebGL donde el desarrollador puede elegir qué licencia de tipo Creative Commons quiere que tenga su creación.

## Kick.js

Kick.js [53] es un editor de shaders GLSL (lenguaje de shaders de OpenGL) basado en WebGL. Permite la edición y parametrización de los shaders para que luego sean utilizados en un programa WebGL.

Ventajas e inconvenientes de este sistema:

- ✓ Permite la edición de los shaders (vertex y fragment) por separado.
- ✓ Dispone de un panel de ajustes donde modificar más parámetros.
- ✓ Permite la elección de texturas y de modelos 3D.
- ✓ Permite la modificación de la perspectiva de la cámara.
- ✗ No permite la edición de código JavaScript.
- ✗ No contiene explicaciones de cómo funcionan los shaders.

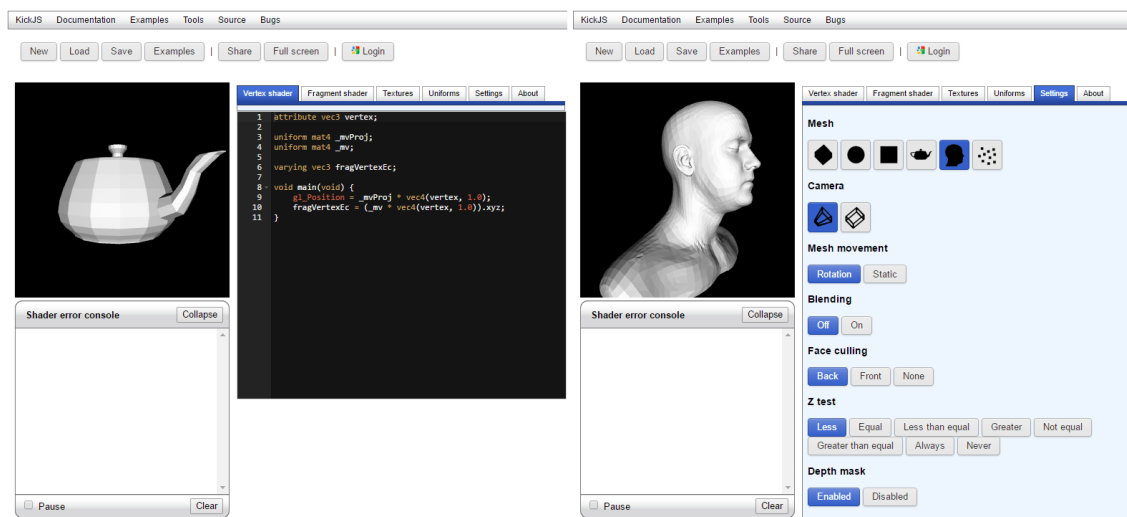


Figura 10 - Kick.js

Kick.js contiene además un ejemplo de juegos realizados mediante WebGL, en concreto el ajedrez, el Snake... y otros ejemplos que utilizan la webcam del ordenador del usuario para modificar la imagen y añadir efectos.

También dispone de un visor de modelos 3D, donde incluye 3 ejemplos, y permite que el usuario importe su modelo desde un fichero. También permite modificar las texturas para ese modelo, o cambiar el fondo sobre el que se muestra.

Por último, Kick.js contiene una amplia documentación de su API y de las opciones que permite realizar, así como los módulos disponibles. También incluye un listado de las extensiones de WebGL que soporta, con enlaces a su documentación oficial.

En GitHub está disponible todo el código del editor de shaders, y de los ejemplos dados [54].

## Shdr

Shdr es otro editor de shaders GLSL, disponible en la Chrome Web Store [55] y mediante una aplicación web para cualquier otro navegador [56].

Ventajas e inconvenientes de este sistema:

- ✓ Permite la edición de los shaders (vertex y fragment) por separado.
- ✓ Permite la elección de texturas y de modelos 3D.
- ✗ No permite la edición de código JavaScript.
- ✗ No contiene explicaciones de cómo funcionan los shaders.



Figura 11 - Editor de shaders Shdr

Al igual que otros editores, contiene varios modelos 3D de ejemplo, además también contiene ejemplos de shaders, y permite cambiar ambos de forma independiente, para trabajar diferentes shaders sobre un modelo 3D o viceversa.

Permite la descarga de los shaders editados, o guardarlos en el navegador para futuras sesiones. También permite la creación de una URL para compartir el progreso con otros usuarios, y que lo vean en su navegador desde la aplicación de Shdr.

Además, da la posibilidad de seleccionar si ejecutar el código cuando se produzcan cambios, o que sea el usuario el que elija cuándo ejecutar las modificaciones.

Es un editor que funciona con Three.js, Ace.js, RawDeflate.js y jQuery, y dispone del código fuente en GitHub [57], permitiendo su ejecución en local mediante el uso de la aplicación del navegador Chrome.

## 2.4. Ejemplos del potencial de WebGL

Google creó una galería con ejemplos para enseñar el potencial de WebGL, e intentar darle más visibilidad y extender su utilización [58], aquí se muestran alguno de los ejemplos:

### *Pearl Boy*

Pearl Boy [59] es un juego en el que un chico navega por el océano con una barca. El usuario puede utilizar el teclado para controlarle o un smartphone como control remoto desde el navegador Chrome.

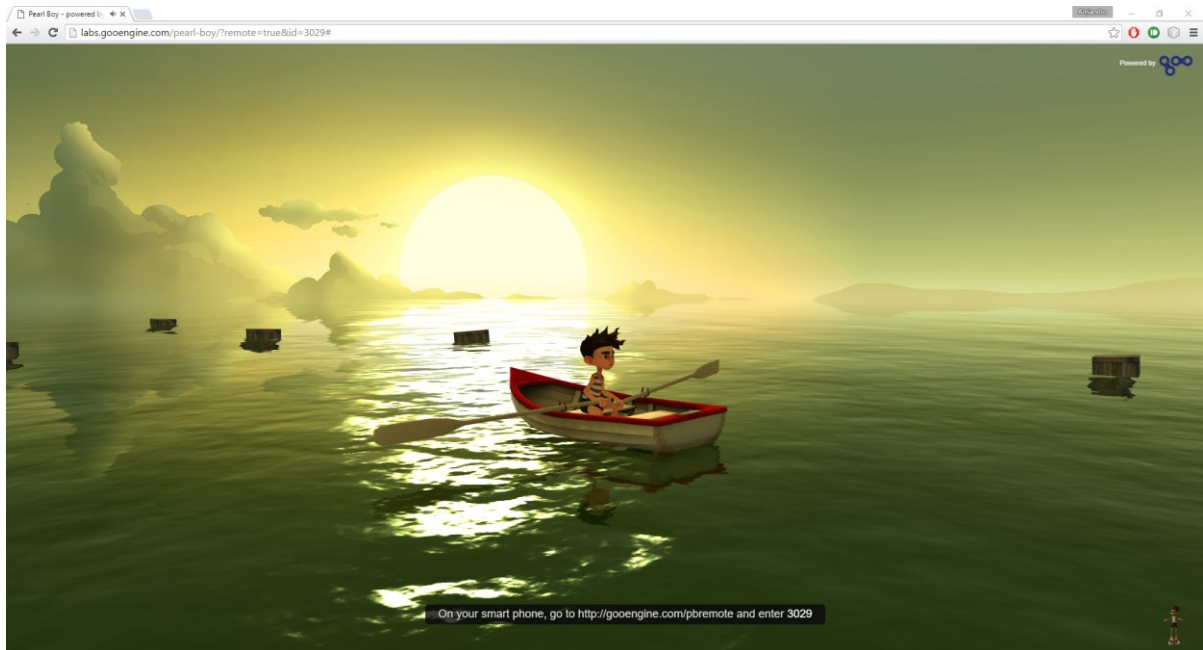


Figura 12 – Captura de pantalla de “Pearl Boy”

### *Medusae*

Medusae [60] consiste en una medusa digital que nada en un fondo oscuro, permite modificar los colores de la medusa y hacer zoom para ver sus detalles.

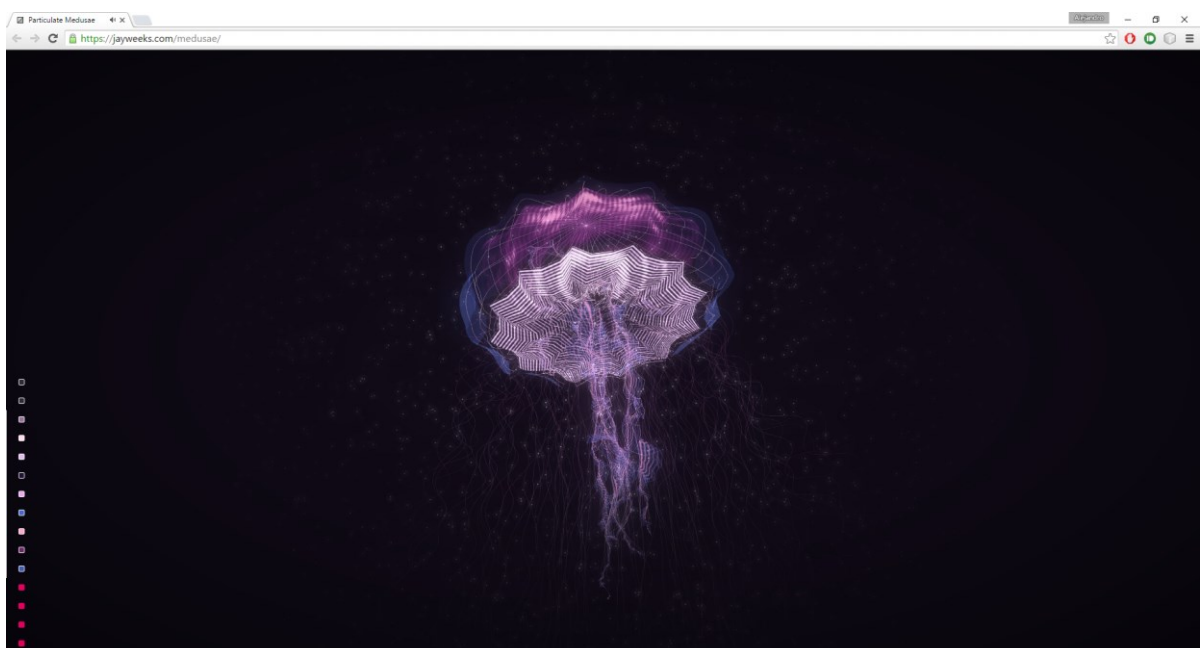


Figura 13 - Medusae



## Globe

Globe [61] muestra un globo terráqueo que presenta la población que reside en cada punto de la tierra como barras, siendo más altas cuanto más población viva en ese punto. Permite que el usuario se mueva por la Tierra con el ratón, haga zoom, y seleccione el año del que quiera visualizar los datos poblacionales.

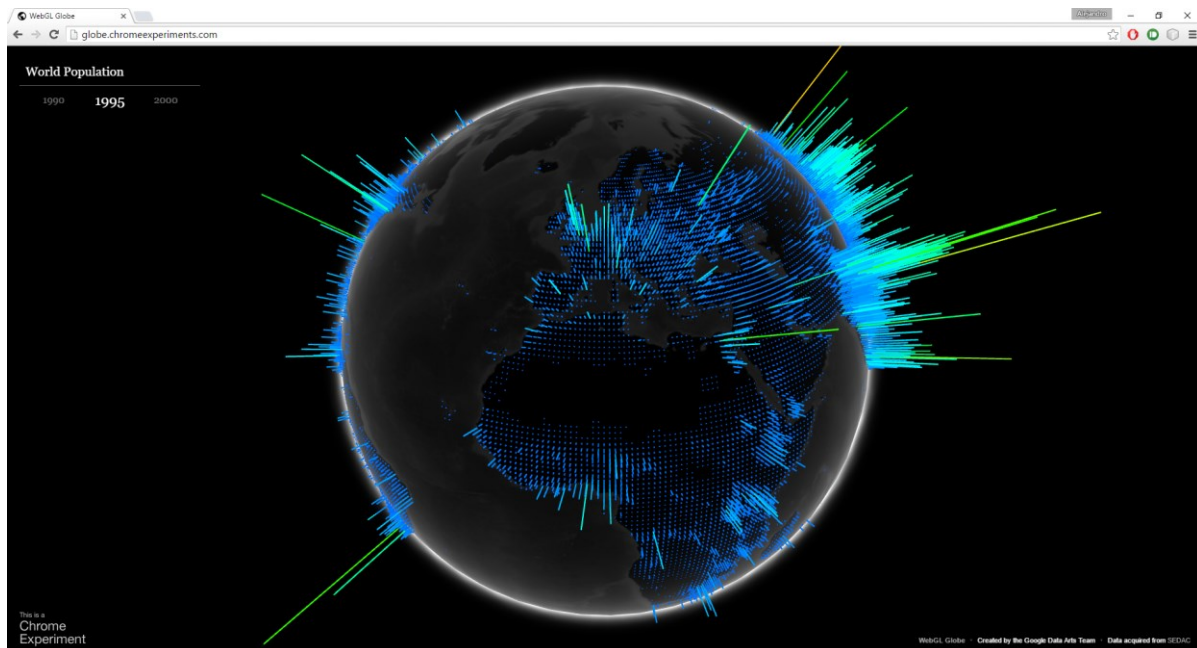


Figura 14 – Globe

## One Million Stars

One Million Stars [62] permite ver el Sol y las estrellas más cercanas con datos astronómicos reales y precisos, permitiendo al usuario moverse por el espacio y ver alguna de las estrellas vecinas al Sol, así como una vista general de la Vía Láctea.

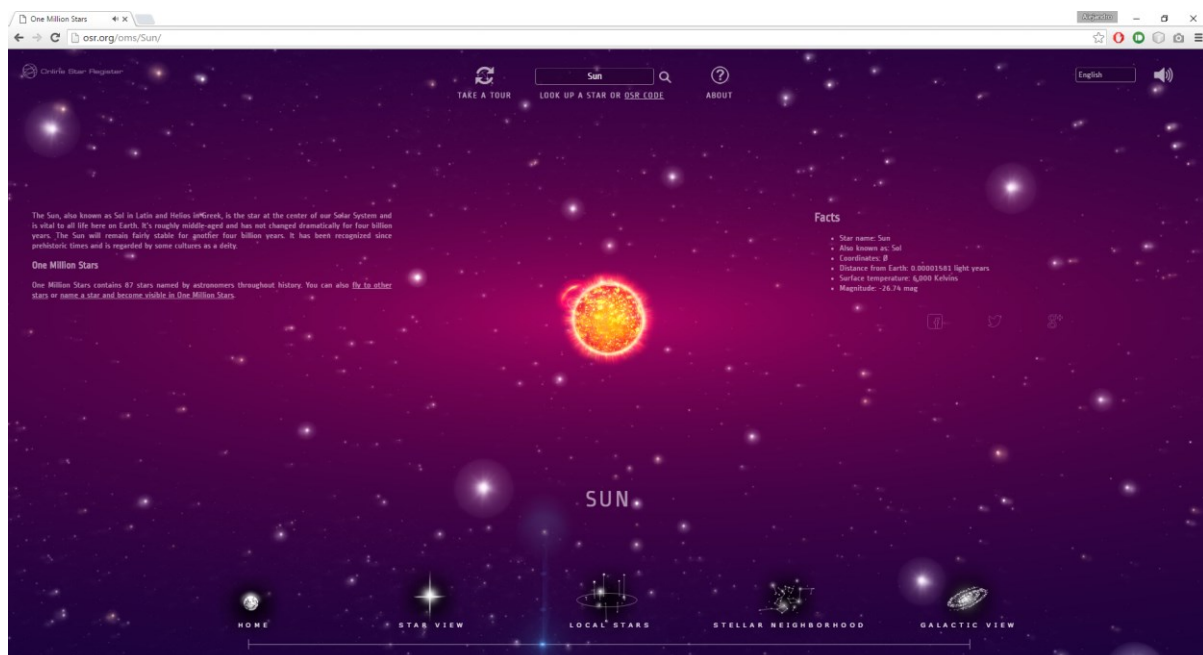


Figura 15 - One Million Stars



## 2.5. Objetivos del sistema

Tras el estudio de los sistemas actuales de tutoriales, y teniendo en cuenta los puntos fuertes de cada uno, y las cosas a evitar, se llega a la conclusión de qué cualidades son deseables y requeridas para el sistema a crear:

- Deberá ser capaz de mostrar el resultado de la ejecución del código.
- Deberá contener un editor de código, en el que los alumnos puedan realizar cambios.
- Deberá permitir editar las tres partes de un programa WebGL, la parte de JavaScript y los shaders.
- Deberá permitir explicaciones de los conceptos y del código (contenido teórico).
- Deberá permitir la subdivisión de los tutoriales para dar instrucciones paso a paso o para dividir el tutorial en conceptos o hitos de consecución de objetivos.

Por tanto, se creará un sistema de aprendizaje basado en tutoriales que compagine teoría y ejemplos prácticos editables, donde los alumnos puedan entender el código y realizar modificaciones a éste. La subdivisión de los tutoriales se realizará mediante páginas y cada una contendrá su propio contenido teórico y práctico.

Como este sistema va a ser utilizado en la asignatura de “Programación de Aplicaciones Gráficas” como herramienta docente, deberá contener los siguientes elementos, no existentes en las alternativas estudiadas:

- Existencia de usuarios registrados (alumnos de la asignatura).
- Disponer de módulos o apartados que requieran la intervención de los alumnos.
- Permitir calificar a los alumnos por su realización de esos módulos.
- Disponer de un mecanismo para el seguimiento de la realización de los tutoriales, y del progreso de los alumnos.

Los tutoriales contendrán páginas en las que los alumnos tendrán que modificar el código para obtener el código correcto, y páginas en las que tendrán que entregar el código producido. Esto será corregido por el profesor y serán calificados por ello.

Por último, el sistema deberá tener características deseables en cualquier software:

- Permitir la modificación, ampliación y evolución de los contenidos de los tutoriales de manera sencilla.
- Herramientas para la gestión de los usuarios.
- Que el sistema sea seguro y eficiente.
- Que sea sencillo de utilizar por cualquier usuario.
- Que sea mantenible y extensible.



## **Capítulo 3. Desarrollo del proyecto**

---

### 3.1. Proceso de desarrollo

El proceso de desarrollo de software seleccionado para la realización de este proyecto ha sido el Proceso Racional Unificado o RUP [63] [64] [65]. Sus elementos claves son los siguientes:

- **Dirigido por los casos de uso:** El proceso de desarrollo está orientado a satisfacer los requerimientos y las expectativas del sistema.
- **Centrado en la arquitectura:** La arquitectura del sistema debe ser la guía para el resto del desarrollo.
- **Iterativo e incremental:** Divide el proyecto en incrementos (ciclos de vida) que irán añadiendo funcionalidad y dando forma al sistema.

El ciclo de vida de un proyecto realizado con RUP se divide en cuatro fases:

1. **Fase de inicio:** En esta fase se obtienen los objetivos y el alcance del sistema.
2. **Fase de elaboración:** En esta fase se identifican los requisitos del sistema y se detallan la mayoría de los casos de uso (al menos un 80%), y se realiza el modelo de negocio y el diseño de la arquitectura que seguirá el sistema.
3. **Fase de construcción:** Es en esta fase en la que se implementa la totalidad del sistema. Al final de esta fase de deben de haber descrito e implementado el 100% de los casos de uso del sistema.
4. **Fase de transición:** En esta fase se realizan tareas de validación del sistema y de corrección de errores. Al final de esta fase el sistema debe estar desplegado y listo para producción.

Estas fases se dividen en iteraciones, en las que se dividen los esfuerzos para completar los objetivos de esa fase. La siguiente figura detalla cómo varía el esfuerzo realizado en las actividades de desarrollo para cada fase del Proceso Racional Unificado:

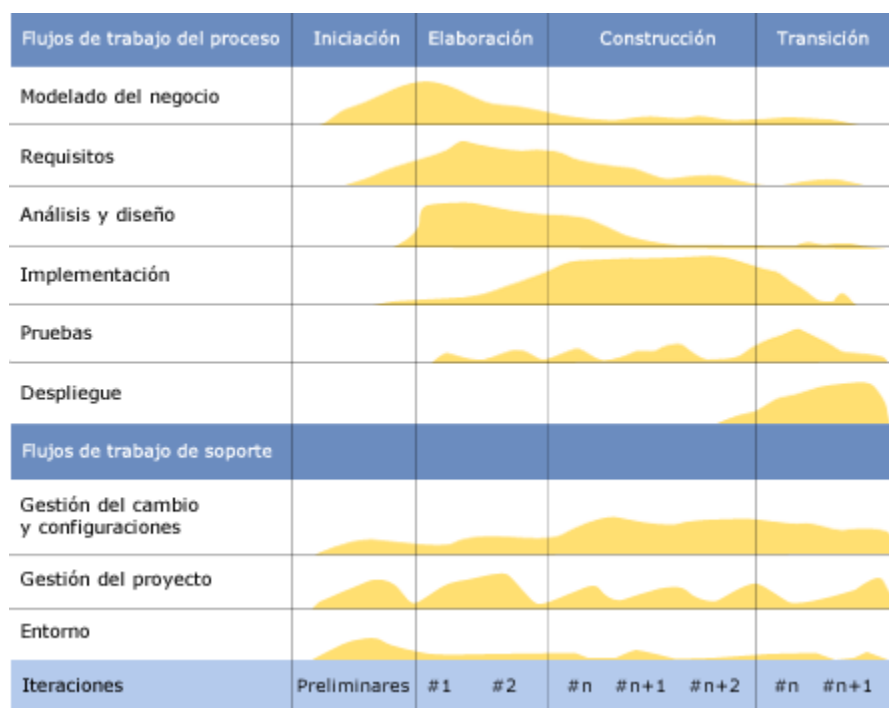


Figura 16 – Esfuerzo en las actividades realizadas en cada fase de RUP [66]

### 3.2. Gestión de riesgos

En este apartado se describen los principales riesgos, teniendo en cuenta su probabilidad de ocurrencia a lo largo del proyecto, y las consecuencias que conllevarían si se produjesen [67].

Los riesgos se clasifican en:

- **Riesgos de Proyecto:** Relacionados con restricciones de recursos, coordinación entre los miembros del equipo o proveedores...
- **Riesgos de Proceso:** Relacionados con el proceso del software, mala documentación, planificación ineficaz...
- **Riesgos de Producto:** Relacionados con la falta de experiencia en el dominio del problema del proyecto.

Las probabilidades de los riesgos se han valorado como sigue, dependiendo de la probabilidad que tiene cada riesgo de producirse a lo largo del proyecto.

- **Muy Alta:** Más del 75% de probabilidad de ocurrencia.
- **Alta:** Entre el 50 y el 75% de probabilidad de ocurrencia.
- **Media:** Entre el 30 y el 50% de probabilidad de ocurrencia.
- **Baja:** Entre el 10 y el 30% de probabilidad de ocurrencia.

Las consecuencias o impacto en el proyecto de esos sucesos se valoran como<sup>1</sup>:

- **Crítico:** Supondría un aumento de más de un 20% en el tiempo planificado.
- **Significativo:** Supondría un aumento de un 10 a un 20% en el tiempo planificado.
- **Tolerable:** Supondría un aumento de un 5 a un 10% en el tiempo planificado.
- **Insignificantes:** Supondría un aumento de menos de un 5% en el tiempo planificado.

Con estos dos valores se puede tener una idea de la exposición a ese riesgo:

		PROBABILIDAD			
		Baja	Media	Alta	Muy Alta
IMPACTO	Crítico				
	Significativo				
	Tolerable				
	Insignificantes				

Tabla 1 - Exposición al riesgo teniendo en cuenta su probabilidad de ocurrencia e impacto

Esto nos da la idea de qué riesgos tienen más capacidad de afectar al proyecto, y sobre los que hay que concentrar los esfuerzos para evitar su realización o mitigar sus efectos.

<sup>1</sup> No se tienen en cuenta las consecuencias económicas debido a que este proyecto no tiene ningún gasto.

A continuación se detallan los riesgos identificados más importantes, y sus planes de acción en case de que se produjeran:

<b>RISK-001</b>	<b>Problemas en la ejecución de WebGL</b>
<b>Categoría</b>	Producto
<b>Probabilidad</b>	Media
<b>Consecuencia</b>	Crítica
<b>Descripción</b>	Al disponer de una baja experiencia con la tecnología WebGL podría no poderse cumplir el objetivo fijado de disponer de un editor de código y poder ejecutar y ver su resultado en el sistema de tutoriales.
<b>Fases afectadas</b>	- Construcción
<b>Gestión del riesgo</b>	
<b>Estrategia</b>	Investigar el riesgo
<b>Plan de mitigación</b>	Realizar pruebas de concepto previas (en las primeras fases) para comprobar si se podrán cumplir los objetivos en este aspecto.
<b>Plan de contingencia</b>	Replantear la idea de la ejecución de WebGL y buscar una solución más idónea para este problema.

*Tabla 2 - RISK-001 - Problemas en la ejecución de WebGL*

<b>RISK-002</b>	<b>Retraso en la planificación</b>
<b>Categoría</b>	Proceso
<b>Probabilidad</b>	Alta
<b>Consecuencia</b>	Significativa
<b>Descripción</b>	Debido a una mala planificación se pueden producir retrasos y no finalizar el proyecto en las fechas previstas
<b>Fases afectadas</b>	- Inicio - Elaboración - Construcción - Transición
<b>Gestión del riesgo</b>	
<b>Estrategia</b>	Reservar el Riesgo
<b>Plan de mitigación</b>	Se han previsto holguras en la planificación para que aunque se produzcan retrasos se pueda finalizar antes de las fechas límites.
<b>Plan de contingencia</b>	Incremento del esfuerzo diario dedicado a la realización del proyecto.

*Tabla 3 - RISK-002 - Retraso en la planificación*

<b>RISK-003</b>	<b>Diseño pobre</b>
<b>Categoría</b>	Proceso
<b>Probabilidad</b>	Baja
<b>Consecuencia</b>	Significativa
<b>Descripción</b>	Un diseño pobre provocaría problemas en las fases de implementación, lo que supondría un esfuerzo mayor.
<b>Fases afectadas</b>	- Elaboración - Construcción
<b>Gestión del riesgo</b>	
<b>Estrategia</b>	Protegerse del riesgo.
<b>Plan de mitigación</b>	Dar una gran importancia a las fases de elaboración para reducir la probabilidad de su ocurrencia.
<b>Plan de contingencia</b>	Realizar una fase más de elaboración para repetir las tareas de diseño y lograr un mejor diseño del sistema.

Tabla 4 - RISK-003 - Diseño pobre

<b>RISK-004</b>	<b>Modificaciones en los requisitos</b>
<b>Categoría</b>	Proceso
<b>Probabilidad</b>	Media
<b>Consecuencia</b>	Significativa
<b>Descripción</b>	Una modificación en los requisitos en la fase de Construcción podría tener una gran consecuencia para la realización del proyecto.
<b>Fases afectadas</b>	- Elaboración - Construcción
<b>Gestión del riesgo</b>	
<b>Estrategia</b>	Protegerse del riesgo.
<b>Plan de mitigación</b>	Dar una gran importancia a las fases de elaboración para reducir la probabilidad de ocurrencia.
<b>Plan de contingencia</b>	Realizar las modificaciones impuestas en los requisitos del sistema.

Tabla 5 - RISK-004 - Modificaciones en los requisitos

<b>RISK-005</b>	<b>Problemas con el equipo de desarrollo</b>
<b>Categoría</b>	Proyecto
<b>Probabilidad</b>	Baja
<b>Consecuencia</b>	Insignificante
<b>Descripción</b>	Un fallo en el equipo informático provocaría retrasos en la realización del proyecto.
<b>Fases afectadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicio</li> <li>- Elaboración</li> <li>- Construcción</li> <li>- Transición</li> </ul>
<b>Gestión del riesgo</b>	
<b>Estrategia</b>	Evitar el riesgo.
<b>Plan de mitigación</b>	No realizar actualizaciones que puedan provocar bugs en el sistema durante la realización del proyecto.
<b>Plan de contingencia</b>	Utilización de otro ordenador.

Tabla 6 - RISK-005 - Problemas con el equipo de desarrollo

### 3.3. Roles y responsabilidades

El equipo humano para la realización del proyecto está formado por dos personas. A continuación se detallan los roles y responsabilidades que han tenido cada uno a lo largo del proyecto software:

<b>Miembro del equipo: Margarita Gonzalo Tasis</b>	
<b>Rol</b>	<b>Responsabilidades</b>
<b>Jefe de proyecto</b>	Es el encargado del proyecto, tiene la responsabilidad de que el proyecto se ejecute de forma acertada, y debe tomar decisiones para que el proyecto logre los objetivos propuestos.

Tabla 7 - Roles y responsabilidades de Margarita Gonzalo Tasis en el proyecto

<b>Miembro del equipo: Alejandro Sanz Asenjo</b>	
<b>Rol</b>	<b>Responsabilidades</b>
<b>Analista</b>	Encargado de realizar el análisis del sistema, y la obtención y especificación de los requisitos que debe cumplir el sistema para cumplir las necesidades impuestas.
<b>Diseñador</b>	Encargado de realizar el diseño del sistema, su arquitectura y de la base de datos, buscando una solución fiable, eficaz, y que cumpla los requisitos impuestos.
<b>Desarrollador</b>	Encargado de la implementación del sistema.
<b>Probador</b>	Encargado de detectar errores en el sistema y comunicarlo para que se puedan arreglar y mejorar el sistema.

Tabla 8 - Roles y responsabilidades de Alejandro Sanz Asenjo en el proyecto



### 3.4. Planificación del proyecto

Teniendo en cuenta el esfuerzo esperado para la realización del proyecto, se planteó el siguiente plan de fases:

- 1 fase de inicio, con una duración de 10 días.
- 2 fases de elaboración, con una duración de 15 días cada una.
- 3 fases de construcción o implementación, con una duración de 15 días cada una.
- 1 fase de transición, con una duración de 10 días.

En total el proyecto tiene una duración estimada de 95 días, comenzando el día 7 de marzo de 2016, y esperando finalizar el día 9 de junio de 2016, dejando así suficiente tiempo y holguras para finalizar antes de las presentaciones de los Trabajos de Fin de Grado en el mes de julio para el curso 2015/2016.

A continuación se muestra el diagrama de Gantt [68] de la planificación inicial del proyecto y su tabla de valores con las fechas de inicio y final de las fases:

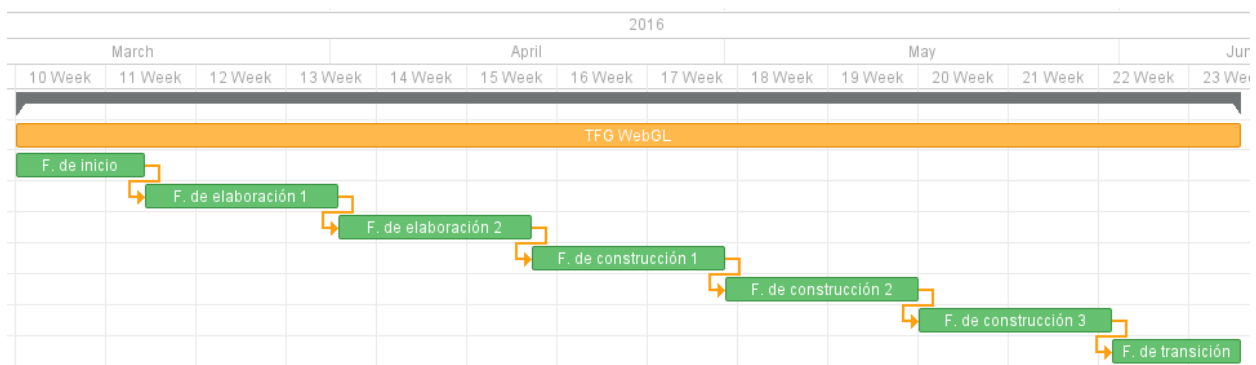


Figura 17 - Planificación inicial del proyecto

Task name	Start	End	Duration
▼ Total Estimate	07/03/16	09/06/16	95.00
▼ TFG WebGL	07/03/16	09/06/16	95.00
> F. de inicio	07/03/16	16/03/16	10.00
> F. de elaboración 1	17/03/16	31/03/16	15.00
> F. de elaboración 2	01/04/16	15/04/16	15.00
> F. de construcción 1	16/04/16	30/04/16	15.00
> F. de construcción 2	01/05/16	15/05/16	15.00
> F. de construcción 3	16/05/16	30/05/16	15.00
> F. de transición	31/05/16	09/06/16	10.00

Tabla 9 - Planificación inicial del proyecto

La holgura frente a las fechas límites de presentación se utilizarán en caso de que se produzcan problemas o retrasos en la planificación, debido a que se produzca alguno de los riesgos del proyecto.

### 3.5. Seguimiento del proyecto

En este apartado se va a definir la temporización real de las tareas, así como los motivos para el adelanto o retraso de cada una de las fases del desarrollo:

#### *Fase de inicio*

La duración real de la fase de inicio fue de 11 días, frente a los 10 planificados. La ampliación de esta fase se debió a la necesidad de realizar más pruebas de concepto para comprender mejor el problema y la tecnología WebGL.



Figura 18 - Planificación real de la fase de inicio

#### *Fases de elaboración*

Las dos fases de elaboración se recortaron, a 12 y 13 días frente a las 15 planificadas, debido a utilizar una arquitectura del sistema conocida, y a adelantar actividades para procurar acortar estas fases e incrementar el tiempo de holguras para posibles retrasos en futuras fases.

En la primera fase de elaboración se obtuvieron los objetivos del sistema, todos los requisitos funcionales, no funcionales y restricciones, y la identificación de los casos de uso que debería realizar el sistema. También se produjo el primer modelado del sistema.

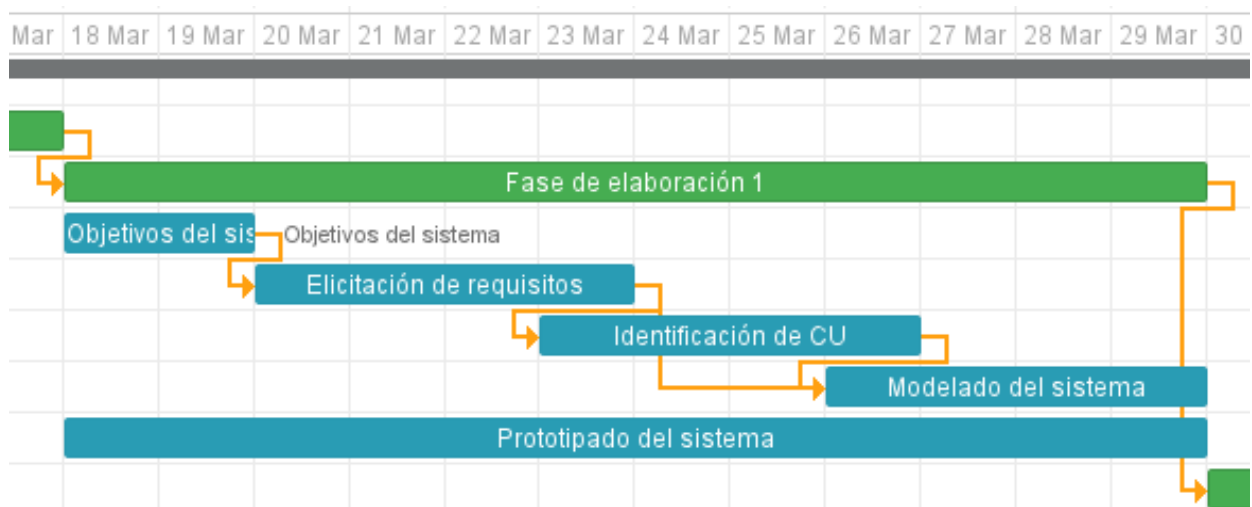


Figura 19 - Planificación real de la primera fase de elaboración

En la segunda fase de elaboración se definieron los casos de uso anteriormente identificados, se realizó el modelo final del sistema y se produjo la elección de la arquitectura sobre la que se basaría el sistema y el modelo de diseño y de base de datos.

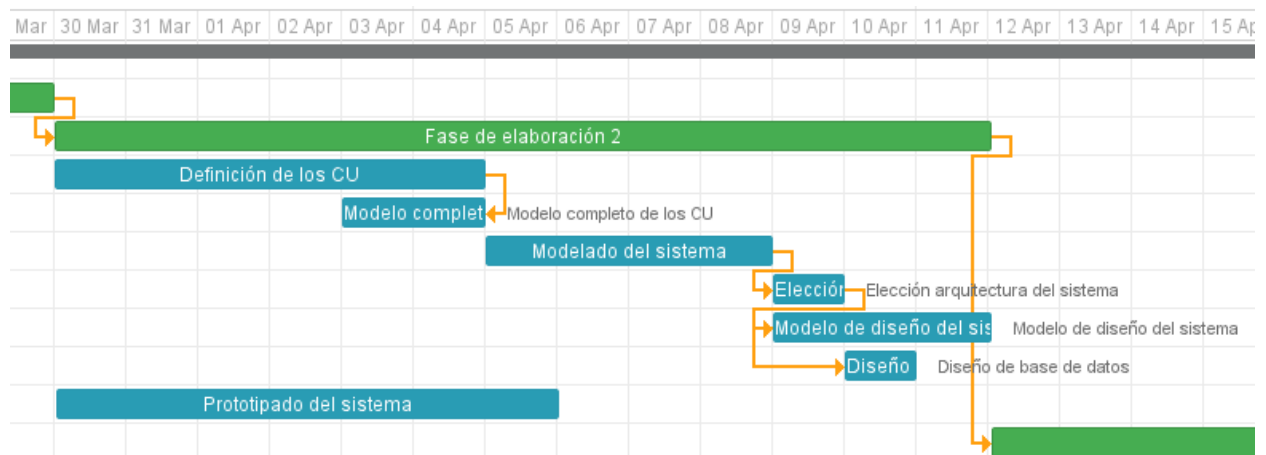


Figura 20 - Planificación real de la segunda fase de elaboración

### Fases de construcción

Las tres fases de construcción se alargaron mucho más de lo planificado debido a una mala estimación del trabajo necesario para implementar el sistema, a la ligera modificación de los requisitos del sistema en medio de la implementación tras la primera revisión del sistema, y a la escritura de la memoria del Trabajo de Fin de Grado.

En la primera fase se implementó el esqueleto de todo el sistema, de lo que se basará el resto de las fases de construcción.

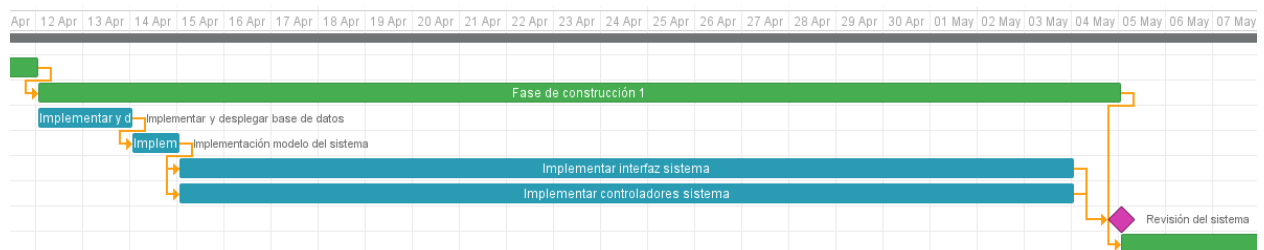


Figura 21 - Planificación real de la primera fase de construcción

En la segunda fase de construcción se implementó la realización de los tutoriales, y todo lo relacionado con éstos (ejecución de código, realización de apartados, edición...). En esta fase se produjeron modificaciones en los requisitos, lo que conllevó una ampliación de esta fase y el retraso en la realización del proyecto.

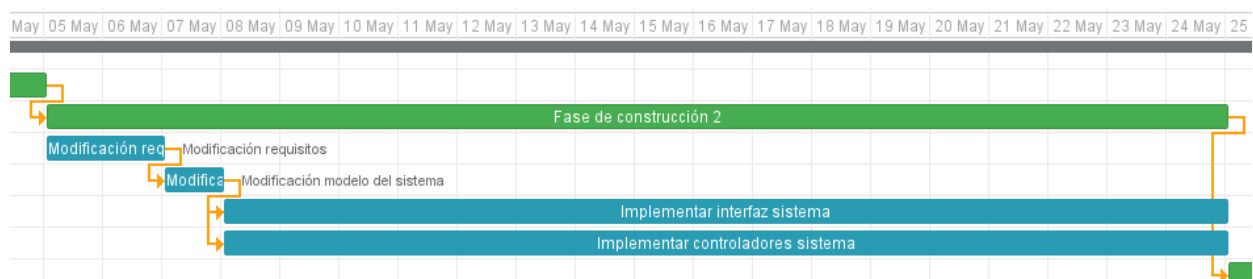


Figura 22 - Planificación real de la segunda fase de construcción

En la tercera y última fase de construcción se implementó el seguimiento de los alumnos y sus perfiles de usuario.

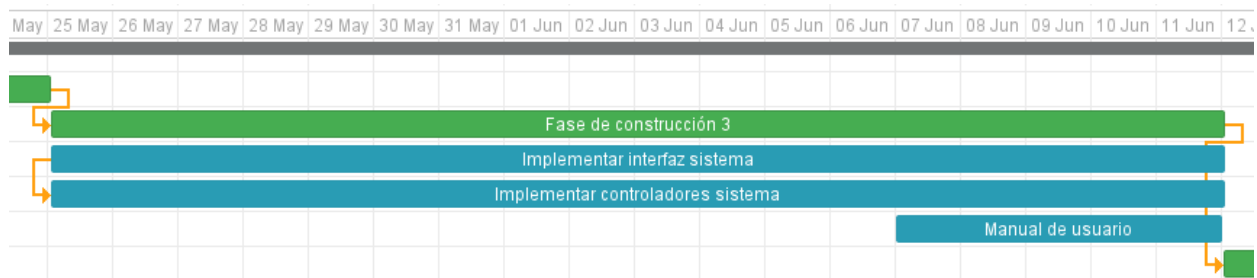


Figura 23 - Planificación real de la tercera fase de construcción

### Fase de transición

La fase de transición se realizó en el tiempo planificado, 10 días. En esta fase se corrigieron los últimos bugs no corregidos mientras se implementaban las funciones del sistema, y se terminaron los manuales de usuario.

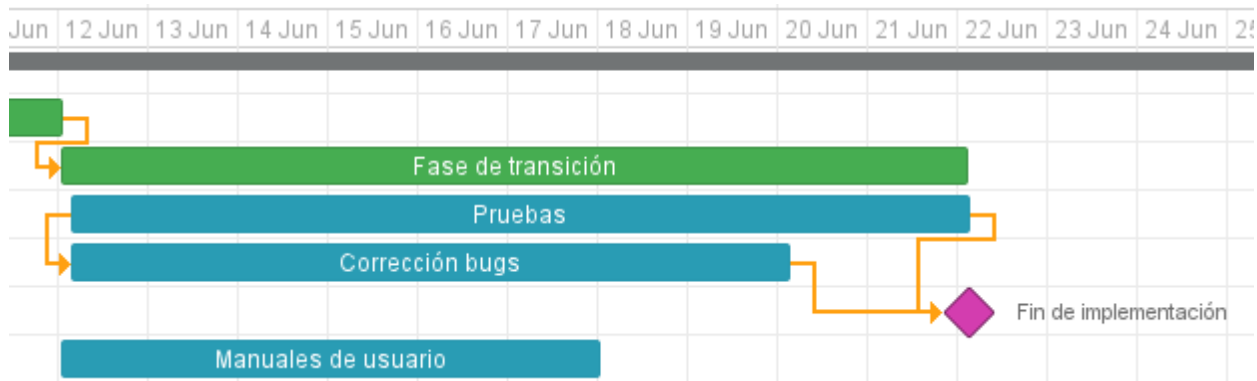


Figura 24 - Planificación real de la fase de transición

El proyecto software se finalizó el 21 de junio de 2016, tras 107 días, lo que supone un retraso de 12 días frente a la planificación inicial del proyecto.





## Capítulo 4. Análisis

---

En este apartado se detalla el resultado de la realización de las tareas de análisis del sistema, que determina las necesidades y condiciones a cumplir por el sistema a construir. Se van a definir los requisitos del sistema, las especificaciones de los casos de uso y sus relaciones con los requisitos recogidos, así como el modelo de dominio del proyecto.

## 4.1. Actores

Los actores definen aquellos roles que interactúan con el sistema. En este sistema existirán tres tipos de actores, los alumnos, los profesores y el administrador:

<b>ACT-001</b>	<b>Alumno/a</b>
<b>Descripción</b>	Este actor representa a un alumno de la asignatura de Programación de Aplicaciones Gráficas.

*Tabla 10 - ACT-001 - Alumno/a*

<b>ACT-002</b>	<b>Profesor/a</b>
<b>Descripción</b>	Este actor representa al profesor/a de la asignatura de Programación de Aplicaciones Gráficas, que interactuará con el sistema creando y/o modificando tutoriales, y realizando el seguimiento de los alumnos.

*Tabla 11 - ACT-002 - Profesor/a*

<b>ACT-003</b>	<b>Administrador/a</b>
<b>Descripción</b>	Este actor representa al administrador/a del sistema, que interactuará con éste dando de alta/baja al resto de usuarios, y modificando sus datos.

*Tabla 12 - ACT-003 - Administrador/a*

## 4.2. Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales establecen el comportamiento del sistema, y las funciones y tareas que debe cumplir.

<b>FRQ-001</b>	<b>Roles de Usuarios</b>
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá contener al menos estos tipos de Usuarios: Alumno, Profesor y Administrador

*Tabla 13 - FRQ-001 - Roles de usuarios*

<b>FRQ-002</b>	<b>Registro</b>
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá permitir a un Administrador registrar Alumnos y Profesores

*Tabla 14 - FRQ-002 - Registro*

<b>FRQ-003</b>	<b>Acceso</b>
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá permitir la identificación en la aplicación a todos los Usuarios registrados para su uso

*Tabla 15 - FRQ-003 – Acceso*



FRQ-004	Creación de Tutoriales
Descripción	El Sistema deberá permitir al Profesor crear nuevos Tutoriales

Tabla 16 - FRQ-004 - Creación de tutoriales

FRQ-005	Modificación de Tutoriales
Descripción	El Sistema deberá permitir al Profesor modificar y ampliar los Tutoriales creados

Tabla 17 - FRQ-005 - Modificación de tutoriales

FRQ-006	Módulos
Descripción	El Sistema deberá permitir que los Tutoriales contengan diferentes Módulos o Apartados con diversas funcionalidades

Tabla 18 - FRQ-006 - Módulos

FRQ-007	Teoría
Descripción	El Sistema deberá permitir que las páginas de los Tutoriales incluyan un contenido teórico o aclaración del Módulo

Tabla 19 - FRQ-007 - Teoría

FRQ-008	Módulo básico
Descripción	El Sistema deberá permitir Módulos básicos que contendrán un código inicial en el que el Alumno hará modificaciones en el código para ver el efecto de su ejecución

Tabla 20 - FRQ-008 - Módulo básico

FRQ-009	Entregas
Descripción	El Sistema deberá permitir Módulos o Apartados de Entrega de código por parte de los Alumnos

Tabla 21 - FRQ-009 – Entregas

FRQ-010	Comprobantes
Descripción	El Sistema deberá permitir Módulos o Apartados con comprobaciones de código correcto

Tabla 22 - FRQ-010 - Comprobantes

FRQ-011	Creación de Módulos
Descripción	El Sistema deberá permitir al Profesor agregar nuevos Módulos o Apartados a un Tutorial (Comprobante, Entrega, o Módulo básico)

Tabla 23 - FRQ-011 - Creación de módulos

FRQ-012	Modificación de Teoría
Descripción	El Sistema deberá permitir al Profesor modificar los Módulos o Apartados de Teoría

Tabla 24 - FRQ-012 - Modificación de teoría

FRQ-013	Modificación de Módulos básicos
Descripción	El Sistema deberá permitir al Profesor modificar el código inicial de los Módulos básicos, este será el código que verán los Alumnos y sobre realizarán sus modificaciones para realizar pruebas sobre lo aprendido

Tabla 25 - FRQ-013 - Modificación de módulos básicos

FRQ-014	Modificación de Módulos de Entrega
Descripción	El Sistema deberá permitir al Profesor modificar el código inicial de los Módulos de Entrega, este será el código sobre el cual los Alumnos realizarán las modificaciones y posteriormente lo Entregarán para su corrección por parte del Profesor

Tabla 26 - FRQ-014 - Modificación de módulos de entrega

FRQ-015	Modificación de Módulos Comprobantes
Descripción	El Sistema deberá permitir al Profesor modificar el código inicial y el código correcto de los Módulos o Apartados Comprobantes

Tabla 27 - FRQ-015 - Modificación de módulos comprobantes

FRQ-016	Paginado
Descripción	El Sistema deberá permitir que los Tutoriales estén compuestos de varias páginas, y cada una deberá estar compuesta por un Módulo o Apartado de Teoría, y un Módulo básico, de Entrega o de Comprobante

Tabla 28 - FRQ-016 – Paginado

FRQ-017	Finalizar Tutorial
Descripción	El Sistema deberá permitir a los Alumnos marcar como finalizado un Tutorial una vez realizados todos los Apartados

Tabla 29 - FRQ-017 - Finalizar tutorial

FRQ-018	Ejecución de WebGL
Descripción	El Sistema deberá permitir editar código WebGL y ejecutarle en el navegador

Tabla 30 - FRQ-018 - Ejecución de WebGL

FRQ-019	Seguimiento Tutoriales
Descripción	El Sistema deberá permitir al Profesor ver un seguimiento de cuántos Alumnos han realizado cada uno de los Tutoriales, y cuántos lo han finalizado

Tabla 31 - FRQ-019 - Seguimiento tutoriales

FRQ-020	Seguimiento alumnos
Descripción	El Sistema deberá permitir al Profesor ver un seguimiento detallado de cada Tutorial de qué Alumnos han realizado correctamente cada uno de los Módulos o Apartados de Comprobantes, y las Entregas realizadas

Tabla 32 - FRQ-020 - Seguimiento alumnos

FRQ-021	Calificación alumnos
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá permitir al Profesor calificar la realización de los Tutoriales por parte de los Alumnos

Tabla 33 - FRQ-021 - Calificación alumnos

FRQ-022	Modificar datos de Usuario
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá permitir la modificación de los datos y la contraseña de los Usuarios

Tabla 34 - FRQ-022 - Modificar datos de usuario

FRQ-023	Perfiles de Usuario
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá permitir la existencia de perfiles de Usuario, que indiquen datos para el seguimiento de los Alumnos

Tabla 35 - FRQ-023 - Perfiles de usuario

### 4.3. Casos de uso

Un caso de uso es la descripción de la interacción llevada a cabo entre el usuario y el sistema para realizar un proceso o tarea [69].

El siguiente diagrama muestra el listado de los casos de uso del sistema, y la relación que tienen con los actores:

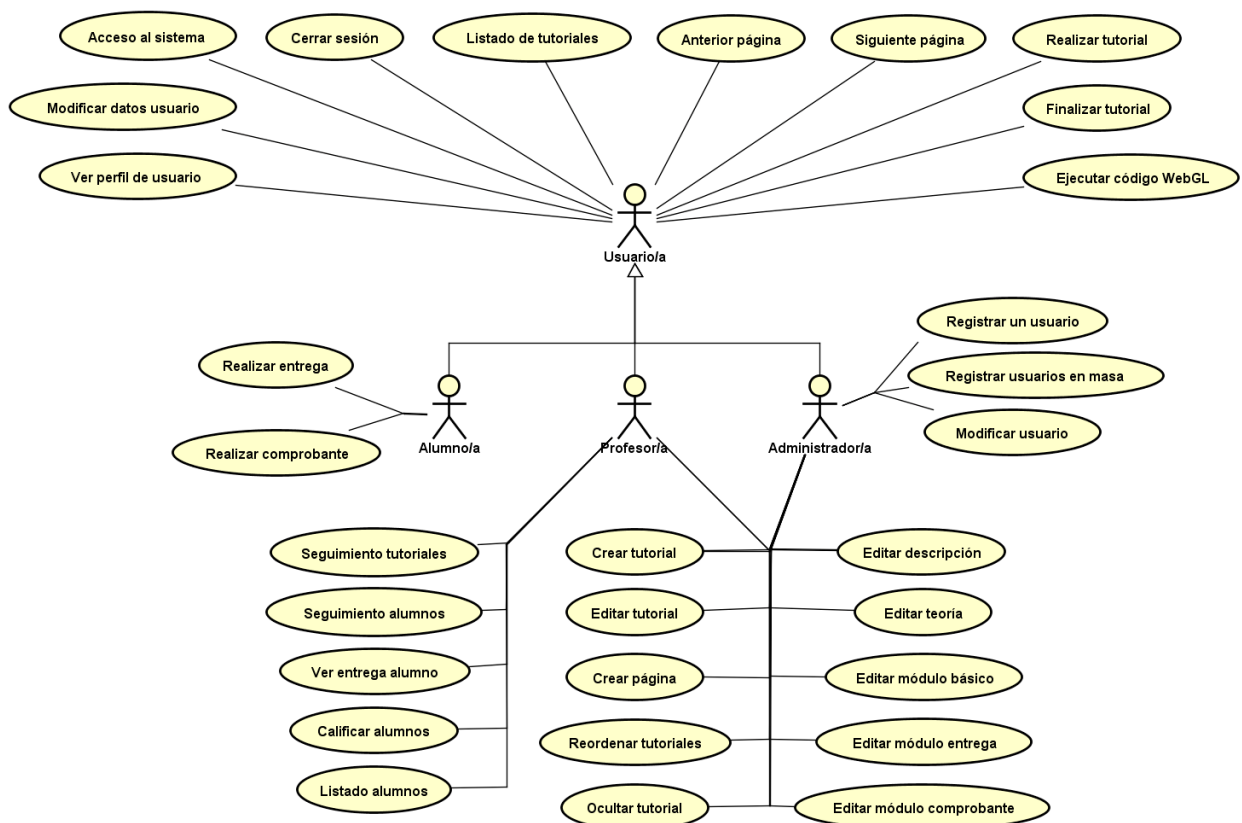


Figura 25 – Diagrama de Casos de Uso del sistema

A continuación se describe cada caso de uso, y se acompaña por su diagrama de secuencia, que modela la interacción entre el usuario y el sistema a través del tiempo.

<b>UC-001</b>	<b>Acceso al Sistema</b>
<b>Dependencias</b>	FRQ-003 - Acceso
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando un Usuario acceda al Sistema
<b>Actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alumno/a</li> <li>- Profesor/a</li> <li>- Administrador/a</li> </ul>
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe estar registrado en el Sistema
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario solicita acceso en el Sistema 1. El Sistema pide login y contraseña 3. El actor Usuario introduce sus datos 4. El Sistema comprueba los datos 5. El Sistema permite el acceso al Sistema y se muestra la página principal
<b>Postcondición</b>	El Usuario ha accedido al Sistema
<b>Excepciones</b>	4. Si los datos de acceso son incorrectos, el Sistema informa al Usuario y se realiza el paso 2. 4. Si el Rol del Usuario que intenta acceder es de "dado de baja", el Sistema informa al Usuario que no puede acceder y el caso de uso queda sin efecto
<b>Frecuencia esperada</b>	Siempre que el Usuario utilice el Sistema

Tabla 36 - UC-001 - Acceso al sistema

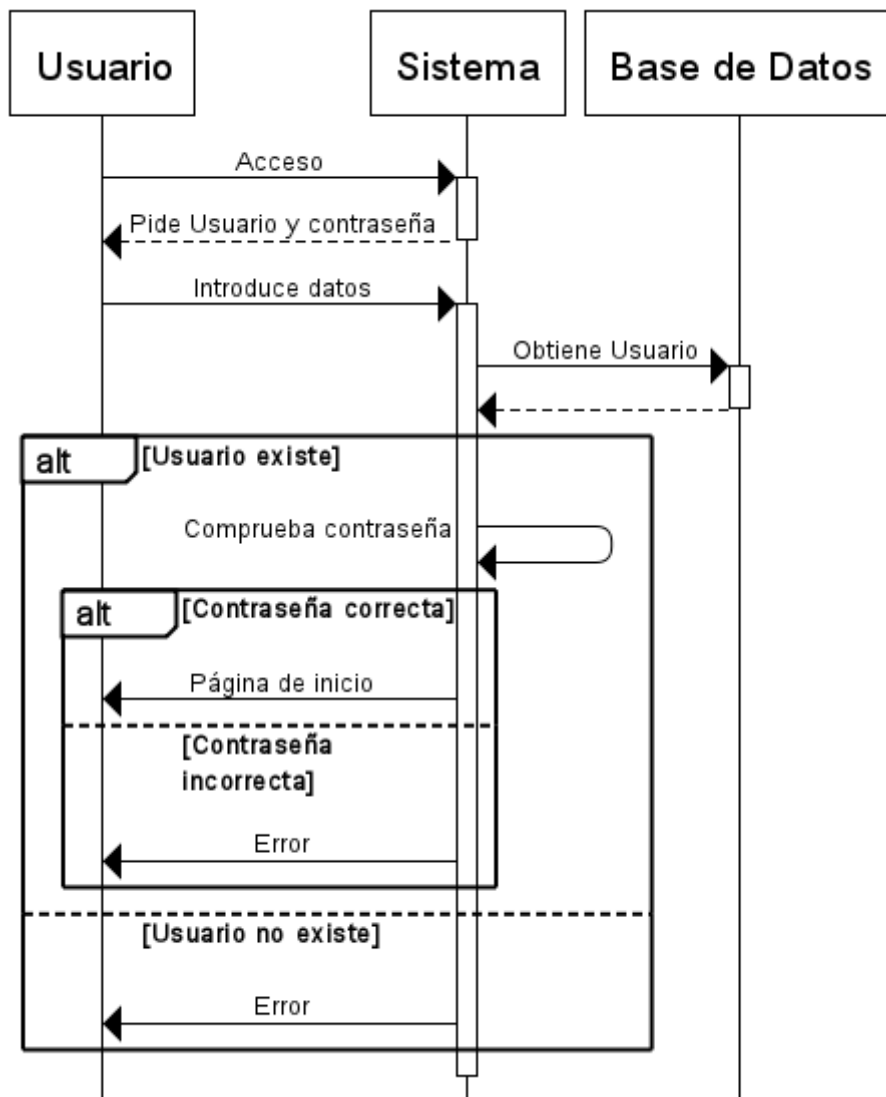


Figura 26 - UC-001 - Acceso al sistema

UC-002	Listado de Tutoriales
<b>Dependencias</b>	Ninguna
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario accede al Sistema o al regresar a la página de inicio
<b>Actores</b>	- Alumno/a - Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario selecciona la opción de ir a la página principal 2. El Sistema muestra el listado de los Tutoriales creados en el Sistema
<b>Postcondición</b>	Ninguna
<b>Excepciones</b>	1. Si aún no hay creados Tutoriales, no se mostrará nada
<b>Frecuencia esperada</b>	De 1 a 5 veces a lo largo de la sesión de uso del Sistema

Tabla 37 - UC-002 - Listado de tutoriales

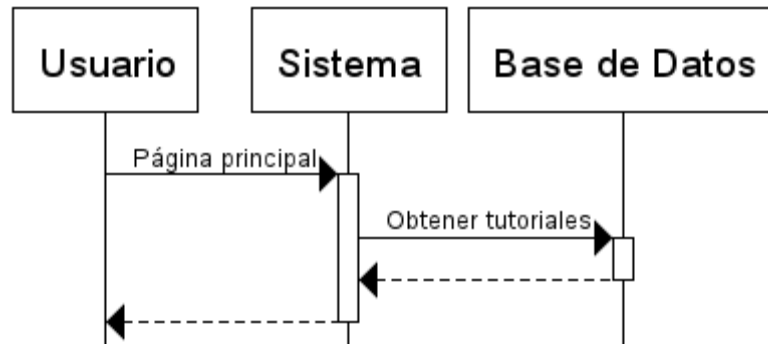


Figura 27 - UC-002 - Listado de tutoriales

<b>UC-003</b>	<b>Realizar Tutorial</b>
<b>Dependencias</b>	FRQ-019 - Seguimiento Tutoriales FRQ-020 - Seguimiento alumnos
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario seleccione la opción de Comenzar, Continuar o Repetir un Tutorial
<b>Actores</b>	- Alumno/a - Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - Debe existir al menos un Tutorial activo en el Sistema
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario selecciona comenzar, continuar o repetir un Tutorial 2. El Sistema mostrará la primera página del Tutorial 3. El Sistema modificará la relación de ese Alumno con el Tutorial
<b>Postcondición</b>	El Sistema habrá modificado el estado de la relación de ese Alumno con ese Tutorial
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	De 1 a 3 veces a lo largo de la sesión de uso del Sistema

Tabla 38 - UC-003 - Realizar tutorial

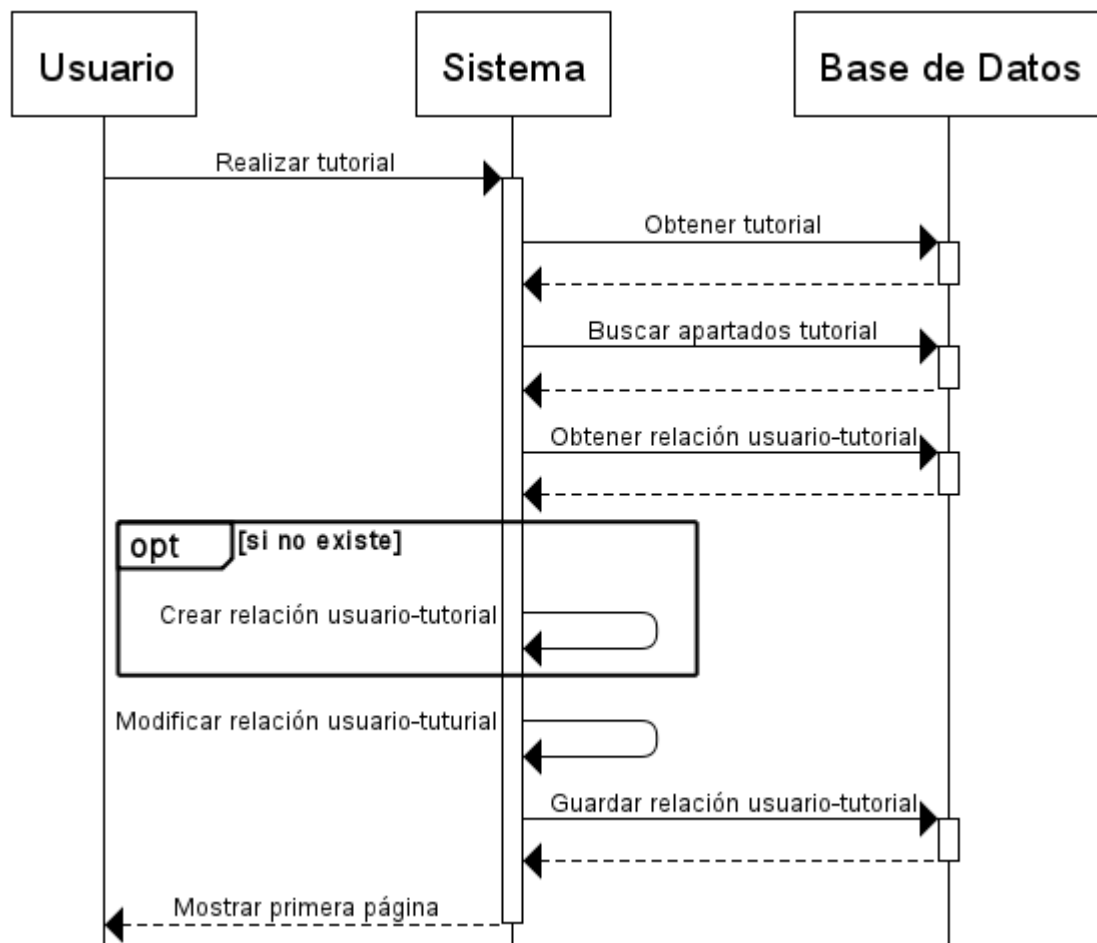


Figura 28 - UC-003 - Realizar tutorial

UC-004	Siguiente página
<b>Dependencias</b>	FRQ-016 - Paginado
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario pulse sobre página siguiente
<b>Actores</b>	- Alumno/a - Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente un Tutorial PRE3 - El Tutorial seleccionado debe estar compuesto por varias páginas PRE4 - Que el Usuario no se encuentre en la última página del Tutorial
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario pulsa sobre siguiente página 2. El Sistema muestra la página siguiente de ese Tutorial
<b>Postcondición</b>	Ninguna
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	De 5 a 15 veces a lo largo de la sesión de uso del Sistema

Tabla 39 - UC-004 - Siguiente página

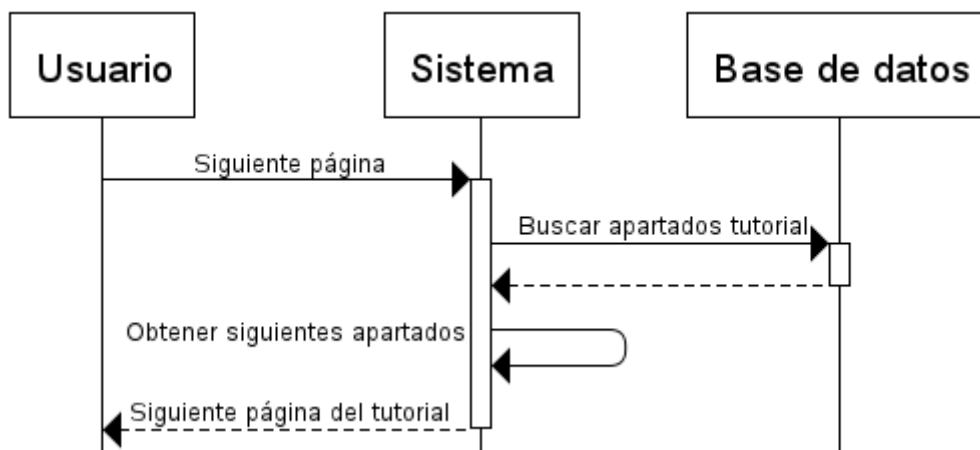


Figura 29 - UC-004 - Siguiente página



<b>UC-005</b>	<b>Anterior página</b>
<b>Dependencias</b>	FRQ-016 - Paginado
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario pulse sobre página anterior
<b>Actores</b>	- Alumno/a - Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente un Tutorial PRE3 - El Tutorial seleccionado debe estar compuesto por varias páginas PRE4 - Que el Usuario no se encuentre en la primera página del Tutorial
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario pulsa sobre anterior página 2. El Sistema muestra la página anterior
<b>Postcondición</b>	Ninguna
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	De 1 a 3 veces a lo largo de la sesión de uso del Sistema

Tabla 40 - UC-005 - Anterior página

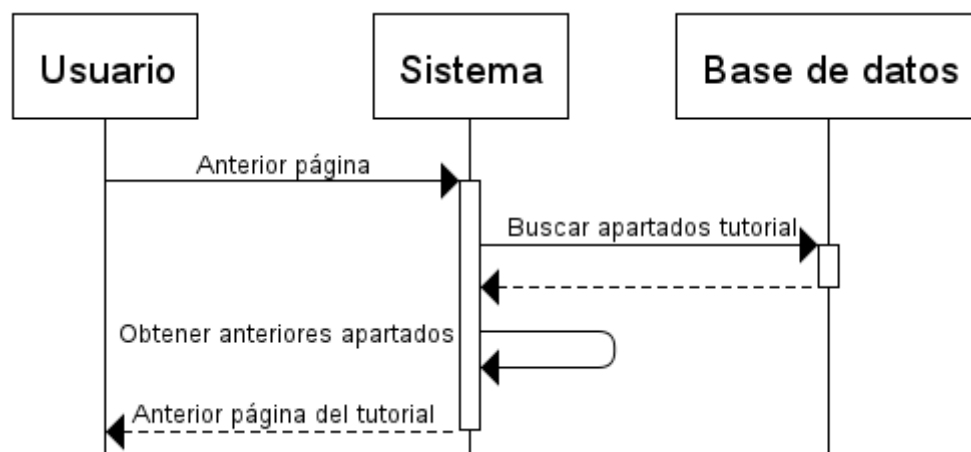


Figura 30 - UC-005 - Anterior página

UC-006	Ejecutar código WebGL
<b>Dependencias</b>	FRQ-018 - Ejecución de WebGL
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario pulse sobre ejecutar código
<b>Actores</b>	- Alumno/a - Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente un Tutorial
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario pulsa sobre ejecutar código 2. El Sistema recoge el código introducido en el editor 3. El Sistema devuelve al navegador la página con el código del Usuario 4. El navegador ejecuta el código adjunto en la página 5. El resultado se muestra en el canvas 6. La salida por consola es redirigida a la consola de la página
<b>Postcondición</b>	Ninguna
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	De 5 a 20 veces a lo largo de la sesión de uso del Sistema

Tabla 41 - UC-006 - Ejecutar código WebGL

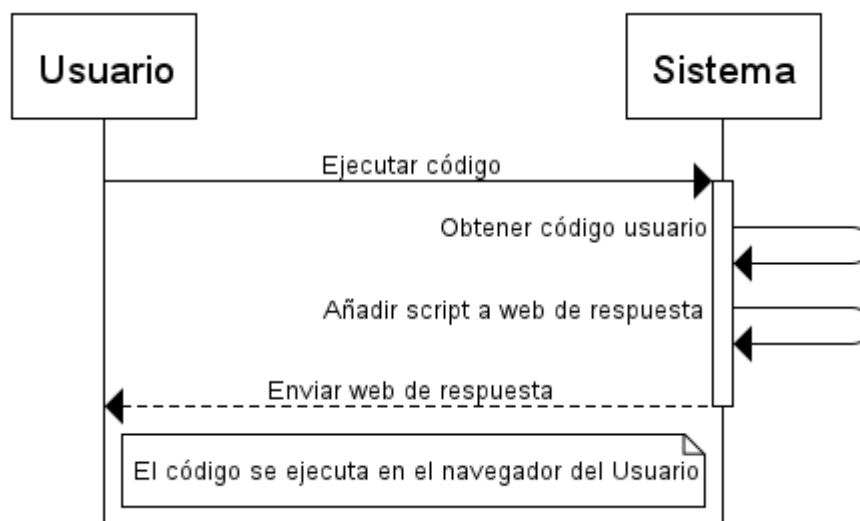


Figura 31 - UC-006 - Ejecutar código WebGL

UC-007	Finalizar Tutorial
<b>Dependencias</b>	FRQ-017 - Finalizar Tutorial FRQ-019 - Seguimiento Tutoriales FRQ-020 - Seguimiento alumnos
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario seleccione finalizar un Tutorial
<b>Actores</b>	- Alumno/a - Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente un Tutorial PRE3 - Que el Usuario se encuentre en la última página del Tutorial
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario pulsa sobre "Finalizar Tutorial" 2. El Sistema modifica la relación del Usuario con ese Tutorial, marcándola como "completado" 3. El Sistema redirige al Usuario a la página principal
<b>Postcondición</b>	Se habrá modificado la relación del Usuario con el Tutorial
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	1 a 2 veces a lo largo de la sesión de uso del Sistema

Tabla 42 - UC-007 - Finalizar tutorial

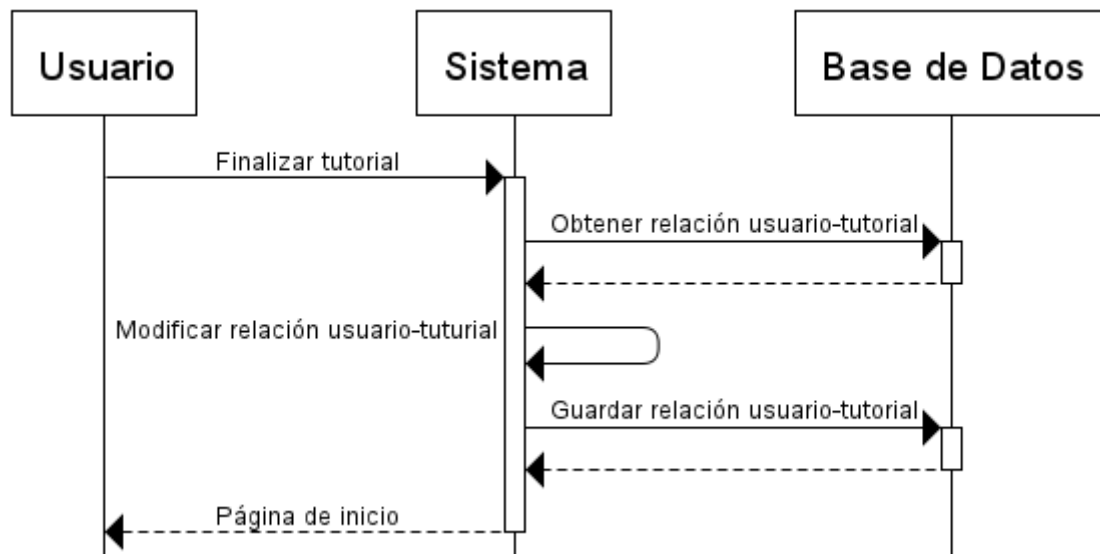


Figura 32 - UC-007 - Finalizar tutorial

UC-008	Realizar Entrega
<b>Dependencias</b>	FRQ-009 - Entregas
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario realice una Entrega
<b>Actores</b>	- Alumno/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente un Tutorial PRE3 - La página del Tutorial debe contener un Módulo o apartado de Entrega
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario seleccionará "Entregar código" 2. El Sistema recogerá el código del Usuario 3. El Sistema guardará la Entrega del Usuario e informará al Usuario
<b>Postcondición</b>	Se habrá guardado la Entrega realizada
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	1 a 2 veces a lo largo de la sesión de uso del Sistema

Tabla 43 - UC-008 - Realizar entrega

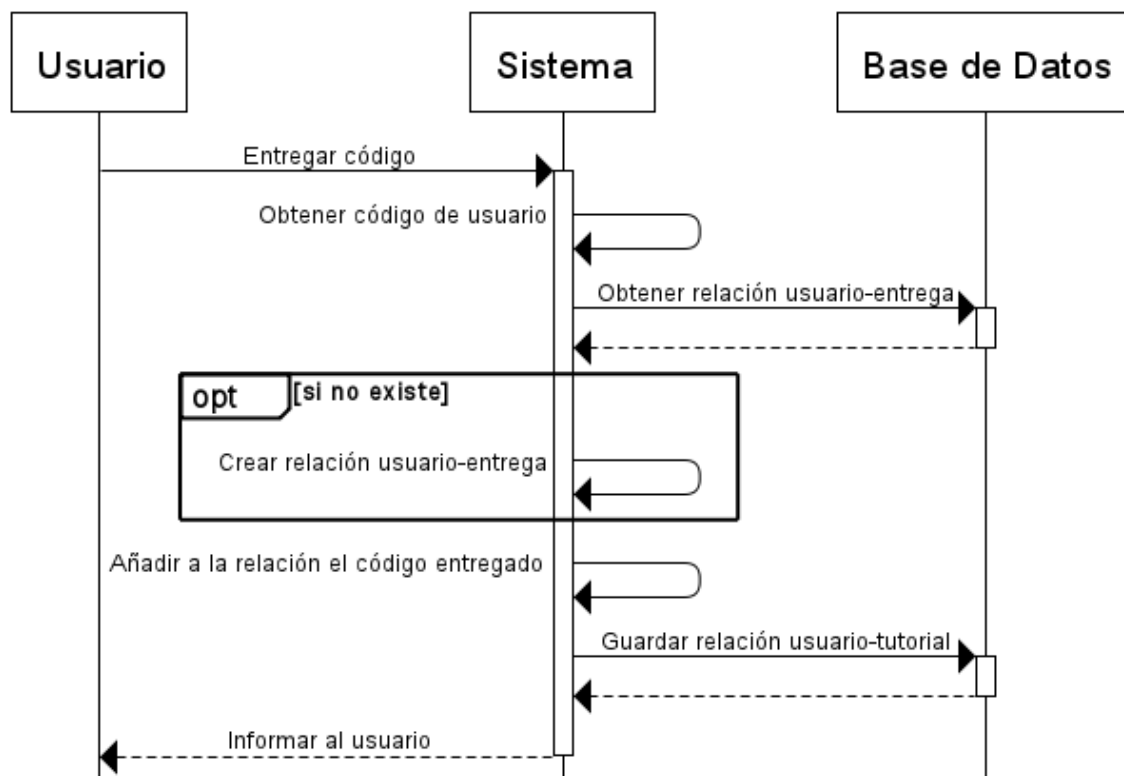


Figura 33 - UC-008 - Realizar entrega

<b>UC-009</b>	<b>Realizar Comprobante</b>
<b>Dependencias</b>	FRQ-010 - Comprobantes
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario realice un Comprobante
<b>Actores</b>	- Alumno/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente un Tutorial PRE3 - La página del Tutorial debe contener un Módulo o apartado con Comprobante de código
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario selecciona "Comprobar código" 2. El Sistema comprobará que el código del Usuario coincide con la solución 3.a. Si el código fue correcto, el Sistema informa al Usuario y le permite pasar de página (CU-004), o finalizar el Tutorial si era la última página (CU-007) 3.b. Si el código fue incorrecto, el Sistema informa al Usuario, y se realiza el paso 1
<b>Postcondición</b>	Se habrá guardado el resultado obtenido (correcto o incorrecto)
<b>Excepciones</b>	1. Si el Usuario se salta el Comprobante, el caso de uso queda sin efecto y se realiza el CU-04
<b>Frecuencia esperada</b>	2 a 5 veces a lo largo de la sesión de uso del Sistema

Tabla 44 - UC-009 - Realizar comprobante

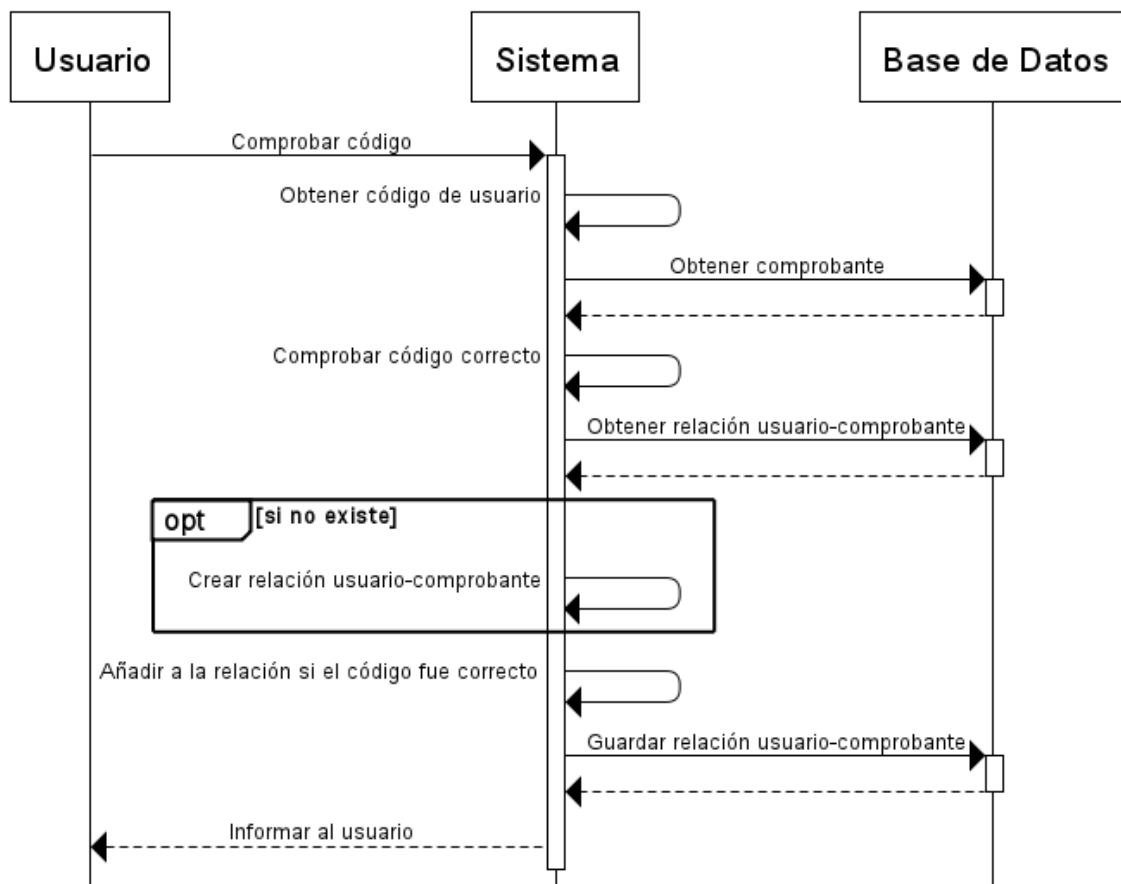


Figura 34 - UC-009 - Realizar comprobante

<b>UC-010</b>	<b>Crear Tutorial</b>
<b>Dependencias</b>	FRQ-004 - Creación de Tutoriales
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el actor Profesor o Administrador cree un nuevo Tutorial
<b>Actores</b>	- Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema
<b>Secuencia normal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Usuario selecciona "Crear Tutorial"</li> <li>2. El Sistema solicita nombre, descripción y miniatura del Tutorial</li> <li>3. El actor introduce estos datos</li> <li>4. El Sistema comprueba que sean correctos</li> <li>5. El Sistema crea un nuevo Tutorial</li> <li>6. El Sistema le añade un Módulo de Teoría</li> <li>7. El Sistema le añade un Módulo de código básico</li> <li>8. Se realiza el caso de uso UC-011</li> </ol>
<b>Postcondición</b>	Se ha creado un nuevo objeto Tutorial, con un Módulo de Teoría y un Módulo de código básico asociados
<b>Excepciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Si el Usuario no ha introducido un campo obligatorio (nombre), el Sistema informa al Usuario y continua en el paso 2</li> <li>4. Si la URL de la miniatura no es un fichero png, jpg o gif, el Sistema informa al Usuario y continua en el paso 2</li> </ol>
<b>Frecuencia esperada</b>	<p>7 a 10 veces al inicio de vida del Sistema</p> <p>1 a 2 veces a lo largo de cada curso académico</p>

Tabla 45 - UC-010 - Crear tutorial

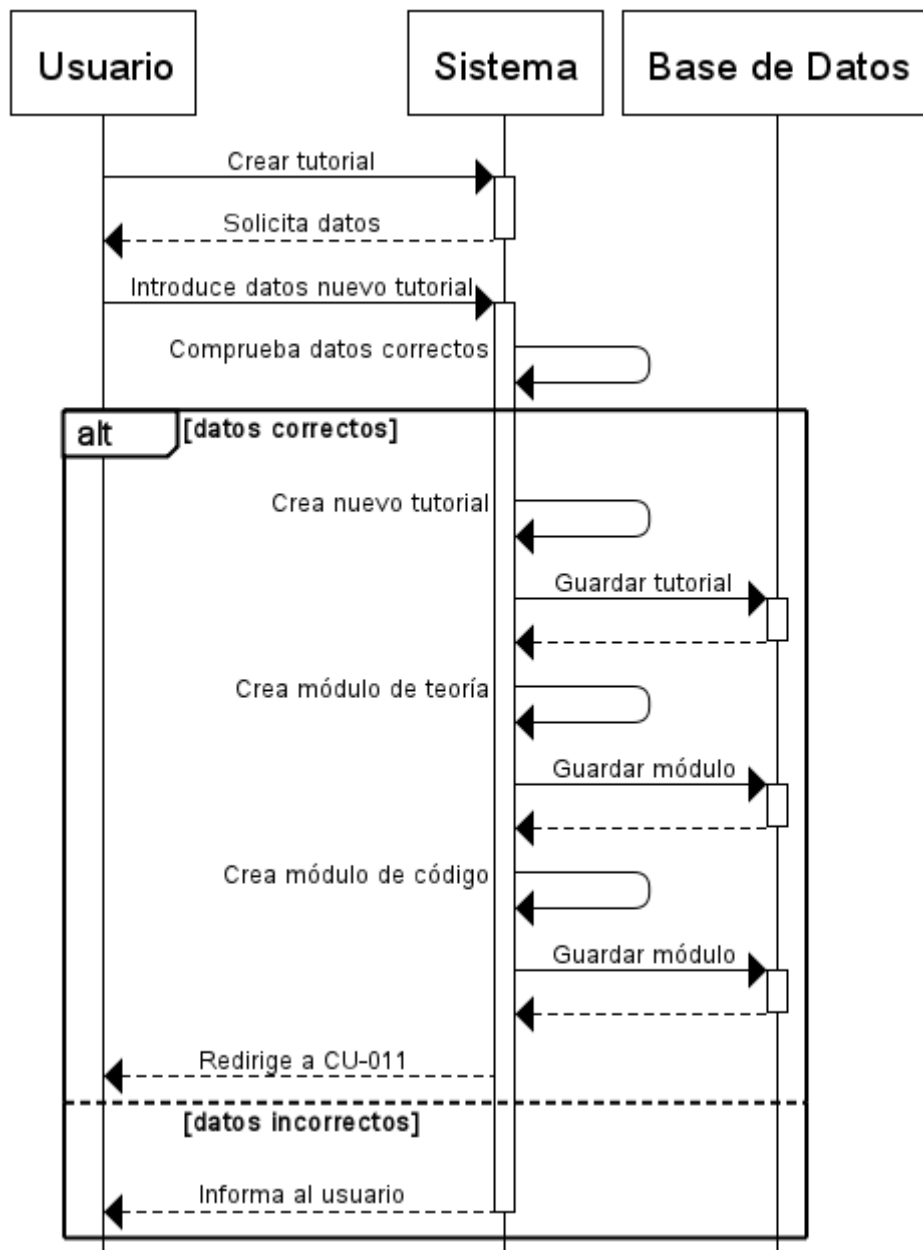


Figura 35 - UC-010 - Crear tutorial

UC-011	Editar Tutorial
<b>Dependencias</b>	FRQ-005 - Modificación de Tutoriales
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el actor Profesor o Administrador edite un Tutorial
<b>Actores</b>	- Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - Debe existir al menos un Tutorial creado en el Sistema
<b>Secuencia normal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Usuario pulsa sobre el botón de edición de un Tutorial</li> <li>2. El Sistema le muestra el menú de edición</li> <li>3. El Usuario seleccionará entre las diferentes opciones: <ol style="list-style-type: none"> <li>3.a. El Usuario elige crear una nueva página - UC-012</li> <li>3.b. El Usuario elige editar la descripción del Tutorial - UC-013</li> <li>3.c. El Usuario elige editar el apartado de Teoría - UC-014</li> <li>3.d. El Usuario elige editar el Módulo de código (UC-015), Entrega (UC-016) o Comprobante (UC-017)</li> </ol> </li> <li>4. El Sistema realizará el caso de uso correspondiente a la elección del Usuario</li> </ol>
<b>Postcondición</b>	Ninguna
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	3 a 10 veces por cada nuevo Tutorial

Tabla 46 - UC-011 - Editar tutorial

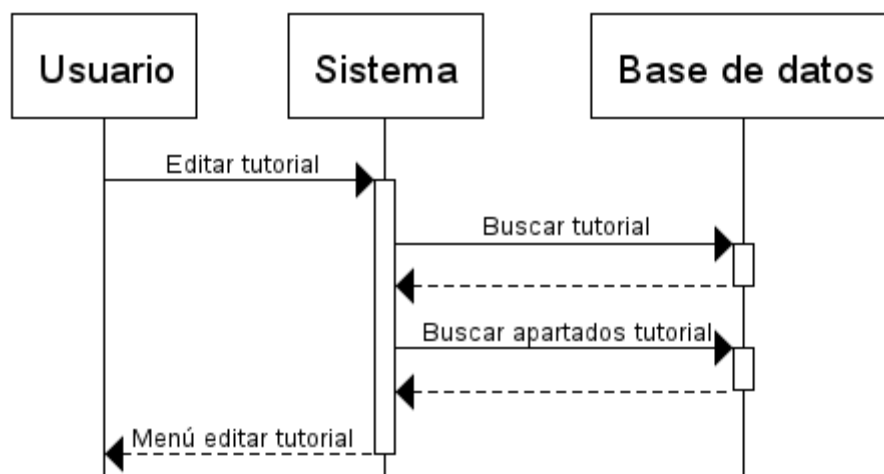


Figura 36 - UC-011 - Editar tutorial



UC-012	Crear página
<b>Dependencias</b>	FRQ-005 - Modificación de Tutoriales FRQ-006 - Módulos FRQ-007 - Teoría FRQ-008 - Módulo básico FRQ-009 - Entregas FRQ-010 - Comprobantes FRQ-011 - Creación de Módulos FRQ-016 - Paginado
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando se cree una nueva página dentro de un Tutorial
<b>Actores</b>	- Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente la edición de un Tutorial
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario elige si crear una nueva página con Módulo básico de código, Entrega o Comprobante 2. El Sistema crea una nueva página al final del Tutorial 3. El Sistema crea un nuevo Módulo de Teoría 4. El Sistema crea un Módulo según la elección anterior del Usuario
<b>Postcondición</b>	El Tutorial contiene una página nueva, con un Módulo de Teoría y un Módulo de código (Básico, Entrega o de Comprobante)
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	1 a 5 veces por cada nuevo Tutorial

Tabla 47 - UC-012 - Crear página

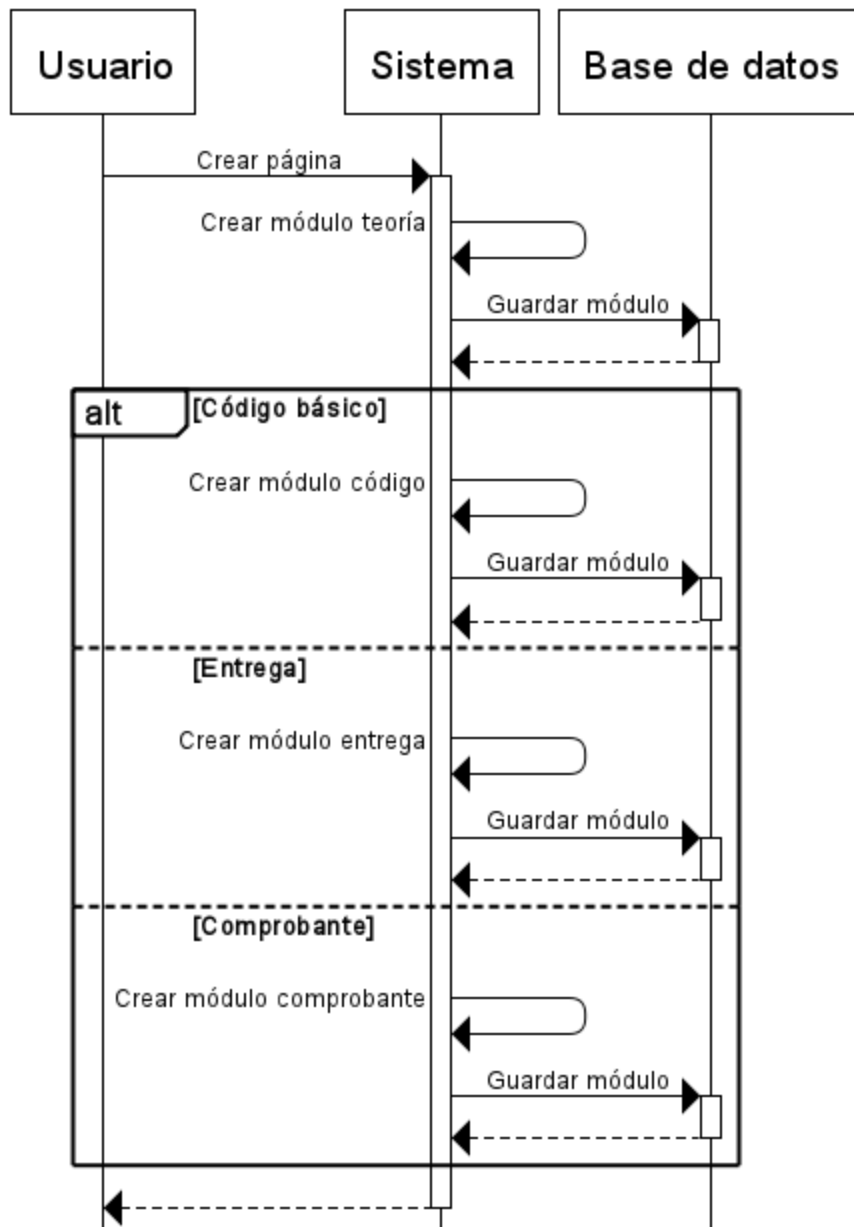


Figura 37 - UC-012 - Crear página

UC-013	Editar descripción
<b>Dependencias</b>	FRQ-004 - Creación de Tutoriales
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando se edite la descripción resumen de un Tutorial
<b>Actores</b>	- Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente la edición de un Tutorial
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario elige editar la descripción de un Tutorial 2. El Sistema muestra el nombre actual del Tutorial, su descripción, y la URL de su miniatura 3. El actor edita los valores deseados y pulsa sobre "Guardar Cambios" 4. El Sistema recoge los datos introducidos 5. El Sistema guarda los cambios
<b>Postcondición</b>	Los datos que definían el Tutorial se han modificado
<b>Excepciones</b>	4. Si el nombre no existe, el Sistema informa al Usuario que es obligatorio, y se realiza el paso 2 4. Si la URL de la miniatura no es correcta, el Sistema informa que debe introducir una URL de imagen y se realiza el paso 2
<b>Frecuencia esperada</b>	1 a 2 veces por cada nuevo Tutorial

Tabla 48 - UC-013 - Editar descripción

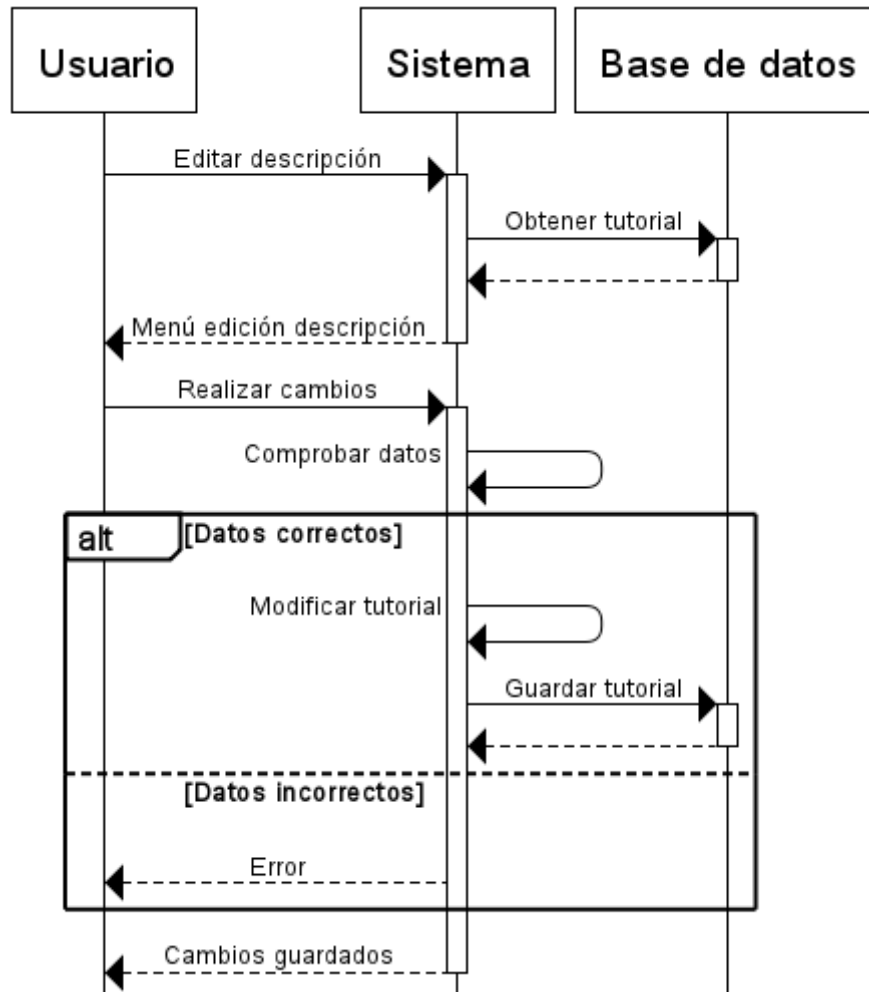


Figura 38 - UC-013 - Editar descripción

UC-014	Editar Teoría
<b>Dependencias</b>	FRQ-005 - Modificación de Tutoriales FRQ-006 - Módulos FRQ-007 - Teoría FRQ-012 - Modificación de Teoría
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando se edite un Módulo de Teoría
<b>Actores</b>	- Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente la edición de un Tutorial
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario elige editar el Módulo o apartado de Teoría de la página de un Tutorial 2. El Sistema muestra un editor de texto con el contenido actual del Módulo 3. El Usuario introduce los cambios deseados en el editor de texto 4. El Usuario pulsa sobre "Guardar cambios" 5. El Sistema recoge el texto introducido por el Usuario 6. El Sistema guarda los cambios en el Módulo de Teoría 7. Se realiza el paso 2
<b>Postcondición</b>	El Módulo de Teoría ha sido modificado
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	1 o 2 veces por cada Módulo de Teoría

Tabla 49 - UC-014 - Editar teoría

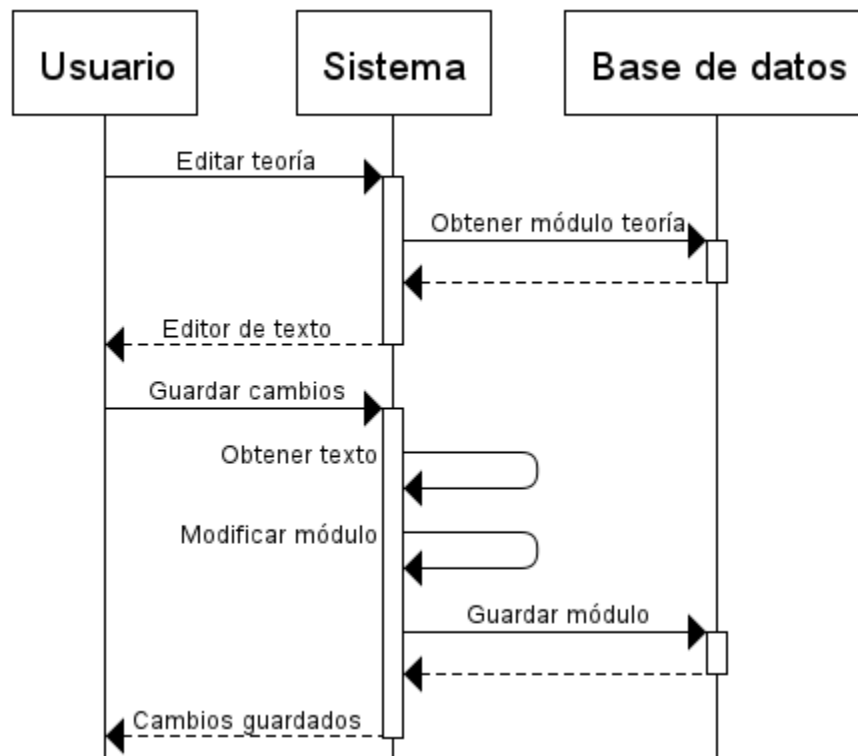


Figura 39 - UC-014 - Editar teoría

UC-015	Editar Módulo básico
<b>Dependencias</b>	FRQ-005 - Modificación de Tutoriales FRQ-006 - Módulos FRQ-008 - Módulo básico FRQ-013 - Modificación de Módulos básicos
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando se edite un Módulo básico de código
<b>Actores</b>	- Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente la edición de un Tutorial PRE3 - La página actual del Tutorial editado debe contener un Módulo de código básico
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario elige editar el Módulo de código básico de la página de un Tutorial 2. El Sistema muestra un editor de código con el contenido actual del Módulo 3. El Usuario introduce los cambios deseados en el editor de código 4. El Usuario pulsa sobre "Guardar cambios" 5. El Sistema recoge el texto introducido por el Usuario 6. El Sistema guarda los cambios en el Módulo de Código 7. Se realiza el paso 2
<b>Postcondición</b>	El Módulo de Código ha sido modificado
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	1 o 3 veces por cada Módulo de Código

Tabla 50 - UC-015 - Editar módulo básico

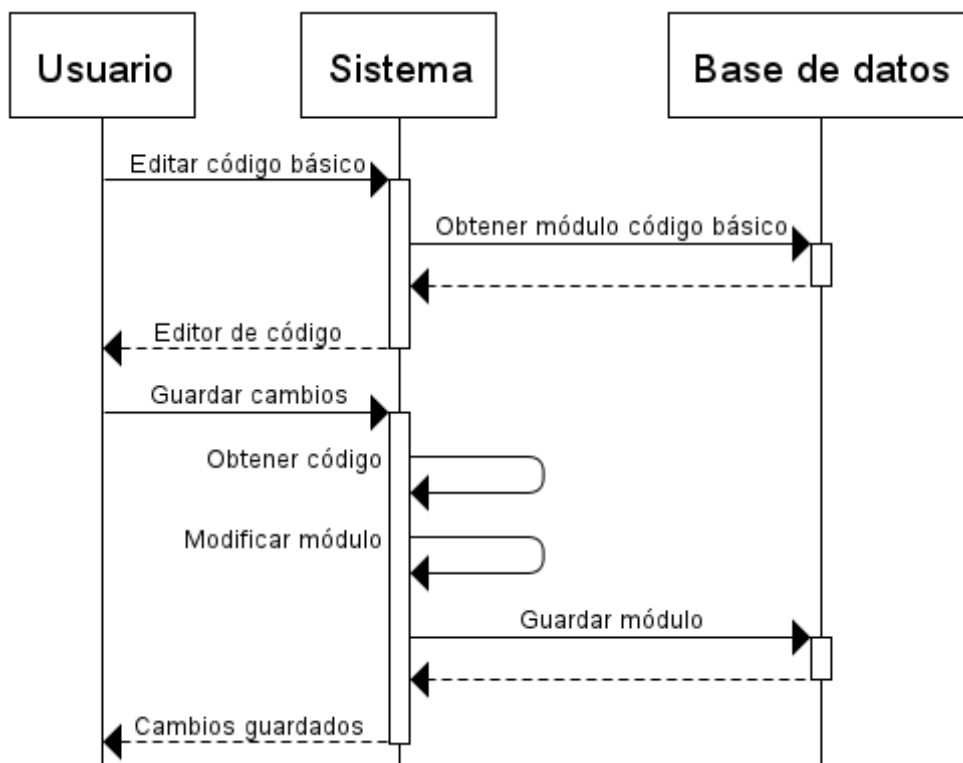


Figura 40 - UC-015 - Editar módulo básico

UC-016	Editar Módulo Entrega
<b>Dependencias</b>	FRQ-005 - Modificación de Tutoriales FRQ-006 - Módulos FRQ-009 - Entregas FRQ-014 - Modificación de Módulos de Entrega
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando se edite un Módulo de Entrega de código
<b>Actores</b>	- Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente la edición de un Tutorial PRE3 - La página actual del Tutorial editado debe contener un Módulo de Entrega
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario elige editar el Módulo de Entrega de código de la página de un Tutorial 2. El Sistema muestra un editor de código con el contenido actual del código inicial del Módulo 3. El Usuario introduce los cambios deseados en el editor de código 4. El Usuario pulsa sobre "Guardar cambios" 5. El Sistema recoge el texto introducido por el Usuario 6. El Sistema guarda los cambios en el Módulo de Entrega 7. Se realiza el paso 2
<b>Postcondición</b>	El Módulo de Entrega ha sido modificado
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	1 o 2 veces por cada Módulo de Código

Tabla 51 - UC-016 - Editar módulo entrega

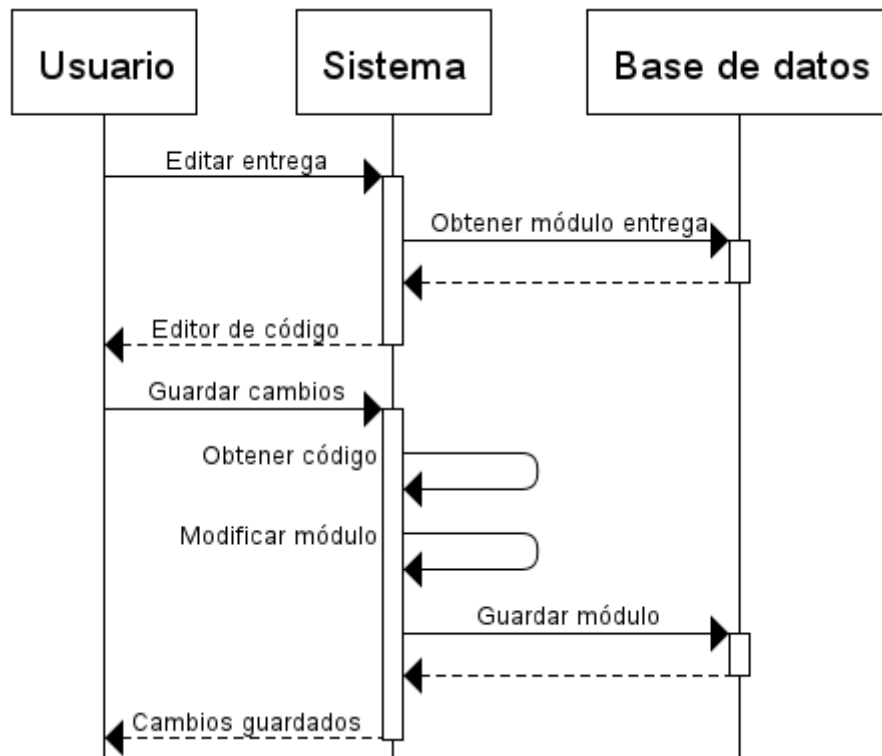
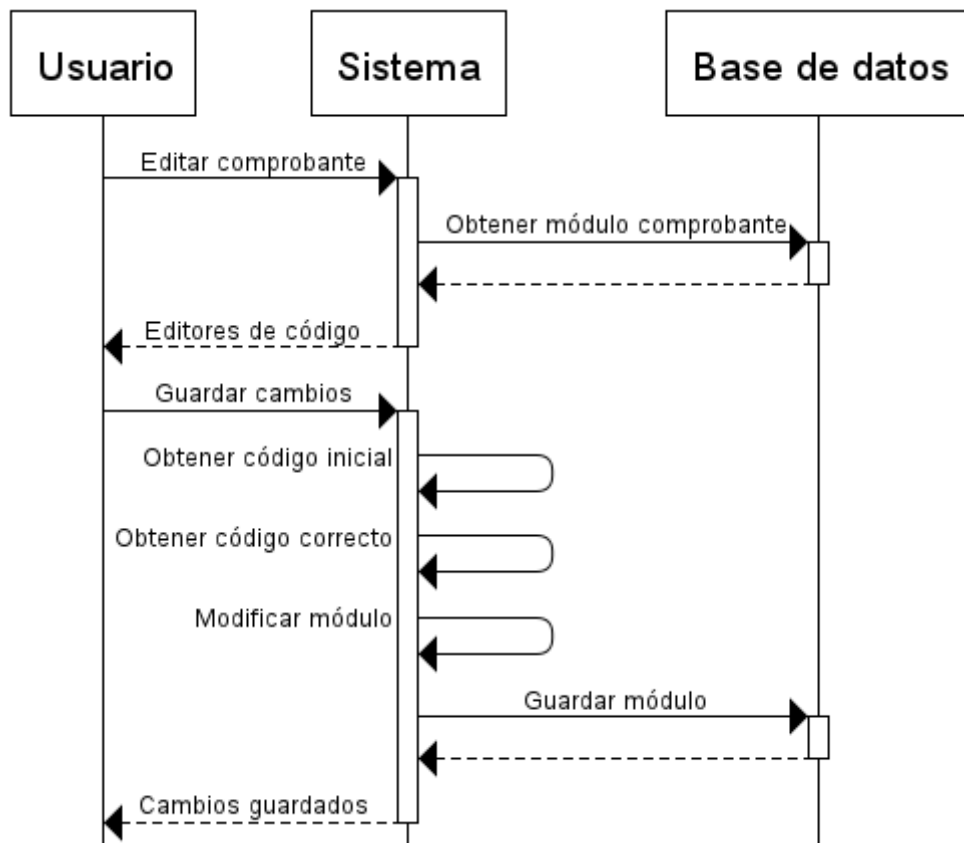


Figura 41 - UC-016 - Editar módulo entrega

<b>UC-017</b>	<b>Editar Módulo Comprobante</b>
<b>Dependencias</b>	FRQ-005 - Modificación de Tutoriales FRQ-006 - Módulos FRQ-010 - Comprobantes FRQ-015 - Modificación de Módulos Comprobantes
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando se edite un Módulo de Comprobante de código
<b>Actores</b>	- Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado previamente la edición de un Tutorial PRE3 - La página actual del Tutorial editado debe contener un Módulo de Comprobante
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario elige editar el Módulo de Comprobante de código de la página de un Tutorial 2. El Sistema muestra un editor de código con el contenido actual del código inicial del Módulo, y otro editor con el contenido correcto del Módulo 3. El Usuario introduce los cambios deseados en los editores 4. El Usuario pulsa sobre "Guardar cambios" 5. El Sistema recoge el texto introducido por el Usuario 6. El Sistema guarda los cambios en el Módulo Comprobante 7. Se realiza el paso 2
<b>Postcondición</b>	El Módulo de Comprobante ha sido modificado
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	2 a 5 veces por cada Módulo de Comprobante

Tabla 52 - UC-017 - Editar módulo comprobante



*Figura 42 - UC-017 - Editar módulo comprobante*

UC-018	Seguimiento Tutoriales
<b>Dependencias</b>	FRQ-019 - Seguimiento Tutoriales
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el actor Profesor realice el seguimiento de los Tutoriales
<b>Actores</b>	- Profesor/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema
<b>Secuencia normal</b>	1. El actor Profesor selecciona ver el seguimiento de los Tutoriales 2. El Sistema le muestra un listado de los Tutoriales con: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nº de Alumnos que han finalizado el Tutorial</li> <li>- Nº de Alumnos que han comenzado y no finalizado</li> </ul>
<b>Postcondición</b>	Ninguna
<b>Excepciones</b>	2. Si no existe ningún Tutorial no se mostrará nada
<b>Frecuencia esperada</b>	1 o 2 veces por semana

Tabla 53 - UC-018 - Seguimiento tutoriales

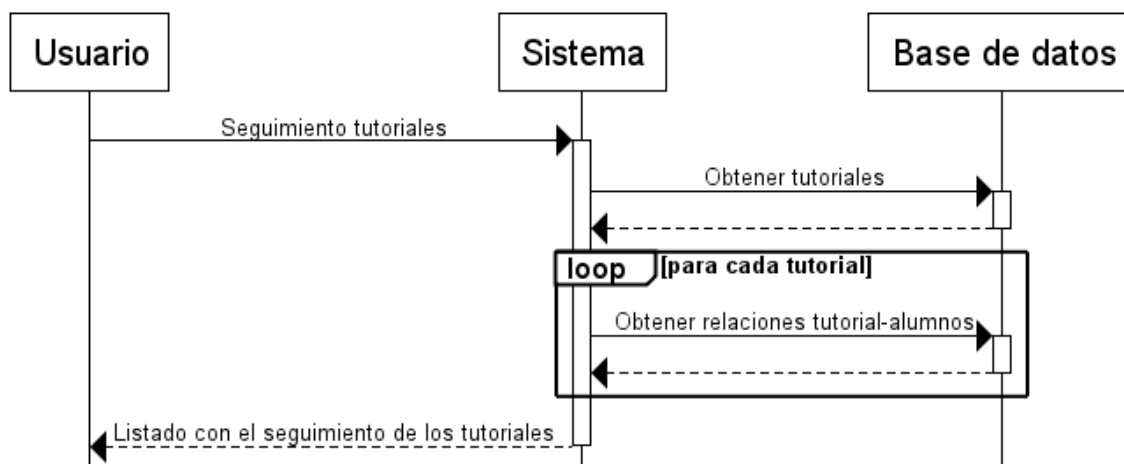


Figura 43 - UC-018 - Seguimiento tutoriales

<b>UC-019</b>	<b>Seguimiento Alumnos</b>
<b>Dependencias</b>	FRQ-020 - Seguimiento alumnos
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el actor Profesor realice el seguimiento de los Alumnos para un Tutorial
<b>Actores</b>	- Profesor/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema
<b>Secuencia normal</b>	1. El actor Profesor selecciona ver el seguimiento de un Tutorial en particular 2. El Sistema muestra un listado de Alumnos con los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si el Alumno ha empezado o no el Tutorial, o si le ha completado</li> <li>- Si el Alumno ha realizado con éxito cada uno de los Comprobantes que componen el Tutorial (si hubiera)</li> <li>- Si el Alumno ha realizado las Entregas propuestas (si hubiera)</li> </ul>
<b>Postcondición</b>	Ninguna
<b>Excepciones</b>	2. Si no existieran Alumnos, o todos están dados de baja, no se mostrará nada
<b>Frecuencia esperada</b>	2 o 3 veces por semana

Tabla 54 - UC-019 - Seguimiento alumnos

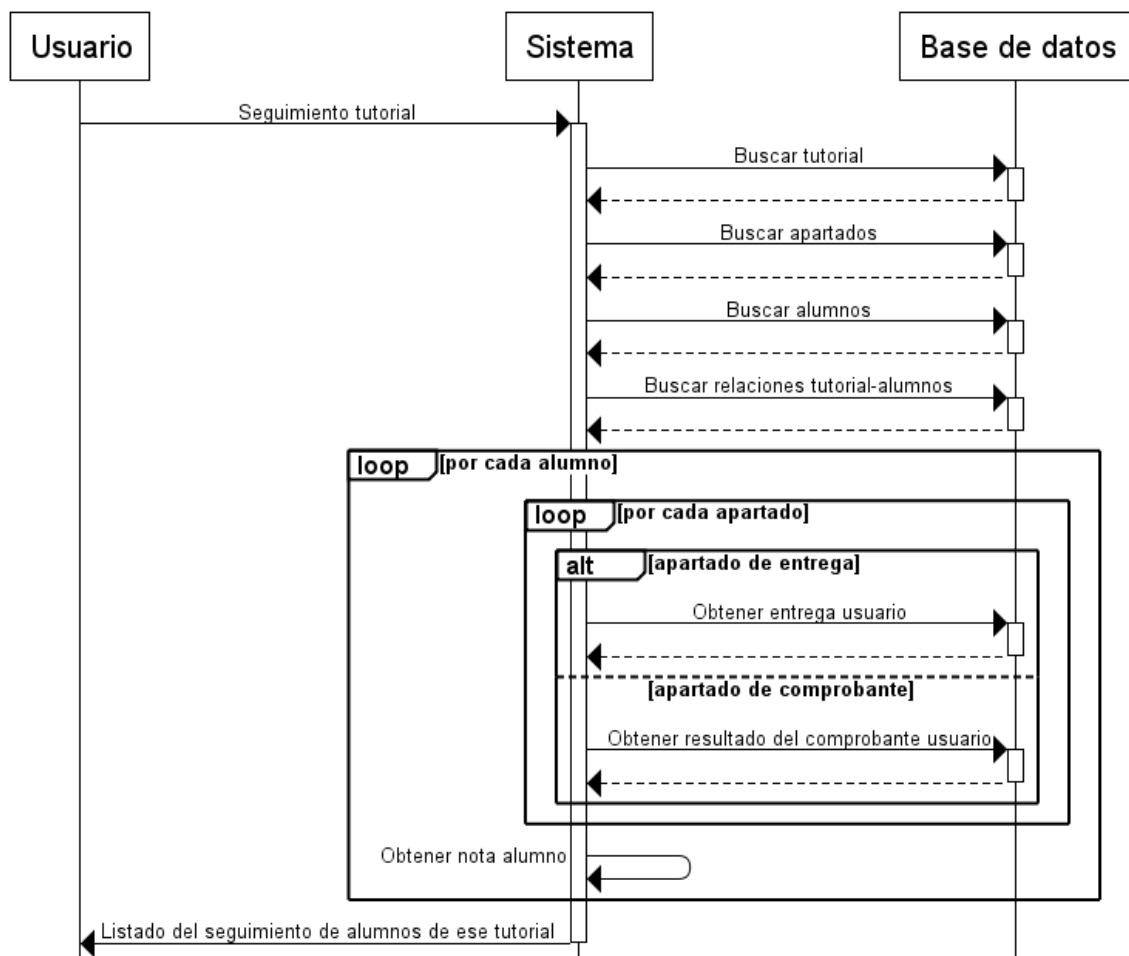


Figura 44 - UC-019 - Seguimiento alumnos

UC-020	Listado Alumnos
<b>Dependencias</b>	FRQ-020 - Seguimiento alumnos
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el profesor desee ver el listado de todos los Alumnos
<b>Actores</b>	- Profesor/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema
<b>Secuencia normal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Usuario selecciona la opción de ver el listado de Alumnos</li> <li>2. El Sistema muestra un listado de todos los Alumnos con los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre del Alumno</li> <li>- Nota media del Alumno</li> <li>- Ver perfil del Alumno - UC-021</li> </ul> </li> </ol>
<b>Postcondición</b>	Ninguna
<b>Excepciones</b>	2. Si alguna nota no existe, el Sistema la marcará como "No disponible" y el caso de uso continúa
<b>Frecuencia esperada</b>	1 a 3 veces por Usuario cada curso académico

Tabla 55 - UC-020 - Listado alumnos

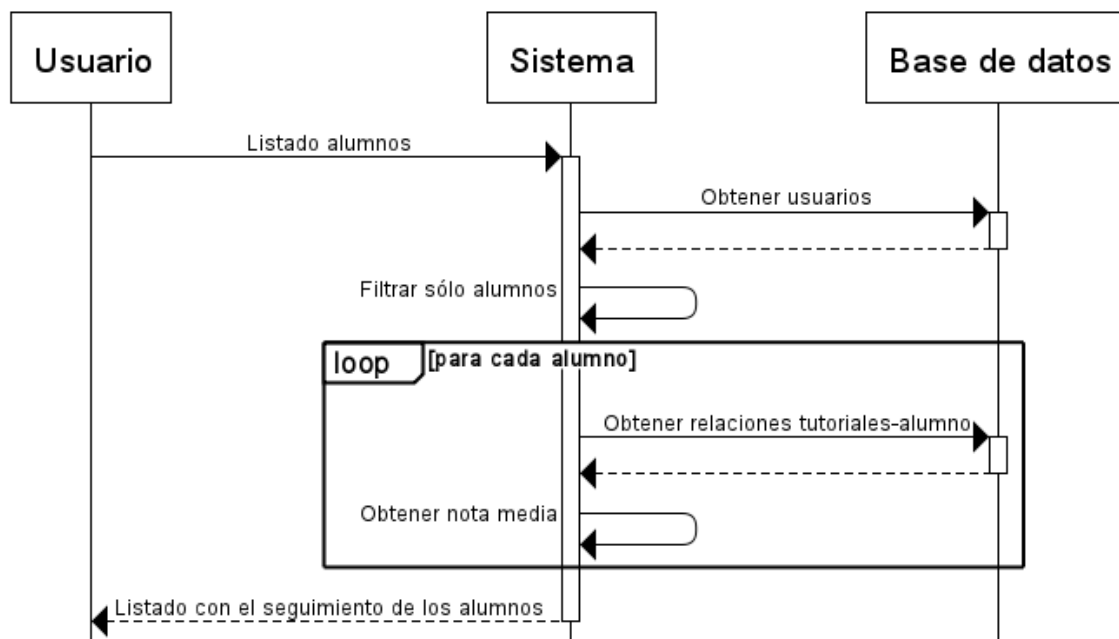


Figura 45 - UC-020 - Listado alumnos

UC-021	Ver Entrega de Alumno
<b>Dependencias</b>	FRQ-009 - Entregas FRQ-020 - Seguimiento alumnos
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el profesor califique el progreso de un Tutorial por parte de un Alumno
<b>Actores</b>	- Profesor/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado realizar el seguimiento de un Tutorial PRE3 - El Tutorial seleccionado debe contener algún Módulo de Entrega PRE4 - El Alumno debe haber realizado esa Entrega
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario selecciona ver la Entrega del Alumno 2. El Sistema recupera la Entrega del Alumno para ese apartado de Entrega 3. El Sistema muestra la Entrega al Usuario, permitiéndole ejecutar su código
<b>Postcondición</b>	Ninguna
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	20 a 30 veces por cada Tutorial y curso académico

Tabla 56 - UC-021 - Ver entrega de alumno

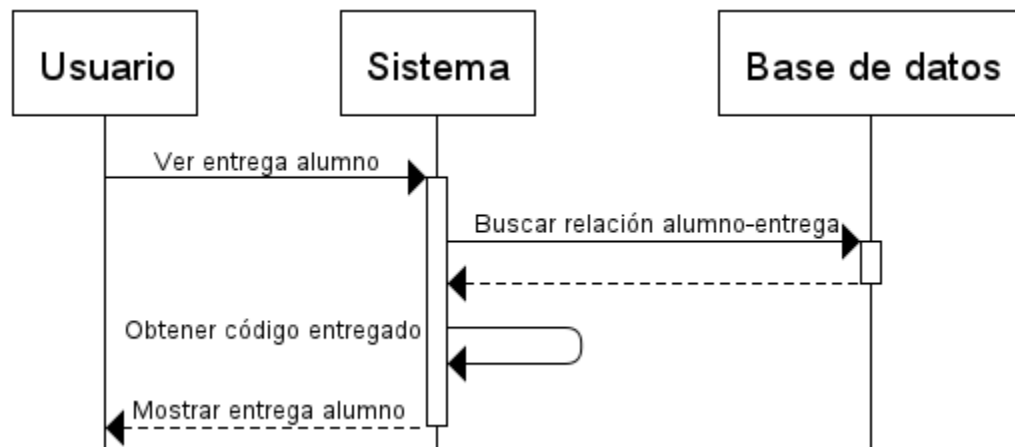


Figura 46 - UC-021 - Ver entrega de alumno

UC-022	Calificar Alumno
<b>Dependencias</b>	FRQ-020 - Seguimiento alumnos FRQ-021 - Calificación alumnos
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el profesor califique el progreso de un Tutorial por parte de un Alumno
<b>Actores</b>	- Profesor/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - El Usuario debe haber seleccionado realizar el seguimiento de un Tutorial
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario selecciona poner nota a un Alumno 2. El Sistema solicita la nota a imponer 3. El Usuario selecciona el valor entero de 0 a 10 4. El Sistema guarda la calificación del Alumno
<b>Postcondición</b>	Se ha modificado la relación del Usuario con el Tutorial
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	20 a 30 veces por cada Tutorial y curso académico

Tabla 57 - UC-022 - Calificar alumno

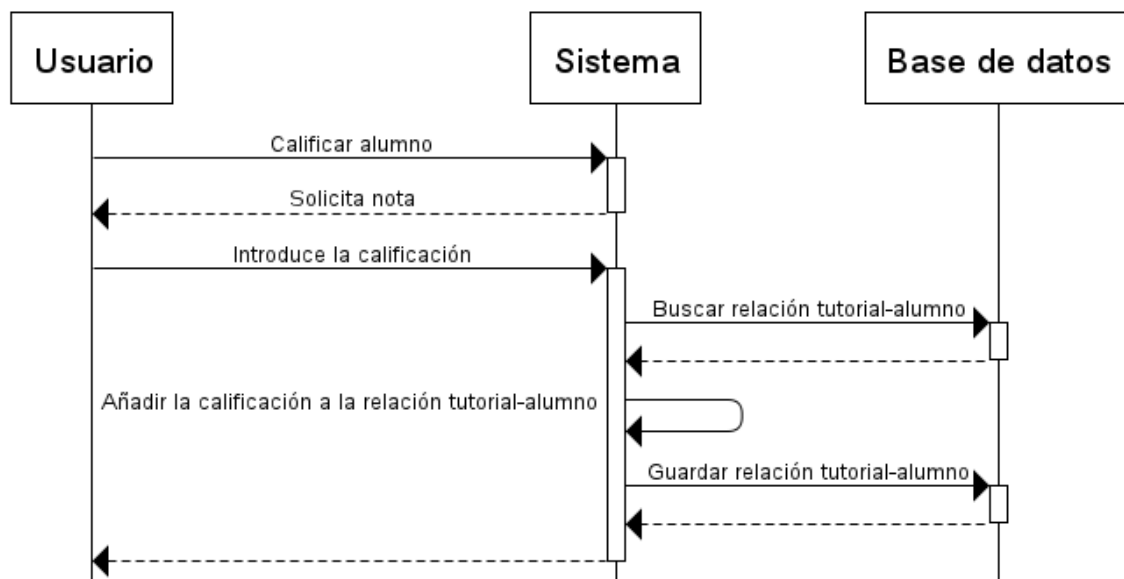


Figura 47 - UC-022 - Calificar alumno

<b>UC-023</b>	<b>Ver perfil de Usuario</b>
<b>Dependencias</b>	FRQ-020 - Seguimiento alumnos FRQ-023 - Perfiles de Usuario
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando un Usuario desee ver su perfil, o cuando un Profesor desee ver el perfil de un Alumno
<b>Actores</b>	- Alumno/a - Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario selecciona la opción de ver el perfil 2. El Sistema muestra el perfil del Usuario seleccionado con los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre, correo electrónico y Rol del Usuario</li> <li>- Nº de Tutoriales comenzados y finalizados, y su nota media de las calificaciones</li> <li>- Listado de los Tutoriales realizados, si están completados o no, y la nota dada por el Profesor</li> </ul>
<b>Postcondición</b>	Ninguna
<b>Excepciones</b>	2. Si alguna nota no existe, el Sistema la marcará como "No disponible" y el caso de uso continúa
<b>Frecuencia esperada</b>	1 a 3 veces por Usuario cada curso académico

Tabla 58 - UC-023 - Ver perfil de usuario

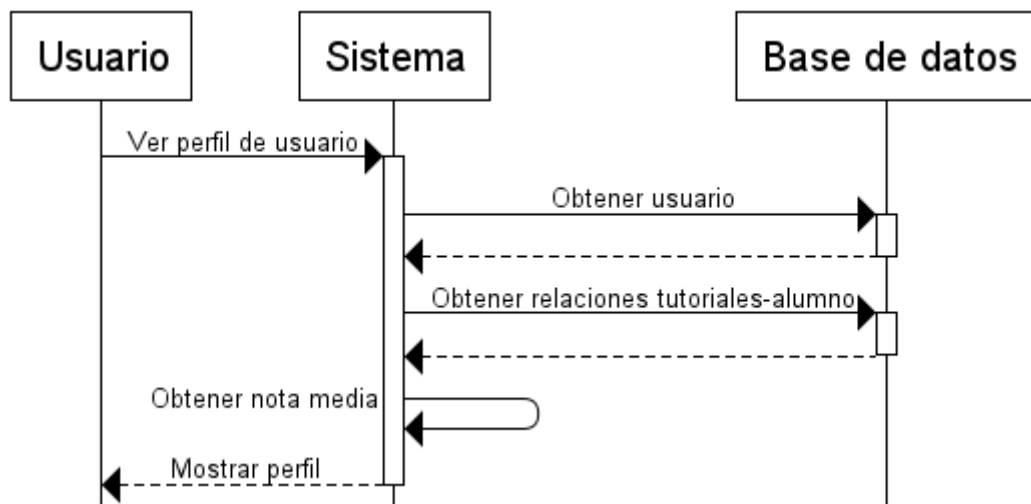


Figura 48 - UC-023 - Ver perfil de usuario

UC-024	Reordenar Tutoriales
<b>Dependencias</b>	FRQ-005 - Modificación de Tutoriales
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando se modifiquen las posiciones de los Tutoriales en el listado
<b>Actores</b>	- Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - Deben existir al menos dos Tutoriales en el Sistema
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario selecciona subir o bajar posición un Tutorial 2. El Sistema intercambia la numeración del Tutorial pulsado con el superior en el caso de una subida de posición, o con el inferior en el caso de una bajada 3. El Sistema guarda los cambios en los dos Tutoriales
<b>Postcondición</b>	Se han modificado las posiciones de los Tutoriales implicados
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	0 a 2 veces por cada creación de Tutoriales

Tabla 59 - UC-024 - Reordenar tutoriales

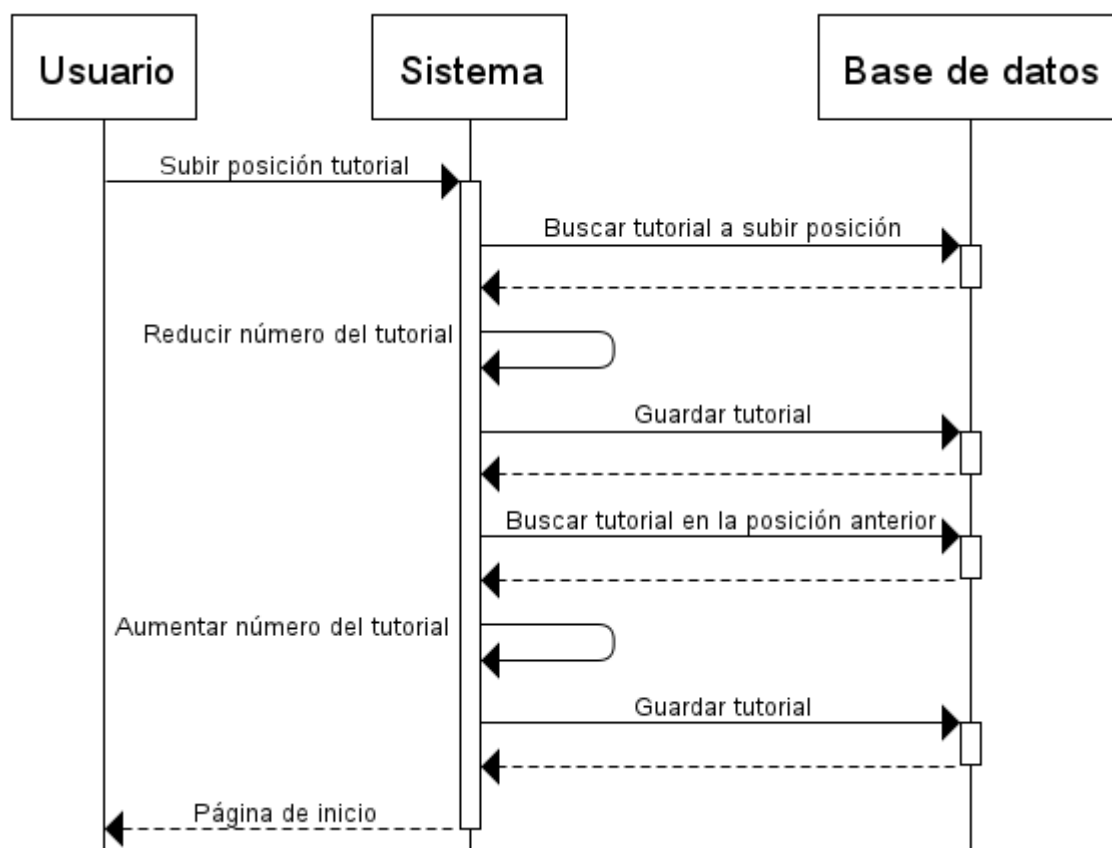
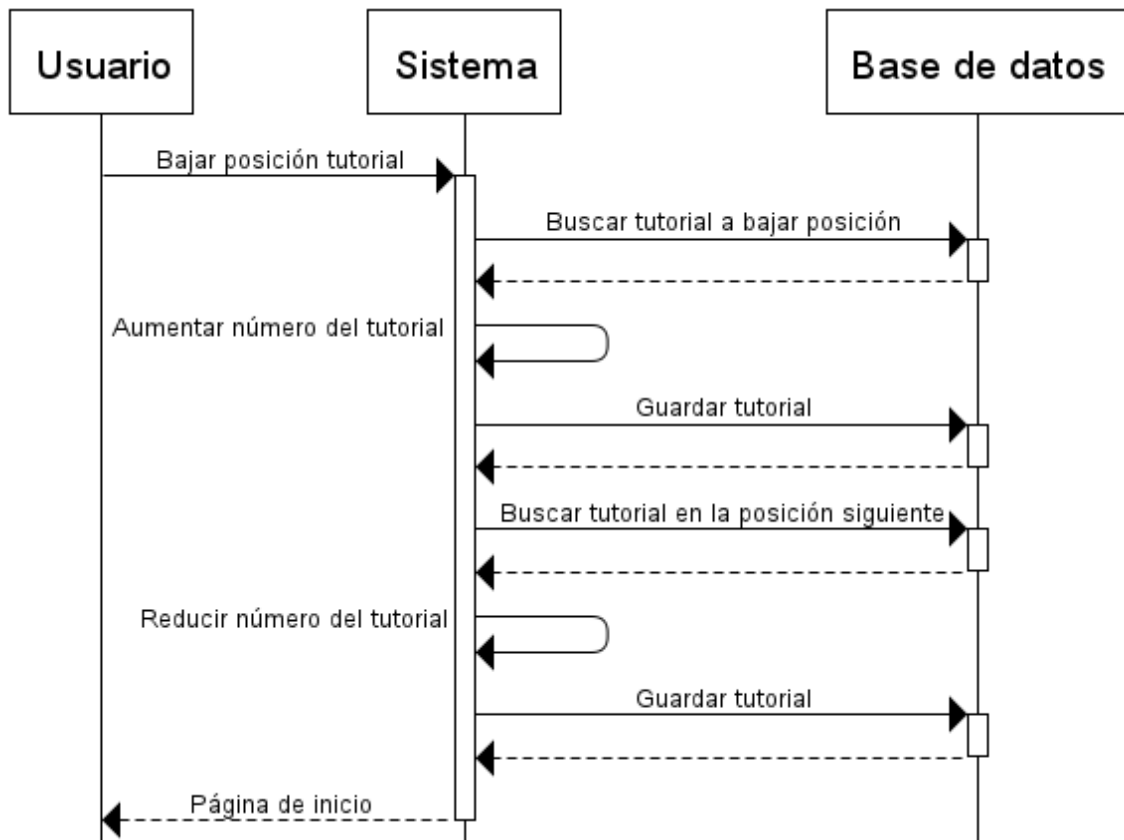


Figura 49 - UC-024 - Reordenar tutoriales - Subir posición



*Figura 50 - UC-024 - Reordenar tutoriales - Bajar posición*

UC-025	Ocultar Tutorial
<b>Dependencias</b>	FRQ-005 - Modificación de Tutoriales
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando se oculte o desoculte un Tutorial
<b>Actores</b>	- Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - Debe existir al menos un Tutorial en el Sistema
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario selecciona ocultar/activar un Tutorial 2. El Sistema cambia el estado a oculto si el Tutorial estaba activo, y a activo si estaba oculto 3. El Sistema guarda los cambios del Tutorial
<b>Postcondición</b>	Se ha modificado el estado del Tutorial
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	1 o 2 veces por cada creación de Tutorial

Tabla 60 - UC-025 - Ocultar tutorial

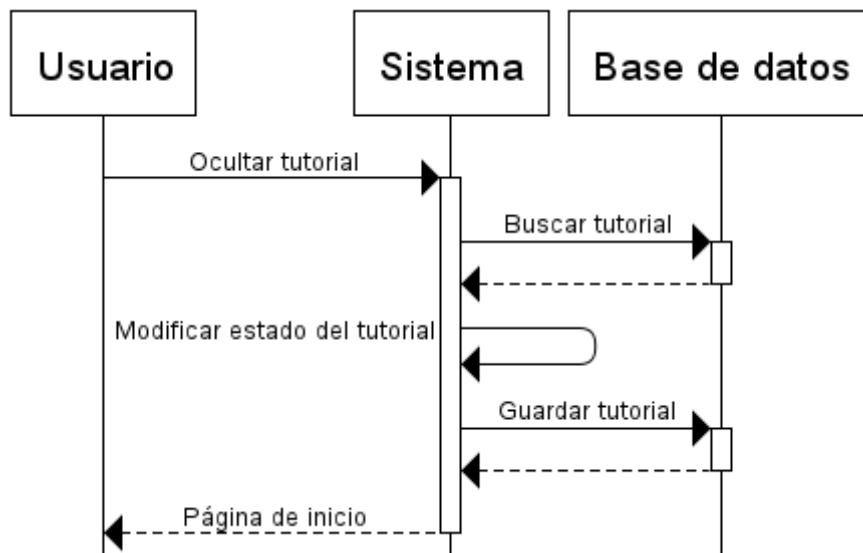


Figura 51 - UC-025 - Ocultar tutorial

<b>UC-026</b>	<b>Registrar un Usuario</b>
<b>Dependencias</b>	FRQ-002 - Registro
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Administrador desee dar de alta un único Usuario
<b>Actores</b>	- Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema
<b>Secuencia normal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Usuario selecciona dar de alta un Usuario</li> <li>2. El Sistema solicita los datos del Usuario: nombre, apellidos, email, login, contraseña + Comprobante, y su Rol</li> <li>3. El Usuario introduce los datos solicitados</li> <li>4. El Sistema recoge los datos introducidos</li> <li>5. El Sistema da de alta el nuevo Usuario</li> </ol>
<b>Postcondición</b>	Se ha creado un nuevo Usuario en el Sistema
<b>Excepciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Si el Usuario no ha introducido alguno de los campos obligatorios, el Sistema informa al Usuario, y se realiza el paso 2</li> <li>4. Si la contraseña no cumple las condiciones impuestas (al menos seis caracteres), el Sistema informa al Usuario, y se realiza el paso 2</li> <li>4. Si las contraseñas no coinciden, el Sistema informa al Usuario, y se realiza el paso 2</li> <li>5. Si se produce un error, el Sistema informa al Usuario, y el caso de uso queda sin efecto</li> </ol>
<b>Frecuencia esperada</b>	1 a 5 veces al comienzo de cada curso académico

Tabla 61 - UC-026 - Registrar un usuario

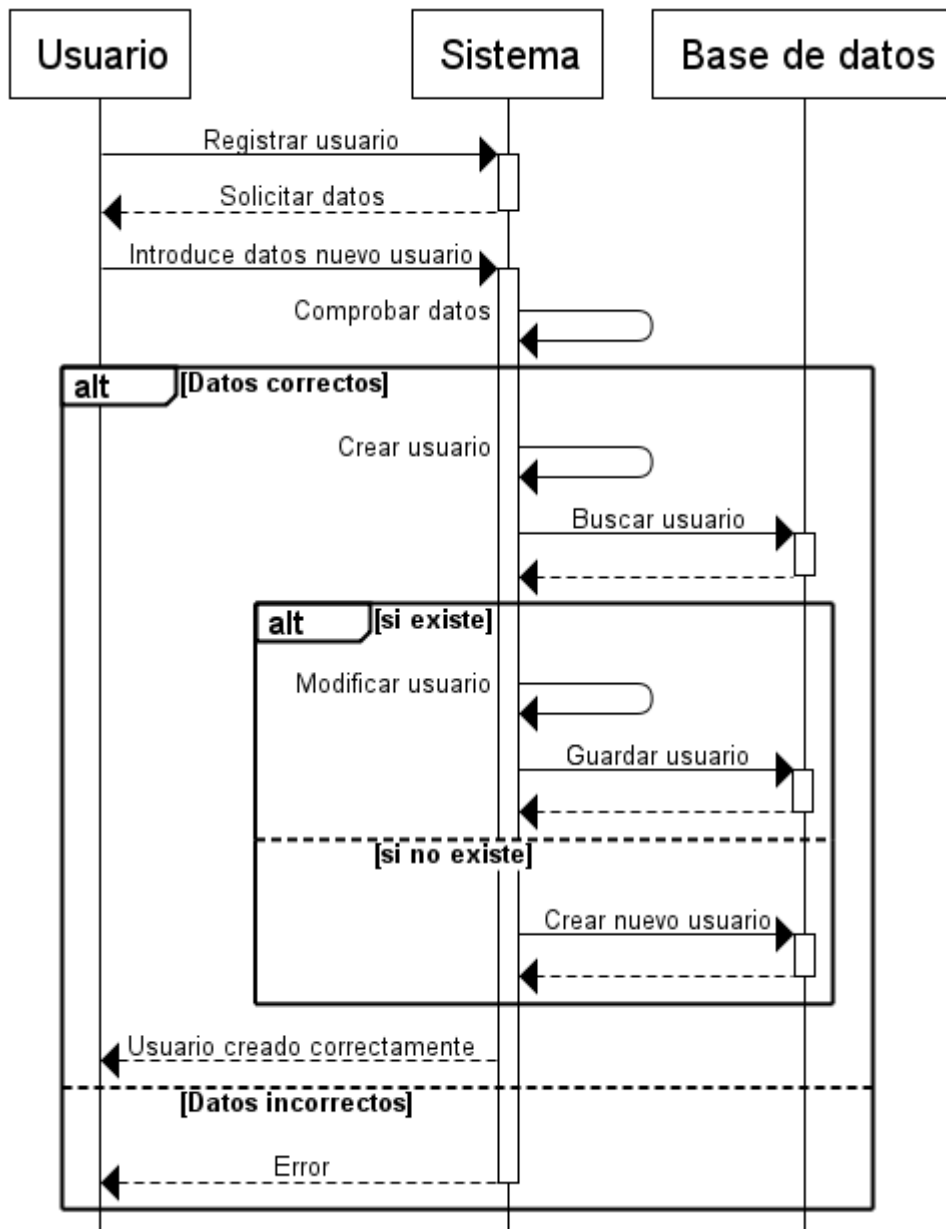


Figura 52 - UC-026 - Registrar un usuario

<b>UC-027</b>	<b>Registrar Usuarios en masa</b>
<b>Dependencias</b>	FRQ-002 - Registro
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Administrador desee dar de alta a varios Usuarios a la vez
<b>Actores</b>	- Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema
<b>Secuencia normal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Usuario selecciona dar de alta a varios Usuarios desde un CSV (fichero separado por comas)</li> <li>2. El Sistema solicita los datos de los Usuarios, dando un ejemplo de funcionamiento</li> <li>3. El Usuario introduce el listado de los Alumnos a dar de alta</li> <li>4. El Sistema recoge los datos introducidos</li> <li>5. El Sistema da de alta a los nuevos Usuarios uno a uno</li> <li>6. El Sistema informa al Usuario que se han dado de alta a los Usuarios correctamente</li> </ol>
<b>Postcondición</b>	Se han creado los Usuarios en el Sistema
<b>Excepciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Si el login de un Usuario ya existía, el Sistema modifica sus datos por los introducidos por el Usuario, y el caso de uso continua</li> <li>4. Si se produce un error, el Sistema informa al Usuario, y el caso de uso queda sin efecto</li> </ol>
<b>Frecuencia esperada</b>	1 vez al comienzo de cada curso académico

Tabla 62 - UC-027 - Registrar usuarios en masa

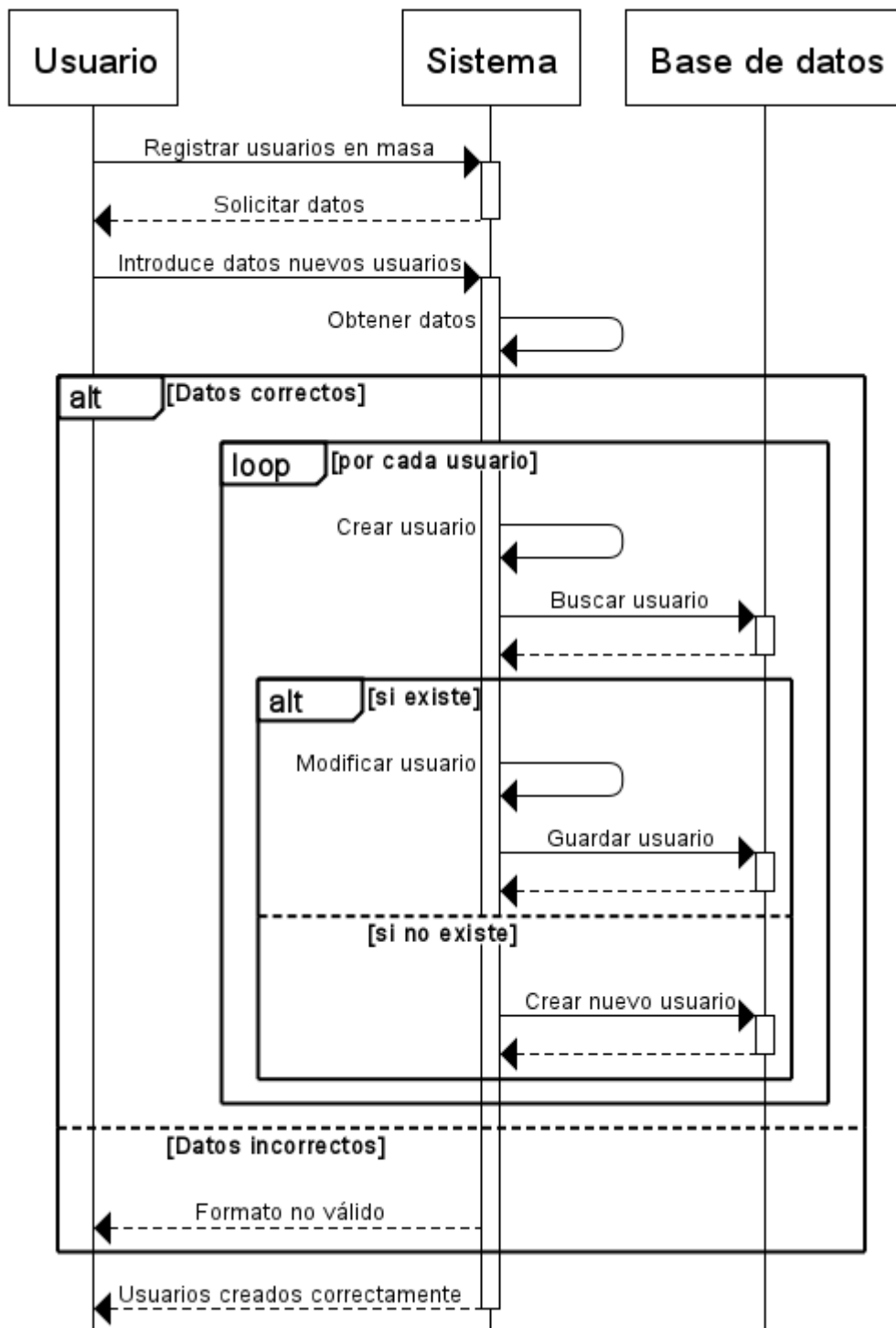


Figura 53 - UC-027 - Registrar usuarios en masa

<b>UC-028</b>	<b>Modificar datos Usuario</b>
<b>Dependencias</b>	FRQ-022 - Modificar datos de Usuario
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando se desean modificar los datos de un Usuario
<b>Actores</b>	- Alumno/a - Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario selecciona modificar el perfil 2. El Sistema muestra los datos del Usuario 3. El Usuario realiza los cambios deseados 4. El Usuario selecciona Guardar los Cambios 5. El Sistema recupera los datos a modificar 6. El Sistema guarda los datos modificados
<b>Postcondición</b>	Los datos del Usuario han sido modificados
<b>Excepciones</b>	3. Si el Usuario no tiene el Rol de Administrador, solo podrá realizar cambios en su contraseña 6. Si se produce un error, el Sistema informa al Usuario, y se realiza el paso 1
<b>Frecuencia esperada</b>	Muy baja

Tabla 63 - UC-028 - Modificar datos usuario

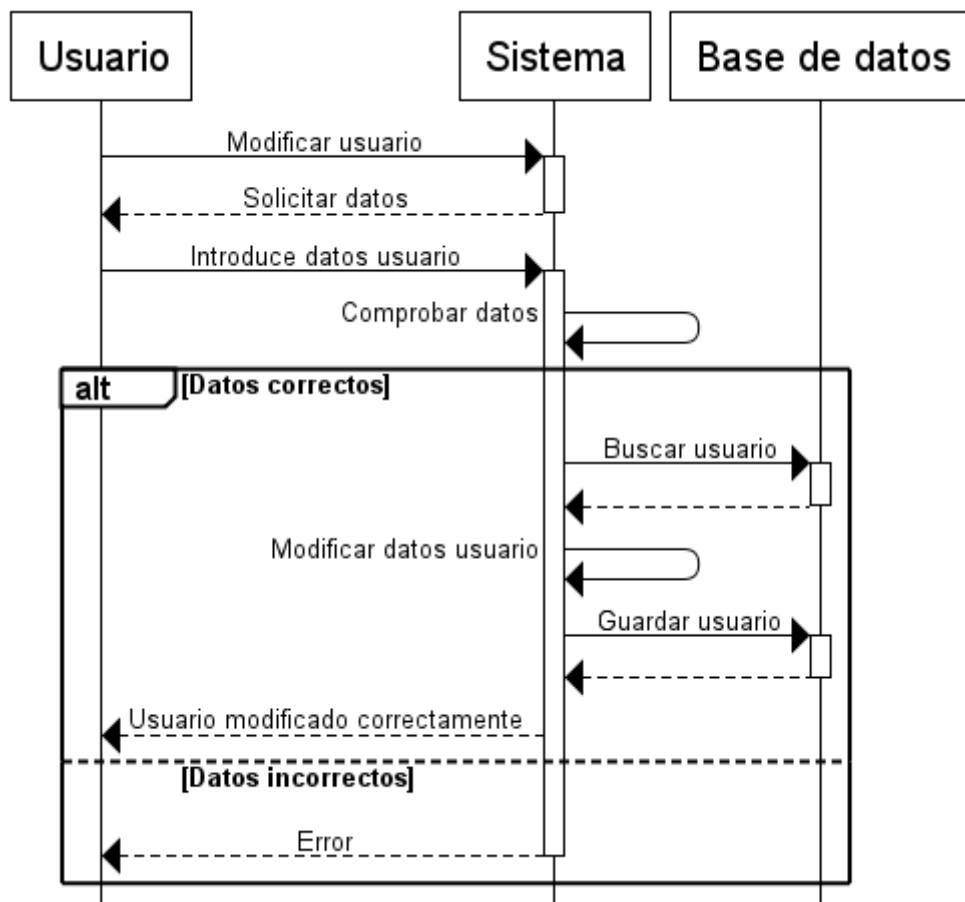


Figura 54 - UC-028 - Modificar datos usuario

UC-029	Dar de baja Usuario
<b>Dependencias</b>	FRQ-022 - Modificar datos de Usuario
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Administrador desee dar de baja a un Usuario
<b>Actores</b>	- Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema PRE2 - Debe de existir al menos un Usuario registrado en el Sistema
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario selecciona eliminar a un Usuario 2. El Sistema solicita confirmación para el dado de baja 3. El Usuario confirma la eliminación 4. El Sistema da de baja al Usuario
<b>Postcondición</b>	El Rol del Usuario se ha modificado a "dado de baja"
<b>Excepciones</b>	3. Si el actor no confirma, el caso de uso queda sin efecto
<b>Frecuencia esperada</b>	Muy baja

Tabla 64 - UC-029 - Dar de baja usuario

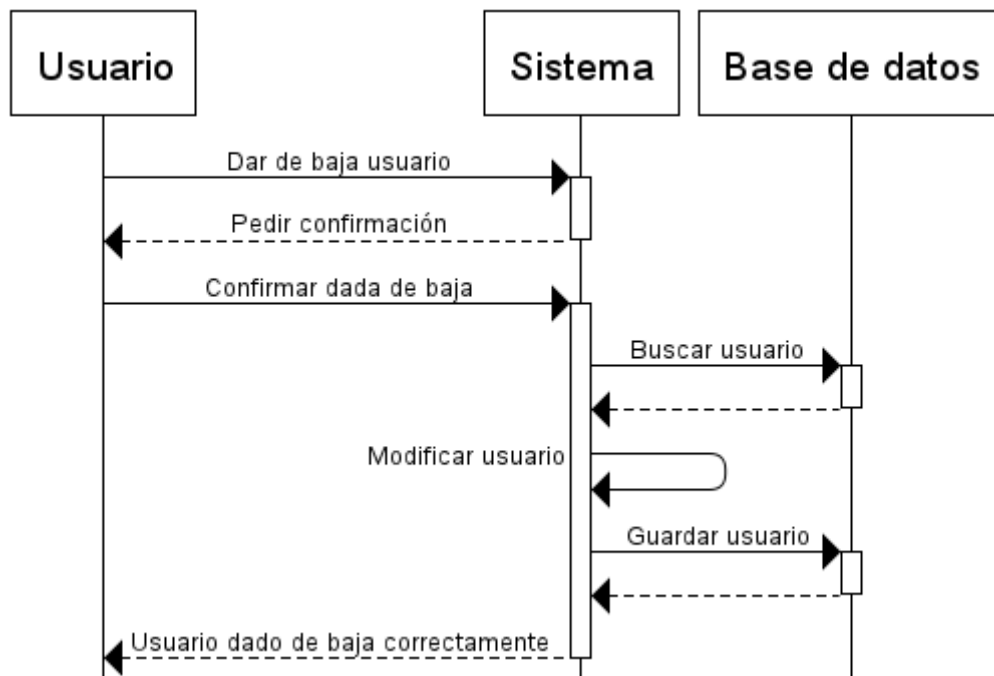


Figura 55 - UC-029 - Dar de baja usuario



<b>UC-030</b>	<b>Cerrar sesión</b>
<b>Dependencias</b>	Ninguna
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario desee cerrar la sesión con el Sistema
<b>Actores</b>	- Alumno/a - Profesor/a - Administrador/a
<b>Precondición</b>	PRE1 - El Usuario debe haber accedido al Sistema
<b>Secuencia normal</b>	1. El Usuario selecciona cerrar sesión 2. El Sistema cierra la sesión del Usuario 3. El Sistema le redirige a la página de login - UC-001
<b>Postcondición</b>	El Usuario ya no se encuentra identificado en el Sistema
<b>Excepciones</b>	Ninguna
<b>Frecuencia esperada</b>	1 vez por cada sesión del Usuario

Tabla 65 - UC-030 - Cerrar sesión

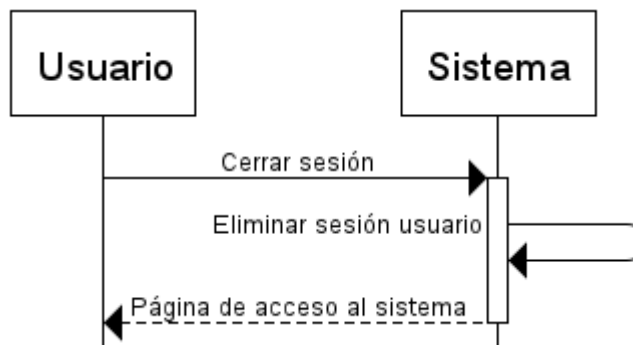


Figura 56 - UC-030 - Cerrar sesión

#### 4.4. Restricciones

Las restricciones o reglas de negocio describen las normas y políticas en el funcionamiento del sistema, en este caso se van a definir los permisos de cada rol de usuario.

<b>CRQ-001</b>	<b>Acceso</b>
<b>Descripción</b>	Si el Usuario no está registrado en el Sistema, o está marcado como dado de baja, no podrá acceder a éste

Tabla 66 - CRQ-001 - Acceso

<b>CRQ-002</b>	<b>Edición de Tutoriales</b>
<b>Descripción</b>	Sólo los Usuarios con los roles de "Profesor" o de "Administrador" serán capaces de crear y/o editar los Tutoriales

Tabla 67 - CRQ-002 - Edición de tutoriales

<b>CRQ-003</b>	<b>Gestión de Usuarios</b>
<b>Descripción</b>	Sólo el Administrador serán capaces de modificar los datos personales de los Usuarios, registrarles, o darles de baja en el Sistema

Tabla 68 - CRQ-003 - Gestión de usuarios

<b>CRQ-004</b>	<b>Acceso a Tutoriales ocultos</b>
<b>Descripción</b>	Los Alumnos no podrán acceder a los Tutoriales que estén ocultos

Tabla 69 - CRQ-004 - Acceso a tutoriales ocultos

<b>CRQ-005</b>	<b>Perfil de Usuarios privado</b>
<b>Descripción</b>	Los Alumnos no podrán ver el perfil de otros Usuarios

Tabla 70 - CRQ-005 - Perfil de usuarios privado

<b>CRQ-006</b>	<b>Seguimiento de los Tutoriales</b>
<b>Descripción</b>	Sólo los profesores podrán realizar el seguimiento de los Tutoriales y serán capaces de calificar a los Alumnos

Tabla 71 - CRQ-006 - Seguimiento de los tutoriales

<b>CRQ-007</b>	<b>Calificación de Tutoriales</b>
<b>Descripción</b>	Sólo se podrán calificar los Tutoriales que tengan al menos un Módulo de Comprobante de código o de Entrega

Tabla 72 - CRQ-007 - Calificación de tutoriales

<b>CRQ-008</b>	<b>Calificación de Alumnos</b>
<b>Descripción</b>	Sólo se podrán calificar de un Tutorial a aquellos Alumnos que al menos hayan empezado el Tutorial

Tabla 73 - CRQ-008 - Calificación de alumnos

<b>CRQ-009</b>	<b>Contenido de los Tutoriales</b>
<b>Descripción</b>	Un Tutorial debe estar formado al menos por una página, y éstas deben contener al menos un Apartado o Módulo de Teoría, y otro de Código (código básico, Comprobante, o Entrega)

Tabla 74 - CRQ-009 - Contenido de los tutoriales

## 4.5. Requisitos de información

Los requisitos de información describen qué información debe almacenar el sistema.

<b>IRQ-001</b>	<b>Usuarios</b>
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá almacenar la información correspondiente a los Usuarios, en concreto: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre</li> <li>- Apellidos</li> <li>- Correo electrónico</li> <li>- Login</li> <li>- Contraseña</li> <li>- Rol en el Sistema</li> </ul>

Tabla 75 - IRQ-001 – Usuarios

IRQ-002	Tutoriales
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá almacenar la información correspondiente a los Tutoriales o Cursos, en concreto: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Número</li> <li>- Nombre</li> <li>- Una pequeña descripción que resuma el contenido</li> <li>- Si está o no activo</li> <li>- Módulos que lo componen</li> </ul>

Tabla 76 - IRQ-002 - Tutoriales

IRQ-003	Módulo de Teoría
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá almacenar la información correspondiente a los Módulos o Apartados de Teoría en concreto: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tutorial al que pertenecen</li> <li>- Su contenido (texto HTML)</li> </ul>

Tabla 77 - IRQ-003 - Módulo de teoría

IRQ-004	Módulo de código básico
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá almacenar la información correspondiente a los Módulos de código básico, en concreto: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tutorial al que pertenecen</li> <li>- Código WebGL inicial para los Alumnos</li> </ul>

Tabla 78 - IRQ-004 - Módulo de código básico

IRQ-005	Módulo de Entrega
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá almacenar la información correspondiente a los Módulos de Entrega, en concreto: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tutorial al que pertenecen</li> <li>- Código WebGL inicial para los Alumnos</li> </ul>

Tabla 79 - IRQ-005 - Módulo de entrega

IRQ-006	Módulo Comprobante de código
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá almacenar la información correspondiente a los Módulos Comprobantes de código, en concreto: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tutorial al que pertenecen</li> <li>- Código WebGL inicial para los Alumnos</li> <li>- Código WebGL correcto</li> </ul>

Tabla 80 - IRQ-006 - Módulo comprobante de código

IRQ-007	Seguimiento
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá almacenar la información correspondiente al seguimiento de Alumnos y Tutoriales, en concreto: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alumnos que han comenzado el Tutorial</li> <li>- Alumnos que han finalizado el Tutorial por completo</li> <li>- Notas de los Alumnos</li> <li>- Datos sobre si realizaron correctamente los Comprobantes impuestos</li> <li>- Entregas de código de los Alumnos</li> </ul>

Tabla 81 - IRQ-007 – Seguimiento

## 4.6. Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales complementan a los requisitos funcionales, especificando características y restricciones al funcionamiento del sistema.

<b>NFR-001</b>	<b>Accesibilidad</b>
<b>Descripción</b>	El Sistema debe poder ser accesible a través de un navegador web.

*Tabla 82 - NFR-001 - Accesibilidad*

<b>NFR-002</b>	<b>Ejecución WebGL</b>
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá contar con una interfaz web que utilice HTML5 y permitir la ejecución del código WebGL en un canvas

*Tabla 83 - NFR-002 - Ejecución WebGL*

<b>NFR-003</b>	<b>Compatibilidad</b>
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá ser compatible con los navegadores de escritorio modernos que sean compatibles con WebGL

*Tabla 84 - NFR-003 - Compatibilidad*

<b>NFR-004</b>	<b>Identificación de Usuarios</b>
<b>Descripción</b>	Los Usuarios deberán acceder al Sistema mediante unas credenciales únicas para cada Usuario

*Tabla 85 - NFR-004 - Identificación de usuarios*

<b>NFR-005</b>	<b>Seguridad en contraseñas</b>
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá guardar las contraseñas de los Usuarios encriptadas

*Tabla 86 - NFR-005 - Seguridad en contraseñas*

<b>NFR-006</b>	<b>Permisos</b>
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá restringir las acciones a realizar por los Usuarios con diferente Rol dentro del Sistema

*Tabla 87 - NFR-006 - Permisos*

<b>NFR-007</b>	<b>Confiabilidad</b>
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá ser confiable, asegurando un funcionamiento adecuado y sin incidencias

*Tabla 88 - NFR-007 - Confiabilidad*

<b>NFR-008</b>	<b>Utilización sencilla</b>
<b>Descripción</b>	El Usuario deberá poder utilizar la aplicación sin problemas o complicaciones

*Tabla 89 - NFR-008 - Utilización sencilla*

<b>NFR-009</b>	<b>Disponibilidad</b>
<b>Descripción</b>	El Sistema deberá estar disponible para su uso las 24 horas del día, los 7 días de la semana

*Tabla 90 - NFR-009 – Disponibilidad*

## 4.7. Modelo de dominio

El sistema está formado por una serie de Cursos (tutoriales), a los que están apuntados los usuarios del sistema. Estos usuarios pueden acceder a todos los cursos, con la única excepción de los usuarios del tipo alumno que sólo acceden a los cursos no ocultos.

Los Cursos los forman una composición de Apartados, que pueden ser de tipo Teoría, Código (apartado básico), Diff (comprobante de código correcto) y de tipo Entrega.

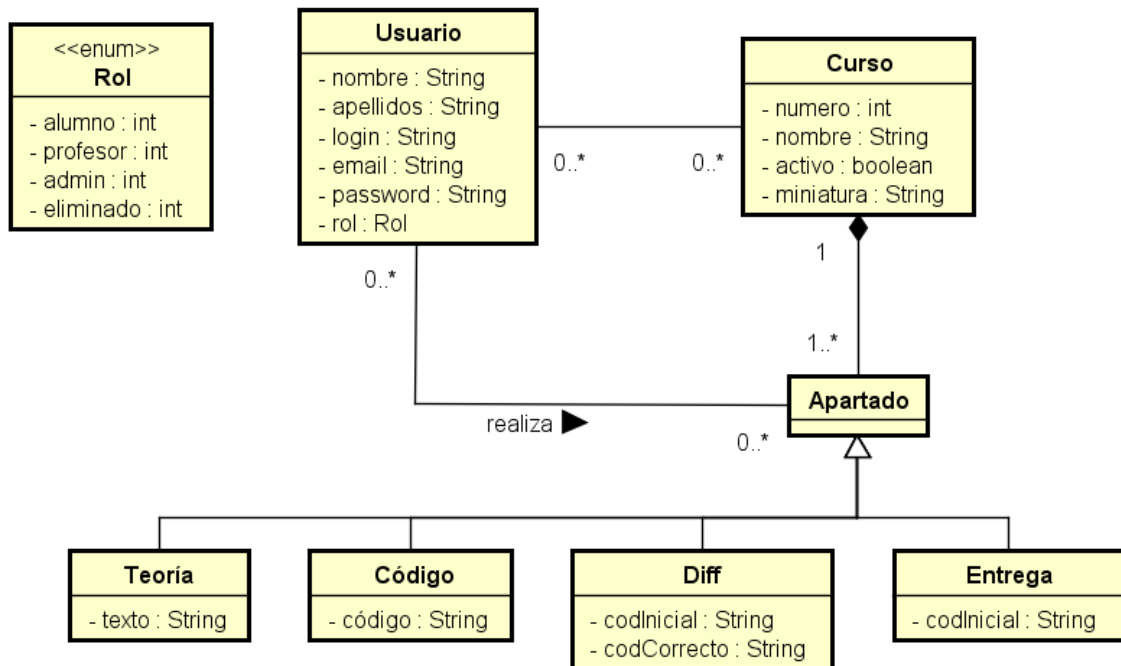


Figura 57 - Modelo de dominio del sistema

Como se observa en el diagrama, se guardarán los datos personales de los usuarios (nombre y apellidos), así como su nombre de usuario (login), email, contraseña, y el Rol al que pertenecen (Alumno, Profesor/Tutor, Administrador o dado de baja – Eliminado).

De los cursos (tutoriales) se guardará su nombre, si está activo o no (oculto), su imagen de miniatura y su número para ordenarlo en el listado.

De los apartados se guardará sus atributos característicos, en el caso de los apartados de Teoría su texto, y en el resto el código inicial que verá el alumno. En los apartados de tipo Diff (comprobante) también se guardará el código correcto sobre el cual realizar la comprobación de igualdad.



## Capítulo 5. Diseño

---

En este apartado se mostrará y explicarán la arquitectura lógica y física del sistema, así como los paquetes que componen el sistema y sus clases, y el diseño de la base de datos.

## 5.1. Arquitectura lógica

La arquitectura lógica expresa los componentes lógicos que participan en el sistema y su relación:

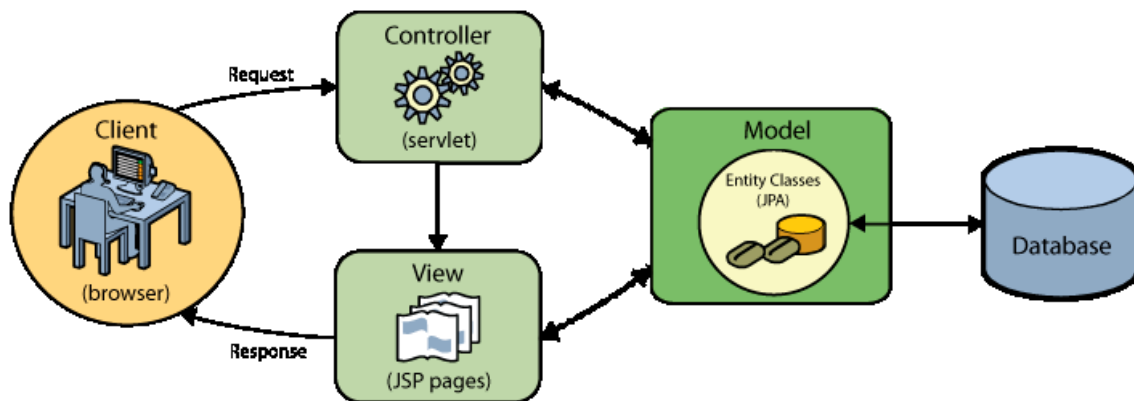


Figura 58 – Arquitectura lógica del sistema [70]

El sistema utiliza el patrón de diseño arquitectónico Modelo-Vista-Controlador (MVC) pasivo, para separar la lógica de negocio de la interfaz de usuario, facilitando así la reutilización y aumentando la flexibilidad [71].

El cliente interactúa con el sistema desde su navegador web, y realiza peticiones al controlador, formado por Servlets Java. El controlador responde al cliente devolviendo los resultados de sus peticiones, los cuales toman la forma de páginas web.

El modelo está formado por las clases Entity obtenidas de la base de datos, y será utilizado por el controlador para obtener los datos que requieren los clientes, y accedido por las páginas de la vista para poder mostrar sus valores.

## 5.2. Arquitectura física

La arquitectura física expresa los componentes físicos que participan en el sistema y su relación.

El sistema se separa entre cliente y servidor, que se comunican a través de Internet. A su vez, el servidor se divide entre el servidor de aplicaciones, donde se ejecutarán los servlets y el control de la persistencia, y el servidor de la base de datos, donde se almacenarán los datos del sistema. El cliente usará el navegador web para conectarse con el servidor, mediante el protocolo HTTP.

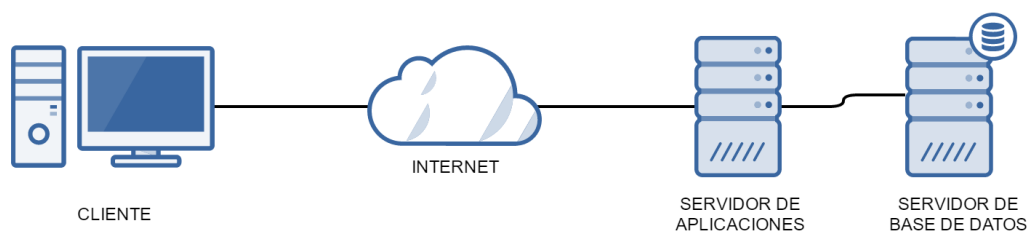


Figura 59 - Arquitectura física del sistema



### 5.3. Diagrama de diseño

Para la realización del sistema se ha utilizado el patrón Modelo-Vista-Controlador. La siguiente figura muestra los paquetes involucrados:

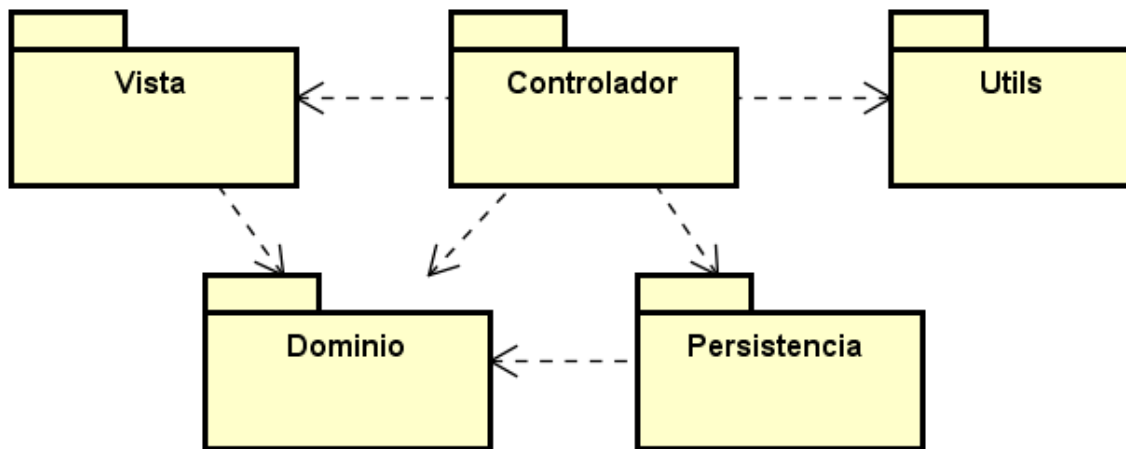


Figura 60 - Paquetes de Diseño del sistema

#### Controlador

Se han utilizado clases de tipo Servlet de Java, que gestionarán las vistas y la realización de los casos de uso del sistema. Estos Servlets serán los que controlen el acceso a la persistencia, y suministrarán a las vistas los datos a mostrar.

Los Servlets se ejecutan sobre el servidor de aplicaciones y tienen como objetivo procesar las peticiones de tipo GET y POST de los clientes, y generar una página JSP como respuesta. Los servlets utilizan sus argumentos *request* y *response* para obtener los datos de la peticiones de los usuarios y servir las respuestas [72] [73] [74] [75].

El uso de Servlets tiene las siguientes ventajas:

- **Eficiencia:** Los Servlets se cargan en memoria la primera vez que se ejecutan, y se mantienen en ésta para las futuras peticiones de los clientes, además su ejecución es multihilo [76], y ante varias peticiones simultáneas éstas se ejecutarán sobre la misma copia en memoria del Servlet.
- **Potencia:** Al estar basados en Java disponen de todas las capacidades y herramientas de esta plataforma.
- **Portabilidad:** Se ejecutan sobre una Máquina Virtual de Java, por tanto, tiene independencia de plataforma y servidor.

Siguiendo el patrón Modelo-Vista-Controlador, se utiliza un controlador por cada vista del sistema, a continuación se detallan los Servlets utilizados:

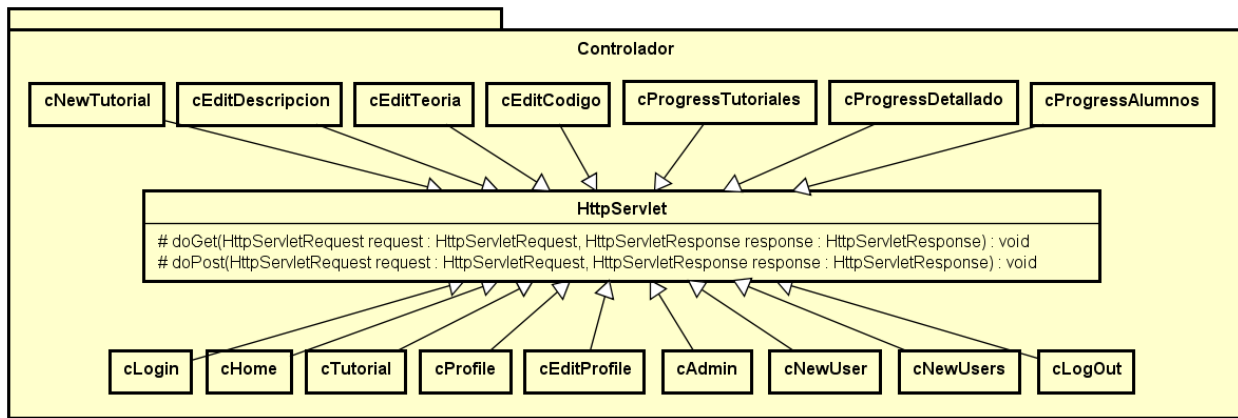


Figura 61 - Detalle del paquete Controlador

- Servlet **“cLogin”**: Controla el acceso de los usuarios a la aplicación.
- Servlet **“cHome”**: Controla la página principal de la aplicación, el listado de los tutoriales disponibles para cada rol de usuario, y sus menús.
- Servlet **“cTutorial”**: Controla todo lo relacionado con los tutoriales, paginado, control de finalización...
- Servlet **“cProfile”**: Controla el perfil de los usuarios.
- Servlet **“cEditProfile”**: Controla la modificación de los datos de los Usuarios.
- Servlet **“cNewTutorial”**: Controla la creación de nuevos tutoriales.
- Servlet **“cEditDescripcion”**: Controla la modificación de los datos de los tutoriales (nombre, descripción y miniatura).
- Servlet **“cEditTeoria”**: Controla la modificación de los módulos y apartados de teoría de los tutoriales.
- Servlet **“cEditCodigo”**: Controla la modificación de los datos de los módulos básicos de código, de los módulos de comprobantes, y de los módulos de entrega.
- Servlet **“cProgressTutoriales”**: Controla el seguimiento de la realización de los tutoriales.
- Servlet **“cProgressDetallado”**: Controla el control del seguimiento detallado de un tutorial.
- Servlet **“cProgressAlumnos”**: Controla el seguimiento del listado de todos los alumnos registrados en el sistema.
- Servlet **“cAdmin”**: Controla el menú de administración de la aplicación.
- Servlet **“cNewUser”**: Controla la dada de alta de un usuario en el sistema.
- Servlet **“cNewUsers”**: Controla el registro de usuarios en masa, a partir de un fichero de tipo CSV.
- Servlet **“cLogout”**: Controla el cierre de sesión de los usuarios en la aplicación.

Todos estos servlets tendrán comprobaciones de permisos para evitar que usuarios intenten realizar operaciones no permitidas para su rol, como por ejemplo que un alumno intente editar un tutorial.

Se utiliza el manejo de Sesiones de los Servlets para guardar la sesión del Usuario que ha accedido al sistema, para mantener sus datos a través de los diferentes Servlets y a lo largo de su utilización del sistema.

## Vista

El paquete Vista está compuesto por todas las páginas JSP que manejan la vista del sistema.

Una página JSP es una página web con formato HTML a la que se le ha incrustado código Java. Estas páginas son invocadas por los Servlets del Controlador, y actúan como Servlets, ejecutándose en el mismo servidor de aplicaciones [77] [78] [79].

El Servlet que invoca a una página JSP le envía como parámetros objetos del Dominio, con los datos a mostrar. La página JSP se ejecuta, realiza las operaciones necesarias con los datos obtenidos y se genera el código HTML que será el enviado al cliente como respuesta a su petición y que será mostrado en su navegador web.

Tiene como ventaja que primero se genera una página HTML y después se le añade funcionalidad mediante código Java. Esto hace que en la implementación se pueden separar las tareas de diseño de la interfaz a la de diseño de la funcionalidad. Además, al ser código Java, tiene las mismas ventajas que los Servlets en lo referente a eficiencia, potencia y portabilidad.

Tiene como inconveniente que cuando existe mucha funcionalidad el código se complica y se pierde claridad. Una alternativa a las páginas JSP sería generar el código HTML desde el propio Servlet de control, pero esto hace que sea una solución muy inflexible ante un cambio de vista.

A continuación se incluye el diagrama que detalla los ficheros que forman la Vista del sistema:

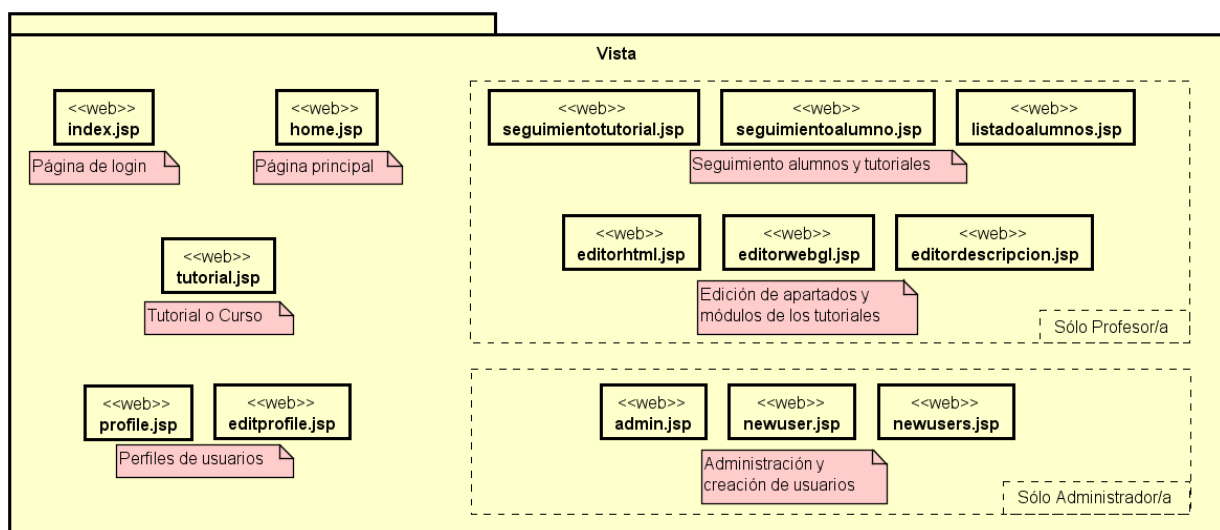


Figura 62 - Diagrama detalle de las páginas JSP que forman la Vista

- **index.jsp**: Página de acceso al sistema. Gestionado por *cLogin*.
- **home.jsp**: Página principal, lista los tutoriales disponibles en el sistema, ordenándolos según su número, mostrando su nombre, descripción, miniatura y la posibilidad de comenzar el tutorial. También incluye la opción de editar el tutorial y crear nuevos para los roles de Profesor y Administrador. Gestionado por *cHome*.
- **tutorial.jsp**: Página que muestra el tutorial y sus páginas y módulos. Gestionado por *cTutorial*.
- **profile.jsp**: Perfil de los usuarios, muestra su nombre y apellidos, correo electrónico, rol, número de tutoriales empezados y completados y la nota media obtenida y de cada uno de los tutoriales realizados. Gestionado por *cProfile*.

- **editprofile.jsp**: Página utilizada para la edición de los datos de los usuarios, nombre, apellido, email (sólo por el administrador) y contraseña. Gestionado por *cEditProfile*.
- **seguimientotutorial.jsp**: Lista los tutoriales del sistema incluyendo datos sobre cuántos alumnos le han realizado y cuántos le han finalizado. Gestionado por *cProgressTutoriales*.
- **seguimientoalumno.jsp**: Lista los alumnos que han realizado un tutorial dado, mostrando qué comprobantes han realizado correctamente, y permitiendo ver sus entregas de código y calificarles. Gestionado por *cProgressDetallado*.
- **listadoalumnos.jsp**: Lista todos los alumnos, mostrando su nota media, y la posibilidad de ver su perfil para más detalles. Gestionado por *cProgressAlumnos*.
- **editorhtml.jsp**: Página utilizada para la edición de los módulos de teoría, incluye el editor wysiHTML y la posibilidad de guardar los cambios en el módulo. Gestionado por *cEditTeoria*.
- **editorwebgl.jsp**: Página utilizada para la edición de los módulos de código básico, comprobantes y entregas. Gestionado por *cEditCodigo*.
- **editordescrpcion.jsp**: Permite la edición de la descripción de un tutorial, cambio del título y de la miniatura. Gestionado por *cEditDescripcion*.
- **admin.jsp**: Lista todos los usuarios del sistema, y permite al administrador la edición de sus datos, y su eliminación. Gestionado por *cAdmin*.
- **newuser.jsp**: Página para el dada de alta de un nuevo usuario, dando su nombre, apellidos, correo electrónico, login, contraseña y el rol que tendrá en el sistema. Gestionado por *cNewUser*.
- **newusers.jsp**: Página para el dada de alta de usuarios en masa, a partir de un texto en formato CSV (campos separados por comas). Gestionado por *cNewUsers*.

Además, se utilizan otros tres ficheros JSP utilizados para incluirlos como parte del resto de páginas, y tener una parte común a todas, y como página de error en caso de que se produzca:

- **header.jsp**: Incluye los atributos de la web (versión de HTML, título de la página...) así como los ficheros CSS y JavaScript utilizados. Es incluida en todas las páginas del sistema.
- **nav.jsp**: Incluye la barra de navegación para ser usada en el resto de páginas. Esta barra se personaliza por cada usuario (nombre) y tipo de rol (menús específicos de profesor y administrador).
- **footer.jsp**: Incluye los datos del footer de las páginas (autor y copyright).
- **error.jsp**: Página de error utilizada cuando se produce un error en el sistema o cuando un usuario intenta realizar una acción a la que no tiene permiso.

Para gestionar el paso de una vista a otra, se ha utilizado un sistema de múltiples vistas que simula una máquina de estados. El siguiente esquema precisan los estados determinados en forma de páginas JSP, por las que puede pasar el sistema mediante la intervención de un Usuario.

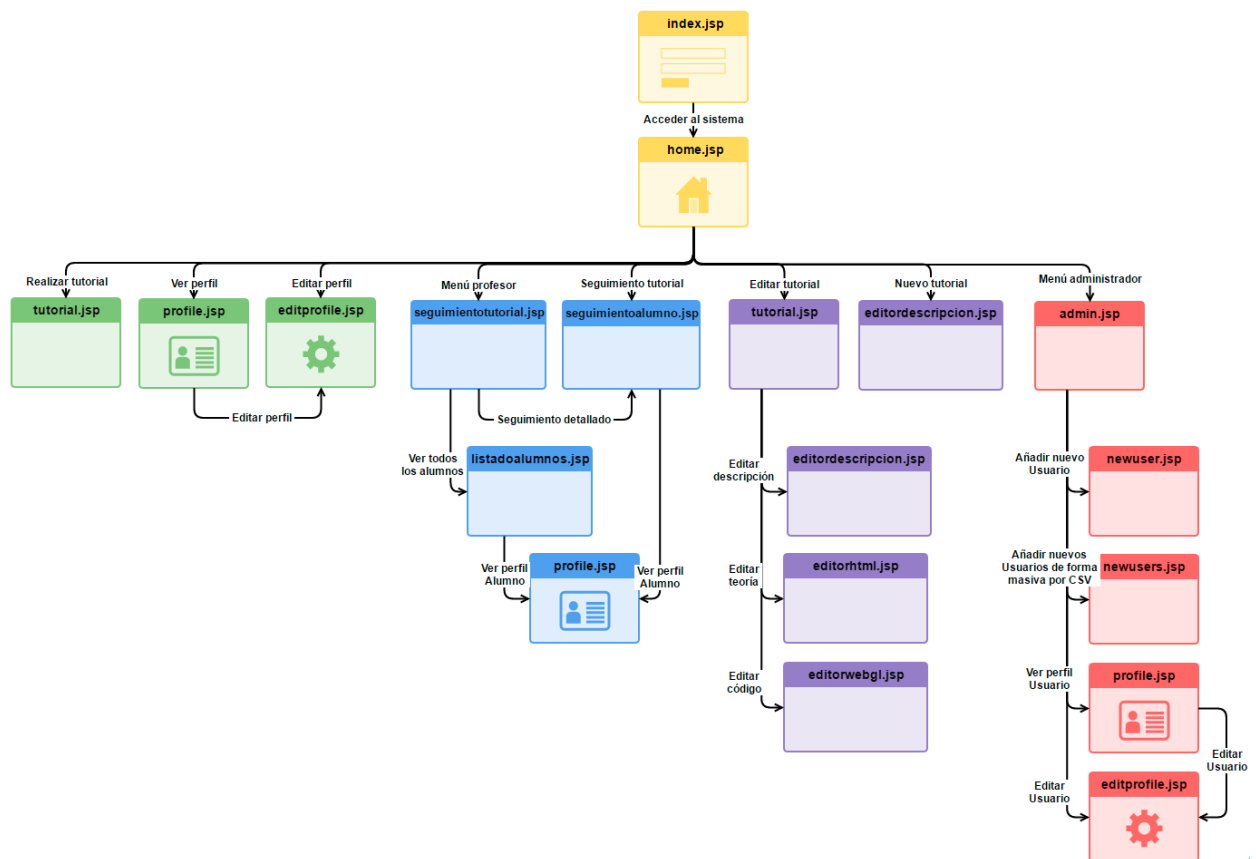


Figura 63 - Relaciones entre las vistas del sistema

## Modelo

Para la persistencia se ha utilizado Java JPA, haciendo que el acceso a la base de datos sea lo más sencilla y eficiente posible. Debido a esto, el Dominio del sistema está formado por clases de tipo Entity:

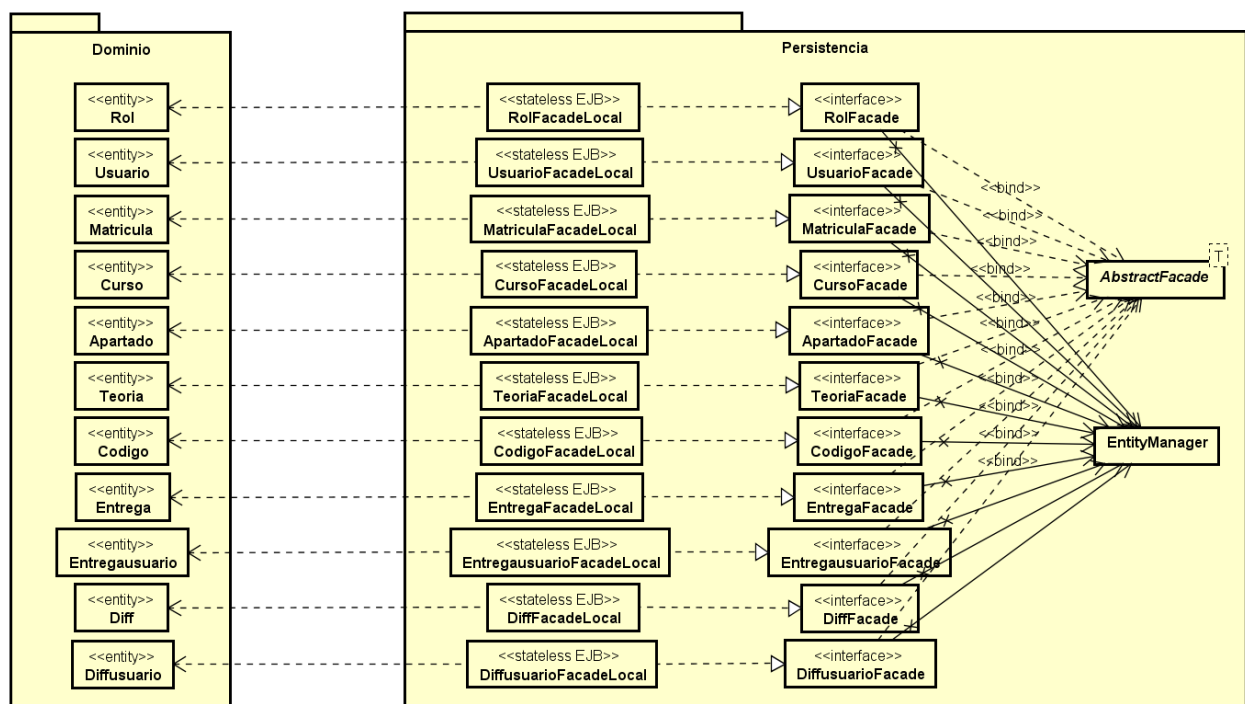


Figura 64 – Detalle de los paquetes de Dominio y Persistencia y la relación entre ambos

Y el paquete Persistencia está formado por las Facade de las clases Entity, que prestan el servicio de las operaciones CRUD de los datos de la base de datos (*Crear, Leer, Actualizar y Borrar – Create, Read, Update y Delete*) [80]:

- **Crear:** implementado en la operación *create(Entity e)*, que persiste en la base de datos la Entity pasada por argumentos como una nueva tupla.
- **Read:** implementado por la operación *Entity find( ID )*, que busca en la base de datos la tupla con ese identificador y devuelve el objeto Entity con los datos de la tupla encontrada, y por la operación *List<Entity> findAll()*, que devuelve un listado de todos los objetos Entity de esa tabla de la base de datos.
- **Update:** implementado por la operación *edit(Entity e)*, busca la tupla en la que está guardada esa Entity y actualiza sus datos.
- **Delete:** implementado por la operación *remove(Entity e)*, que borra de la base de datos la Entity pasada por argumentos.

Estas clases Entity tienen operaciones de acceso a sus datos, con forma de métodos getters y setters.

## Utils

El paquete Utils está fuera del patrón Modelo-Vista-Controlador pero es utilizado por varios Servlets del paquete Controlador como paquete de soporte. En concreto utilizan la clase Security, destinada a calcular el SHA-256 de las contraseñas de los Usuarios [81].

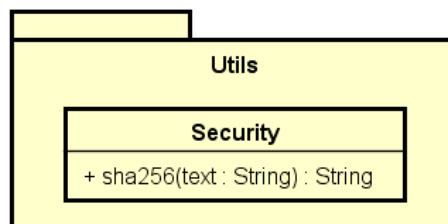


Figura 65 - Detalle del paquete Utils

El Servlet *cLogin* lo utiliza para comprobar la contraseña cuando un usuario intenta acceder al sistema, el Servlet *cEditProfile* para cambiar la contraseña de los usuarios, y los Servlets *cNewUser* y *cNewUsers* para la creación de usuarios.

## 5.4. Diseño de la base de datos

Para el diseño de la base de datos se han utilizado las reglas básicas para obtener un modelo de base de datos relacional [82]. El siguiente diagrama muestra el diseño resultante:

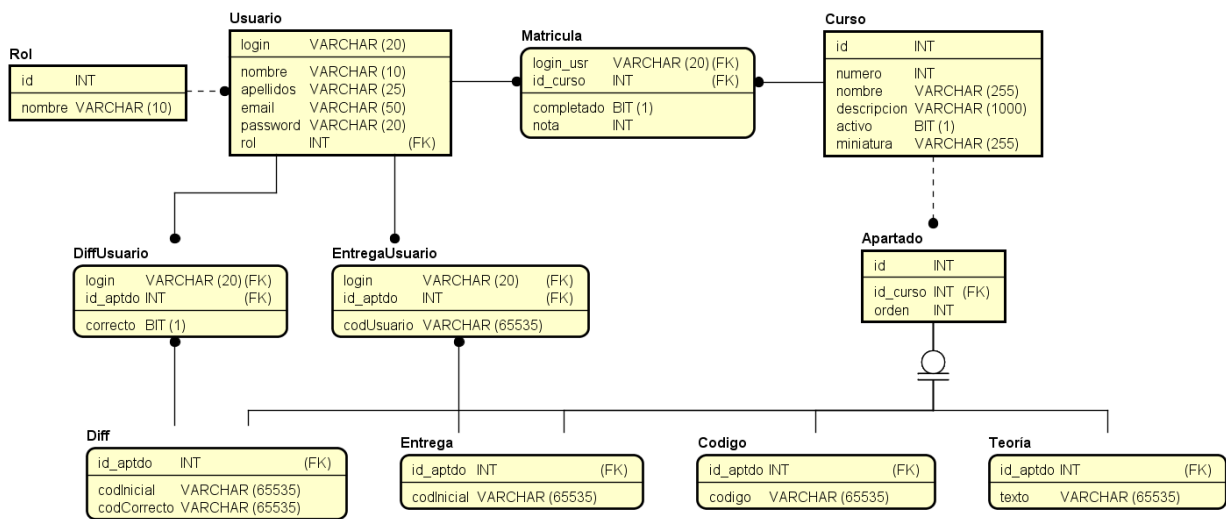


Figura 66 – Diagrama de Diseño de la Base de Datos del sistema<sup>2</sup>

Se utilizan tablas auxiliares para resolver las relaciones muchos a muchos (\* a \*) entre las entidades (Matrícula, EntregaUsuario y DiffUsuario). Estas tablas son aprovechadas para guardar información adicional que no podría ser guardada de otra forma.

En el caso de la tabla Matrícula se guarda si un alumno ha completado un curso o tutorial, y la nota que le ha puesto el profesor. En la tabla de EntregaUsuario se guarda el código entregado por el alumno, y en DiffUsuario si el código que introdujo fue correcto.

### Diccionario de datos

El diccionario de datos identifica los campos de la base de datos, su función es definir sus características y su uso en el sistema para así evitar ambigüedades [83].

Entidad: Usuario					
Usuario registrado del Sistema.					
Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Restricción	Descripción
login	VARCHAR	20	NO	PRIMARY KEY	Login del Usuario. Se usa para identificarle y para el acceso al Sistema.
nombre	VARCHAR	20	NO		Nombre del Usuario.
apellidos	VARCHAR	25	NO		Apellidos del Usuario.
email	VARCHAR	50	NO		Email del Usuario.
password	CHAR	64	NO		Contraseña del Usuario.
rol	INT	11	NO	FOREIGN KEY Rol.id	Rol del Usuario.

Tabla 91 - Diccionario de datos - Entidad: Usuario

<sup>2</sup> La base de datos reemplaza los VARCHAR (65535) por LONGTEXT, ya que tienen un límite de caracteres mucho mayor. En concreto 4.294.967.295 caracteres ( $2^{32} - 1$ ), frente a los 65.535 de VARCHAR.

Entidad: Rol					
Roles del Sistema (Alumno, Profesor, Administrador y Eliminado).					
Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Restricción	Descripción
id	INT	11	NO	PRIMARY KEY	Identificación del Rol del Usuario.
nombre	VARCHAR	10	NO		Descripción del Rol.

Tabla 92 - Diccionario de datos - Entidad: Rol

Entidad: Curso					
Cursos o Tutoriales que existen en el Sistema.					
Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Restricción	Descripción
id	INT	11	NO	PRIMARY KEY AUTO_INC	Identificación del Curso o Tutorial.
numero	INT	11	NO		Número del Tutorial. Usado para ordenar de la lista de Tutoriales.
nombre	VARCHAR	255	NO		Nombre del Tutorial.
descripción	VARCHAR	1000	SI		Breve descripción del Tutorial. Se usa como resumen para el listado.
activo	BOOLEAN	1	NO	default: false	Si el Tutorial está activo u oculto.
miniatura	VARCHAR	255	SI		URL a la imagen de la miniatura del Curso o Tutorial.

Tabla 93 - Diccionario de datos - Entidad: Curso

Entidad: Matrícula					
La matrícula relaciona los Usuarios con los Cursos o Tutoriales.					
Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Restricción	Descripción
login_usr	VARCHAR	20	NO	PRIMARY KEY FOREIGN KEY Usuario.login	Login del Usuario al que pertenece la Matrícula.
id_curso	INT	11	NO	PRIMARY KEY FOREIGN KEY Curso.id	Id del Curso al que pertenece la Matrícula.
completado	BOOLEAN	1	NO	default: false	Si el Alumno a finalizado (true) o no el Curso (false).
nota	INT	11	SI		Nota del Usuario para ese Tutorial.

Tabla 94 - Diccionario de datos - Entidad: Matrícula

Entidad: Apartado					
Apartados que componen los Cursos o Tutoriales.					
Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Restricción	Descripción
id	INT	11	NO	PRIMARY KEY AUTO_INC	Identificación del Apartado.
id_curso	INT	11	NO	FOREIGN KEY Curso.id	Id del Curso o Tutorial al que pertenece.
orden	INT	11	NO		Orden del Apartado dentro del Curso, en qué página se encuentra.

Tabla 95 - Diccionario de datos - Entidad: Apartado



Entidad: Teoría					
Apartado de Teoría.					
Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Restricción	Descripción
id_aptdo	INT	11	NO	PRIMARY KEY FOREIGN KEY Apartado.id AUTO_INC	Identificación del Apartado al que pertenece.
id_curso	INT	11	NO	FOREIGN KEY Curso.id	Id del Curso o Tutorial al que pertenece.
texto	LONGTEXT	$2^{32} - 1$	SI		Contenido del Apartado de Teoría (texto en formato HTML).

Tabla 96 - Diccionario de datos - Entidad: Teoría

Entidad: Código					
Apartado de código básico.					
Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Restricción	Descripción
id_aptdo	INT	11	NO	PRIMARY KEY FOREIGN KEY Apartado.id AUTO_INC	Identificación del Apartado al que pertenece.
id_curso	INT	11	NO	FOREIGN KEY Curso.id	Id del Curso o Tutorial al que pertenece.
codigo	LONGTEXT	$2^{32} - 1$	SI		Contenido del Apartado de Código que verá el Usuario.

Tabla 97 - Diccionario de datos - Entidad: Código

Entidad: Entrega					
Apartado de entrega de código.					
Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Restricción	Descripción
id_aptdo	INT	11	NO	PRIMARY KEY FOREIGN KEY Apartado.id AUTO_INC	Identificación del Apartado al que pertenece.
id_curso	INT	11	NO	FOREIGN KEY Curso.id	Id del Curso o Tutorial al que pertenece.
codInicial	LONGTEXT	$2^{32} - 1$	SI		Contenido del Apartado de Código que verá el Usuario. Hará cambios sobre éste y hará una Entrega.

Tabla 98 - Diccionario de datos - Entidad: Entrega

Entidad: EntregaUsuario					
Relaciona una entrega con un Usuario.					
Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Restricción	Descripción
login	VARCHAR	20	NO	PRIMARY KEY FOREIGN KEY Usuario.login	Identificación del Usuario al que pertenece la Entrega.
id_aptdo	INT	11	NO	PRIMARY KEY FOREIGN KEY Entrega.id_aptdo	Identificación de la Entrega.
codUsuario	LONGTEXT	2 <sup>32</sup> - 1	SI		Contenido del código que ha entregado el Usuario.

Tabla 99 - Diccionario de datos - Entidad: EntregaUsuario

Entidad: Diff (Comprobante)					
Apartado de Comprobante de código.					
Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Restricción	Descripción
id_aptdo	INT	11	NO	PRIMARY KEY FOREIGN KEY Apartado.id AUTO_INC	Identificación del Apartado al que pertenece.
id_curso	INT	11	NO	FOREIGN KEY Curso.id	Id del Curso o Tutorial al que pertenece.
codInicial	LONGTEXT	2 <sup>32</sup> - 1	SI		Contenido del Apartado de Comprobante que verá el Usuario inicialmente, y sobre el cual realizará cambios hasta obtener el código correcto.
codCorrecto	LONGTEXT	2 <sup>32</sup> - 1	SI		Código correcto del Apartado de Comprobante.

Tabla 100 - Diccionario de datos - Entidad: Diff (Comprobante)

Entidad: DiffUsuario					
Relaciona un Comprobante con un Usuario.					
Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Restricción	Descripción
login	VARCHAR	20	NO	PRIMARY KEY FOREIGN KEY Usuario.login	Identificación del Usuario al que pertenece el Comprobante.
id_aptdo	INT	11	NO	PRIMARY KEY FOREIGN KEY Entrega.id_aptdo	Identificación del Comprobante.
correcto	BOOLEAN	1	NO	default: false	Si el alumno ha realizado el Comprobante de forma correcta (true) o no (false).

Tabla 101 - Diccionario de datos - Entidad: DiffUsuario





## **Capítulo 6. Implementación**

---

En este apartado se va a detallar cómo se ha implementado el proyecto.

Para la fase de implementación se ha utilizado el mismo ordenador como cliente y como servidor, por lo tanto, en la arquitectura física para la fase de implementación se incluyen el navegador web (parte cliente), el servidor de aplicaciones y el servidor de base de datos:

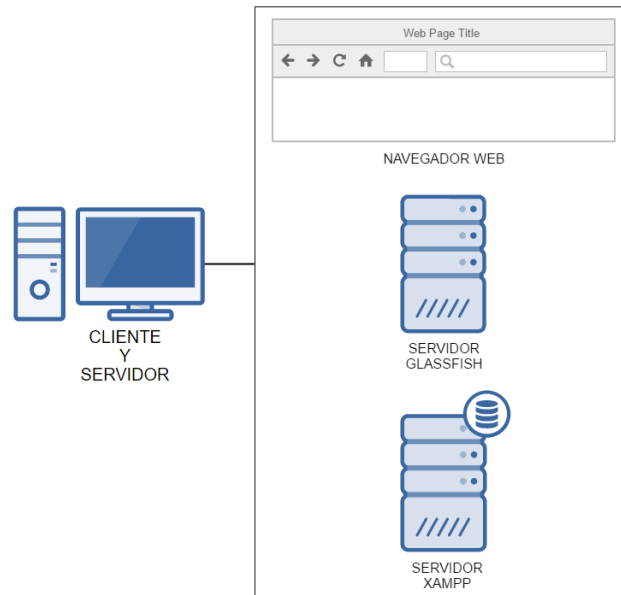


Figura 67 - Arquitectura física del sistema en fase de implementación

El proyecto se ha implementado utilizando el IDE NetBeans 8.0, utilizando el servidor de aplicaciones GlassFish 4.1 integrado en éste, y el servidor XAMPP 5.6.15 como servidor de MySQL bajo Windows.

El primer paso para implementar el proyecto fue obtener el código SQL para la creación de las tablas de la base de datos. Para ello se generó el código SQL a partir diagrama de entidad relación anterior (ver Figura 66) desde la herramienta Astah [84] [85], y se modificó para ajustarlo a las necesidades del sistema: claves primarias con AUTO INCREMENT y atributos con el tipo de dato VARCHAR(65535) por LONGTEXT, para conseguir un mayor límite de caracteres. Tras esto se desplegó la base de datos en el servidor XAMPP.

Una vez desplegada la base de datos, se configuró el IDE NetBeans para realizar una conexión a ésta, mediante MySQL Connector [86]. Después se creó un proyecto de tipo Java Class Library y se obtuvieron las clases de tipo Entity desde la base de datos [87].

Una vez obtenidas las clases Entity, se crea un proyecto de tipo Java Enterprise Application, conteniendo un módulo WAR que se usará para la creación más adelante de la vista. Se generan las Session Beans para las clases Entity, obteniéndose las clases Facade para el acceso a la base de datos (ver Figura 64).

Todas estas clases Facade implementan la clase abstracta *AbstractFacade*, que detalla la implementación de las operaciones CRUD (ver página 102), y utilizan el EntityManager para el acceso directo a la base de datos.

Las clases Entity definen los getters y setters de los atributos de las tablas que referencian [88], así como las relaciones con otras clases de tipo Entity, teniendo en cuenta la relación que tienen en la base de datos.

Al obtener un objeto Entity el Facade de su clase obtiene ese objeto y todos los relacionados, para así evitar accesos posteriores a la base de datos. Además, estos objetos se mantienen en caché para que las próximas solicitudes no tengan que acceder a la base de datos.

Con los paquetes Dominio y Persistencia conseguidos, se comenzaron a implementar los Servlets en el paquete Controlador, y las páginas JSP de la Vista.

Las vistas del sistema se crearon utilizando páginas JSP buscando la reutilización máxima posible, y ayudándose del framework Bootstrap para la estructura y los estilos de las webs.

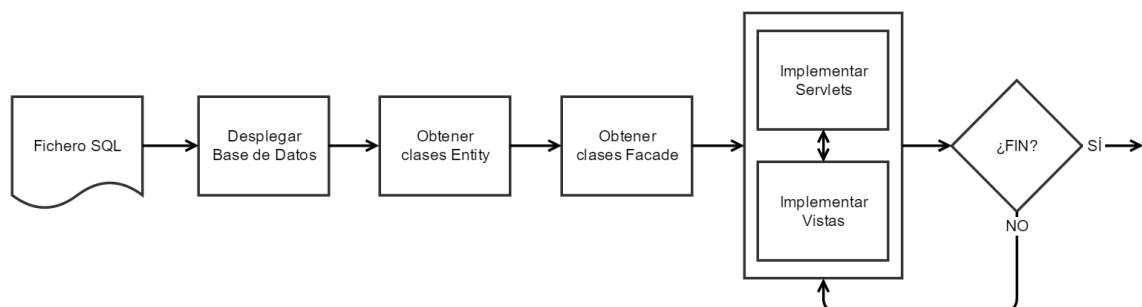


Figura 68 - Pasos dados para la implementación del sistema

Para ayudar a los servlets del paquete Controlador, se utiliza el paquete transversal Utils, que incluye operaciones para el encriptado de las contraseñas de los usuarios. En concreto la operación `String sha256(String text)`, que devuelve el resultado del algoritmo de encriptación SHA-256 de un String pasado por argumentos [81] [89]. Esto da como resultado un String de 64 caracteres [90] y será el que se guarde como contraseña del usuario en la base de datos.

```

/**
 * @param texto
 * @return el valor sha-256 de ese texto
 * @throws NoSuchAlgorithmException
 */
public static String sha256(String texto) throws NoSuchAlgorithmException{

    // Obtiene un objeto MessageDigest que implementa el algoritmo SHA-256
    MessageDigest md = MessageDigest.getInstance("SHA-256");

    // Calcula el HASH del String dado por argumentos
    md.update(texto.getBytes());

    // Se obtiene el array de bytes del resultado
    byte byteData[] = md.digest();

    // Se convierte a formato Hexadecimal
    StringBuilder sb = new StringBuilder();
    for (int i = 0; i < byteData.length; i++) {
        sb.append(Integer.toString((byteData[i] & 0xff) + 0x100, 16).substring(1));
    }

    // Se devuelve el String resultado
    return sb.toString();
}

```

Esta operación se utiliza para el dado de alta de nuevos usuarios y para comprobar si la contraseña de acceso de un usuario coincide con la contraseña guardada en la base de datos.

Además de utilizar Bootstrap para la estructura y los estilos, se han utilizado dos plugins para los editores de texto y de código, que modifican el estilo y el comportamiento de los textarea:

- wysihtml5 [91] como editor de texto, que ayudará al profesor a poder crear y modificar los apartados de teoría de una manera más sencilla, cambiar el tamaño de la fuente, crear listas, adjuntar imágenes...
- CodeMirror [92] como editor de código, éste incluye la numeración de las líneas de código, el coloreado de los comentarios, palabras reservadas, variables...

Para la ejecución del código WebGL, se utiliza el Servlet Java junto con JavaScript [93] para obtener el código del usuario y adjuntarlo a la página web para que así se ejecute el script. Para ello hay que eliminar la protección para evitar ataques XSS (Cross-site scripting) [94] [95], ya que ésta bloqueaba la ejecución de los scripts al reenviar al navegador el código enviado por el navegador.

```
// Para saltarse la protección de algunos navegadores de
// enviar y recibir código JavaScript
response.setHeader("X-XSS-Protection", "0");
```

Se ha establecido un mecanismo mediante JavaScript, el cual, tras la primera ejecución del código, y si el usuario no ha modificado el código, la reejecución no hace que se envíe el código al Servlet, sino que se vuelve a ejecutar desde el código incorporado en la página. Esto mejora el tiempo de respuesta ante varias ejecuciones seguidas del mismo código, y hace que no se sobrecargue el servidor.

Para el dado de alta de usuarios de forma masiva por parte del Administrador se ha utilizado la librería OpenCSV [96], que recoge un fichero de valores separado por comas (CSV) [97] con el listado de los usuarios y entre en un bucle, obteniendo los datos introducidos línea a línea, generando los objetos Entity de los usuarios y creándoles (o modificándoles si ya existían) en la base de datos.







## **Capítulo 7. Tecnología utilizada**

---

Este apartado tiene como finalidad explicar la tecnología utilizada para la implementación del proyecto, lenguajes, APIs, frameworks, IDEs y servidores.

## 7.1. Java

Java es un lenguaje de programación multiplataforma, orientado a objetos e imperativo que fue creado en 1995 por Sun Microsystems (actualmente pertenece a Oracle Corporation). La última versión estable es Java 8 [98] [99].

Las aplicaciones Java se compilan a bytecode, y éste podrá ser ejecutado en cualquier máquina virtual Java (JVM) sin importar la arquitectura del ordenador donde se ejecuta.

Java es el lenguaje de programación más popular, con un share del 24% [100], y existen más de 9 millones de desarrolladores mundialmente [101].



Figura 69 - Logotipo de Java

## 7.2. MySQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto. MySQL fue inicialmente desarrollado por MySQL AB, y actualmente es propiedad de Oracle Corporation.

Fue lanzado en 1995 y actualmente la última versión estable es la 5.7.13. Está escrito en C y C++, y es multiplataforma, compatible con los sistemas operativos Windows, Linux, OS X... [102] [103].



Figura 70 - Logotipo de MySQL

MySQL es el segundo gestor de bases de datos más utilizado, con un 22.6% de share [104], y es utilizado para aplicaciones web, y proyectos que necesiten un gestor de bases de datos completo.

## 7.3. HTML

HTML (HyperText Markup Language) es el lenguaje estándar para la elaboración de páginas web. Este estándar define la estructura básica y el código para la definición de los contenidos de una web, como son texto, imágenes, vídeos... [105] [106]

Este estándar está controlado y generado por el World Wide Web Consortium o W3C [107] y actualmente se encuentra en su versión HTML5.

HTML5 incluye nuevas etiquetas frente a HTML4, como son `<header>`, `<footer>`, `<section>`, `<video>` o `<canvas>` [108]. Es ésta última, `<canvas>`, la que permite mostrar el resultado de scripts de renderizado de imágenes y gráficos como WebGL [109].



Figura 71 - Logotipo de HTML5

## 7.4. CSS

CSS (Cascade Style Sheets) es un lenguaje de hojas de estilo utilizado para describir cómo se va a mostrar un documento HTML en la pantalla. CSS está diseñado para permitir la separación del contenido del documento de la presentación o interfaz (disposición, fuentes, colores...) [110] [111] [112].

El estándar de CSS está controlado por el World Wide Web Consortium o W3C [107], fue lanzado en 1996, y actualmente se encuentra en la versión CSS3.



Figura 72 - Logotipo de CSS3

## 7.5. JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación interpretado, que utiliza la especificación del lenguaje ECMAScript [113]. Se utiliza en el lado del cliente y se ejecuta en el navegador web, permitiendo realizar mejoras en la interfaz de usuario o realizar páginas web dinámicas [114] [115].

Fue inicialmente lanzado en 1995, y su última versión utiliza el estándar ECMAScript 6 [116].

Para la ejecución en el navegador, el código JavaScript debe de estar rodeado de las etiquetas `<script>` `</script>`.



Figura 73 - Logotipo de JavaScript

## 7.6. Java Persistence API

También denominada JPA, es el API para la persistencia de Java Enterprise Edition. Es un framework para Java que maneja los datos relacionales de la base de datos.

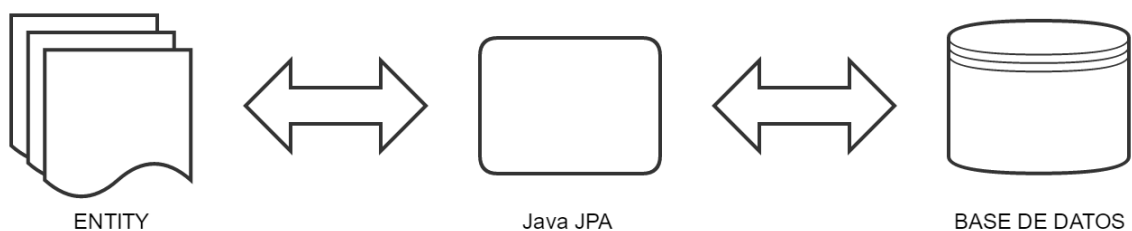


Figura 74 - Arquitectura de Java Persistence API

Java JPA utiliza el mapeo objeto-relacional [117] para convertir los datos de una base de datos relacional en clases de tipo Entity, y así utilizar las ventajas de la orientación a objetos. Una clase Entity es una clase cuyo estado está almacenado en una tabla de una base de datos relacional. [118] [119] [120]

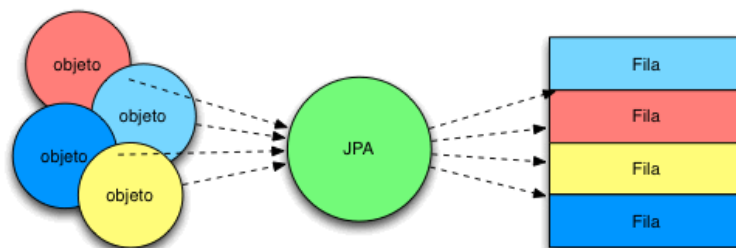


Figura 75 - Mapeo objeto-relacional de JPA [121]

El uso de Java JPA tiene la ventaja que permite un desarrollo más rápido, mejora el mantenimiento del software y además se evita tener que escribir consultas en el dialecto SQL de la base de datos que se esté utilizando [122] [123].

Java JPA utiliza JPQL (Java Persistence Query Language) para hacer consultas a las clases Entity guardadas en la base de datos. Soporta operaciones de SELECT, UPDATE y DELETE. [124]

## 7.7. NetBeans

NetBeans es un entorno de desarrollo gráfico o IDE, de código abierto y programado en Java. Soporta el desarrollo de todos los tipos de aplicación Java (J2SE, Java EE, web, EJB y aplicaciones móviles), y también otros lenguajes como PHP, C/C++ y HTML5 [125] [126].



Figura 76 - Logotipo de NetBeans

NetBeans es el quinto IDE más utilizado, con un 5.7% de share [127] y actualmente se encuentra en su versión 8.1 [128].

## 7.8. GlassFish

GlassFish es un servidor de aplicaciones de software libre que utiliza las tecnologías de Java Enterprise Edition y permite ejecutar aplicaciones que sigas esas especificaciones (JPA, servlets...).

Fue lanzado en 2005 por Sun Microsystems y actualmente se encuentra en su versión 4.1.1, soportado y desarrollado por Oracle Corporation [129] [130] [131].



Figura 77 - Logotipo de GlassFish

## 7.9. XAMPP

XAMPP es un servidor multiplataforma de software libre que contiene un gestor de bases de datos MariaDB (fork de MySQL) [132], el servidor web Apache y los intérpretes para los scripts de PHP y Perl. También incluye phpMyAdmin para la gestión del servidor y de las bases de datos [133] [134].

Es desarrollado por Apache Friends, fue lanzado en 2002 y actualmente se encuentra en su versión 7.0.6 [135] [136].



Figura 78 - Logotipo de XAMPP

## 7.10. Twitter Bootstrap

Bootstrap es un framework de código abierto para el diseño de aplicaciones y páginas web. Contiene plantillas HTML y CSS con tipografías, formularios, botones, cuadros, menús de navegación... así como extensiones de JavaScript para funciones adicionales.

Bootstrap es compatible con los navegadores modernos y soporta diseño adaptativo o responsive [137] y diseño adaptado a navegadores móviles.



Figura 79 - Logotipo de Bootstrap

Bootstrap usa una cuadrilla estándar de 940 píxeles de ancho, y proporciona hojas de estilo CSS para todos los componentes HTML que proporcionan uniformidad al diseño de la web [138] [139] [140].

## 7.11. CodeMirror

CodeMirror es un editor de código basado en JavaScript. Soporta más de 100 lenguajes de programación, atajos de teclado, coloreado de variables y palabras reservadas. CodeMirror es un proyecto de código abierto y es soportado por todos los navegadores modernos. [92]



Figura 80 - Logotipo de CodeMirror

```

1 function findSequence(goal) {
2   function find(start, history) {
3     if (start == goal)
4       return history;
5     else if (start > goal)
6       return null;
7     else
8       return find(start + 5, "(" + history + " + 5)") ||
9              find(start * 3, "(" + history + " * 3)");
10  }
11  return find(1, "1");
12 }
```

Figura 81 - Demo de CodeMirror

## 7.12. WysiHTML

WysiHTML es un editor de texto de tipo WYSIWYG (“*What You See Is What You Get*” – “*Lo que ves es lo que obtienes*”) [141] [142], que permite al usuario escribir un documento o texto viendo directamente el resultado final, y generar una salida de texto HTML [91].

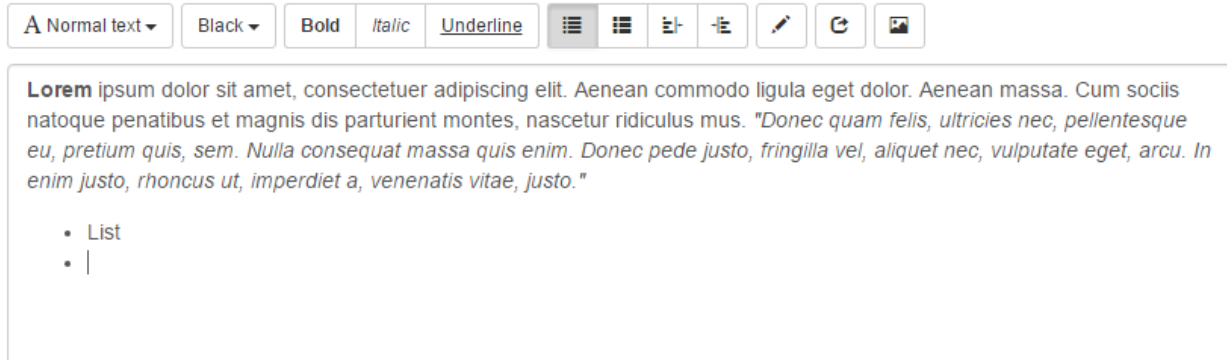


Figura 82 – Demo del editor de texto WysiHTML

WysiHTML dispone las opciones de cambiar el tamaño del texto, el tipo de fuente, crear listas, añadir enlaces e imágenes, y modificar el código HTML.

## 7.13. OpenCSV

OpenCSV es una librería de código abierto para Java, utilizada para el análisis sintáctico [143] de ficheros de valores separados por comas (CSV) [96] [97].

Permite obtener los valores línea a línea de la entrada, y utilizarlos para construir los objetos con los valores de la entrada. También tiene opciones para modificar el separador (“;”, “,”, *espacios...*), crear ficheros CSV desde objetos...



Figura 83 - Icono de un fichero CSV







## Capítulo 8. Pruebas

---

Este apartado detalla las pruebas que se han sometido al sistema durante su desarrollo. Realizar pruebas a un proyecto software es fundamental, debido a que ayudan a encontrar los posibles errores que se encuentren en el sistema. Existen dos tipos de pruebas, las pruebas de caja blanca, y las pruebas de caja negra:

### 8.1. Pruebas de caja blanca

Las pruebas de caja blanca están ligadas al código fuente, y son las pruebas que examinan los algoritmos y funciones del programa para comprobar su correcto funcionamiento.

Estas pruebas se han realizado durante el proceso de desarrollo del sistema (fase de construcción) a la vez que se implementaban las funciones, probando las mayores variaciones y casos posibles para asegurar que estas funciones trabajaran de la forma que han sido diseñadas [144] [145].

### 8.2. Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra están centradas en los requisitos funcionales del sistema, en concreto a los casos de uso, dejando a un lado el código fuente y el comportamiento interno del sistema. En estas pruebas se busca la forma en la que el sistema interactúa con el usuario.

Se produce una entrada o interacción por parte del usuario y se busca si la salida era el resultado esperado que se produjese, si es así, la prueba ha sido correcta. Estas pruebas permiten encontrar funciones erróneas, errores en la interfaz, errores de inicialización y terminación de las tareas... [146] [147] [148]

Estas pruebas han sido realizadas teniendo en cuenta los casos de uso del sistema, y realizando todas las posibles combinaciones de situaciones a las que se podrá enfrentar el sistema, comprobando si el resultado era el esperado y definido por el caso de uso.

PCN-001 - Acceso al sistema		
Prueba	Resultado	Valoración
Acceder al sistema con un usuario registrado y con su contraseña correcta.	El sistema redirige al usuario a la página de inicio del sistema.	Correcto.
Acceder al sistema con un usuario registrado pero con la contraseña incorrecta.	El sistema informa al usuario que los datos de acceso son incorrectos y pide otra vez usuario y contraseña.	Correcto.
Acceder al sistema con un usuario no registrado.	El sistema informa al usuario que los datos de acceso son incorrectos y pide otra vez usuario y contraseña.	Correcto.
Acceder al sistema con un usuario con rol de eliminado o dado de baja.	El sistema informa al usuario que los datos de acceso son incorrectos y pide otra vez usuario y contraseña.	Correcto.
Acceder al sistema sin indicar el nombre de usuario.	El sistema informa al usuario que debe introducir ese dato.	Correcto.
Acceder al sistema sin indicar la contraseña de acceso.	El sistema informa al usuario que debe introducir ese dato.	Correcto.

Tabla 102 - PCN-001 - Acceso al sistema

PCN-002 - Listado de tutoriales		
Prueba	Resultado	Valoración
Un usuario con rol de alumno solicita ir a la página de inicio.	El sistema muestra los tutoriales disponibles (activos).	Correcto.
Un usuario con rol de profesor solicita ir a la página de inicio.	El sistema muestra todos los tutoriales del sistema, activos o no.	Correcto.
Un usuario con rol de administrador solicita ir a la página de inicio.	El sistema muestra todos los tutoriales del sistema, activos o no.	Correcto.

Tabla 103 - PCN-002 - Listado de tutoriales

PCN-003 - Realizar tutorial		
Prueba	Resultado	Valoración
Un usuario selecciona comenzar un tutorial.	El sistema muestra la primera página del tutorial seleccionado.	Correcto.
Un usuario selecciona continuar un tutorial.	El sistema muestra la primera página del tutorial seleccionado.	Correcto.
Un usuario selecciona repetir un tutorial.	El sistema muestra la primera página del tutorial seleccionado.	Correcto.

Tabla 104 - PCN-003 - Realizar tutorial

PCN-004 - Siguiendo página		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario pulsa sobre siguiente página, no encontrándose actualmente en la última página.	El sistema muestra la siguiente página del tutorial.	Correcto.
El usuario pulsa sobre siguiente página, y se encuentra actualmente en la última página.	El sistema no hace nada (no deja pulsar el botón).	Correcto.

Tabla 105 - PCN-004 - Siguiendo página

PCN-005 - Anterior página		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario pulsa sobre anterior página, no encontrándose actualmente en la primera página.	El sistema muestra la anterior página del tutorial.	Correcto.
El usuario pulsa sobre anterior página, y se encuentra actualmente en la primera página.	El sistema no hace nada (no deja pulsar el botón).	Correcto.

Tabla 106 - PCN-005 - Anterior página

PCN-006 - Ejecutar código WebGL		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario pulsa sobre ejecutar código.	El sistema realiza la ejecución del código introducido por el usuario.	Correcto.

Tabla 107 - PCN-006 - Ejecutar código WebGL

PCN-007 - Finalizar tutorial		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario pulsa sobre la opción de finalizar el tutorial.	El sistema le redirige a la página principal, y ha modificado en ese tutorial la opción de "Comenzar" por "Repetir".	Correcto.
El usuario pulsa sobre la opción de finalizar el tutorial, habiéndole ya finalizado anteriormente.	El sistema le redirige a la página principal.	Correcto.

Tabla 108 - PCN-007 - Finalizar tutorial

PCN-008 - Realizar entrega		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona realizar la entrega del código.	El sistema informa que la entrega se ha guardado correctamente.	Correcto.

Tabla 109 - PCN-008 - Realizar entrega

PCN-009 - Realizar comprobante		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona comprobar el código, teniendo el código correcto.	El sistema informa que el código es correcto.	Correcto.
El usuario selecciona comprobar el código, sin tener el código correcto.	El sistema informa que el código es incorrecto.	Correcto.
El usuario selecciona reiniciar el código.	El sistema vuelve a mostrar el código inicial del apartado.	Correcto.
El usuario selecciona saltarse el apartado y no es la última página.	El sistema muestra la página siguiente.	Correcto.
El usuario selecciona saltarse el apartado y es la última página.	El sistema le redirige a la página principal, y ha modificado en ese tutorial la opción de "Comenzar" por "Repetir".	Correcto.

Tabla 110 - PCN-009 - Realizar comprobante

PCN-010 - Crear tutorial		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona crear un nuevo tutorial.	El sistema solicita los datos de título, descripción y miniatura.	Correcto.
El usuario introduce todos los datos y selecciona crear el tutorial.	El sistema redirige al usuario a la página principal, y ha creado un nuevo tutorial al final del listado con esos datos.	Correcto.
El usuario introduce título y descripción y selecciona crear el tutorial.	El sistema redirige al usuario a la página principal, y ha creado un nuevo tutorial al final del listado con esos datos.	Correcto.
El usuario introduce título y miniatura y selecciona crear el tutorial.	El sistema redirige al usuario a la página principal, y ha creado un nuevo tutorial al final del listado con esos datos.	Correcto.
El usuario no introduce ningún dato.	El sistema informa que es obligatorio el título para crear el tutorial.	Correcto.
El usuario no introduce el título del tutorial.	El sistema informa que es obligatorio el título para crear el tutorial.	Correcto.
El usuario introduce una URL de miniatura que no es de imagen.	El sistema informa que la URL debe ser de imagen.	Correcto.

Tabla 111 - PCN-010 - Crear tutorial

PCN-011 - Editar tutorial		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona la opción de editar un tutorial.	El sistema enseña el menú de edición para la primera página del tutorial.	Correcto.

Tabla 112 - PCN-011 - Editar tutorial

PCN-012 - Crear página		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona crear una nueva página.	El sistema redirige al usuario a la página principal, y ha creado una nueva página de código básico en el tutorial.	Correcto.
El usuario selecciona crear una nueva entrega.	El sistema redirige al usuario a la página principal, y ha creado una nueva página de entrega de código en el tutorial.	Correcto.
El usuario selecciona crear un nuevo comprobante.	El sistema redirige al usuario a la página principal, y ha creado una nueva página de entrega de código en el tutorial.	Correcto.

Tabla 113 - PCN-012 - Crear página

PCN-013 - Editar descripción		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona editar la descripción de un tutorial.	El sistema solicita los datos de título, descripción y miniatura, mostrando los datos actuales.	Correcto.
El usuario introduce todos los datos y selecciona guardar la descripción.	El sistema redirige al usuario a la página principal, y ha modificado el tutorial con esos datos.	Correcto.
El usuario introduce título y descripción y selecciona guardar la descripción.	El sistema redirige al usuario a la página principal, y ha modificado el tutorial con esos datos.	Correcto.
El usuario introduce título y miniatura y selecciona guardar la descripción.	El sistema redirige al usuario a la página principal, y ha modificado el tutorial con esos datos.	Correcto.
El usuario no introduce ningún dato y selecciona guardar la descripción.	El sistema informa que es obligatorio el título.	Correcto.
El usuario no introduce el título del tutorial y selecciona guardar la descripción.	El sistema informa que es obligatorio el título.	Correcto.
El usuario introduce una URL de miniatura que no es de imagen y selecciona guardar la descripción.	El sistema informa que la URL debe ser de imagen.	Correcto.

Tabla 114 - PCN-013 - Editar descripción

PCN-014 - Editar teoría		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona editar el apartado de teoría.	El sistema muestra un editor de texto con los datos actuales del apartado.	Correcto.
El usuario modifica el apartado y pulsa sobre guardar cambios.	El sistema vuelve a mostrar el editor de texto con los datos modificados.	Correcto.

Tabla 115 - PCN-014 - Editar teoría

PCN-015 - Editar módulo básico		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona editar el apartado de código básico.	El sistema muestra un editor de código con los datos actuales del apartado.	Correcto.
El usuario modifica el apartado y pulsa sobre guardar cambios.	El sistema vuelve a mostrar el editor de código con los datos modificados.	Correcto.
El usuario selecciona ejecutar el código.	El sistema realiza la ejecución del código actual introducido por el usuario.	Correcto.

Tabla 116 - PCN-015 - Editar módulo básico



PCN-016 - Editar módulo entrega		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona editar el apartado de entrega.	El sistema muestra un editor de código con los datos actuales del apartado.	Correcto.
El usuario modifica el apartado y pulsa sobre guardar cambios.	El sistema vuelve a mostrar el editor de código con los datos modificados.	Correcto.
El usuario selecciona ejecutar el código.	El sistema realiza la ejecución del código actual introducido por el usuario.	Correcto.

Tabla 117 - PCN-016 - Editar módulo entrega

PCN-017 - Editar módulo comprobante		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona editar el apartado de comprobante.	El sistema muestra dos editores de código con los datos actuales del apartado, el código inicial y el código correcto.	Correcto.
El usuario modifica el contenido en estos editores y pulsa sobre guardar cambios.	El sistema vuelve a mostrar los editores de código con los datos modificados.	Correcto.
El usuario selecciona ejecutar el código inicial.	El sistema realiza la ejecución del código inicial introducido por el usuario.	Correcto.
El usuario selecciona ejecutar el código correcto.	El sistema realiza la ejecución del código correcto introducido por el usuario.	Correcto.

Tabla 118 - PCN-017 - Editar módulo comprobante

PCN-018 - Seguimiento Tutoriales		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona ir al menú profesor.	El sistema muestra un listado de los tutoriales activos con datos sobre cuántos alumnos han realizado cada uno y cuántos no han empezado.	Correcto.

Tabla 119 - PCN-018 - Seguimiento Tutoriales

PCN-019 - Seguimiento Alumnos		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona ver de forma más detallada el seguimiento de un tutorial.	El sistema muestra un listado de los alumnos, indicando qué alumnos han realizado el tutorial, cuáles lo han finalizado, y cuáles no lo han realizado. Muestra además qué apartados han realizado correctamente y la posibilidad de ver sus entregas, así como de calificarles y ver su perfil.	Correcto.

Tabla 120 - PCN-019 - Seguimiento Alumnos

PCN-020 - Listado Alumnos		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona ver el listado completo de alumnos.	El sistema muestra un listado de los alumnos, indicando su nota media, y la posibilidad de ver su perfil.	Correcto.

Tabla 121 - PCN-020 - Listado Alumnos

PCN-021 - Ver Entrega de Alumno		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona ver la entrega realizada por el alumno.	El sistema muestra un editor de código con la entrega del alumno, permitiendo ejecutarla.	Correcto.
El usuario selecciona ver la entrega de un alumno que no ha realizado la entrega.	El sistema no hace nada (no deja pulsar el botón).	Correcto.

Tabla 122 - PCN-021 - Ver Entrega de Alumno

PCN-022 - Calificar Alumno		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona fijar la nota de un alumno.	El sistema muestra un desplegable con las notas del 1 al 10.	Correcto.
El usuario selecciona una nota.	El sistema vuelve a mostrar el listado de los alumnos con esa nota modificada.	Correcto.
El usuario pulsa sobre una nota de un alumno.	El sistema muestra un desplegable con las notas del 1 al 10 para modificarla.	Correcto.
El usuario selecciona poner una nota a un alumno que no ha realizado el tutorial.	El sistema informa que no se puede calificar a un alumno que no haya realizado el tutorial	Correcto.

Tabla 123 - PCN-022 - Calificar Alumno

PCN-023 - Ver perfil de Usuario		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona ver su perfil de usuario	El sistema muestra sus datos del perfil y un resumen de su progreso en los tutoriales.	Correcto.
Un usuario con rol de profesor o de administrador selecciona ver el perfil de un usuario.	El sistema muestra sus datos de perfil de ese usuario y un resumen de su progreso en los tutoriales.	Correcto.

Tabla 124 - PCN-023 - Ver perfil de Usuario

PCN-024 - Reordenar Tutoriales		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona subir una posición a un tutorial que no se encuentra en la primera posición.	El tutorial sube de posición y el inmediatamente superior suyo baja una posición.	Correcto.
El usuario selecciona subir una posición a un tutorial que se encuentra en la primera posición.	El sistema no hace nada (no deja pulsar el botón).	Correcto.
El usuario selecciona bajar una posición a un tutorial que no se encuentra en la última posición.	El tutorial baja de posición y el inmediatamente debajo suyo sube una posición.	Correcto.
El usuario selecciona subir una posición a un tutorial que se encuentra en la última posición.	El sistema no hace nada (no deja pulsar el botón).	Correcto.

Tabla 125 - PCN-024 - Reordenar Tutoriales

PCN-025 - Ocultar Tutorial		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona la opción de ocultar un tutorial activo.	El tutorial se oculta y los alumnos ya no tienen acceso.	Correcto.
El usuario selecciona la opción de activar un tutorial oculto.	El tutorial se activa y los alumnos ganan acceso.	Correcto.

Tabla 126 - PCN-025 - Ocultar Tutorial

PCN-026 - Registrar un Usuario		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona la opción de dar de alta un usuario nuevo.	El sistema solicita los datos personales del nuevo usuario, su email, login, contraseña y el rol que tendrá en el sistema.	Correcto.
El usuario intenta registrar a un usuario dando todos los datos solicitados.	El sistema informa al usuario que se ha creado correctamente, y muestra al nuevo usuario en la lista de usuarios.	Correcto.
El usuario intenta registrar a un usuario sin alguno de los datos solicitados.	El sistema informa al usuario del campo que falta por rellenar.	Correcto.
El usuario intenta registrar a un usuario con un login de menos de 2 o más de 20 caracteres.	El sistema informa que el login debe tener de 2 a 20 caracteres.	Correcto.
El usuario intenta registrar a un usuario con una contraseña menor de 6 caracteres.	El sistema informa que las contraseñas deben contener al menos 6 caracteres.	Correcto.
El usuario intenta registrar a un usuario pero las contraseñas no coinciden.	El sistema informa que las contraseñas introducidas deben coincidir	Correcto.
El usuario intenta registrar a un usuario que ya existe.	El sistema informa que se ha producido un error y no guarda los cambios.	Parcialmente correcto.

Tabla 127 - PCN-026 - Registrar un Usuario

PCN-027 - Registrar Usuarios en masa		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona la opción de dar de alta a usuarios de forma masiva.	El sistema solicita un fichero de formato CSV con el listado de los alumnos a dar de alta.	Correcto.
El usuario introduce un listado correcto de nuevos usuarios.	El sistema informa que los usuarios se han dado de alta correctamente, y les muestra en el listado.	Correcto.
El usuario introduce un listado correcto que incluye usuarios ya registrados.	El sistema informa que los usuarios se han dado de alta correctamente, y les muestra en el listado, modificando los datos de los ya existentes.	Correcto.
El usuario introduce un listado de usuarios con un formato incorrecto.	El sistema informa que se ha producido un error y no se han podido guardar a los usuarios.	Correcto.
El usuario introduce un listado de usuarios con un error en medio del listado.	El sistema informa que se ha producido un error y no se han podido guardar a los usuarios, pero ha creado los usuarios que estaban en el listado previo al error.	Parcialmente correcto.

Tabla 128 - PCN-027 - Registrar Usuarios en masa

PCN-028 - Modificar datos Usuario		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona la opción de modificar sus datos de usuario.	El sistema solicita la nueva contraseña.	Correcto.
El usuario con rol de administrador solicita editar los datos de un usuario.	El sistema solicita los datos personales del nuevo usuario, su email y contraseña.	Correcto.
El usuario modifica el usuario dando todos los datos solicitados.	El sistema informa al usuario que se ha guardado correctamente.	Correcto.
El usuario intenta modificar los datos del usuario sin alguno de los datos personales.	El sistema informa al usuario del campo que falta por rellenar.	Correcto.
El usuario intenta modificar los datos personales del usuario sin introducir una nueva contraseña.	El sistema informa al usuario que se ha guardado correctamente, y vuelve a mostrar el listado de los alumnos.	Correcto.
El usuario intenta modificar la contraseña sin modificar los datos personales.	El sistema informa al usuario que se ha guardado correctamente.	Correcto.
El usuario intenta modificar la contraseña por una de menos de 6 caracteres.	El sistema informa que las contraseñas deben contener al menos 6 caracteres.	Correcto.
El usuario intenta registrar a un usuario pero las contraseñas no coinciden.	El sistema informa que las contraseñas introducidas deben coincidir	Correcto.

Tabla 129 - PCN-028 - Modificar datos Usuario

PCN-029 - Dar de baja Usuario		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona la opción de dar de baja un usuario.	El sistema solicita confirmación para la baja.	Correcto.
El usuario confirma la baja del usuario.	El sistema vuelve a mostrar el listado de los usuarios, con el usuario marcado como dado de baja y al final de la lista.	Correcto.
El usuario no confirma la baja del usuario.	El sistema vuelve a mostrar el listado de los tutoriales.	Correcto.

Tabla 130 - PCN-029 - Dar de baja Usuario

PCN-030 - Cerrar sesión		
Prueba	Resultado	Valoración
El usuario selecciona la opción de cerrar sesión	El sistema redirige al usuario a la página de acceso de la aplicación.	Correcto.

Tabla 131 - PCN-030 - Cerrar sesión



## **Capítulo 10. Conclusiones**

---

Tras la realización del trabajo de fin de grado se puede decir que se han cumplido los objetivos impuestos, crear un sistema de aprendizaje de WebGL basado en tutoriales, para conseguir paliar las dificultades que existen en su aprendizaje.

Con este sistema se logra disponer de una herramienta que puedan utilizar los alumnos de la asignatura de “Programación de Aplicaciones Gráficas”, en la que dispongan de tutoriales con ejemplos claros y unificados y que ayuden a su progreso de aprendizaje de esta tecnología.

Debido a la implementación de módulos de comprobante y entrega de código y a la posibilidad de calificar la realización del tutorial por parte de los alumnos, este sistema se podrá utilizar como una herramienta docente que pueda servir para la evaluación de la asignatura. Además, debido a la facilidad de editar los tutoriales y añadir nuevos, el sistema de tutoriales podrá ir evolucionando cada curso académico que se emplee.

Gracias a la realización de proyecto he logrado ampliar y reforzar aún más mis conocimientos sobre HTML5, Java, y sobre todo en su la API de persistencia JPA. También me ha ayudado a conocer nuevos frameworks y plugins como Bootstrap, CodeMirror y los editores de texto de tipo WYSIWYG.

Además, he ganado experiencia y he aprendido a organizarme mejor ante un proyecto de una mayor envergadura y esfuerzo a los que había realizado anteriormente.

Por último, se detallan las posibles mejoras que se podrían implementar para extender el trabajo de este proyecto:

- **Gamificación:** Inclusión de medallas o logros para lograr una mayor motivación y esfuerzo por parte de los alumnos gracias al refuerzo positivo [149] [150].
- **Nuevos módulos:** Como módulos de test teóricos o prácticos, módulos de entregas con límite de tiempo...
- **Sistema de mensajería:** Ahora se incluye el correo electrónico para que el Profesor tenga la posibilidad de comunicarse con los alumnos, pero una posible mejora sería la inclusión de foros o mensajes privados entre los usuarios.
- **Acceso a invitados:** Permitir el acceso a la aplicación a usuarios con el rol de invitados, para que usuarios ajenos a la asignatura de “Programación de Aplicaciones Gráficas” o a la Universidad de Valladolid puedan utilizar el sistema y aprovechar sus ventajas para el aprendizaje de WebGL.







## **Capítulo 11. Bibliografía**

---

- [1] Wikipedia.org, «WebGL,» 18 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/WebGL>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [2] Wikipedia.org, «WebGL,» 15 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/WebGL>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [3] Mozilla.org, «Primeros pasos con WebGL,» 4 Febrero 2016. [En línea]. Available: [https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/API/WebGL\\_API/Tutorial/Getting\\_started\\_with\\_WebGL](https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/API/WebGL_API/Tutorial/Getting_started_with_WebGL). [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [4] A. Santiago, «AyudasProgramacionWeb.blogspot.com.es,» 28 Agosto 2012. [En línea]. Available: <http://ayudasprogramacionweb.blogspot.com.es/2012/08/que-es-webgl.html>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [5] Wikipedia.org, «OpenGL,» 16 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/OpenGL>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [6] Wikipedia.org, «OpenGL ES,» 05 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/OpenGL\\_ES](https://en.wikipedia.org/wiki/OpenGL_ES). [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [7] Wikipedia.org, «Vladimir Vukićević,» 11 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Vladimir\\_Vukićević](https://en.wikipedia.org/wiki/Vladimir_Vukićević). [Último acceso: 08 Junio 2016].
- [8] Wikipedia.org, «Shader,» 05 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Shader>. [Último acceso: 08 Junio 2016].
- [9] Wikipedia.org, «Shader,» 06 Octubre 2015. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Shader>. [Último acceso: 08 Junio 2016].
- [10] Universidade da Coruña, «¿Qué son los shaders?,» 2004. [En línea]. Available: <http://sabia.tic.udc.es/gc/teoria/TrabajoHLSLs/shaders.htm>. [Último acceso: 08 Junio 2016].
- [11] OpenGL, «Shader,» 06 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://www.opengl.org/wiki/Shader>. [Último acceso: 08 Junio 2016].
- [12] OpenGL, «OpenGL Shading Language,» [En línea]. Available: <https://www.opengl.org/documentation/gsl/>. [Último acceso: 27 Mayo 2016].
- [13] Wikipedia.org, «OpenGL Shading Language,» 04 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/OpenGL\\_Shading\\_Language](https://en.wikipedia.org/wiki/OpenGL_Shading_Language). [Último acceso: 08 Junio 2016].
- [14] Universidade da Coruña, «OpenGL Shading Language,» 2004. [En línea]. Available: <http://sabia.tic.udc.es/gc/teoria/TrabajoHLSLs/OpenGLSL.htm>. [Último acceso: 08 Junio 2016].
- [15] Khronos.org, «The OpenGL ES Shading Language,» 12 Mayo 2009. [En línea]. Available: [https://www.khronos.org/files/opengles\\_shading\\_language.pdf](https://www.khronos.org/files/opengles_shading_language.pdf). [Último acceso: 08 Junio 2016].
- [16] WebGL Fundamentals, «WebGL Shaders and GLSL,» 2014. [En línea]. Available: <http://webglfundamentals.org/webgl/lessons/webgl-shaders-and-glsl.html>. [Último acceso: 08 Junio 2016].
- [17] Unity Technologies, «Unity,» [En línea]. Available: <https://unity3d.com/es>. [Último acceso: 30 Junio 2016].
- [18] Epic Games, INC, «What is Unreal Engine 4,» [En línea]. Available: <https://www.unrealengine.com/what-is-unreal-engine-4>. [Último acceso: 30 Junio 2016].
- [19] Universidad de Stuttgart, «Visualization of molecular structures using state-of-the-art techniques in WebGL,» ACM - Digital Library, 2014. [En línea]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2628597>. [Último acceso: 30 Junio 2016].
- [20] Can I Use, «Can I use WebGL?,» 2016. [En línea]. Available: <http://caniuse.com/#feat=webgl>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [21] Wikipedia.org, «List of AMD graphics processing units,» 30 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_AMD\\_graphics\\_processing\\_units](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_AMD_graphics_processing_units). [Último acceso: 30 Junio 2016].

- [22] Wikipedia.org, «List of Nvidia graphics processing units,» 28 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Radeon>. [Último acceso: 30 Junio 2016].
- [23] Wikipedia.org, «List of Intel graphics processing units,» 29 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_Intel\\_graphics\\_processing\\_units](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_graphics_processing_units). [Último acceso: 30 Junio 2016].
- [24] WebGL.com, «Support of WebGL,» [En línea]. Available: <http://get.webgl.org/>. [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [25] Google Trends, «WebGL - Trends,» Junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.google.com/trends/explore#q=%2Fm%2F07s89rs&date=6%2F2009%2086m&cmpt=q&tz=Etc%2FGMT-2>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [26] Wikipedia.org, «Tutorial,» 20 05 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tutorial>. [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [27] Wikipedia.org, «Cursillo,» 4 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cursillo>. [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [28] Wikipedia.org, «Aprendizaje Electrónico,» 3 Abril 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje\\_electr%C3%B3nico](https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje_electr%C3%B3nico). [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [29] Universidad Politécnica de Madrid, «Aprendizaje basado en problemas,» [En línea]. Available: [http://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/38031318/AprendizajeProblemas.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1467238797&Signature=eyZRIpKG%2Fg2nYOaAmScr1PnR4%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAPRENDIZAJE\\_BASADO\\_EN\\_PR](http://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/38031318/AprendizajeProblemas.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1467238797&Signature=eyZRIpKG%2Fg2nYOaAmScr1PnR4%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAPRENDIZAJE_BASADO_EN_PR). [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [30] Wikipedia.org, «Aprendizaje basado en problemas,» 05 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje\\_basado\\_en\\_problemas](https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje_basado_en_problemas). [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [31] ABCdatos, «Tutoriales gratis en castellano,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.abcdatos.com/tutoriales/>. [Último acceso: 28 Mayo 2016].
- [32] Refsnes Data, «w3schools.com,» [En línea]. Available: <http://www.w3schools.com/>. [Último acceso: 30 Mayo 2016].
- [33] w3schools, «HTML(5) Tutorial,» [En línea]. Available: <http://www.w3schools.com/html/default.asp>. [Último acceso: 30 Mayo 2016].
- [34] w3schools.com, «CSS Tutorial,» [En línea]. Available: <http://www.w3schools.com/css/default.asp>. [Último acceso: 30 Mayo 2016].
- [35] w3schools.com, «JavaScript Tutorial,» [En línea]. Available: <http://www.w3schools.com/js/default.asp>. [Último acceso: 30 Mayo 2016].
- [36] w3schools.com, «PHP 5 Tutorial,» [En línea]. Available: <http://www.w3schools.com/php/default.asp>. [Último acceso: 30 Mayo 2016].
- [37] w3schools.com, «SQL Tutorial,» [En línea]. Available: <http://www.w3schools.com/sql/default.asp>. [Último acceso: 30 Mayo 2016].
- [38] W3Schools, «W3Schools' Online Certification Program,» [En línea]. Available: <http://www.w3schools.com/cert/default.asp>. [Último acceso: 25 Junio 2016].
- [39] MDN - Mozilla Developer Network, «WebGL,» 2016. [En línea]. Available: [https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/API/WebGL\\_API](https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/API/WebGL_API). [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [40] Mozilla Developer Network, «Web technology for developers,» [En línea]. Available: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web>. [Último acceso: 24 Junio 2016].
- [41] Mozilla Developer Network, «WebGL API,» 11 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL\\_API](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL_API). [Último acceso: 22 Junio 2016].
- [42] WebGL Academy, «WebGL Academy,» [En línea]. Available: <http://www.webglacademy.com/>. [Último acceso: 26 Mayo 2016].

- [43] WebGL Academy, «Courses - WebGL Academy,» [En línea]. Available: <http://www.webglacademy.com/courses.php>. [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [44] Mr.Doob, 20 Junio 2016. [En línea]. Available: <http://threejs.org/>. [Último acceso: 25 Junio 2016].
- [45] Learning WebGL, «The Lessons,» 2009 - 2010. [En línea]. Available: [http://learningwebgl.com/blog/?page\\_id=1217](http://learningwebgl.com/blog/?page_id=1217). [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [46] J. G. Rodríguez Carrión, «Tutoriales WebGL,» jlabstudio.com, 24 Octubre 2011. [En línea]. Available: <http://www.jlabstudio.com/webgl/tutoriales-webgl/tutoriales-webgl-puro/>. [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [47] Gamedev.net, «NeHe,» 2012. [En línea]. Available: <http://nehe.gamedev.net/>. [Último acceso: 24 Junio 2016].
- [48] WebGL Fundamentals, «WebGL Fundamentals,» 2013 - 2016. [En línea]. Available: <https://webglfundamentals.org/>. [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [49] G. Tavares, «WebGLFundamentals API Docs,» [En línea]. Available: <https://webglfundamentals.org/docs/>. [Último acceso: 24 Junio 2016].
- [50] J. van den Kieboom, «WebGL Playground,» 2015. [En línea]. Available: <http://jessevd.github.io/webgl-play/?d=8vakPkyHOy>. [Último acceso: 27 Mayo 2016].
- [51] J. van den Kieboom, «WebGL Playground - Gallery,» 2015. [En línea]. Available: <http://jessevd.github.io/webgl-play/>. [Último acceso: 27 Mayo 2016].
- [52] J. van den Kieboom, «GitHub - webgl-play,» 29 Julio 2016. [En línea]. Available: <https://github.com/jessevd/webgl-play>. [Último acceso: 27 Mayo 2016].
- [53] M. Nobel-Jørgensen, «Kick JS - Shader editor,» 2015. [En línea]. Available: [http://www.kickjs.org/example/shader\\_editor/shader\\_editor.html](http://www.kickjs.org/example/shader_editor/shader_editor.html). [Último acceso: 27 Mayo 2016].
- [54] M. Nobel-Jørgensen, «GitHub - Kick.js,» 2015. [En línea]. Available: <https://github.com/mortennobel/KickJS>. [Último acceso: 24 Junio 2016].
- [55] Chrome Web Store, «Shdr,» Bkcore.com, 13 Mayo 2011. [En línea]. Available: <https://chrome.google.com/webstore/detail/shdr/oocbddhjkohbpgjgaeedmnkhejialp>. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [56] T. Despoulain, «Shdr,» 2015. [En línea]. Available: <http://shdr.bkcore.com/>. [Último acceso: 27 Mayo 2016].
- [57] T. Despoulain, «GitHub - Shdr,» 2015. [En línea]. Available: <https://github.com/BKcore/Shdr>. [Último acceso: 25 Junio 2016].
- [58] Google, «WebGL Experiments,» [En línea]. Available: <https://www.chromeexperiments.com/webgl?sort=popular>. [Último acceso: 29 Mayo 2016].
- [59] goocreate, «Pearl Boy,» [En línea]. Available: <http://labs.gooengine.com/pearl-boy/>. [Último acceso: 29 Mayo 2016].
- [60] J. Weeks, «Medusae,» [En línea]. Available: <https://jayweeks.com/medusae/>. [Último acceso: 29 Mayo 2016].
- [61] Google, «Globe,» [En línea]. Available: <http://globe.chromeexperiments.com/>. [Último acceso: 29 Mayo 2016].
- [62] MinMax, «One Million Stars,» [En línea]. Available: <http://osr.org/oms/>. [Último acceso: 25 Junio 2016].
- [63] Wikipedia.org, «Proceso Unificado Racional,» 26 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Proceso\\_Unificado\\_Racional](https://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_Unificado_Racional). [Último acceso: 25 Junio 2016].
- [64] Wikipedia.org, «Rational Unified Process,» 31 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rational\\_Unified\\_Process](https://en.wikipedia.org/wiki/Rational_Unified_Process). [Último acceso: 25 Junio 2016].
- [65] P. de la Fuente Redondo, El proceso unificado, Planificación y Gestión de Proyectos de software, 2015.
- [66] Wikipedia.org, «File:Rup espanol.gif,» 25 Junio 2008. [En línea]. Available: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rup\\_espanol.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rup_espanol.gif). [Último acceso: 25 Junio 2016].

- [67] P. de la Fuente Redondo, Gestión de riesgos, Planificación y Gestión de Proyectos de software, 2015.
- [68] Wikipedia.org, «Diagrama de Gantt,» 09 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Gantt](https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Gantt). [Último acceso: 26 Junio 2016].
- [69] Wikipedia.org, «Use case,» 06 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Use\\_case](https://en.wikipedia.org/wiki/Use_case). [Último acceso: 13 Junio 2016].
- [70] Oracle, «The NetBeans E-commerce Tutorial - Adding Entity Classes and Session Beans,» [En línea]. Available: <https://netbeans.org/kb/docs/javaee/ecommerce/entity-session.html>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [71] Wikipedia.org, «Modelo-Vista-Controlador,» 27 Abril 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo%E2%80%93vista%E2%80%93controlador>. [Último acceso: 19 Junio 2016].
- [72] C. González Ferreras, Desarrollo de Servlets, Servicios y Sistemas Web, 2014.
- [73] Wikipedia.org, «Java Servlet,» 04 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Java\\_Servlet](https://es.wikipedia.org/wiki/Java_Servlet). [Último acceso: 27 Junio 2016].
- [74] Wikipedia.org, «Java Servlet,» 20 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Java\\_servlet](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_servlet). [Último acceso: 27 Junio 2016].
- [75] Wikipedia.org, «Web Container,» 16 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_container](https://en.wikipedia.org/wiki/Web_container). [Último acceso: 27 Junio 2016].
- [76] Wikipedia.org, «Multihilo,» 07 Enero 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Multihilo>. [Último acceso: 28 Junio 2016].
- [77] C. González Ferreras, Páginas JSP, Servicios y Sistemas Web, 2014.
- [78] Wikipedia.org, «JavaServer Pages,» 30 Abril 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/JavaServer\\_Pages](https://es.wikipedia.org/wiki/JavaServer_Pages). [Último acceso: 27 Junio 2016].
- [79] Wikipedia.org, «JavaServer Pages,» 24 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/JavaServer\\_Pages](https://en.wikipedia.org/wiki/JavaServer_Pages). [Último acceso: 27 Junio 2016].
- [80] Wikipedia.org, «CRUD,» 10 Abril 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/CRUD>. [Último acceso: 20 Junio 2016].
- [81] Wikipedia.org, «SHA-2,» 15 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/SHA-2>. [Último acceso: 25 Mayo 2016].
- [82] M. Barrio, «Modelo Relacional,» de *Diseño de Bases de Datos*, 2014, pp. 17-21.
- [83] Wikipedia.org, «Data Dictionary,» 04 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Data\\_dictionary](https://en.wikipedia.org/wiki/Data_dictionary). [Último acceso: 12 Junio 2016].
- [84] Astah, «Astah Professional,» [En línea]. Available: <http://astah.net/editions/professional>. [Último acceso: 20 Junio 2016].
- [85] Astah, «Export SQL,» [En línea]. Available: <http://astah.net/features/export-sql>. [Último acceso: 20 Junio 2016].
- [86] Oracle, «MySQL - Download Connector/J,» [En línea]. [Último acceso: 07 Abril 2016].
- [87] Oracle, «The NetBeans E-commerce Tutorial - Adding Entity Classes and Session Beans,» [En línea]. Available: <https://netbeans.org/kb/docs/javaee/ecommerce/entity-session.html>. [Último acceso: 20 Junio 2016].
- [88] Tutorials Point, «Java - Encapsulation,» [En línea]. Available: [http://www.tutorialspoint.com/java/java\\_encapsulation.htm](http://www.tutorialspoint.com/java/java_encapsulation.htm). [Último acceso: 20 Junio 2016].
- [89] B. Long y F. M. Lalli, «Stack Overflow, Hash String via SHA-256 in Java,» 11 Septiembre 2015. [En línea]. Available: <http://stackoverflow.com/questions/3103652/hash-string-via-sha-256-in-java>. [Último acceso: 10 Abril 2016].
- [90] R. L. Bill Karwing, «Stack Overflow, What data type to use for hashed password field and what length?,» 12 Julio 2013. [En línea]. Available: <http://stackoverflow.com/questions/247304/what-data-type-to-use-for-hashed-password-field-and-what-length>. [Último acceso: 10 Abril 2016].

- [91] J. Schnabel, «bootstrap3-wysihtml5,» 6 Octubre 2014. [En línea]. Available: <http://schnawel007.github.io/bootstrap3-wysihtml5/>. [Último acceso: 18 Marzo 2016].
- [92] CodeMirror, «CodeMirror 5.12,» 19 Febrero 2016. [En línea]. Available: <http://codemirror.net/>. [Último acceso: 14 Marzo 2016].
- [93] RobG, «Stack Overflow, execute javascript from textarea,» 6 Noviembre 2012. [En línea]. Available: <http://stackoverflow.com/questions/13243563/execute-javascript-from-textarea>. [Último acceso: 8 Marzo 2016].
- [94] Greg, doekman, Kendall Hopkins, Ben Alpert y sfarbota, «Stack Overflow, Refused to execute a JavaScript script. Source code of script found within request,» 11 Mayo 2011. [En línea]. Available: <http://stackoverflow.com/questions/1547884/refused-to-execute-a-javascript-script-source-code-of-script-found-within-reque>. [Último acceso: 1 Mayo 2016].
- [95] Wikipedia, «Cross-site scripting,» 23 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-site\\_scripting](https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-site_scripting). [Último acceso: 25 Mayo 2016].
- [96] OpenCSV, «OpenCSV,» 28 Enero 2016. [En línea]. Available: <http://opencsv.sourceforge.net/>. [Último acceso: 26 Abril 2016].
- [97] Wikipedia.org, «Comma-separated values,» 23 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Comma-separated\\_values](https://en.wikipedia.org/wiki/Comma-separated_values). [Último acceso: 25 Mayo 2016].
- [98] Wikipedia.org, «Java (lenguaje de programación),» 22 Marzo 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Java\\_\(lenguaje\\_de\\_programaci%C3%B3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Java_(lenguaje_de_programaci%C3%B3n)). [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [99] Wikipedia.org, «Java (Programming language),» 01 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Java\\_\(programming\\_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_(programming_language)). [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [100] P. Carbonnelle, «PYPL Popularity of Programming Language,» Junio 2016. [En línea]. Available: <http://pypl.github.io/PYPL.html>. [Último acceso: 05 Junio 2006].
- [101] Oracle, «Learn About Java Technology,» [En línea]. Available: <https://java.com/en/about/>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [102] Wikipedia.org, «MySQL,» 18 Abril 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/MySQL>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [103] Wikipedia.org, «MySQL,» 03 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/MySQL>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [104] P. Carbonelle, «TOPDB Top Database Index,» Junio 2016. [En línea]. Available: <http://pypl.github.io/DB.html>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [105] Wikipedia.org, «HTML,» 10 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/HTML>. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [106] Wikipedia.org, «HTML,» 15 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/HTML>. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [107] Wikipedia.org, «World Wide Web Consortium,» 11 Marzo 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/World\\_Wide\\_Web\\_Consortium](https://es.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web_Consortium). [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [108] Wikipedia.org, «HTML5,» 19 Abril 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/HTML5>. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [109] Wikipedia.org, «Canvas element,» 03 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Canvas\\_element](https://en.wikipedia.org/wiki/Canvas_element). [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [110] Wikipedia.org, «Hoja de estilos en cascada,» 20 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Hoja\\_de\\_estilos\\_en\\_cascada](https://es.wikipedia.org/wiki/Hoja_de_estilos_en_cascada). [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [111] Wikipedia.org, «Cacading Style Sheets,» 14 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cascading\\_Style\\_Sheets](https://en.wikipedia.org/wiki/Cascading_Style_Sheets). [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [112] Wikipedia.org, «Page layout,» 15 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Page\\_layout](https://en.wikipedia.org/wiki/Page_layout). [Último acceso: 17 Junio 2016].



- [113] Wikipedia.org, «ECMAScript,» 29 Enero 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/ECMAScript>. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [114] Wikipedia.org, «JavaScript,» 11 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/JavaScript>. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [115] Wikipedia.org, «JavaScript,» 15 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/JavaScript>. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [116] «Aprende ECMAScript 6 (ES6 o ES2015), el nuevo estándar de JavaScript,» 06 Febrero 2015. [En línea]. Available: <https://carlosazaustre.es/blog/ecmascript-6-el-nuevo-estandar-de-javascript/>. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [117] Wikipedia.org, «Mapeo objeto-relacional,» 02 Octubre 2015. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Mapeo\\_objeto-relacional](https://es.wikipedia.org/wiki/Mapeo_objeto-relacional). [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [118] Wikipedia.org, «Java Persistence API,» 10 Noviembre 2015. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Java\\_Persistence\\_API](https://es.wikipedia.org/wiki/Java_Persistence_API). [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [119] Wikipedia.org, «Java Persistence API,» 24 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Java\\_Persistence\\_API](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_Persistence_API). [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [120] Wikipedia.org, «Object-Relational mapping,» 07 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Mapeo\\_objeto-relacional](https://es.wikipedia.org/wiki/Mapeo_objeto-relacional). [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [121] C. Álvarez, «Integración de JPA MongoDB,» Arquitectura Java, 21 Noviembre 2014. [En línea]. Available: <http://www.arquitecturajava.com/integracion-de-jpa-mongodb/>. [Último acceso: 06 Junio 2016].
- [122] O. Blancarte, «JPA, Hibernate VS JDBC,» 15 Julio 2014. [En línea]. Available: <http://www.oscarblancarteblog.com/2014/07/15/jpa-hibernate-vs-jdbc/>. [Último acceso: 12 Junio 2016].
- [123] V. Raynolds, B. Kawadkar y S. C, «Why use JPA instead of directly writing SQL query on Java File?,» 28 Junio 2015. [En línea]. Available: <http://stackoverflow.com/questions/4406310/why-use-jpa-instead-of-directly-writing-sql-query-on-java-file-i-e-directly-to>. [Último acceso: 12 Junio 2016].
- [124] Wikipedia.org, «Java Persistence Query Language,» 21 Enero 2015. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Java\\_Persistence\\_Query\\_Language](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_Persistence_Query_Language). [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [125] Wikipedia.org, «NetBeans,» 16 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/NetBeans>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [126] Wikipedia.org, «NetBeans,» 03 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/NetBeans>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [127] P. Carbonnelle, «TOPIDE Top IDE index,» Junio 2016. [En línea]. Available: <http://pypl.github.io/IDE.html>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [128] Oracle, «NetBeans IDE,» [En línea]. Available: <https://netbeans.org/>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [129] Wikipedia.org, «GlassFish,» 08 Febrero 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/GlassFish>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [130] Wikipedia.org, «GlassFish,» 18 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/GlassFish>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [131] Oracle, «GlassFish,» [En línea]. Available: <https://glassfish.java.net/>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [132] Wikipedia.org, «MariaDB,» 23 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/MariaDB>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [133] phpMyAdmin, «phpMyAdmin,» [En línea]. Available: <https://www.phpmyadmin.net/>. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [134] Wikipedia.org, «PhpMyAdmin,» 06 Enero 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/PhpMyAdmin>. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [135] Wikipedia, «XAMPP,» 02 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/XAMPP>. [Último acceso: 05 Junio 2016].

- [136] Wikipedia.org, 13 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/XAMPP>. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [137] Wikipedia.org, «Responsive web design,» 03 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Responsive\\_web\\_design](https://en.wikipedia.org/wiki/Responsive_web_design). [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [138] Wikipedia.org, «Twitter Bootstrap,» 06 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Twitter\\_Bootstrap](https://es.wikipedia.org/wiki/Twitter_Bootstrap). [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [139] Wikipedia.org, «Bootstrap (front-end framework),» 04 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bootstrap\\_\(front-end\\_framework\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Bootstrap_(front-end_framework)). [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [140] Bootstrap, «Bootstrap. The world's most popular mobile-first and responsive front-end framework.,» 24 Noviembre 2015. [En línea]. Available: <http://getbootstrap.com/>. [Último acceso: 07 Marzo 2016].
- [141] Wikipedia.org, «WYSIWYG,» 14 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/WYSIWYG>. [Último acceso: 09 Junio 2016].
- [142] Wikipedia.org, «WYSIWYG,» 03 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/WYSIWYG>. [Último acceso: 09 Junio 2016].
- [143] Wikipedia.org, «Analizador sintáctico,» 11 Abril 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Analizador\\_sint%C3%A1ctico](https://es.wikipedia.org/wiki/Analizador_sint%C3%A1ctico). [Último acceso: 21 Junio 2016].
- [144] Wikipedia.org, «Pruebas de caja blanca,» 10 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Pruebas\\_de\\_caja\\_blanca](https://es.wikipedia.org/wiki/Pruebas_de_caja_blanca). [Último acceso: 23 Junio 2016].
- [145] EcuRed, «Prueba de Caja Blanca,» [En línea]. Available: [http://www.ecured.cu/Pruebas\\_de\\_caja\\_blanca](http://www.ecured.cu/Pruebas_de_caja_blanca). [Último acceso: 23 Junio 2016].
- [146] Wikipedia.org, «Caja negra (sistemas),» 21 Febrero 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Caja\\_negra\\_\(sistemas\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caja_negra_(sistemas)). [Último acceso: 23 Junio 2016].
- [147] EcuRed, «Pruebas de Caja Negra,» [En línea]. Available: [http://www.ecured.cu/Pruebas\\_de\\_caja\\_negra](http://www.ecured.cu/Pruebas_de_caja_negra). [Último acceso: 23 Junio 2016].
- [148] Globe Testing, «Pruebas de Caja Negra,» [En línea]. Available: <https://www.globetesting.com/2012/08/pruebas-de-caja-negra/>. [Último acceso: 23 Junio 2016].
- [149] Wikipedia.org, «Ludificación,» 11 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Ludificaci%C3%B3n>. [Último acceso: 16 Junio 2016].
- [150] S. Moll, «Gamificación: 7 claves para entender qué es y cómo funciona,» 05 Junio 2014. [En línea]. Available: <http://justificaturespuesta.com/gamificacion-7-claves-para-entender-que-es-y-como-funciona/>. [Último acceso: 16 Junio 2016].
- [151] Oracle, «Java EE 7 SDK Downloads,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/downloads/index.html>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [152] Oracle, «NetBeans IDE 8.1 Download,» 2016. [En línea]. Available: <https://netbeans.org/downloads/>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [153] Apache Friends, «Download XAMPP,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.apachefriends.org/es/download.html>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [154] Oracle, «NetBeans Connector,» Google Chrome Web Store, 2016. [En línea]. Available: <https://chrome.google.com/webstore/detail/netbeans-connector/hafdlehgcfcodbgjnpecfajgkeejnaa>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [155] Oracle, «Download Connector/J,» [En línea]. Available: <https://dev.mysql.com/downloads/connector/j/>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [156] Bootsnipp, «Bootsnip. Design elements, playground and code snippets for Bootstrap HTML/CSS/JS framework,» 2016. [En línea]. Available: <http://bootsnipp.com/>. [Último acceso: 19 Mayo 2016].
- [157] The art of web, «JavaScript: Password Validation using regular expressions and HTML5,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.the-art-of-web.com/javascript/validate-password/>. [Último acceso: 29 Mayo 2016].

- [158] w3schools, «HTML <button> from Attribute,» [En línea]. Available: [http://www.w3schools.com/tags/att\\_button\\_form.asp](http://www.w3schools.com/tags/att_button_form.asp). [Último acceso: 1 Mayo 2016].
- [159] M. Doob, «HTML editor,» [En línea]. Available: <http://mrdoob.com/projects/htmleditor/>. [Último acceso: 29 Mayo 2016].
- [160] GLSL Sandbox, «GLSL Sandbox,» [En línea]. Available: <http://glslsandbox.com/>. [Último acceso: 29 Mayo 2016].
- [161] Dan y lorenzo-s, «Stack Overflow - Regex to check if valid URL that ends in .jpg, .png, or .gif,» 22 Junio 2015. [En línea]. Available: <http://stackoverflow.com/questions/169625/regex-to-check-if-valid-url-that-ends-in-jpg-png-or-gif>. [Último acceso: 29 Mayo 2016].
- [162] G. -. greggman, «webgl-fundamentals,» 2016. [En línea]. Available: <https://github.com/greggman/webgl-fundamentals>. [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [163] I. C. H. Hittenz, «Stack Overflow - Bootstrap Alert Auto Close,» 14 Abril 2014. [En línea]. Available: <http://stackoverflow.com/questions/23101966/bootstrap-alert-auto-close>. [Último acceso: 11 Mayo 2016].
- [164] Shadertoy, «Shadertoy,» [En línea]. Available: <https://www.shadertoy.com/>. [Último acceso: 29 Mayo 2016].
- [165] Three.js, «Three.js Editor,» [En línea]. Available: <http://threejs.org/editor/>. [Último acceso: 29 Mayo 2016].
- [166] HTML5 ROCKS, «WebGL Fundamentals,» 9 Febrero 2012. [En línea]. Available: [http://www.html5rocks.com/en/tutorials/webgl/webgl\\_fundamentals/](http://www.html5rocks.com/en/tutorials/webgl/webgl_fundamentals/). [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [167] Tutorials Point, «JPA Tutorial - JPA Arquitectura,» [En línea]. Available: [http://www.tutorialspoint.com/es/jpa/jpa\\_architecture.htm](http://www.tutorialspoint.com/es/jpa/jpa_architecture.htm). [Último acceso: 06 Junio 2016].
- [168] Gliffy , «Gliffy | Online Diagram and Flowchart Software,» [En línea]. Available: <https://www.gliffy.com/>. [Último acceso: 06 Junio 2016].
- [169] w3schools, «HTML5 canvas,» [En línea]. Available: [http://www.w3schools.com/html/html5\\_canvas.asp](http://www.w3schools.com/html/html5_canvas.asp). [Último acceso: 08 Junio 2016].
- [170] Khronos, «WebGL 1.0 API Quick Reference Card,» 2011. [En línea]. Available: [https://www.khronos.org/files/webgl/webgl-reference-card-1\\_0.pdf](https://www.khronos.org/files/webgl/webgl-reference-card-1_0.pdf). [Último acceso: 08 Junio 2016].
- [171] Hanov Solutions Inc., «WebSequenceDiagrams,» [En línea]. Available: <https://www.websequencediagrams.com/>. [Último acceso: 13 Junio 2016].
- [172] GanttPro, «GanttPro,» [En línea]. Available: [ganttpro.com](http://ganttpro.com). [Último acceso: 23 Junio 2016].



## **Capítulo 12. Apéndices**

---



## **Apéndice I. Manual de usuario**

---

Este manual de usuario de la aplicación realiza una separación entre las tareas que pueden realizar todos los usuarios (alumnos, profesores y el administrador), y a las que únicamente tienen acceso y permiso los profesores y el administrador.

La siguiente figura muestra el mapa web completo para la aplicación web:

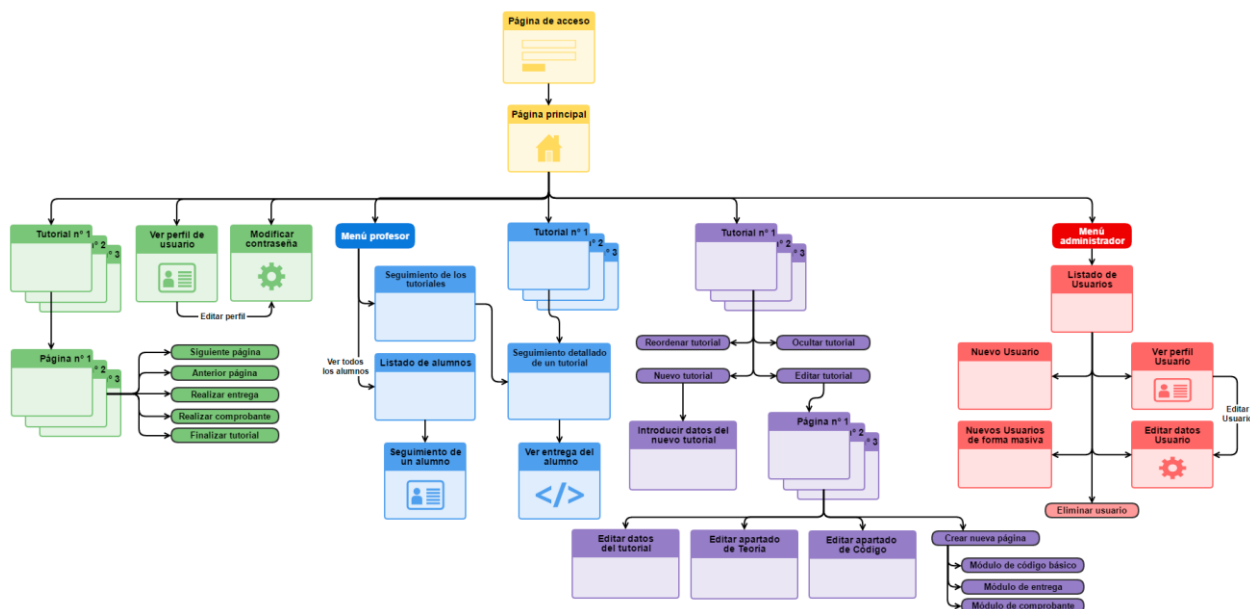


Figura 84 - Mapa web del sistema

Los alumnos (en verde) sólo podrán realizar los tutoriales y las tareas que conllevan realizarles (moverse entre páginas, realizar entregas y comprobantes, finalizar los tutoriales...), ver su perfil de usuario, y modificar sus contraseñas de acceso.

Los profesores (en azul) podrán hacer el seguimiento de los tutoriales y de los alumnos, ver sus entregas, calificarles...

El administrador (en rojo) podrá realizar las tareas de gestión de los usuarios, darles de alta y de baja, editar sus datos personales y contraseñas.

Las tareas de edición de tutoriales (en morado) pueden ser realizadas por los profesores y el administrador, pero serán explicadas desde el punto de vista del profesor debido a que el administrador realizará estas tareas de forma muy puntual, ya que la gestión de los tutoriales es tarea de los profesores. Las tareas de edición incluyen el reordenado de los tutoriales, su ocultación/activación, la creación de nuevos tutoriales, y la modificación y ampliación de los existentes.

Profesores y administradores podrán realizar los tutoriales al igual que los alumnos, pero no podrán ser calificados por ello.

A continuación se van a definir cómo realizar estas tareas, comenzando por las tareas que pueden realizar los alumnos:



## Apéndice I.1. Alumnos

Las tareas descritas a continuación pueden ser realizadas por todos los usuarios registrados en el sistema (salvo los dados de baja), y se explicarán desde el punto de vista de un alumno.

Este es el mapa web para las tareas que puede realizar un alumno:

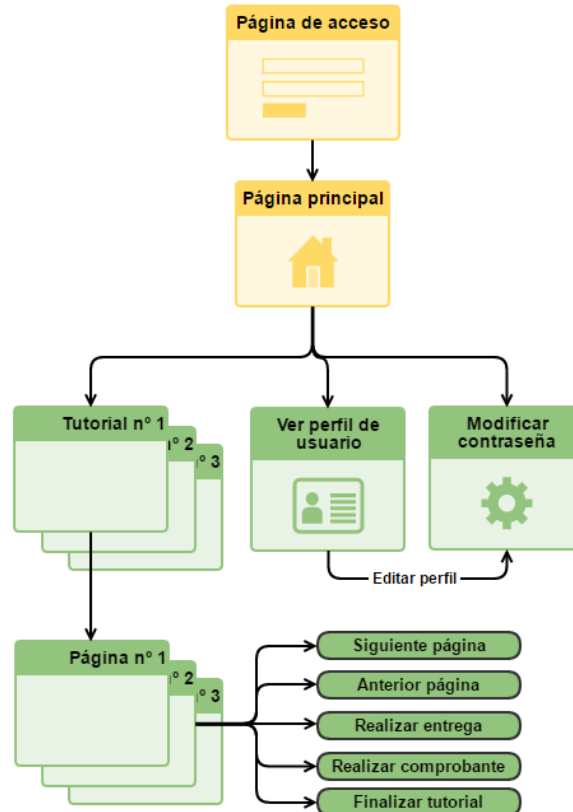


Figura 85 - Mapa web de las opciones disponibles para un alumno

### Acceso al sistema

Para acceder al sistema deberás entrar en la página de inicio de la aplicación e introducir tu usuario (login) y contraseña:



Login
Contraseña
Entrar

Figura 86 - Página de acceso al sistema

Si el usuario introducido no existe o la contraseña es incorrecta, el sistema te informará que los datos no son correctos y te permitirá intentar otra vez el acceso:



! Usuario o contraseña incorrectos


Login

Contraseña

Entrar

Figura 87 - Acceso al sistema incorrecto

Una vez accedido, el sistema te muestra la página principal, con todos los tutoriales disponibles y la barra de navegación desde podrás acceder a su perfil, a los ajustes y cerrar la sesión.

Hola, Steven ▾




Tutorial nº 1: Aprende a utilizar el sistema Notable - 7 Repetic

Este tutorial te ayudará a aprender el funcionamiento de este sistema y las opciones que incluye...



Tutorial nº 2: Primeros pasos con WebGL Empezar

Este tutorial te explicará los primeros pasos con WebGL...



Tutorial nº 3: Aprende a dibujar formas Empezar

En este tutorial aprenderás a realizar formas geométricas en un plano 2D...

## Realizar tutorial

Para comenzar un tutorial simplemente deberás pulsar sobre el botón de “Empezar” en el tutorial elegido:

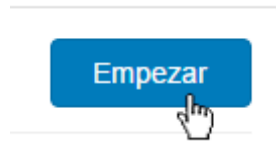


Figura 89 - Opción de Empezar un tutorial

Tras eso el sistema te mostrará la primera página de dicho tutorial:

Hola, Steven ▾

← Anterior página
Siguiente página →

## Tutorial nº 1: Aprende a utilizar el sistema

Página 1 de 5

Los tutoriales de este sistema se componen por páginas, entre las cuales puedes navegar con los botones de "Anterior página" y "Siguiente página" dispuestos en las partes superior e inferior de cada página.

Cada página estará formada por una parte de teoría y otra de código, en la que podrás editar el código WebGL y ver el resultado en el canvas de HTML. Los mensajes de error los "console.log" están redirigidos a la Consola que verás en la parte inferior, para que así no tengas que usar la consola integrada en el navegador.

Todo el código que escribas en el editor debe ser código JavaScript, rodeado por las etiquetas HTML:

```
<script>
// Código JavaScript
</script>
```

Ahora prueba a ejecutar el siguiente código para comprobar que todo funcione correctamente y pasa a la siguiente página.

**Código:**
Ejecutar código ▶

```

1 <script>
2   console.log("Funciona");
3 </script>
```

**Resultado:**

**Consola:**

← Anterior página
Siguiente página →

Alejandro Sanz Asenjo © 2016

Figura 90 - Página de inicio de un tutorial

Los tutoriales están formados por varias páginas, que a su vez están formados por un apartado o módulo de teoría, y un módulo de código que puede ser de código básico, de comprobante o de entrega de código.

Para la navegación entre las páginas del tutorial se utilizan los botones de “Anterior página” y “Siguiente página” (La opción de ir a la página anterior estará deshabilitada si es la primera página):

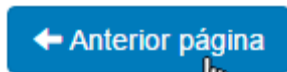


Figura 91 – Opción de ir a la página anterior del tutorial

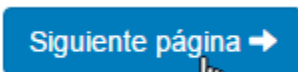


Figura 92 – Opción de ir a la página siguiente del tutorial

Si la página actual contiene un apartado de Comprobante estará indicado por:

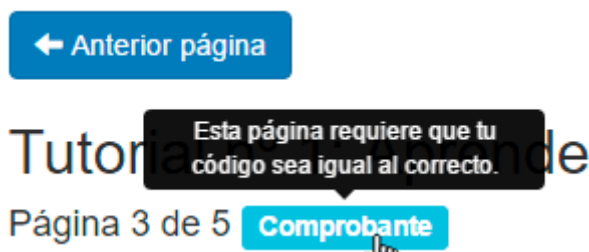


Figura 93 - Mensaje que informa al usuario que la página actual es de tipo Comprobante

Y el botón de “Siguiente página” habrá sido sustituido por el de:

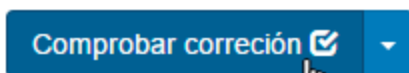


Figura 94 - Opción de comprobar corrección en un módulo de comprobante de código

Cuando pulses sobre “Comprobar Corrección”, el sistema comprobará si el código que has introducido coincide con el correcto establecido por el Profesor, y si es así el sistema te mostrará:

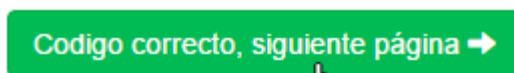


Figura 95 - Informa al usuario que el código comprobado fue correcto

Y si por el contrario fue incorrecto, el sistema te informará que el código no coincide, y te dejará realizar todos los intentos que necesites:



Figura 96 - Mensaje de error producido porque el código introducido no fue correcto

La corrección o no del código depende de que el código introducido sea totalmente idéntico al código correcto fijado por el Profesor en la creación del tutorial.

Si no logras superar el apartado, puedes saltártelo, o reiniciar el código inicial para volver a probar los cambios de cero:

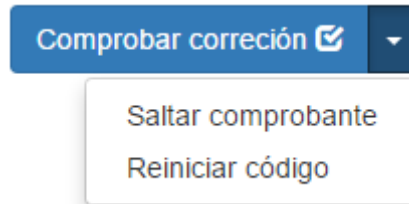


Figura 97 - Opciones de saltar el comprobante y de reiniciar el código

Si estás repitiendo el tutorial y ya conseguiste el código correcto en ese apartado, la indicación del Comprobante ahora será de color verde y te informará que ya lo realizaste con éxito.

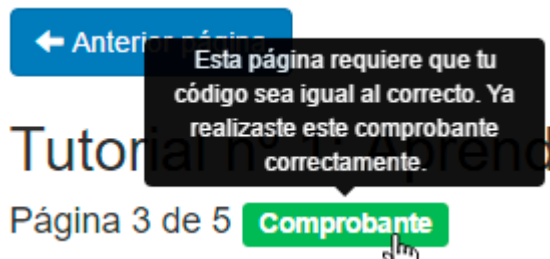


Figura 98 - Mensaje que informa al usuario que ya realizó este comprobante

Puedes volver a intentar conseguir el código correcto o por el contrario saltar este apartado, sin perder tu progreso del intento anterior.

Si en cambio la página actual contiene un apartado de Entrega de código estará indicado por:

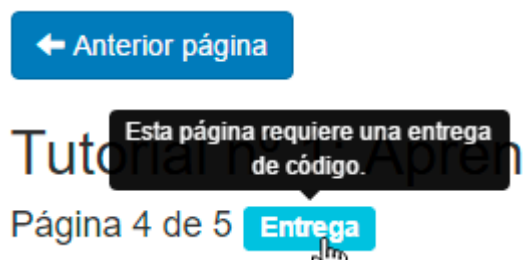


Figura 99 - Mensaje que informa al usuario que la página actual es de tipo Entrega de código

Y el botón de "Siguiete página" habrá sido sustituido por el de:



Figura 100 - Opción de entregar el código en un apartado de Entrega

Cuando realice la entrega, el sistema te indicará que se ha realizado con éxito, y te permitirá pasar a la siguiente página:

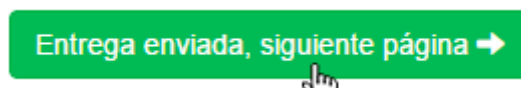


Figura 101 - Informa al usuario que el código fue entregado correctamente

La próxima vez que accedas a ese tutorial el sistema te mostrará el código que has entregado, no el código inicial que daba el profesor, y cualquier cambio que realices se sobrescribirá sobre las anteriores entregas realizadas para ese módulo.

Además, el indicador de Entrega aparecerá en color verde y te informará que ya habías realizado la entrega:

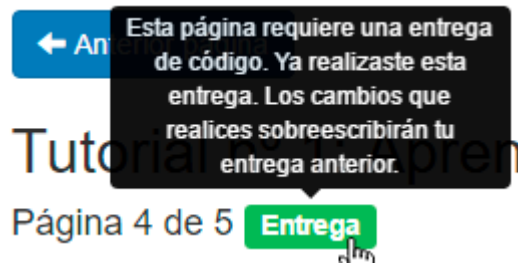


Figura 102 - Mensaje que informa al usuario que ya realizó esa entrega

Una vez terminado el tutorial, podrás marcar su finalización con:

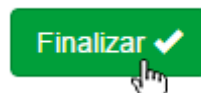


Figura 103 - Opción de finalizar el tutorial

Esto hará que el sistema guarde este tutorial como finalizado, y cambiará la opción de “Comenzar” por la de “Repetir”:

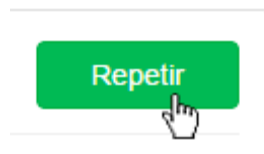


Figura 104 - Opción de repetir un tutorial

En cambio, si comienzas el tutorial pero no le finalizas, el sistema te dará la opción de continuar el tutorial:

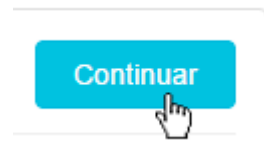


Figura 105 - Opción de continuar un tutorial

Si repites o continúas un tutorial, éste comenzará otra vez desde la primera página, pero como se ha indicado antes no borrará tu progreso. Podrás repetir otra vez los comprobantes hasta lograr el código correcto, o saltártelos si lo habías conseguido anteriormente. Además, podrás modificar las entregas que habías realizado.

## Ejecutar código WebGL

Para ejecutar el código pulsa sobre el botón de “Ejecutar Código” que se encuentra en la parte superior del editor de código:

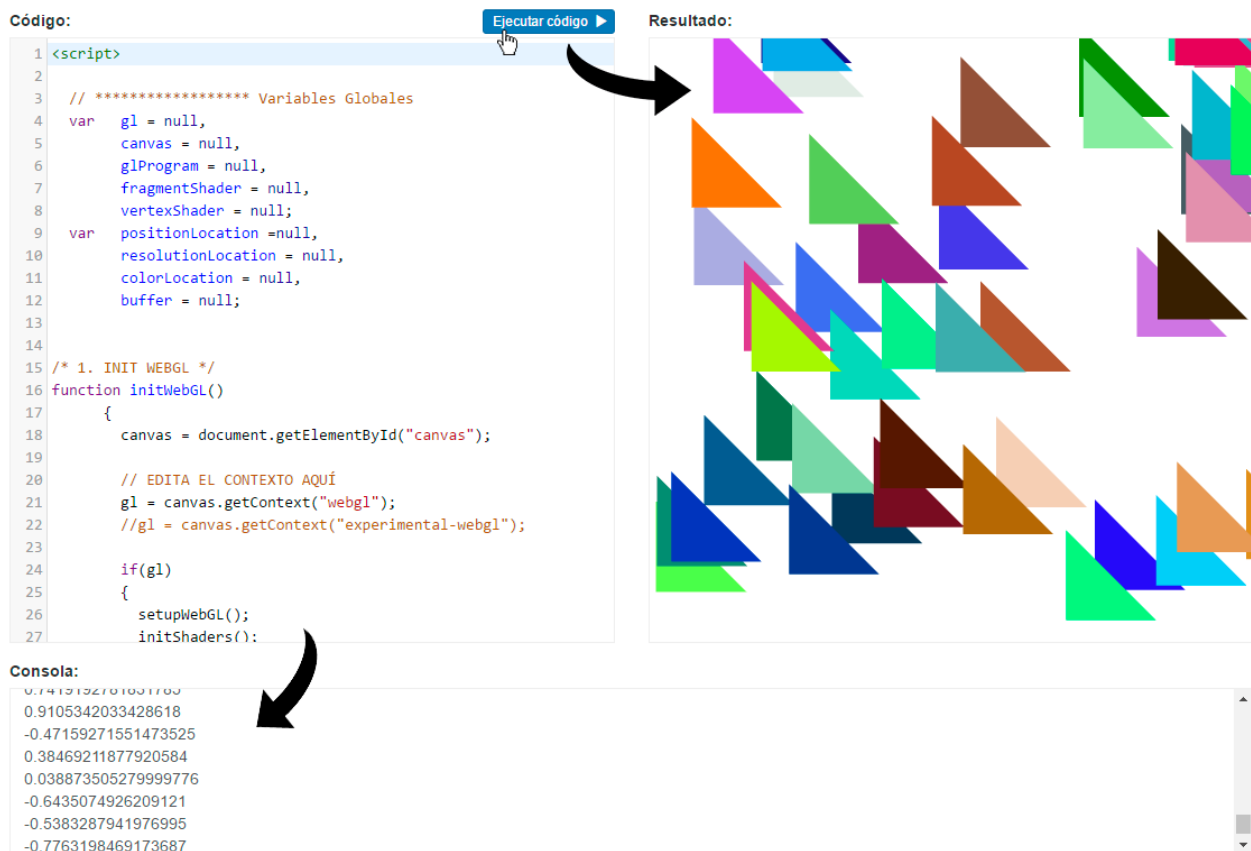


Figura 106 - Ejemplo de la ejecución de código WebGL

Esto ejecutará el código introducido en el editor de código de la parte izquierda, y el resultado se mostrará en el objeto canvas de la derecha. La salida de consola de errores y mensajes se redirigen a la consola que se encuentra en la parte inferior.

## Ver perfil de usuario

Para ver tu perfil de usuario, deberás acceder a éste desde el menú desplegable de la barra de navegación:

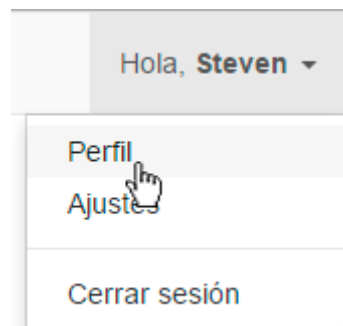



Figura 107 - Opción de ver el perfil del usuario

Tras eso el sistema te redirige a tu perfil, que incluye tu nombre, correo electrónico, rol, los tutoriales que has realizado y completado, tu nota media obtenida, y una lista de los tutoriales que has intentado con la nota impuesta por el Profesor:

**Perfil de usuario**


Nombre: Steven Bonham  
Correo electrónico: steven.bonham@alumnos.uva.es  
Rol: alumno

---

Tutoriales comenzados: 1  
Tutoriales completados: 1

Nota media: **Sobresaliente - 10**

Tutorial	Estado	Nota
Tutorial nº1 : Aprende a utilizar el sistema	<b>Completado</b>	<b>Sobresaliente - 10</b>

Figura 108 - Perfil de un usuario

### Modificar contraseña

Para modificar tu contraseña de acceso, el puedes acceder desde el menú desplegable, o desde tu perfil de usuario:

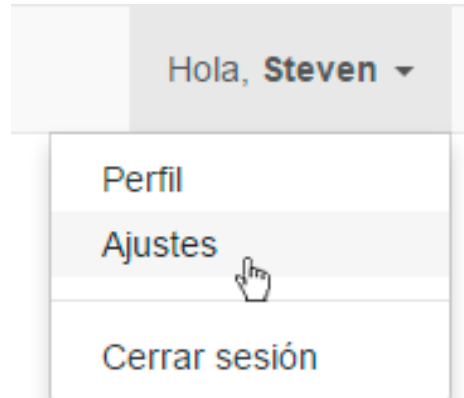



Figura 109 - Opción 1 de acceso al cambio de contraseña

**Perfil de usuario**

**Editar perfil**


Nombre: Steven Bonham  
Correo electrónico: steven.bonham@alumnos.uva.es  
Rol: alumno

---

Tutoriales comenzados: 0  
Tutoriales completados: 0

Nota media: **No disponible**

Figura 110 - Opción 2 de acceso al cambio de contraseña



Una vez en el menú de ajustes, el sistema te permitirá la contraseña:

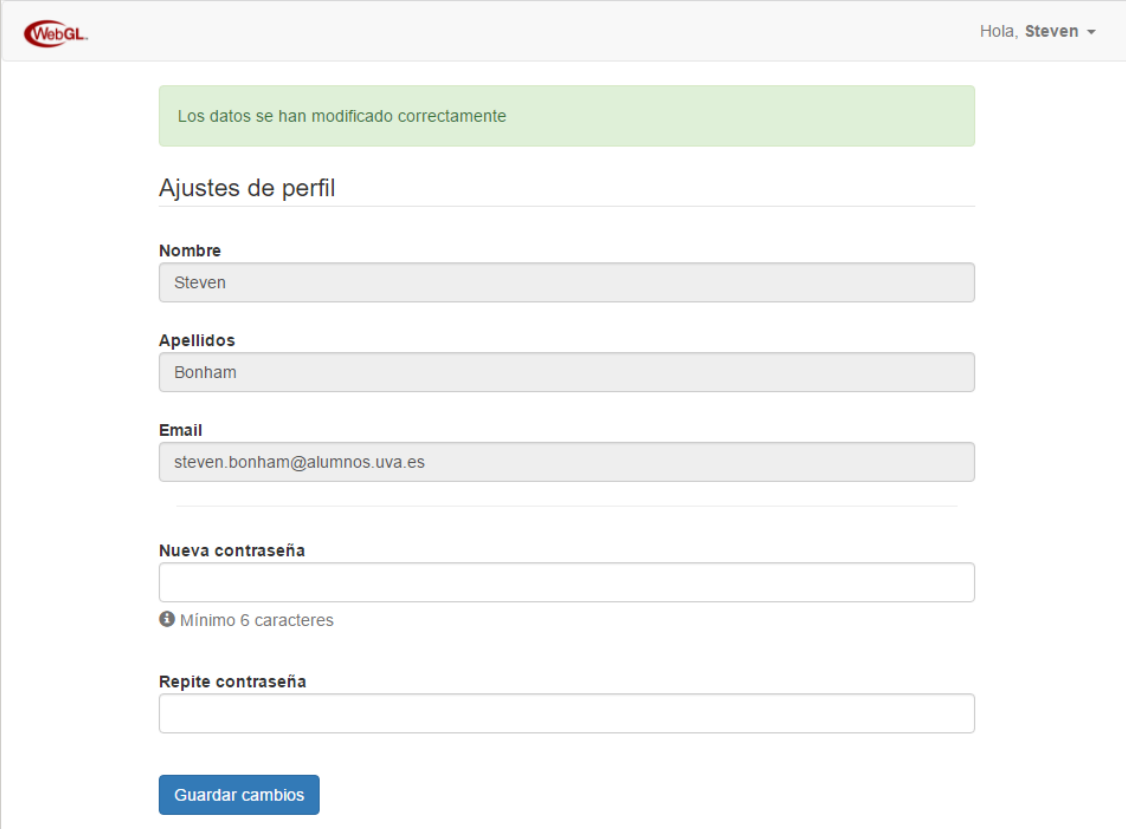
Figura 111 – Página de modificación de la contraseña por parte de los usuarios

El sistema comprobará que la contraseña que has introducido tenga un mínimo de 6 caracteres, y que la comprobación de la contraseña coincida con la primera introducida:

Figura 112 - Comprobación que la contraseña tenga al menos 6 caracteres

Figura 113 - Comprobación que las dos contraseñas introducidas coincidan

Una vez realizado el cambio de contraseña, el sistema te informará que los cambios se han producido con éxito:



The screenshot shows a web interface for a user named Steven. At the top left is the WebGL logo, and at the top right is a greeting 'Hola, Steven' with a dropdown arrow. Below this is a green success message: 'Los datos se han modificado correctamente'. The main section is titled 'Ajustes de perfil' and contains several form fields: 'Nombre' (Steven), 'Apellidos' (Bonham), 'Email' (steven.bonham@alumnos.uva.es), 'Nueva contraseña' (with a hint 'Mínimo 6 caracteres'), and 'Repite contraseña'. At the bottom is a blue button labeled 'Guardar cambios'.

Figura 114 - Contraseña modificada correctamente

Sólo el Administrador tiene el permiso para modificar el resto de datos de los usuarios, por tanto, tendrás que realizar una solicitud al Administrador para que te modifique el nombre o el email en caso de error o errata.

### Cerrar sesión

Para cerrar sesión tendrás que seleccionarlo desde el menú desplegable, y el sistema te redirigirá a la página de acceso al sistema.

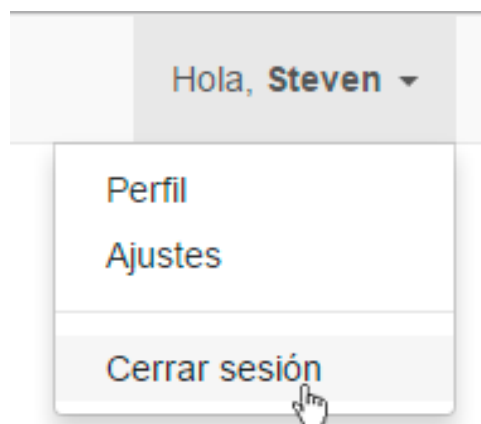


Figura 115 - Opción de cerrar la sesión del sistema

## Apéndice I.2. Profesor

Las tareas descritas a continuación sólo pueden ser realizadas por un usuario con rol de Profesor<sup>3</sup>, y se explicarán desde su punto de vista:

Este es el mapa web para las tareas que puede realizar un profesor:

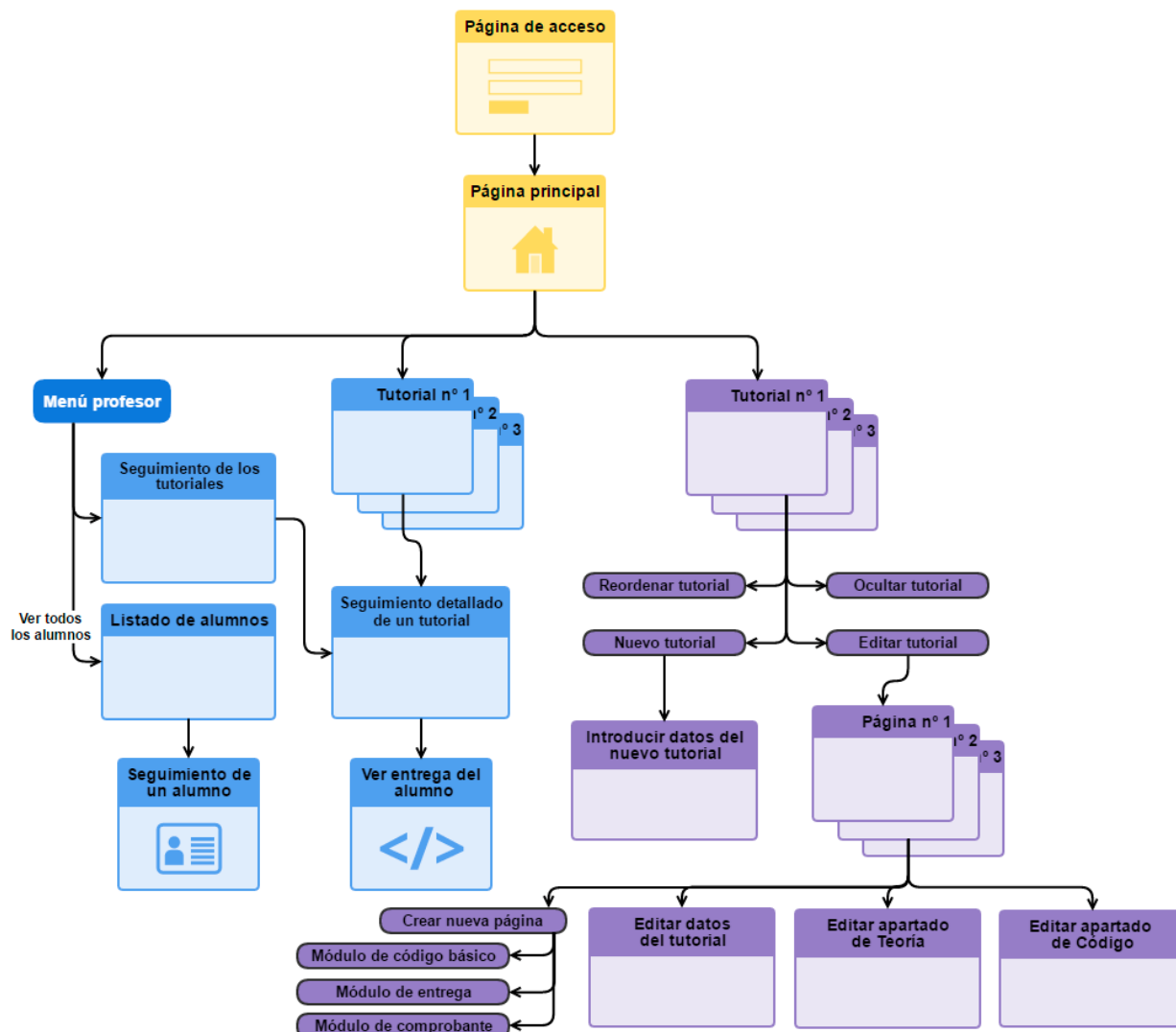


Figura 116 - Mapa web de las opciones disponibles para un profesor

### Crear nuevo tutorial

Para crear un nuevo tutorial, deberás pulsar sobre la opción de “Nuevo tutorial” en la página principal:

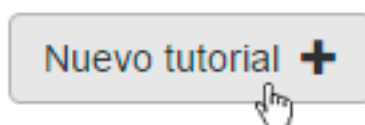
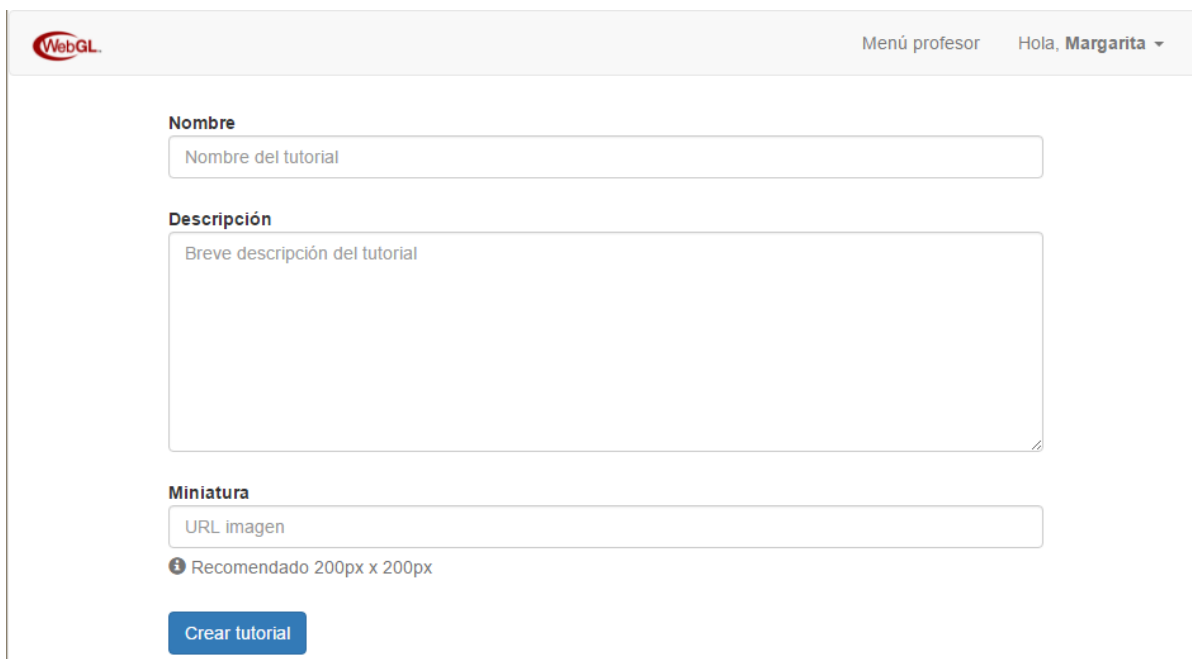


Figura 117 - Opción de crear nuevo tutorial

<sup>3</sup> Un Administrador también podrá crear y editar tutoriales, pero no podrá realizar el seguimiento

Tras esto el sistema te solicitará un nombre para el nuevo tutorial, su descripción y la dirección URL de su miniatura:



WebGL Menú profesor Hola, Margarita ▾

**Nombre**  
Nombre del tutorial

**Descripción**  
Breve descripción del tutorial

**Miniatura**  
URL imagen  
Recomendado 200px x 200px

Crear tutorial

Figura 118 - Página de solicitud del nombre, descripción y miniatura de un tutorial nuevo

Una vez introducidos los datos, el sistema creará un nuevo, en estado de oculto para que los alumnos aún no puedan verle, y le añadirá al final de la lista de los tutoriales.



Figura 119 - Página principal tras la creación de un nuevo tutorial

### Editar tutorial

Para editar un tutorial del sistema, deberás seleccionar la opción de “Editar tutorial”:

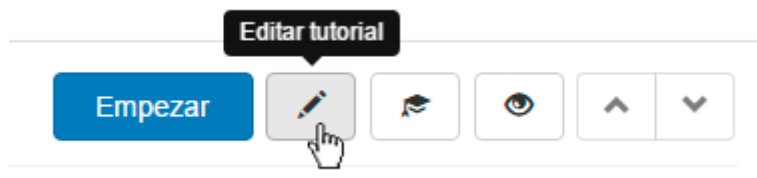




Figura 120 - Opción de editar un tutorial

Tras esto el sistema mostrará la primera página del tutorial, y te permitirá editar la descripción de éste, los apartados de esa página, o crear una nueva página:


Menú profesor
Hola, **Margarita**

Anterior página
Crear nueva página

Editar descripción



### Tutorial nº 0: Aprende a utilizar el sistema

Este tutorial te ayudará a aprender el funcionamiento de este sistema y las opciones que incluye....

Editar apartado

### Tutorial nº 0: Aprende a utilizar el sistema

Página 1 de 1

Texto de la teoría

Editar apartado

Código:
Ejecutar código

1

Resultado:

Consola:

Anterior página
Crear nueva página

Alejandro Sanz Asenjo © 2016

Figura 121 - Página de edición de un tutorial

### Editar descripción

Al seleccionar “Editar descripción”, el sistema dará la opción de modificar los datos introducidos en la creación del tutorial, nombre, descripción y miniatura:

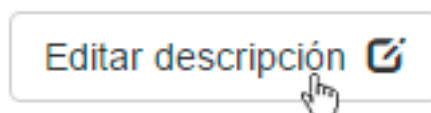


Figura 122 - Opción de editar la descripción del tutorial

El sistema mostrará los valores actuales para que realices cambios sobre ellos y no se modifiquen los que no desees cambiar:

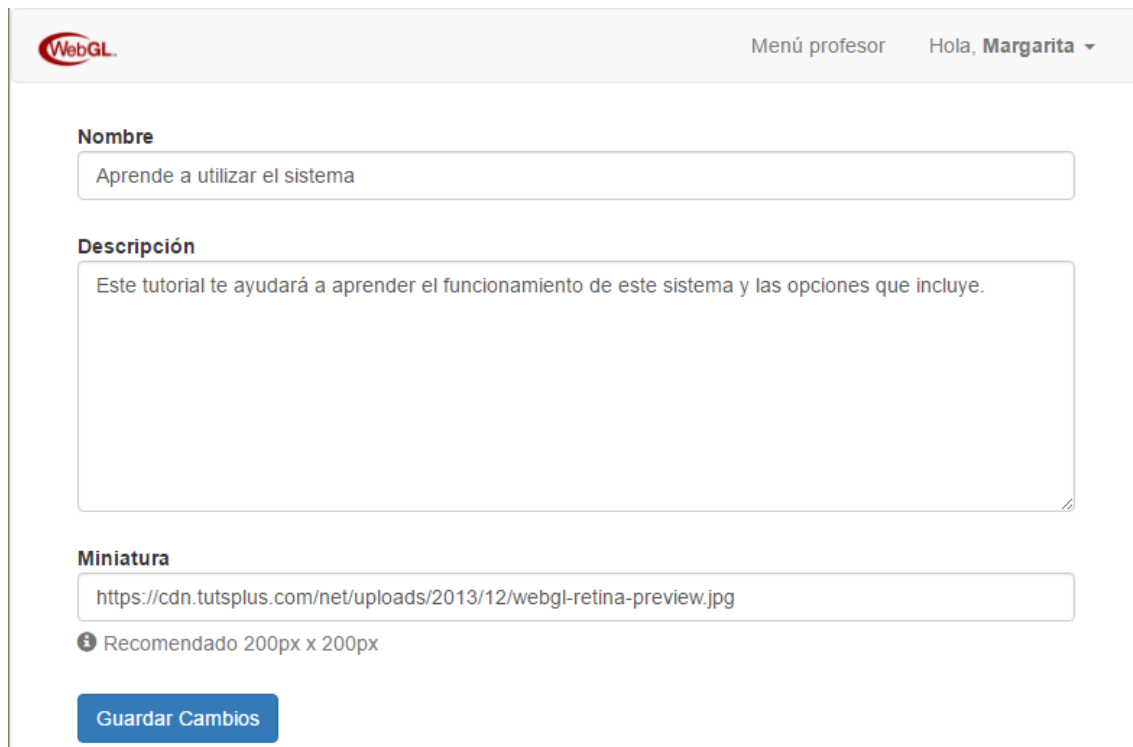


Figura 123 - Página de edición del nombre, descripción y miniatura de un tutorial

Una vez guardados los cambios, el sistema te redirigirá otra vez a la página de edición del tutorial.

### Editar teoría

Para editar el módulo o apartado de teoría de un tutorial, deberás seleccionar la opción de “Editar apartado” que hay sobre el apartado de teoría:



## Tutorial nº 1: Aprende a utilizar el sistema

Página 1 de 1

Texto de la teoría

Figura 124 - Opción de editar el módulo de teoría

Entonces el sistema te mostrará el editor de texto HTML donde te permitirá realizar los cambios deseados:

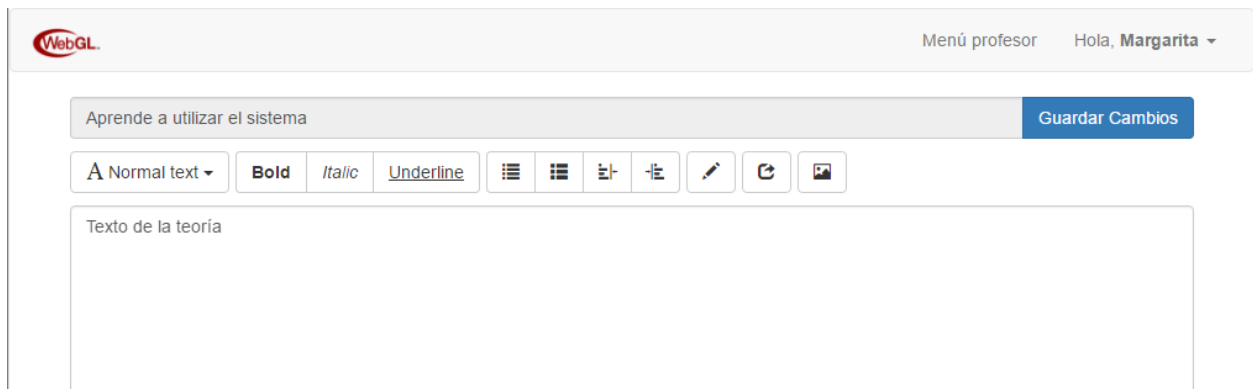


Figura 125 - Editor de teoría

Este editor tiene las opciones de:

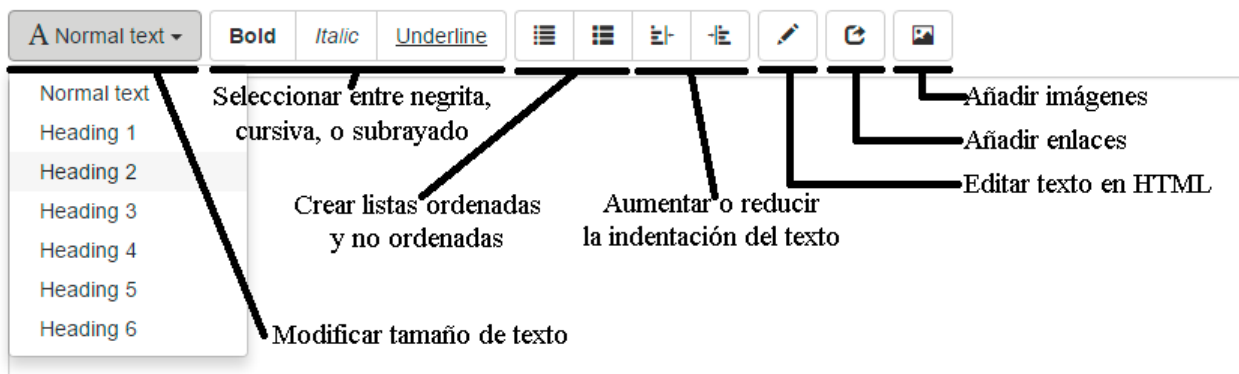


Figura 126 - Opciones del editor de teoría

Al guardar los cambios el sistema recogerá el texto y modificará el módulo de teoría, y seguirá permitiendo realizar más cambios.

### Editar módulos de código

Para editar un módulo de código, entrega o comprobante, deberás seleccionar la opción de “Editar apartado” que hay sobre dicho apartado:

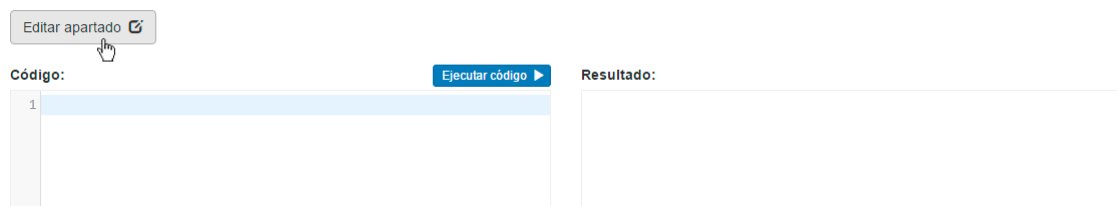



Figura 127 - Opción de editar un módulo de código

El sistema permitirá realizar cambios y ejecutar el código hasta que desees guardar los cambios realizados en el código:



Menú profesor

Hola, **Margarita** ▾

Guardar Cambios

Código:

Ejecutar código ▶

1


Resultado:

Consola:

Alejandro Sanz Asenjo © 2016

Figura 128 - Página de edición de módulos de código básico o de entrega

Esto es válido para módulos de código básico o de entrega, para los módulos comprobantes el sistema mostrará dos editores de código (código inicial y código correcto) en los que podrás realizar los cambios para realizar el comprobante deseado:



Menú profesor

Hola, **Margarita** ▾

Guardar Cambios

Código correcto:

Ejecutar código ▶

1

Código que verá el usuario:

Ejecutar código ▶

1

Resultado:

Consola:

Figura 129 - Página de edición de módulos de comprobante de código



## Añadir páginas al tutorial

Para la creación de nuevas páginas en un tutorial, el sistema te permite elegir entre:

- Crear nueva página, que incluirá un módulo de código básico:

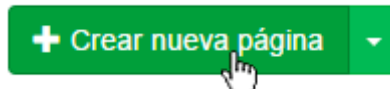


Figura 130 - Opción de crear nueva página (con módulo de código básico)

- Crear comprobante, que creará una nueva página con un módulo comprobante:

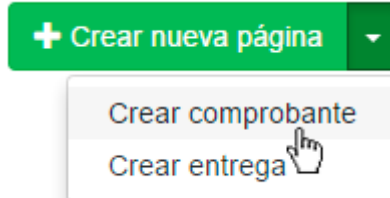


Figura 131 - Opción de crear nueva página con un módulo de comprobante de código

- Crear entrega, que creará una nueva página con un módulo de entrega de código:

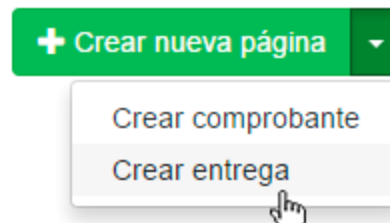


Figura 132 - Opción de crear nueva página con un módulo de entrega de código

## Ocultar tutorial

El sistema te permite ocultar los tutoriales para que los alumnos no puedan verles, bien porque no estén finalizados, o porque quieres elegir cuándo empiecen a realizarles. Para ocultar un tutorial, simplemente pulsa sobre el botón del ojo:

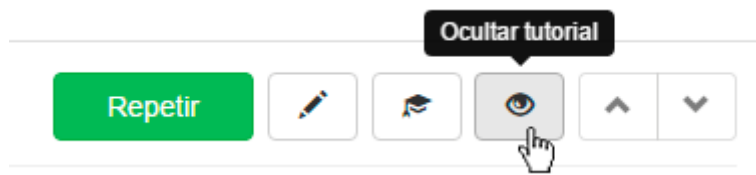


Figura 133 - Opción de ocultar un tutorial

Ahora el tutorial aparecerá con el fondo gris, y el ojo se habrá tachado. Esto indica que el tutorial está oculto, y los alumnos no podrán acceder a él. Para volver a activarlo, vuelve a pulsar sobre el botón del ojo, y volverá a estar activo:

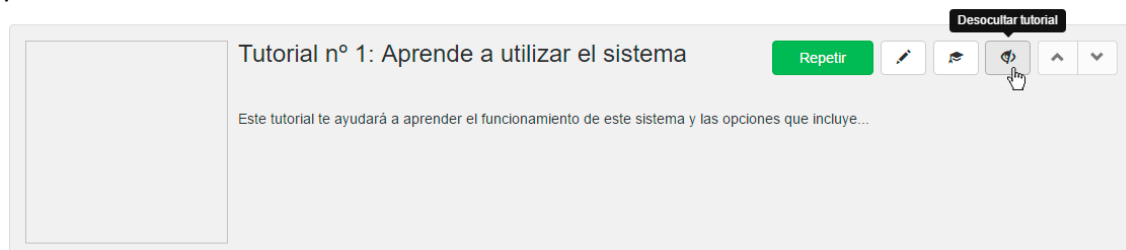


Figura 134 - Tutorial oculto

## Reordenar tutoriales

Si quieres bajar la posición de uno de los tutoriales, simplemente pulsa sobre la flecha hacia abajo:

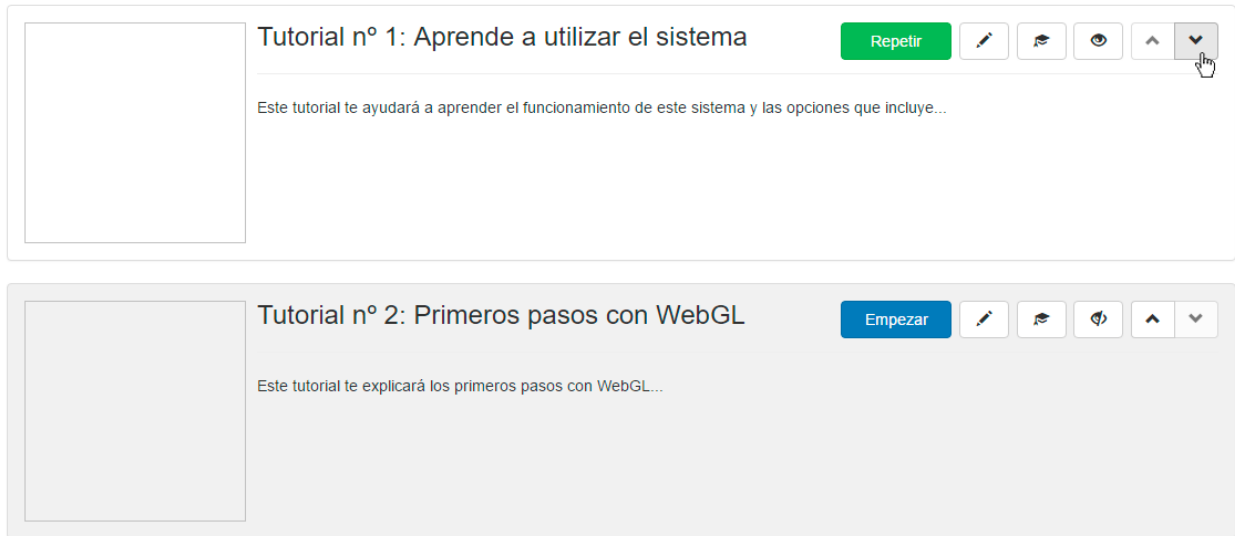


Figura 135 - Bajar posición a un tutorial

Esto bajará la posición del tutorial, y modificará su número (en este caso pasa de ser el tutorial 1 a ser el número 2), quedando así:



Figura 136 - Subir posición a un tutorial

De la misma forma, se puede aumentar la posición de un tutorial, pulsando sobre la flecha hacia arriba.

Las opciones de subir una posición al primer tutorial o bajar una posición al último están deshabilitadas por el sistema.

## Realizar el seguimiento

Para realizar el seguimiento de los tutoriales, entra en el “Menú profesor”:

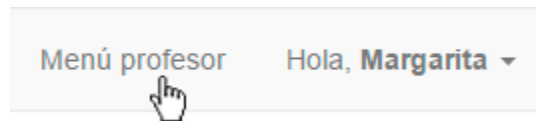


Figura 137 - Acceso al menú profesor

Y el sistema te mostrará un listado de los tutoriales disponibles en el sistema, con datos sobre cuántos alumnos han finalizado el tutorial, y cuántos no lo han empezado:

Tutorial	Completados	No han intentado
Tutorial nº 1: Aprende a utilizar el sistema	10 / 21	6 / 21
Tutorial nº 2: Primeros pasos con WebGL	4 / 21	15 / 21
Tutorial nº 3: Aprende a dibujar formas	1 / 21	19 / 21

Figura 138 - Menú profesor - Seguimiento de los tutoriales

El sistema permite desde este menú ver más detalles sobre el seguimiento de un tutorial, o ver el listado completo de los alumnos.

Seleccionando “Más detalles”, el sistema muestra un listado de los alumnos, indicando qué alumnos han completado, empezado o no el tutorial, así como el resultado obtenido en los comprobantes de éste, sus entregas realizadas, y la posibilidad de ponerle una calificación por su progreso en ese tutorial. También permite ver el perfil del alumno para ver su progreso individualmente.

Este menú también es accesible pulsando sobre el icono de “Seguimiento tutorial” en la página de inicio:



Figura 139 - Opción de ver el seguimiento detallado desde la página principal

WebGL

Menú profesor

Hola, Margarita ▾

Tutorial nº1 : Aprende a utilizar el sistema

























Alumno	Perfil	Estado	Comprobante pag 3	Entrega pag 4	Nota
Ann Black		Completado			Sobresaliente - 10 ▾
Steven Bonham		Completado			Notable - 7 ▾
Amy Churchill		Sin comenzar			No disponible
Stephen Daltrey		Completado			Sobresaliente - 10 ▾
Charles Davis		No completado			Aprobado - 5 ▾
John Densmore		Sin comenzar			No disponible
Jane Gilmore		Completado			Sobresaliente - 10 ▾
Michael Gray		Sin comenzar			No disponible

Figura 140 - Seguimiento detallado de un tutorial

El resultado de los módulos del tutorial se ordena por la página en la que se encontraba ese módulo. En el caso de los comprobantes, su resultado se indica como correcto o incorrecto mediante los iconos:

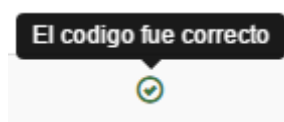


Figura 141 - Comprobante correcto

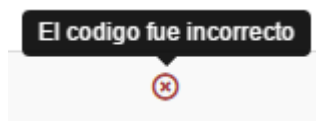


Figura 142 - Comprobante incorrecto

Y podrás ver la entrega de código realizada por los alumnos pulsando sobre:

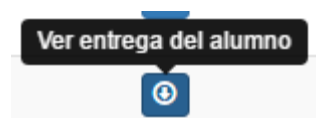


Figura 143 - Opción de ver entrega del usuario

El sistema mostrará entonces la entrega del usuario, dando la opción a ejecutarla y editarla para corregirla y poder calificarla.

The screenshot shows a web application interface for WebGL. At the top, there is a header with the WebGL logo on the left and a user menu on the right showing 'Menú profesor' and 'Hola, Margarita'. Below the header, there is a blue button labeled 'Volver al listado de alumnos'. The main area is divided into three sections: 'Código:', 'Resultado:', and 'Consola:'. The 'Código:' section contains a code editor with the following code:

```
1 <script>
2   function f(){
3     console.log("Código entregado por Stephen");
4   }
5 </script>
6
7
8 <script>
9   f();
10
11 </script>
12
```

The 'Resultado:' section is currently empty. The 'Consola:' section shows the output: 'Código entregado por Stephen'. There is a 'Ejecutar código' button next to the code editor.

Alejandro Sanz Asenjo © 2016

Figura 144 - Entrega realizada por un alumno

En el caso de que el usuario no haya realizado la entrega, esta opción estará deshabilitada por el sistema.

Para calificar ese tutorial, deberás pulsar sobre "Fijar nota", y se abrirá un desplegable con las notas del 0 al 10.



Figura 145 - Calificar a un alumno

Una vez seleccionada la nota, el sistema la guardará como la calificación de ese alumno en ese tutorial. Si quisieras cambiar una nota impuesta, pulsa sobre la nota y se abrirá el mismo desplegable para cambiarla.

En el caso de que un alumno no haya empezado el tutorial, no se le podrá calificar, y aparecerá la opción de “No disponible” sustituyendo a la de “Fijar nota”:

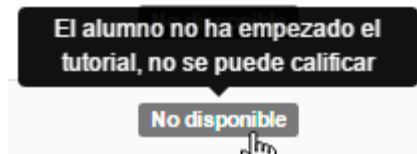


Figura 146 - Impedimento de calificar a un alumno que no haya comenzado el tutorial

Para realizar un seguimiento de todos los alumnos, selecciona “Ver listado de alumnos” en el “Menú profesor”:



Figura 147 - Opción de ver el listado de alumnos en el "Menú profesor"

Entonces el sistema te mostrará el listado de alumnos ordenados por orden alfabético, mostrando las notas medias de cada uno, y la posibilidad de ver su perfil:

WebGL		
		Menú profesor Hola, Margarita ▾
Alumno	Perfil	Nota media
Ann Black		Sobresaliente - 10
Steven Bonham		Notable - 7
Amy Churchill		No disponible
Stephen Daltrey		Sobresaliente - 10
Charles Davis		Aprobado - 6
John Densmore		No disponible
Jane Gilmore		Sobresaliente - 10
Michael Gray		No disponible

Figura 148 - Listado de alumno por el Profesor

Desde el perfil del alumno el sistema te mostrará un seguimiento individualizado del usuario, mostrando su nombre, correo y rol, así como datos sobre los tutoriales que ha realizado, y la nota media obtenida.

The screenshot shows a web application interface. At the top, there is a header with the 'WebGL' logo on the left, and 'Menú profesor' and 'Hola, Margarita' on the right. Below the header, there is a 'Perfil de usuario' (User Profile) section. It contains the following information:

- Nombre: Stephen Daltrey
- Correo electrónico: stephen.daltrey@alumnos.uva.es
- Rol: alumno
- Tutoriales comenzados: 1
- Tutoriales completados: 1
- Nota media: Sobresaliente - 10

Below the profile section, there is a table with the following columns: Tutorial, Estado, and Nota.

Tutorial	Estado	Nota
Tutorial nº1 : Aprende a utilizar el sistema	Completado	Sobresaliente - 10

Figura 149 - Perfil de un alumno visto por un profesor

También incluye un listado con los tutoriales que ha comenzado o completado, detallando la nota obtenida, y permitiendo cambiarla pulsando sobre ésta.

### Apéndice I.3. Administrador

Las tareas descritas a continuación sólo pueden ser realizadas por un usuario con rol de Administrador, y se explicarán desde su punto de vista:

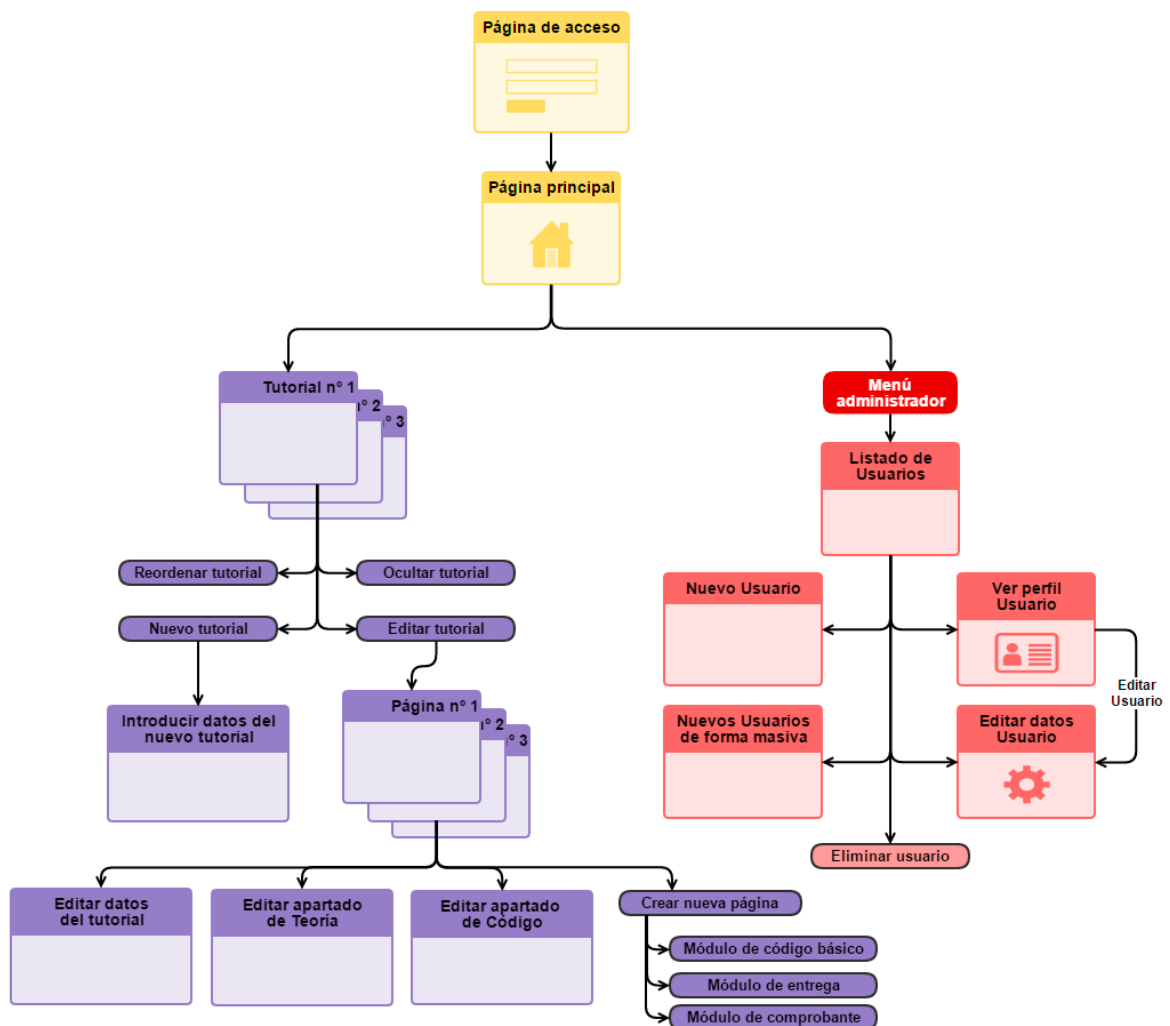


Figura 150 - Mapa web de las opciones disponibles para un administrador

Como se explicó anteriormente, el administrador también tiene la opción de editar y crear nuevos tutoriales. Estas opciones ya han sido definidas y explicadas en el Apéndice I.2. Profesor.

### Gestión de usuarios

Tras acceder al sistema, accede al “Menú administrador” y desde ahí podrás realizar las operaciones a las que sólo tu rol tiene permiso:

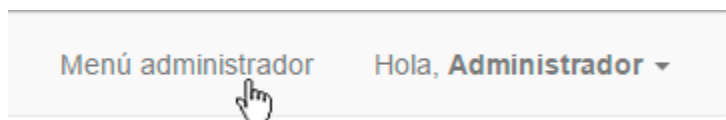


Figura 151 - Acceso al Menú administrador

Una vez haya accedido al “Menú administrador” el sistema te mostrará la lista de todos los usuarios registrados en el sistema, teniendo datos de su login, nombre, apellidos, email y rol como muestra la imagen:

WebGL

Menú administrador

Hola, Administrador ▾

Añadir nuevo usuario ▾

Listado de usuarios



















Login	Nombre	Apellidos	Email	Rol	Perfil	Editar	Eliminar
admin	Administrador	/	@	admin			
marga	Margarita	Gonzalo Tasis	marga@infor.uva.es	profesor			
ann	Ann	Black	ann.black@alumnos.uva.es	alumno			
steven	Steven	Bonham	steven.bonham@alumnos.uva.es	alumno			
amy	Amy	Churchill	amy.churchill@alumnos.uva.es	alumno			
stephen	Stephen	Daltrey	stephen.daltrey@alumnos.uva.es	alumno			

Figura 152 - Menú administrador

Desde este menú podrás realizar las tareas de:

### Ver perfil de usuario

Pulsando sobre la opción “Ver perfil de usuario” podrás ver el perfil de cualquier usuario registrado en el sistema:

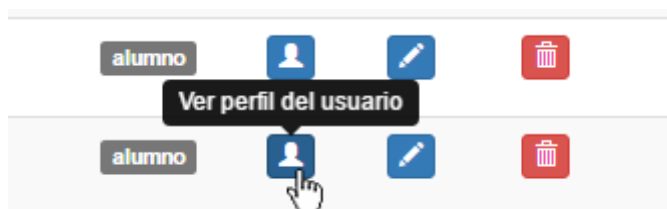


Figura 153 - Opción de ver perfil de usuario por parte del Administrador

El sistema mostrará sus datos (nombre, correo, rol, datos sobre su progreso en los tutoriales...) y permitirá editar sus datos personales.



WebGL Menú administrador Hola, **Administrador** ▾

### Perfil de usuario

Nombre: Steven Bonham  
 Correo electrónico: steven.bonham@alumnos.uva.es  
 Rol: alumno

---

Tutoriales comenzados: 1  
 Tutoriales completados: 1

Nota media: **Sobresaliente - 10**

Tutorial	Estado	Nota
Tutorial nº1 : Aprende a utilizar el sistema	Completado	Sobresaliente - 10

Figura 154 - Vista del Administrador de un perfil de un usuario

Editar usuario:

Podrás editar el perfil de un usuario desde su perfil (como se ha descrito anteriormente) o desde el listado de alumnos del “Menú administrador”:



Figura 155 - Opción de editar usuario en el “Menú administrador”

WebGL Menú administrador Hola, **Administrador** ▾

### Perfil de usuario

Nombre: Steven Bonham  
 Correo electrónico: steven.bonham@alumnos.uva.es  
 Rol: alumno

---

Tutoriales comenzados: 1  
 Tutoriales completados: 1

Nota media: **Sobresaliente - 10**

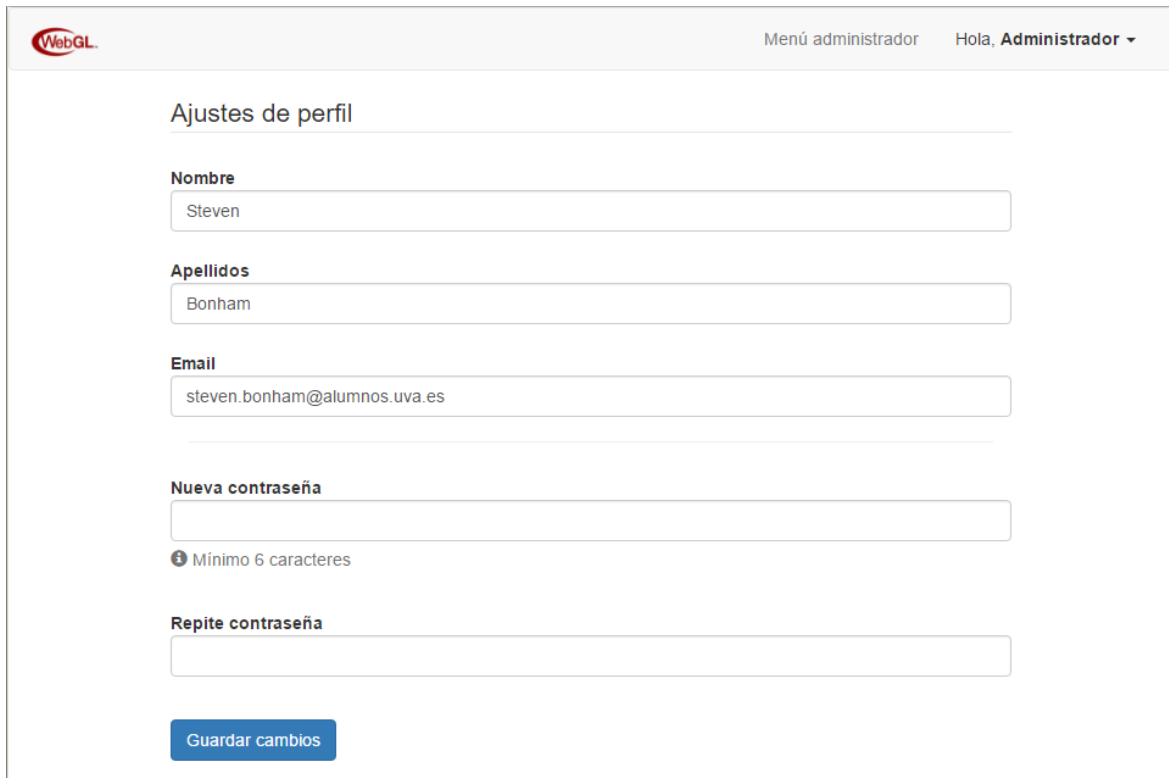
Tutorial	Estado	Nota
Tutorial nº1 : Aprende a utilizar el sistema	Completado	Sobresaliente - 10

Figura 156 - Opción de editar el perfil del usuario desde su perfil

El sistema mostrará los datos actuales del usuario, y podrás realizar cambios sobre éstos.

Como administrador eres el único que tiene permiso para cambiar los datos personales del resto de usuarios, ya que está ideado sólo para casos en los que existan errores o erratas en los datos de los usuarios.

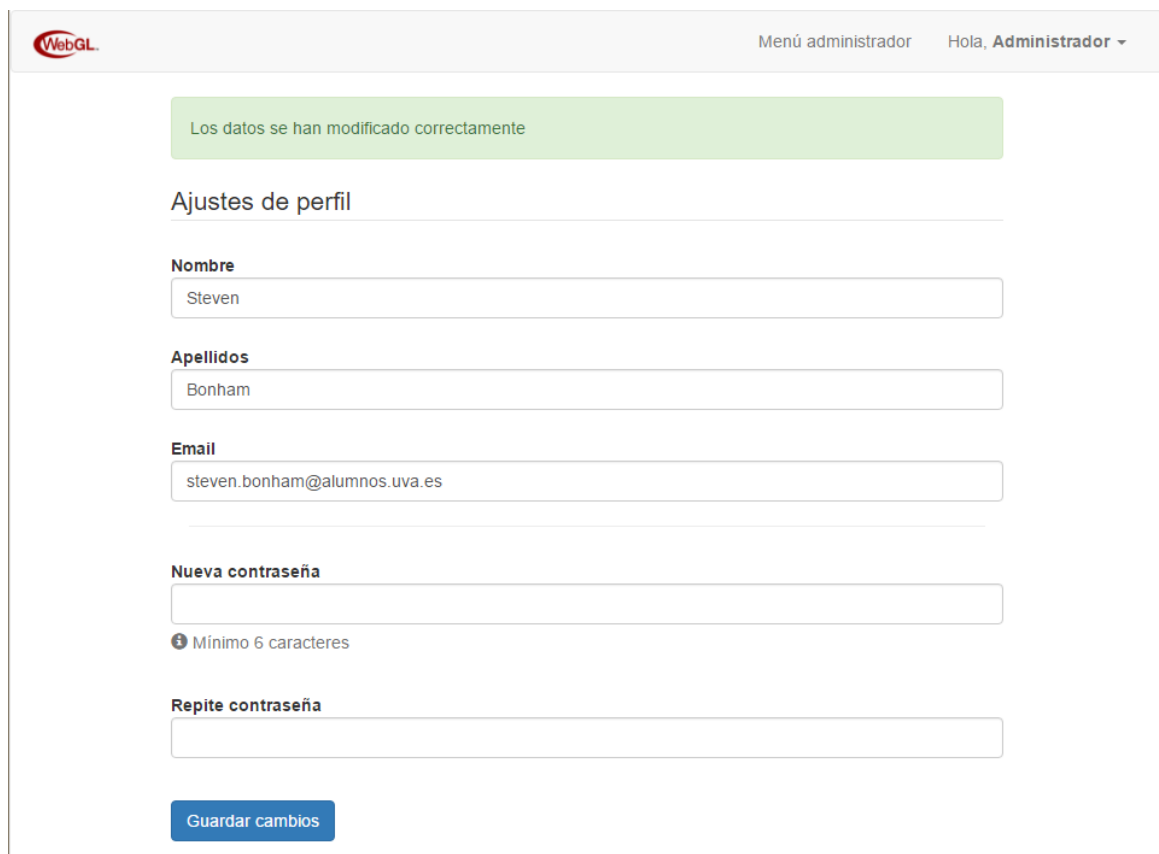
Podrás realizar cambios en sus datos personales (nombre, apellidos y email) sin modificar su contraseña, simplemente no escribiendo sobre dichos campos:



The screenshot shows a web interface for editing a user profile. At the top, there is a header with the WebGL logo on the left, and 'Menú administrador' and 'Hola, Administrador' on the right. The main content area is titled 'Ajustes de perfil'. It contains several form fields: 'Nombre' with the value 'Steven', 'Apellidos' with the value 'Bonham', and 'Email' with the value 'steven.bonham@alumnos.uva.es'. Below these are two password fields: 'Nueva contraseña' and 'Repita contraseña', both currently empty. A small information icon and the text 'Mínimo 6 caracteres' are positioned between the two password fields. At the bottom of the form is a blue button labeled 'Guardar cambios'.

Figura 157 - Edición de usuario por parte del Administrador

El sistema realizará una comprobación de que los campos de nombre o apellidos no estén vacíos y que las contraseñas (si existen) coincidan. Si es así, el sistema realizará los cambios, e informará que los cambios se han realizado correctamente:



This screenshot shows the same user profile editing interface as Figure 157, but with an additional success message. A green rectangular box at the top of the form area contains the text 'Los datos se han modificado correctamente'. The form fields for 'Nombre', 'Apellidos', and 'Email' remain filled with 'Steven', 'Bonham', and 'steven.bonham@alumnos.uva.es' respectively. The password fields are still empty, and the 'Guardar cambios' button is still present at the bottom.

Figura 158 - El sistema informa al Administrador que los datos se han guardado correctamente

## Eliminar usuario

El sistema te da la opción de poder eliminar a un usuario, desde el listado en el “Menú Administrador”:

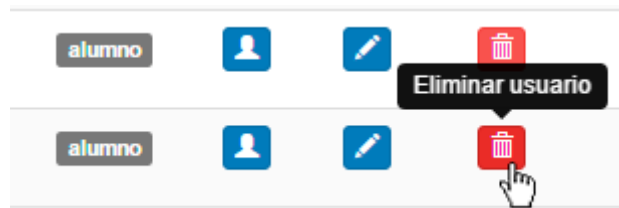


Figura 159 – Opción de eliminar usuario desde el "Menú Administrador"

Al seleccionar esta opción, el sistema te pedirá confirmación y no le dará de baja hasta que no aceptes esta eliminación:

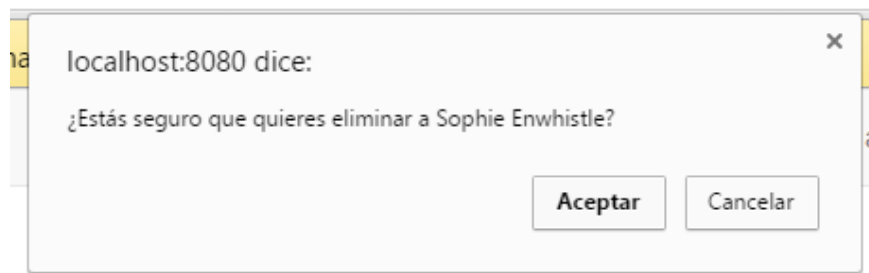


Figura 160 - Solicitud de confirmación de eliminación de usuario

Una vez confirmada la acción, el sistema modificará el rol del usuario a “Dado de baja” o eliminado, y te mostrará junto al resto de eliminados al final de la lista de usuarios:

alesanz	Alejandro	Sanz Asenjo	alejandro.sanz.asenjo@webmail.uva.es	alumno			
paul	Paul	Townshend	paul.townshend@alumnos.uva.es	alumno			
sophie	Sophie	Enwhistle	sophie.enwhistle@alumnos.uva.es	eliminado			
elton	Elton	Page	elton.page@alumnos.uva.es	eliminado			

Figura 161 - Usuarios eliminados en el sistema

Esta eliminación no borrará al usuario del sistema, le marcará como “Dado de baja” y no le permitirá acceder al sistema. Además, ya no aparecerá en los listados de alumnos para el seguimiento que ve el Profesor.

## Dar de alta a un usuario

Para dar de alta a un usuario deberás seleccionar la opción de “Añadir nuevo usuario” en el “Menú administrador”:

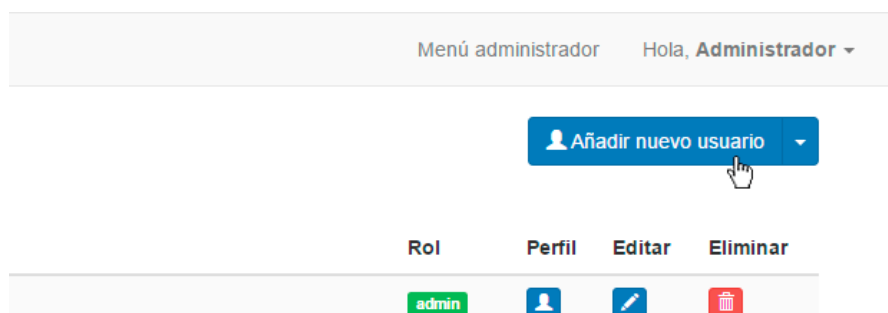


Figura 162 - Opción de Añadir nuevo usuario en el Menú administrador

En esta opción el sistema solicita los datos del nuevo usuario, como su login, nombre, apellidos, email y rol:

WebGL Menú administrador Hola, **Administrador** ▾

### Añadir nuevo usuario

**Login**  
alesanz

**Nombre**  
Alejandro

**Apellidos**  
Sanz Asenjo

**Email**  
alejandro.sanz.asenjo@webmail.uva.es

**Rol del usuario**  
alumno ▾

**Nueva contraseña**  
.....  
📘 Mínimo 6 caracteres

**Repite contraseña**  
.....

**Guardar cambios**

Figura 163 - Página de dar de alta a nuevo usuario

Tras pulsar sobre “Guardar cambios”, el sistema comprobará que todos los datos obligatorios hayan sido introducidos y que las contraseñas coincidan, el sistema registrará al nuevo usuario, y te informará que se ha dado de alta al usuario correctamente:

WebGL Menú administrador Hola, **Administrador** ▾

Se ha guardado correctamente el nuevo usuario

**Añadir nuevo usuario** ▾

Listado de usuarios

Login	Nombre	Apellidos	Email	Rol	Perfil	Editar	Eliminar
admin	Administrador	/	@	admin	👤	✎	🗑️
marga	Margarita	Gonzalo Tasis	marga@infor.uva.es	profesor	👤	✎	🗑️
alesanz	Alejandro	Sanz Asenjo	alejandro.sanz.asenjo@webmail.uva.es	alumno	👤	✎	🗑️

Figura 164 - El sistema informa al Administrador que se ha dado de alta al usuario correctamente

## Dar de alta a usuarios de forma masiva

El sistema también te da la opción de dar de alta a usuarios de forma masiva desde un fichero de tipo CSV (separado por comas). Para ello selecciona la opción de “Añadir usuarios desde CSV” en el “Menú administrador”:

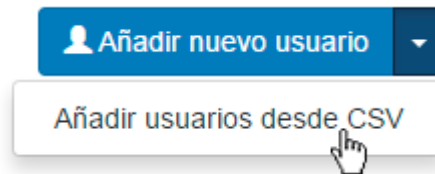


Figura 165 - Opción de añadir usuarios desde CSV de forma masiva en el Menú administrador

Al seleccionar esta opción el sistema mostrará un cuadro de texto donde introducir el listado de los usuarios a crear, con un pequeño ejemplo con el formato a introducir:

Ejemplo:

login,nombre,apellidos,email,password

alesanz,Alejandro,Sanz Asenjo,alesanz@alesanz.es,1234


Figura 166 - Formato de ejemplo para el dada de alta de usuarios por CSV

En concreto el sistema solicita un texto de tipo CSV (campos separados por comas) que incluya los datos de login, nombre, apellidos, email y contraseña, este fichero se puede generar desde cualquier software de hoja de cálculo:

	A	B	C	D	E
1	login	nombre	apellidos	email	password
2	ann	Ann	Black	ann.black@alumnos.uva.es	123456
3	steven	Steven	Bonham	steven.bonham@alumnos.uva.es	123456
4	amy	Amy	Churchill	amy.churchill@alumnos.uva.es	123456
5	stephen	Stephen	Daltrey	stephen.daltrey@alumnos.uva.es	123456
6	charles	Charles	Davis	charles.davis@alumnos.uva.es	123456
7	john	John	Densmore	john.densmore@alumnos.uva.es	123456
8	sophie	Sophie	Enwhistle	sophie.enwhistle@alumnos.uva.es	123456
9	paul	Paul	Gallagher	paul.gallagher@alumnos.uva.es	123456
10	jane	Jane	Gilmore	jane.gilmore@alumnos.uva.es	123456
11	michael	Michael	Gray	michael.gray@alumnos.uva.es	123456
12	williams	Williams	Harrison	williams.harrison@alumnos.uva.es	123456
13	frank	Frank	Jackson	frank.jackson@alumnos.uva.es	123456
14	martha	Martha	Jarret	martha.jarret@alumnos.uva.es	123456
15	allan	Allan	Johnson	allan.johnson@alumnos.uva.es	123456
16	eugene	Eugene	Lovecraft	eugene.lovecraft@alumnos.uva.es	123456
17	winston	Winston	Kent	winston.kent@alumnos.uva.es	123456
18	harry	Harry	Lexington	harry.lexington@alumnos.uva.es	123456
19	nicholas	Nicholas	Miller	nicholas.miller@alumnos.uva.es	123456
20	tim	Tim	Peterson	tim.peterson@alumnos.uva.es	123456
21	elton	Elton	Page	elton.page@alumnos.uva.es	123456
22	nicole	Nicole	Parker	nicole.parker@alumnos.uva.es	123456
23	paul	Paul	Townshend	paul.townshend@alumnos.uva.es	123456
24					

Figura 167 - Creación en una hoja de cálculo de los usuarios a dar de alta

Una vez realizada la tabla con los datos y el orden solicitado por el sistema, se guarda como un fichero CSV y la salida se copia en el cuadro de texto:


Menú administrador
Hola, Administrador

### Añadir usuarios desde CSV

**Lista de usuarios**

```
login,nombre,apellidos,email,password
ann,Ann,Black,ann.black@alumnos.uva.es,123456
steven,Steven,Bonham,steven.bonham@alumnos.uva.es,123456
amy,Amy,Churchill,amy.churchill@alumnos.uva.es,123456
stephen,Stephen,Daltrey,stephen.daltrey@alumnos.uva.es,123456
charles,Charles,Davis,charles.davis@alumnos.uva.es,123456
john,John,Densmore,john.densmore@alumnos.uva.es,123456
sophie,Sophie,Enwhistle,sophie.enwhistle@alumnos.uva.es,123456
paul,Paul,Gallagher,paul.gallagher@alumnos.uva.es,123456
jane,Jane,Gilmore,jane.gilmore@alumnos.uva.es,123456
michael,Michael,Gray,michael.gray@alumnos.uva.es,123456
williams,Williams,Harrison,williams.harrison@alumnos.uva.es,123456
frank,Frank,Jackson,frank.jackson@alumnos.uva.es,123456
martha,Martha,Jarret,martha.jarret@alumnos.uva.es,123456
allan,Allan,Johnson,allan.johnson@alumnos.uva.es,123456
```


Ejemplo:

```
login,nombre,apellidos,email,password
alesanz,Alejandro,Sanz Asenjo,alesanz@alesanz.es,1234
```

Crear usuarios

Figura 168 - Página de dar de alta a usuarios de forma masiva a partir de un texto CSV

Una vez introducidos los datos del fichero con los usuarios, pulsa sobre “Crear usuarios” y el sistema irá uno por uno registrándoles en el sistema. Una vez finalizada esta operación, el sistema te informará que los usuarios se crearon correctamente, mostrándote la lista de todos los usuarios:


Menú administrador
Hola, Administrador

Se ha guardado correctamente el nuevo usuario

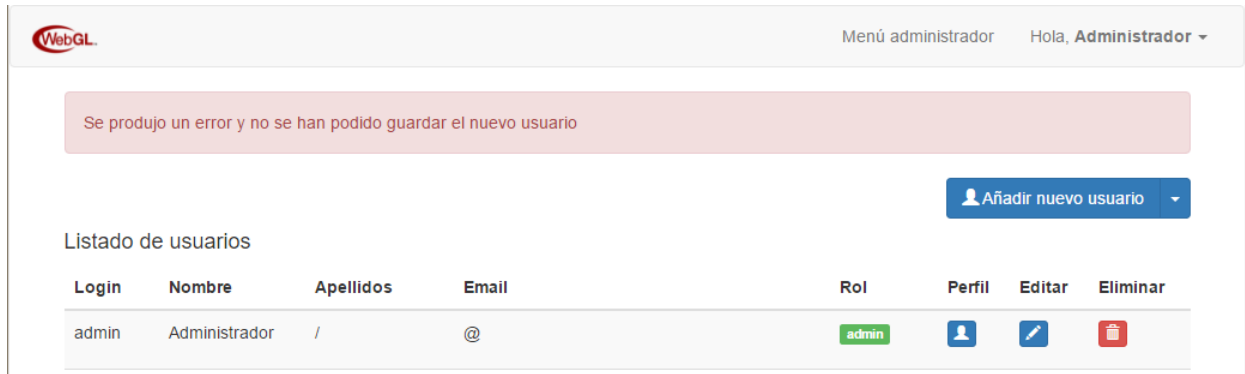
Añadir nuevo usuario

Listado de usuarios

Login	Nombre	Apellidos	Email	Rol	Perfil	Editar	Eliminar
admin	Administrador	/	@	admin			
marga	Margarita	Gonzalo Tasis	marga@infor.uva.es	profesor			
ann	Ann	Black	ann.black@alumnos.uva.es	alumno			
steven	Steven	Bonham	steven.bonham@alumnos.uva.es	alumno			
amy	Amy	Churchill	amy.churchill@alumnos.uva.es	alumno			
stephen	Stephen	Daltrey	stephen.daltrey@alumnos.uva.es	alumno			
charles	Charles	Davis	charles.davis@alumnos.uva.es	alumno			
john	John	Densmore	john.densmore@alumnos.uva.es	alumno			
sophie	Sophie	Enwhistle	sophie.enwhistle@alumnos.uva.es	alumno			
jane	Jane	Gilmore	jane.gilmore@alumnos.uva.es	alumno			
michael	Michael	Gray	michael.gray@alumnos.uva.es	alumno			

Figura 169 - El sistema informa que se ha dado de alta a los nuevos usuarios correctamente

En caso de que se produzca un error, el sistema te informará de ello (faltaban campos, error interno...):



The screenshot shows a web application interface. At the top, there is a header with the 'WebGL' logo on the left, 'Menú administrador' in the center, and 'Hola, Administrador' on the right. Below the header, a red error message box states: 'Se produjo un error y no se han podido guardar el nuevo usuario'. To the right of this message is a blue button labeled 'Añadir nuevo usuario'. Below the error message is a section titled 'Listado de usuarios'. This section contains a table with the following columns: 'Login', 'Nombre', 'Apellidos', 'Email', 'Rol', 'Perfil', 'Editar', and 'Eliminar'. The table has one row with the following data: 'admin' for Login, 'Administrador' for Nombre, '/' for Apellidos, '@' for Email, 'admin' for Rol, and icons for Perfil, Editar, and Eliminar.

Login	Nombre	Apellidos	Email	Rol	Perfil	Editar	Eliminar
admin	Administrador	/	@	admin			

Figura 170 - El sistema informa que se ha producido un error en la creación de los usuarios

Esta opción de alta de usuarios sólo permite crear usuarios con el rol de alumno. Y en el caso de que algún usuario ya existiera en el sistema (por login), se actualizarán sus datos modificando los actuales por los introducidos.





## **Apéndice II. Manual de instalación**

---

Este manual de instalación explica cómo realizar la instalación del sistema en un entorno de desarrollo sobre un equipo Windows. Como requisito previo, se debe tener instalado:

- Java EE 7 SDK [151]
- NetBeans 8 (con al menos las opciones de Java EE) [152]
- XAMPP [153]
- NetBeans Connector para Chrome (opcional) [154]

Los pasos a seguir para instalar el sistema en local son:

1. Desplegar la base de datos.
2. Conectar el servidor de aplicaciones a la base de datos.
3. Importar a NetBeans el proyecto.
4. Ejecutar el sistema.

### 1. Desplegar la base de datos

Primero se ejecuta el servidor XAMPP, lo cual abre el siguiente panel de control, y se arrancan los módulos **Apache** y **MySQL** pulsando sobre Start:

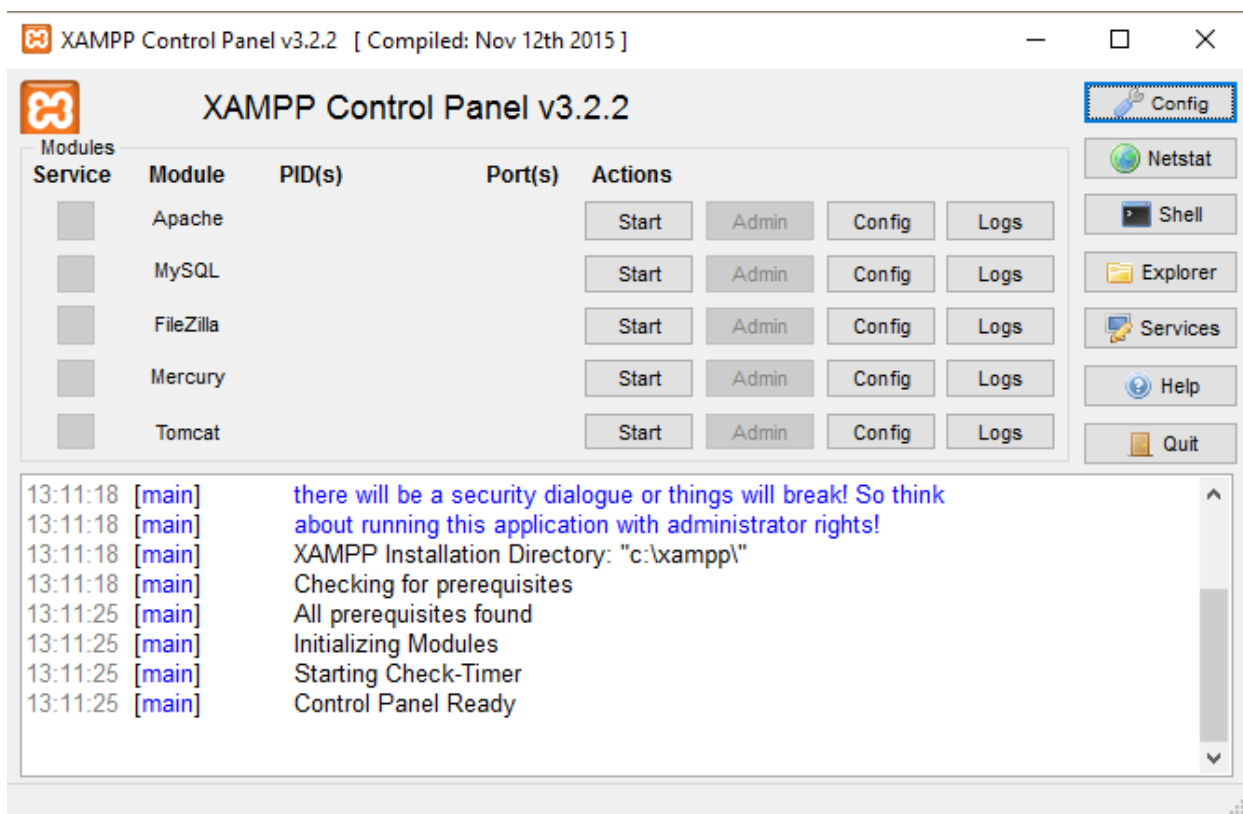


Figura 171 - Pantalla inicial del servidor XAMPP

Una vez arrancados se accede al menú de administración del módulo de MySQL:

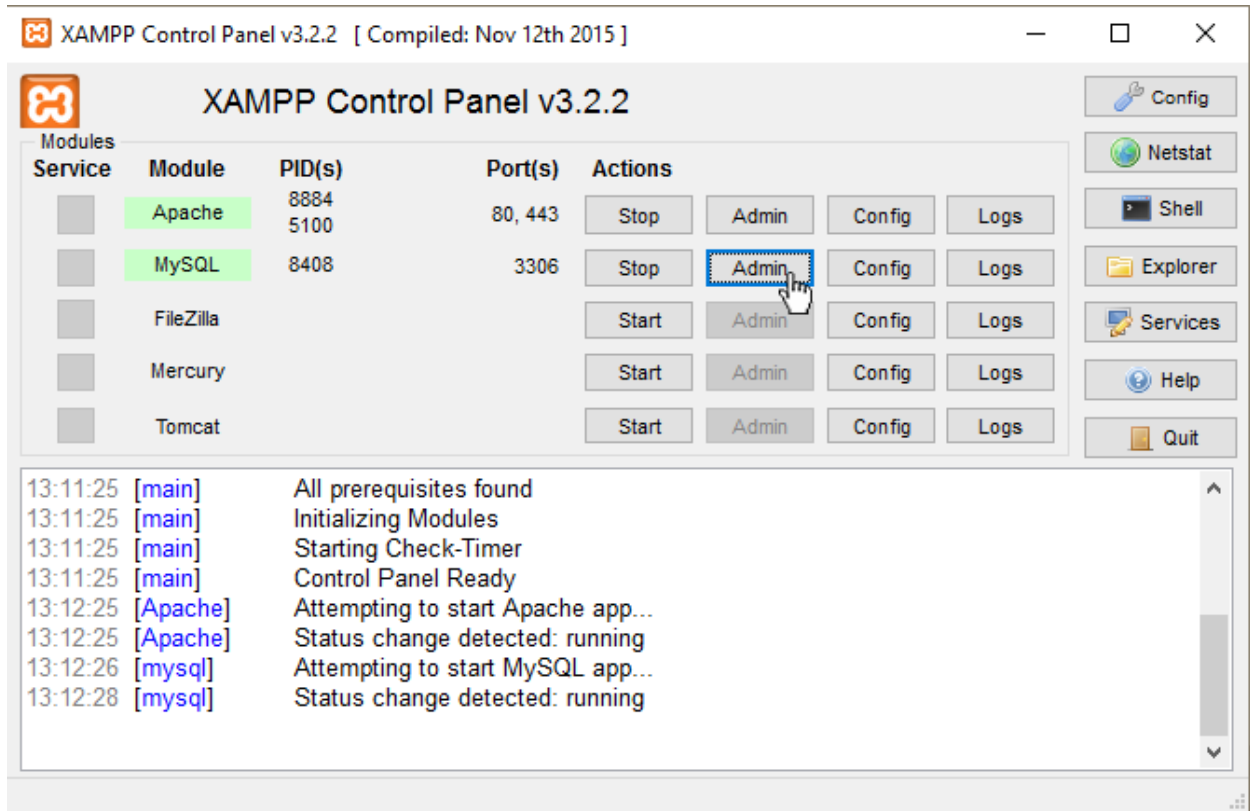


Figura 172 - Servidor XAMPP tras arrancar Apache y MySQL

Esto abre el gestor del servidor, phpmyAdmin:

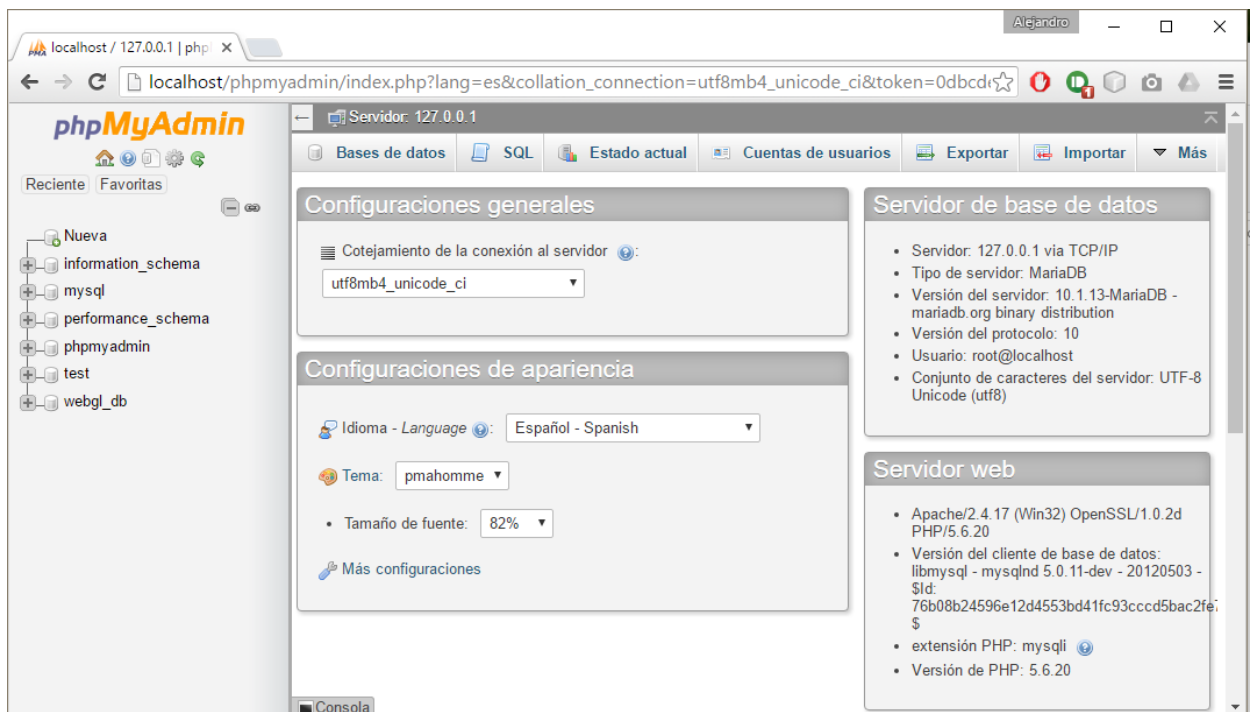


Figura 173 - Pantalla inicial de phpMyAdmin

Una vez abierto phpMyAdmin, se pulsa sobre **Importar**, y se selecciona el fichero de la base de datos que se encuentra en el CD:

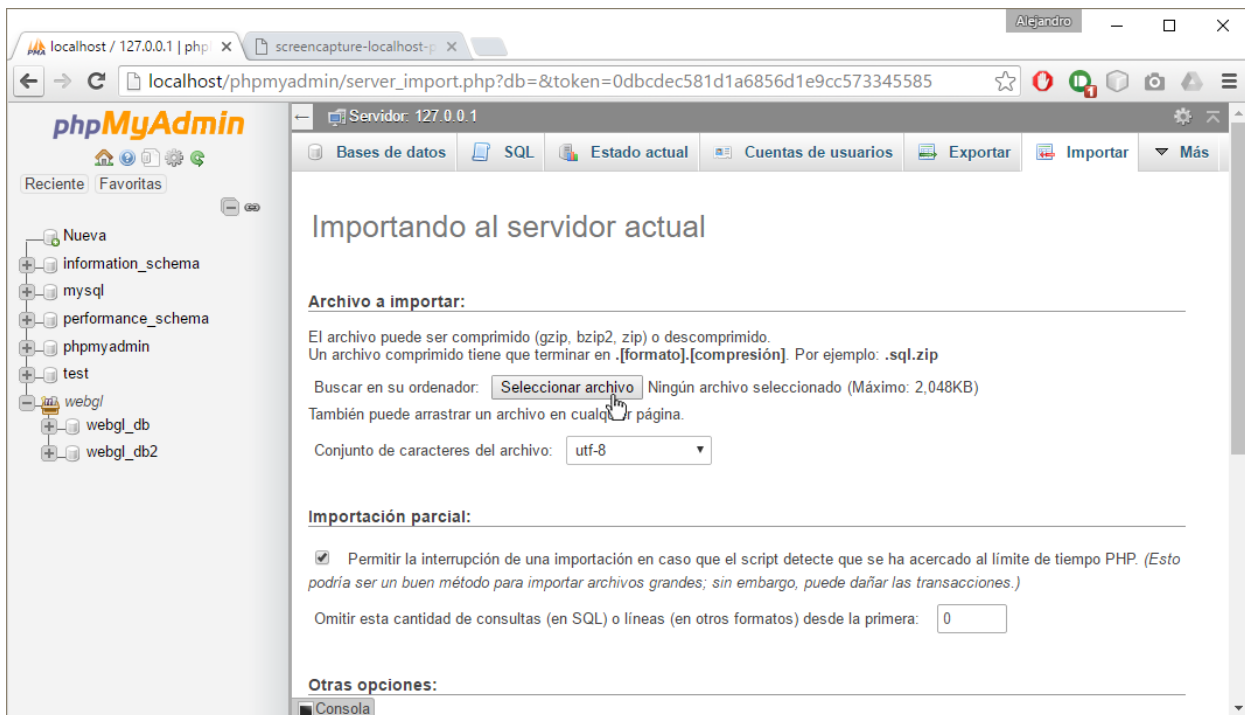


Figura 174 - Importar una BD en phpMyAdmin

Tras seleccionar el fichero, se pulsa sobre el botón **Continuar** que se encuentra en la parte inferior de la página. Este proceso de importación tardará unos minutos y cuando finalice informará que todo ha ido correctamente:

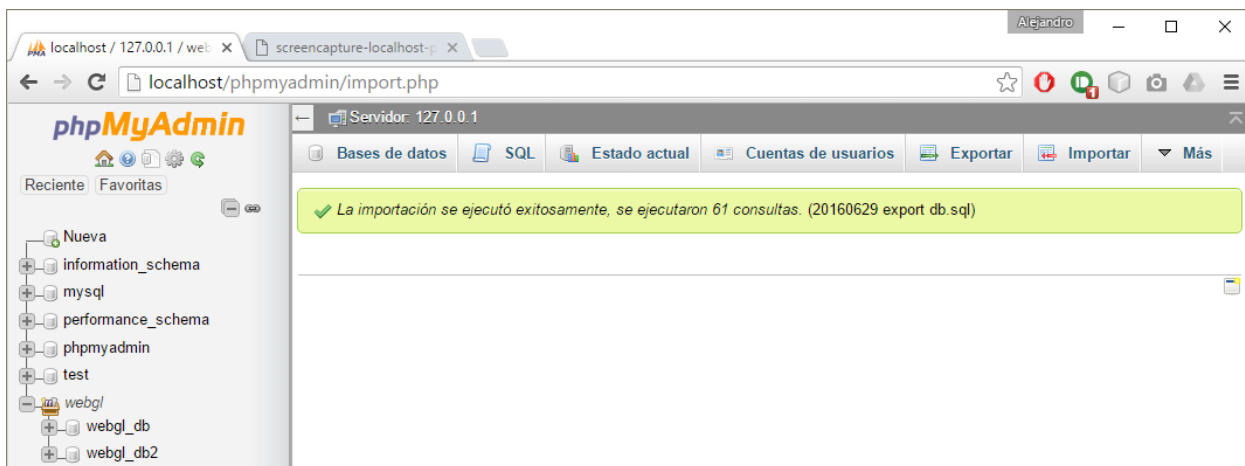


Figura 175 - Importación de la BD correcta

La nueva base de datos aparecerá en el listado de la parte izquierda, con el nombre de **webgl\_db2** y el usuario **webgl**.

## 2. Conectar el servidor de aplicaciones a la base de datos

Ahora es necesario conectar el servidor de aplicaciones de NetBeans (GlassFish) a la base de datos, para ello, se ejecuta el IDE NetBeans y se selecciona el apartado de **Services**.

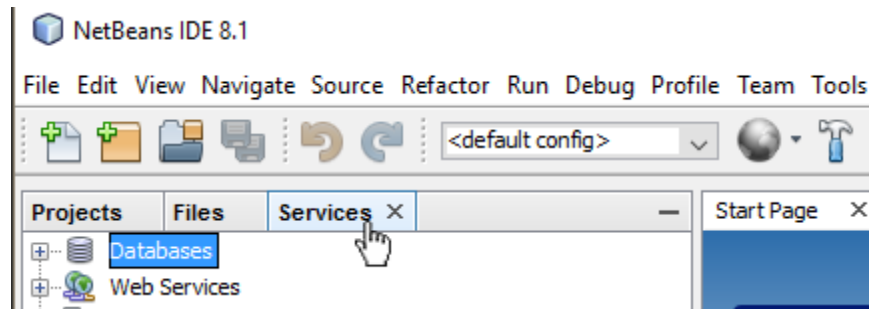


Figura 176 - Pestaña Services del IDE NetBeans

Para permitir la conexión de una base de datos MySQL, es necesario tener instalado el MySQL Connector. Para ello se abre el desplegable (+) de **Databases**, y se pulsa con el botón derecho en **Drivers**, y se selecciona la opción de **New Driver**:

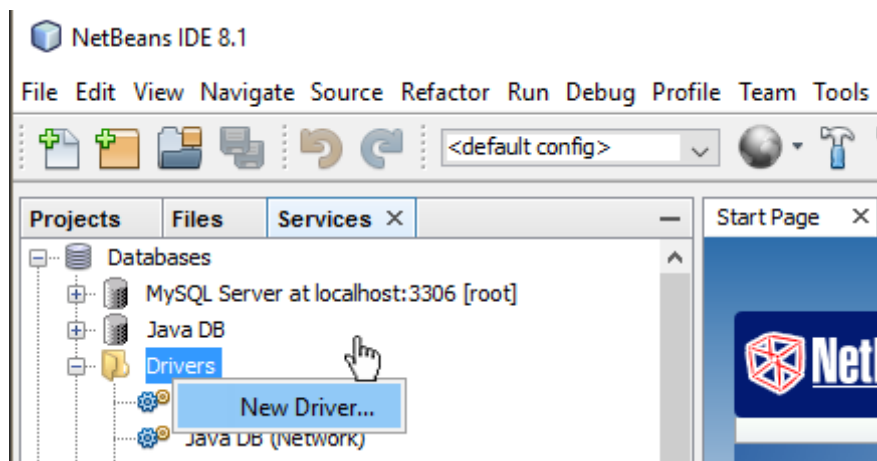


Figura 177 - Opción de añadir un nuevo driver de la base de datos

Esto nos pedirá introducir el fichero del nuevo driver, en este caso el Connector/J [155]. Se añade este fichero y se acepta. Esto instalará el conector para MySQL y permitirá conectarse a la base de datos.

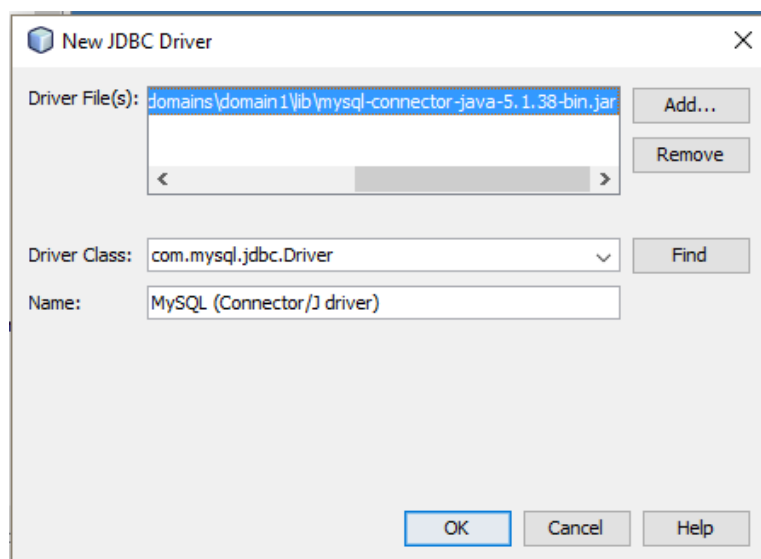


Figura 178 - Pantalla de añadir un nuevo driver de base de datos en NetBeans

Una vez instalado el conector, se puede conectar la base de datos, para ello se pulsa con el botón derecho sobre **Databases**, y se selecciona la opción de **New Connection**:

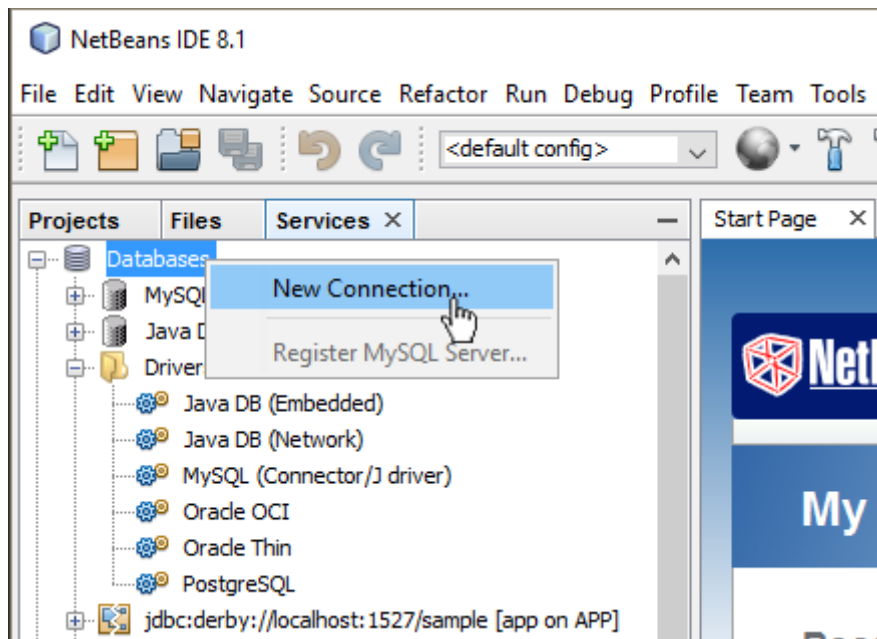


Figura 179 - Opción de añadir una nueva conexión a una base de datos en NetBeans

Esto abre una nueva ventana, sobre la que hay que seleccionar el driver Connector/J para MySQL que se acaba de instalar:

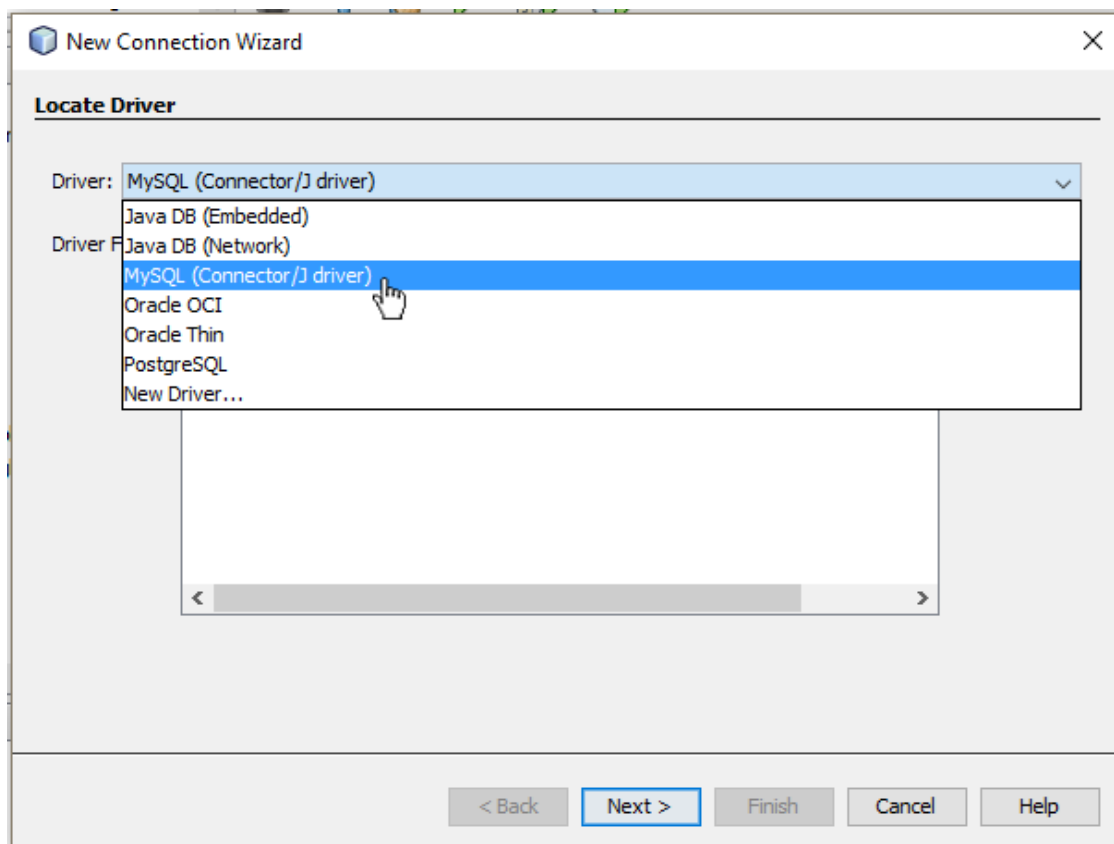


Figura 180 - Selección del driver MySQL en la creación de una nueva conexión a una base de datos

Tras seleccionarlo y pulsar **Next**, NetBeans solicita los datos de la base de datos, se introducen los siguientes datos:

- Host: **localhost**
- Port: **3306**
- Database: **webgl\_db2**
- User Name: **webgl**
- Password: **a46lbi11**

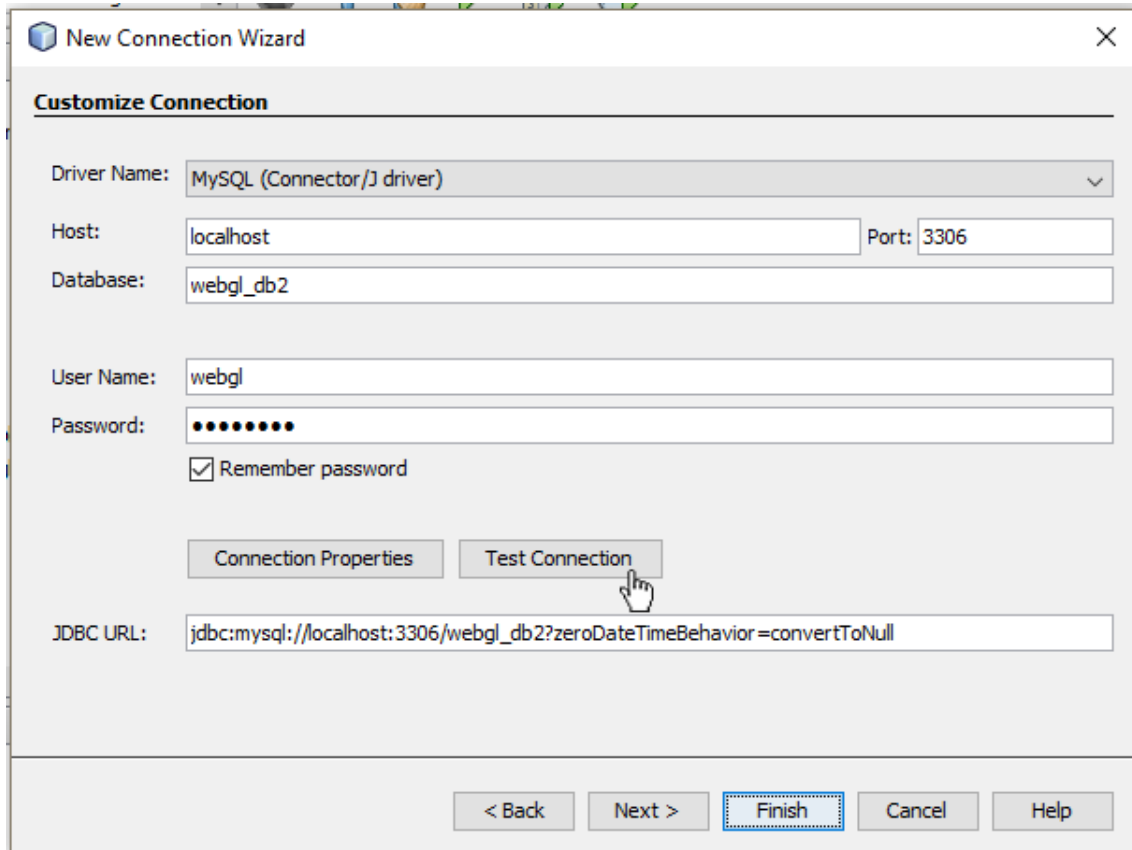


Figura 181 - Solicitud de las propiedades de la base de datos para realizar la conexión

Se comprueba mediante Test Connection que todo funcione y se pulsa sobre **Finish**, ya que no es necesario modificar nada más.

Si todo ha ido correctamente, la nueva conexión deberá aparecer en el listado de Databases.

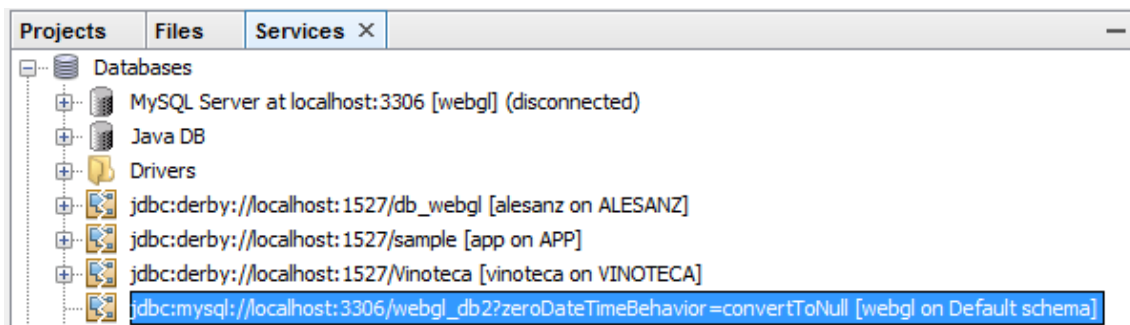


Figura 182 - Listado de conexiones de BD tras la adición de la nueva base de datos

### 3. Importar el proyecto a NetBeans

Tras conectar la base de datos a NetBeans, se pueden importar los proyectos de código que componen el sistema, para ello se selecciona **File > Import Project > From ZIP**:

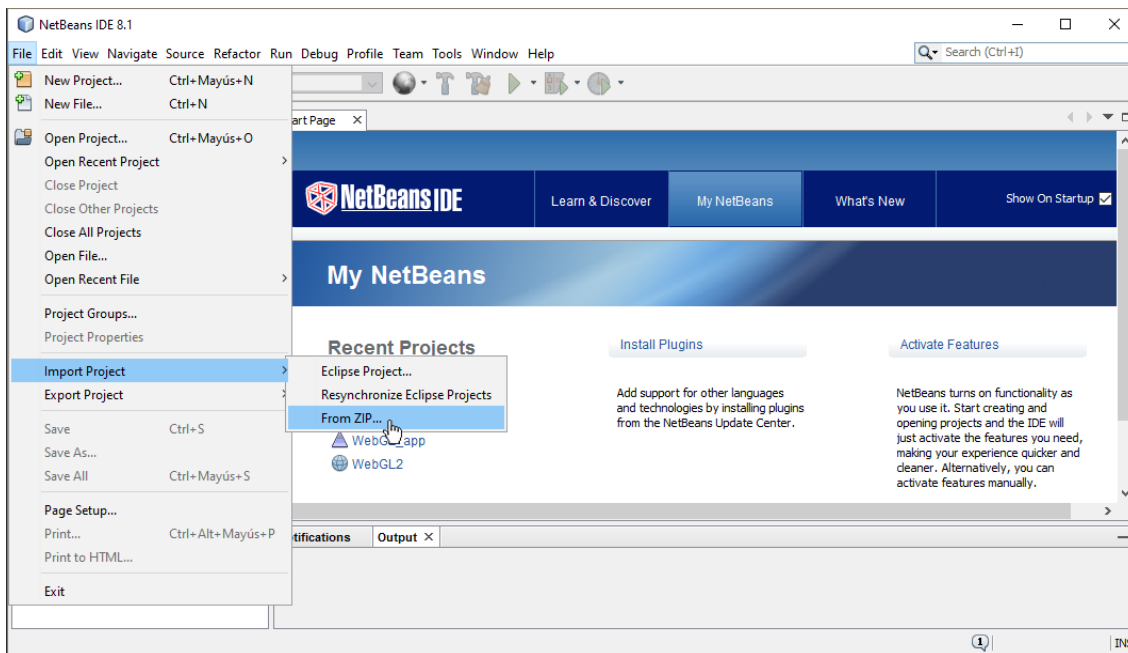


Figura 183 - Opción de importar proyecto desde un fichero ZIP en NetBeans

Y se importan los dos proyectos en forma de zip adjuntos en el CD, **WebGL\_ent.zip** y **WebGL\_app.zip**, señalando el directorio donde se importarán (workspace):

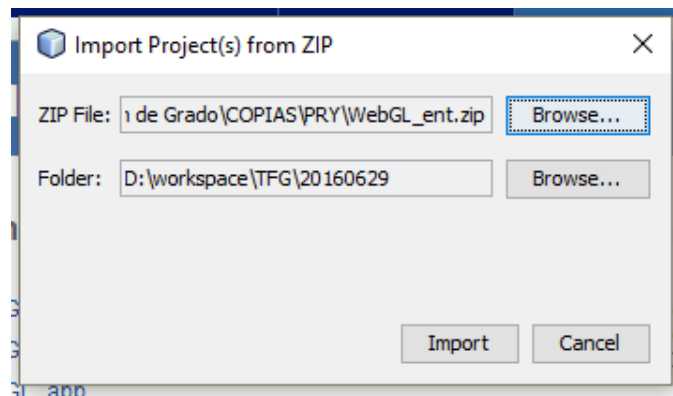


Figura 184 - Importación del proyecto WebGL\_ent

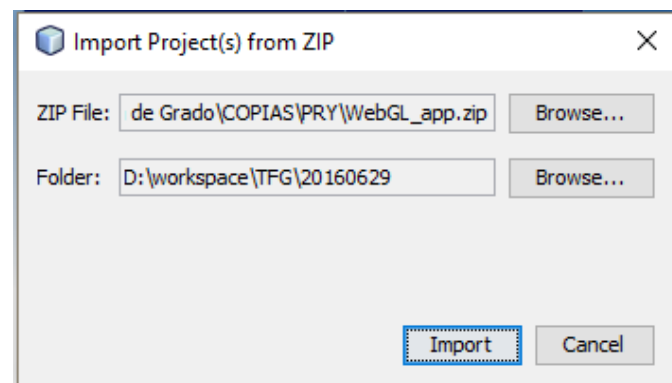


Figura 185 - Importación del proyecto WebGL\_app



#### 4. Ejecutar el sistema

Para ejecutar el sistema simplemente se selecciona **WebGL\_app-war** y pulsar sobre **Run Project**, o alternativamente, pulsar la tecla **F6**:

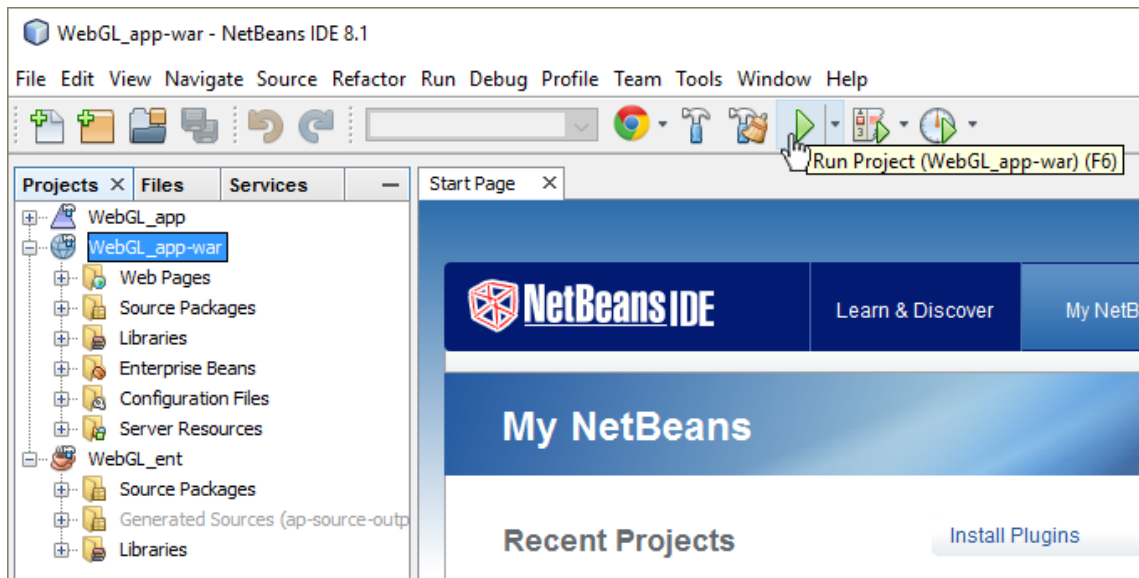


Figura 186 - Opción de ejecutar el sistema

Esto ejecutará el servidor de aplicaciones, desplegará el proyecto y le ejecutará, haciendo que el navegador por defecto del sistema se abra y muestre la pantalla de acceso del sistema:

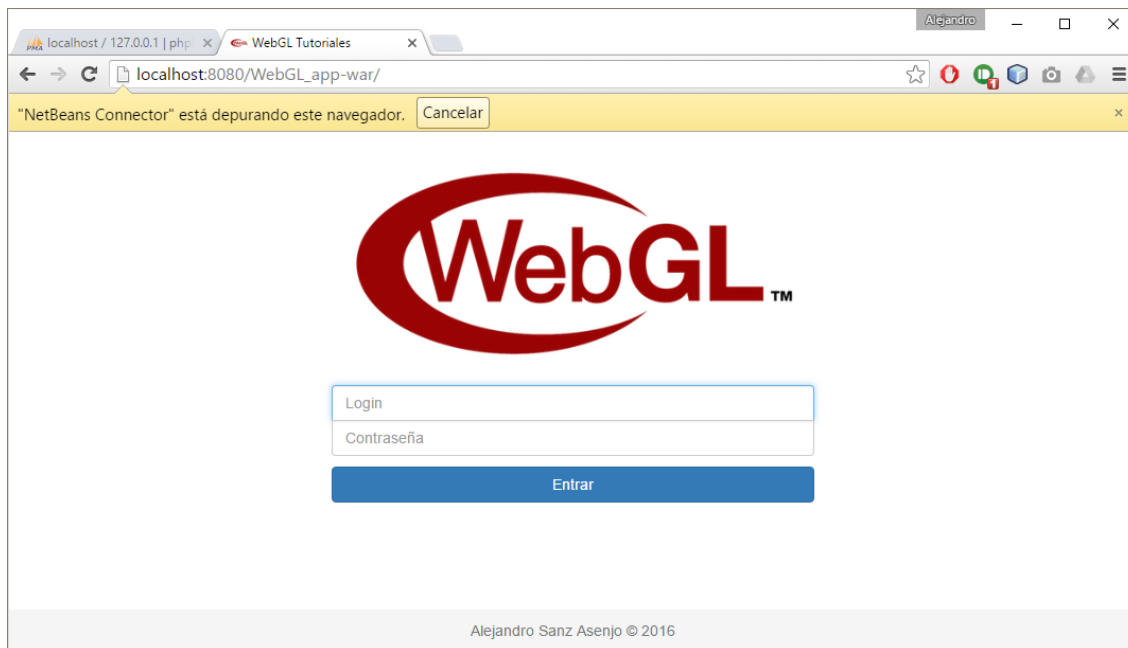


Figura 187 - Primera pantalla tras la ejecución del sistema

La utilización de NetBeans Connector es opcional, ya que sólo se utiliza para tareas de desarrollo.



## **Apéndice III. Manual de despliegue**

---

Este manual explica cómo realizar el despliegue del sistema en un servidor Linux. Para ello es necesario que la máquina cumpla los siguientes prerequisites:

- Tener instalado Java JDK 8 u60 o superior.
- Tener instalado el servidor GlassFish 4.1.1.
- Tener instalado MySQL Server.
- Tener instalado el Connector/J para MySQL.

Los pasos para realizar el despliegue son los siguientes:

1. Preparar la base de datos MySQL
2. Conectar el servidor GlassFish a la Base de Datos
3. Desplegar la aplicación

### *1. Preparar la base de datos MySQL*

Para ello se crea una nueva base de datos en el servidor MySQL desde la consola:

```
$ mysql -u root -p
mysql> CREATE DATABASE webgl_db2;
```

Después, se crea un nuevo usuario y se le da permisos para el uso de la base de datos:

```
$ mysql -u root -p
mysql> CREATE USER 'webgl'@'localhost' IDENTIFIED BY 'a46IBi11';
mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON webgl_db2.* TO 'webgl'@'localhost';
mysql> FLUSH PRIVILEGES;
```

Por último, importar la base de datos con el nuevo usuario:

```
$ mysql -u webgl -p webgl_db2
mysql> Copiar los datos de la BD
```

### *2. Conectar el servidor GlassFish a la Base de Datos*

Para ello primero hay que asegurarse de que la contraseña de GlassFish no es la que viene por defecto:

```
$ sudo /opt/glassfish4/bin/asadmin
asadmin> change-admin-password --user admin

Enter the admin password> \(vacío por defecto\)
Enter the new admin password> Nueva contraseña
Enter the new admin password again> Nueva contraseña

Command change-admin-password executed successfully.
```

Después activar la conexión segura para permitir la administración remota del servidor:

```
$ sudo /opt/glassfish4/bin/asadmin  
asadmin> enable-secure-admin
```

Y arrancar el dominio del servidor, donde se ejecutará el sistema:

```
$ sudo /opt/glassfish4/bin/asadmin  
asadmin> start-domain domain1
```

Tras esto se accede al menú de administración del servidor, por defecto en *localhost:4848*, y se accede con el usuario y contraseña modificados en los pasos previos.

Y se crea un Connection Pool de tipo MySQL con los siguientes datos:

- Nombre: **poolWebGL**
- Servidor: **localhost**
- Puerto: **3306**
- Base de datos: **webgl\_db2**
- Usuario: **webgl**
- Contraseña: **a46lBi11**

Y un JDBC Resource con los datos:

- Nombre: **resourceWebGL**
- Connection Pool: **poolWebGL**

### 3. Desplegar la aplicación

Para desplegar la aplicación, hay que obtener el fichero *.war* (Archivo de aplicación Web) resultante de la compilación del sistema en NetBeans, se envía mediante *sftp* al servidor y se despliega:

```
$ sudo /opt/glassfish4/bin/asadmin  
asadmin> deploy fichero.war
```

Con esto se podrá acceder a la aplicación desde la dirección *localhost:8080*.



## **Apéndice IV. Contenidos del CD**

---

Los CD proporcionados con la presentación de este Trabajo de Fin de Grado contienen los siguientes elementos:

- Directorio **Código Fuente**: Contiene los proyectos NetBeans utilizados para el desarrollo del sistema en formato zip y el fichero de la base de datos en formato sql.
  - Fichero **WebGL\_ent.zip**.
  - Fichero **WebGL\_app.zip**.
  - Fichero **webgl\_db2.sql**.
- Directorio **Aplicación**: Contiene la versión de despliegue del sistema, en formato war.
  - Fichero **WebGL\_app-war.war**.
- Directorio **Manuales**: Contiene los manuales del sistema:
  - Fichero **Manual de usuario.pdf**.
  - Fichero **Manual de instalación.pdf**.
  - Fichero **Manual de despliegue.pdf**.
- Fichero **Memoria.pdf**: Copia de este documento, en formato PDF/A.