

# UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



Departamento de lenguajes y computación

Área de ingeniería de sistemas y automática

## **DISEÑO DE UN LABORATORIO VIRTUAL PARA LA DOCENCIA DE LA MATERIA DE TECNOLOGÍA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA**

PROYECTO FIN DE CARRERA

Ingeniero en Informática

Salvador Rodríguez Cánovas

Directores: Francisco de Asís Rodríguez Díaz

José Luis Guzmán Sánchez

Junio de 2011



## **Agradecimientos**

En éste apartado quiero expresar mis agradecimientos a todas aquellas personas que me han ayudado, de uno u otro modo, a realizar el proyecto.

A mis directores de proyecto, Francisco de Asís Rodríguez Díaz y José Luis Guzmán Sánchez, por su inestimable ayuda y su enorme interés por guiarme y llevar a cabo mi proyecto.

A María y Carmen, por respetar mis momentos de estudio, por animarme en las situaciones difíciles y por dedicar su tiempo a corregir errores de redacción de la memoria.

A mis amigos, que me han ayudado a desconectar e intentar hacer más llevadera la realización del proyecto.

Y, por último, y muy especialmente, a mis padres y a mi hermana, por el apoyo y la confianza que han puesto en mí.



# Índice general

Agradecimientos.....	I
Índice general.....	III
Índice de tablas .....	VI
Índice de figuras .....	VII
1. Introducción.....	1
1.1. Presentación .....	1
1.2. Motivación para el desarrollo del proyecto .....	1
1.3. Contexto del proyecto .....	2
1.4. Objetivos .....	4
1.5. Resumen.....	5
1.6. Planificación temporal .....	7
1.7. Estructura de la memoria del proyecto fin de carrera.....	7
2. Laboratorios Virtuales .....	9
2.2. Inclusión de las TIC en la ESO .....	9
2.1.1 Definición de nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC).....	9
2.1.2 Tic y docencia.....	9
2.1.3 Nuevos roles para el profesor y el alumno.....	10
2.2 Uso educativo de simuladores .....	12
2.2.1 Uso de simulaciones como herramienta educativa.....	12
2.2.2 Contextualización de los simuladores en la enseñanza de la tecnología .....	16
2.2.3 Conclusiones .....	22
2.3 Laboratorios Virtuales .....	23
2.3.1 Características de un Laboratorio Tradicional .....	23
2.3.2 Características de un Laboratorio Virtual.....	24
2.3.3 Ventajas e inconvenientes .....	28
2.3.4 Enseñanza a través de entornos virtuales enseñanza-aprendizaje (EVEA).....	30
3. Easy Java Simulations (EJS) .....	33
3.1 ¿Qué es EJS?.....	33
3.2 Ejecutar EJS .....	33

3.2.1. Consola de EJS .....	34
3.2.2 Interfaz del usuario .....	37
4. Resultados .....	45
4.1 Asignatura de tecnología en la ESO .....	45
4.1.1 Contenidos.....	46
4.1.2 Evaluación .....	47
4.2 Laboratorios .....	48
4.2.1 Simulación 1. Ruedas de fricción.....	48
4.2.2 Simulación 2. Ruedas con poleas.....	54
4.2.3 Simulación 3. Tren de poleas con correas.....	57
4.2.4 Simulación 4. Ruedas dentadas .....	62
4.2.5 Simulación 5. Tren de engranajes .....	67
4.2.6 Simulación 6. Palanca de tipo 1 .....	73
4.2.7 Simulación 7. Palanca de tipo 2.....	80
4.2.8 Simulación 8. Palanca de tipo 3.....	83
4.2.9 Simulación 9. Polea fija.....	86
4.2.10 Simulación 10. Polea móvil.....	92
4.2.11 Simulación 11. Piñón cremallera.....	96
4.2.12 Simulación 12. Ruedas de fricción 3D .....	104
4.3 Guiones.....	106
4.3.1 Guión 1. Ruedas de fricción.....	106
4.3.2 Guión 2. Poleas con correa .....	108
4.3.3 Guión 3. Tren de poleas con correas.....	110
4.3.4 Guión 4. Ruedas dentadas .....	112
4.3.5 Guión 5. Tren de engranaje .....	114
4.3.6 Guión 6. Palanca de primer grado .....	116
4.3.7 Guión 7. Palanca de segundo grado.....	118
4.3.8 Guión 8. Palanca de tercer grado .....	120
4.3.9 Guión 9. Polea fija.....	122
4.3.10 Guión 10. Polea móvil.....	124
4.3.11 Guión 11. Piñón cremallera .....	126
4.4 Moodle: Entorno Virtual.....	128
4.4.1 Características .....	129

4.5 Manual de usuario.....	131
4.6 Encuesta .....	139
4.6.1 Ejemplo de encuesta de satisfacción de los alumnos.....	140
4.6.2 Resultados.....	141
5. Conclusiones y futuros trabajos .....	147
5.1 Conclusión .....	147
5.2 Futuros Trabajos.....	148
6. Bibliografía .....	151

## Índice de tablas

Tabla 1. Planificación temporal .....	7
Tabla 2. Diferentes herramientas de comunicación .....	31



## Índice de figuras

Figura 2-1. Representación de la metodología educativa para el uso de simuladores.....	17
Figura 2-2. Características del modelo metodológico para el uso educativo de simuladores.....	19
Figura 2-3. Applet Java que muestra el movimiento en un plano inclinado.....	26
Figura 2-4. Aspecto del diseño de la Vista en el entorno EJS.....	27
Figura 2-5. Aspecto del diseño del Modelo en el entorno EJS.....	27
Figura 2-6. Laboratorio virtual en EJS para modelar el sistema masa y muelle.....	28
Figura 3-1. Opciones básicas.....	34
Figura 3-2. Estructura de directorio en árbol.....	34
Figura 3-3. Opciones avanzadas.....	36
Figura 3-4. Área de mensajes.....	37
Figura 3-5. Interfaz de usuario.....	37
Figura 3-6. Página de evolución.....	40
Figura 3-7. Elementos del panel vista.....	43
Figura 4-1. Variables comunes.....	49
Figura 4-2. Variables de las ruedas.....	49
Figura 4-3. Variables de movimiento.....	50
Figura 4-4. Página de evolución.....	50
Figura 4-5. Relaciones fijas.....	51
Figura 4-6. Método propio para calcular la relación de transmisión.....	51
Figura 4-7. Método propio para filtrar los valor introducidos por el usuario.....	52
Figura 4-8. Elementos de la vista.....	52
Figura 4-9. Relación de la posición del piñón respecto al tamaño de la rueda.....	53
Figura 4-10. Propiedades del tamaño de la rueda motriz.....	53
Figura 4-11. Giro invertido del piñón respecto de la rueda.....	54
Figura 4-12. Página de evolución.....	55
Figura 4-13. Relaciones fijas.....	55
Figura 4-14. Líneas que simulan la correa.....	56
Figura 4-15. Separación entre las ruedas.....	56
Figura 4-16. Giros positivos para las dos ruedas.....	56
Figura 4-17. Tamaño de la correa en función del tamaño de la rueda.....	56
Figura 4-18. Variables de las ruedas.....	58
Figura 4-19. Variables de movimiento.....	58
Figura 4-20. Página de evolución.....	59
Figura 4-21. Relaciones fijas.....	60
Figura 4-22. Método propio para filtrar los valor introducidos por el usuario....	60
Figura 4-23. Líneas que simulan la correa.....	61
Figura 4-24. Tamaño de la correa en función del tamaño de la rueda.....	61
Figura 4-25. Variables de las ruedas.....	63
Figura 4-26. Página de evolución.....	64

Figura 4-27. Relaciones fijas.....	64
Figura 4-28. Método propio para calcular la relación entre el número de dientes y el tamaño de una rueda.....	65
Figura 4-29. Método propio que pinta los dientes en la interfaz gráfica .....	66
Figura 4-30. Líneas que simulan los dientes.....	66
Figura 4-31. Elementos para tapar parte de los dientes.....	67
Figura 4-32. Giro invertido del piñón respecto de la rueda.....	67
Figura 4-33. Variables de las ruedas.....	68
Figura 4-34. Variables de movimiento.....	70
Figura 4-35. Página de evolución.....	71
Figura 4-36. Relaciones fijas.....	71
Figura 4-37. Método propio para calcular la relación entre el número de dientes y el tamaño de una rueda.....	72
Figura 4-38. Líneas que simulan los dientes.....	72
Figura 4-39. Variables de la palanca y el punto de apoyo.....	74
Figura 4-40. Variables de las masas .....	74
Figura 4-41. Variables comunes.....	75
Figura 4-42. Variables de entrada .....	75
Figura 4-43. Página de evolución EDO .....	76
Figura 4-44. Página de evolución de código .....	76
Figura 4-45. Relaciones fijas de las propiedades dinámicas.....	77
Figura 4-46. Relaciones fijas para controlar el ángulo .....	77
Figura 4-47. Relaciones fijas para dibujar el punto de apoyo y la palanca.....	77
Figura 4-48. Método propio para liberar la palanca.....	78
Figura 4-49. Método propio para filtrar los valor introducidos por el usuario ....	78
Figura 4-50. Elementos de la vista .....	79
Figura 4-51. Relación de la posición de la barra respecto a dos variables .....	80
Figura 4-52. Relación de la posición de una carga respecto a dos variables... ..	80
Figura 4-53. Relación del tamaño de una carga con la variable "massLeft".....	80
Figura 4-54. Relaciones fijas de las propiedades dinámicas.....	81
Figura 4-55. Relaciones fijas para controlar el ángulo .....	82
Figura 4-56. Relaciones fijas para dibujar el punto de apoyo y la palanca.....	82
Figura 4-57. Relaciones fijas para controlar el ángulo .....	84
Figura 4-58. Relaciones fijas para dibujar el punto de apoyo y la palanca.....	85
Figura 4-59. Variables de coordenadas .....	86
Figura 4-60. Variables de forma .....	87
Figura 4-61. Variables de la vista.....	87
Figura 4-62. Página de evolución.....	88
Figura 4-63. Método propio para el tamaño visual de las cargas.....	89
Figura 4-64. Método propio para filtrar los valor introducidos por el usuario ....	89
Figura 4-65. Elementos de la vista .....	90
Figura 4-66. Relación de la posición de una carga con la variable "y1" .....	91
Figura 4-67. Relación del tamaño de la cuerda con la variable "y1" .....	91
Figura 4-68. Propiedades del tamaño de la rueda motriz.....	91

Figura 4-69. Giro de la rueda de la polea.....	91
Figura 4-70. Variables de forma.....	93
Figura 4-71. Variables de la polea móvil.....	93
Figura 4-72. Página de evolución.....	94
Figura 4-73. Método propio para controlar la longitud derecha.....	95
Figura 4-74. Nueva polea y nuevas cuerdas.....	95
Figura 4-75. Variación de la posición de la polea móvil en el eje de la "y".....	95
Figura 4-76. Propiedad "Transform" de los elementos polea y polea2.....	96
Figura 4-77. Llamada a un método desde la propiedad de una variable.....	96
Figura 4-78. Variables comunes.....	97
Figura 4-79. Variables de las ruedas.....	98
Figura 4-80. Variables de movimiento.....	98
Figura 4-81. Página de evolución.....	99
Figura 4-82. Relaciones fijas.....	99
Figura 4-83. Método propio para filtrar los valores introducidos por el usuario.....	100
Figura 4-84. Método propio para calcular la relación entre el número de dientes y el tamaño de una rueda.....	100
Figura 4-85. Método propio que pinta los dientes en la interfaz gráfica.....	101
Figura 4-86. Método propio que dibuja los dientes de la cremallera.....	102
Figura 4-87. Elementos de la vista.....	102
Figura 4-88. Propiedades del elemento rueda.....	103
Figura 4-89. Elementos de la vista 3D.....	104
Figura 4-90. Ejemplo de interfaz gráfica 3D.....	105
Figura 4-91. Captura de pantalla de un curso de Moodle.....	130
Figura 4-92. Ventana principal de Moodle.....	131
Figura 4-93. Ventana que muestra los cursos disponibles en "Primer ciclo ESO".....	131
Figura 4-94. Ventana de control de acceso de Moodle.....	132
Figura 4-95. Página principal del Laboratorio Virtual de Tecnología.....	133
Figura 4-96. Primer bloque del Laboratorio Virtual de Tecnología.....	133
Figura 4-97. Bloques de prácticas del Laboratorio Virtual de Tecnología.....	134
Figura 4-98. Ejemplo gráfico de una simulación, en este caso una palanca de primer grado.....	135
Figura 4-99. Ejemplo de introducción de un valor erróneo.....	136
Figura 4-100. Ejemplo de introducción de un valor no confirmado.....	136
Figura 4-101. Mensaje de advertencia.....	137
Figura 4-102. Ejemplo de ventana donde se muestra una gráfica.....	137
Figura 4-103. Ejemplo de un guión de una práctica virtual que los alumnos deben realizar.....	138
Figura 4-104. Resultado de aprendizaje.....	141
Figura 4-105. Resultado de aprendizaje.....	142
Figura 4-106. Estructura del laboratorio.....	142
Figura 4-107. Estructura del laboratorio.....	143

Figura 4-108. Manejo del laboratorio.....	143
Figura 4-109. Manejo del laboratorio.....	144
Figura 4-110. Comparativa de los resultados de examen .....	145





# **1. Introducción**

## **1.1. Presentación**

La titulación de Ingeniero Informático impartida en la Universidad de Almería exige para la obtención del título oficial, la calificación positiva de un Proyecto Final de Carrera, trabajo que plasma los conocimientos teórico-prácticos adquiridos durante los diferentes cursos académicos.

El Trabajo Fin de Carrera aquí presentado lleva por título: “Diseño de un laboratorio virtual para la docencia de la materia de Tecnología en educación secundaria.” y ha sido realizado bajo la dirección de Francisco de Asís Rodríguez Díaz y José Luis Guzmán Sánchez, pertenecientes al Departamento de Lenguajes y Computación en el área de ingeniería de Sistemas y Automática.

El proyecto de construcción del laboratorio virtual se ha desarrollado con la herramienta Easy Java Simulations, también conocido como EJS. Es una herramienta de autor creada en Java que ayuda a los no programadores a crear simulaciones interactivas en Java, habitualmente con fines de enseñanza o aprendizaje.

La elección de Java como lenguaje de desarrollo se justifica por su gran aceptación por la comunidad internacional de Internet y por el hecho de que está soportado por prácticamente todas las plataformas de software. Esto significa que EJS, y las simulaciones creadas con él, pueden usarse como programas independientes virtualmente en todos los sistemas operativos, o ser distribuidas por Internet y ejecutadas en páginas Web por los navegadores más conocidos (siempre que tengan instalado Java) [1].

## **1.2. Motivación para el desarrollo del proyecto**

El alumno que va a realizar el proyecto se encuentra actualmente impartiendo clases de tecnología en un instituto de Educación Secundaria Obligatoria, por lo que ha decidido desarrollar un laboratorio virtual para la enseñanza de esta asignatura, con la intención de motivar, abaratar y mejorar la enseñanza.

Es sabido que la experimentación obliga a los alumnos a implicarse en el aprendizaje convirtiéndose en una parte esencial del aprendizaje de la mayoría de las ramas científicas y técnicas. Existe un gran número de estudios de psicología cognitiva que demuestran que las personas adquieren mejor el conocimiento haciendo cosas y reflexionando sobre las consecuencias de sus acciones que mirando o escuchando a alguien que les cuenta lo que deben aprender [2].

Sin embargo, la realización de experimentos con mecanismos y sistemas reales suele ser costosa en lo que se refiere a tiempo, dinero y energía, ya que requiere la puesta a punto de unas infraestructuras docentes normalmente caras que son difíciles de mantener en buenas condiciones. Además, suele suceder que, una vez que estas infraestructuras son puestas a punto, permanecen infrautilizadas debido fundamentalmente a la limitación en el tiempo del que disponen los alumnos. Frecuentemente se trata de infraestructuras sensibles a usos indebidos por lo que se dificulta la realización de las prácticas con equipos reales [3].

Por otra parte, la misión de los profesores debe ser no sólo formar en las materias que imparten, sino conseguir que los alumnos sean capaces de manejar las herramientas disponibles para resolver los problemas con los que se encontrarán en su vida profesional. Evidentemente, entre estas herramientas cabe señalar las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones).

Es precisamente de la mano de las TIC desde donde se pueden aportar algunas soluciones para ampliar el acceso a la experimentación en forma de laboratorios remotos y virtuales. Así se conseguirán simultáneamente dos objetivos didácticos: realizar prácticas relacionadas con la asignatura ampliando la disponibilidad de los laboratorios y formar a nuestros alumnos en el uso de las TIC [2].

### **1.3. Contexto del proyecto**

La enseñanza secundaria está sufriendo hoy día una importante transformación debido al abaratamiento del hardware y la implantación de las nuevas tecnologías en los institutos. Cada vez más institutos de secundaria optan por adquirir material informático para la enseñanza; actualmente se están equipando con pizarras digitales interactivas PDIs o, en su defecto, con proyectores y sus correspondientes pantallas. Gracias al avance de la programación y de las herramientas de simulación se pueden realizar prácticas que, de otra forma, no sería posible debido a que los sistemas estudiados en la asignatura siguen siendo muy caros por su exclusividad y por el tiempo que llevaría construir todos y cada uno de ellos. Hay que tener en cuenta que tan solo se pueden realizar uno o dos proyectos a lo largo de un curso por cuestión de tiempo.

De esta forma la práctica se convierte en una práctica virtual, donde el alumno puede interactuar de forma sencilla y tantas veces lo necesite con el sistema o mecanismo a estudiar. Además, estas prácticas guiadas se podrán incluir en entornos de enseñanza virtual (e-learning) como puede ser Moodle [4].



Por lo que se refiere a la enseñanza, las nuevas tecnologías incorporan importantes ventajas al proceso educativo:

- Reducen las limitaciones de espacio y de tiempo, permitiendo la aplicación de un modelo de aprendizaje más centrado en el estudiante, el cual podrá organizar buena parte de su tiempo.
- Permiten el ahorro de costes (por ejemplo, costes de reprografía o desplazamientos).
- Facilitan al educador el seguimiento y la supervisión de los estudiantes.

En el ámbito docente, las TIC deben estar al servicio de una formación de calidad que otorgue un mayor protagonismo al alumno en el proceso de aprendizaje. Este *modus operandi* mejorará sus competencias en el uso de las nuevas tecnologías, al formar parte activa de su vida estudiantil. Las habilidades adquiridas tendrán su reflejo en el desempeño de su futura actividad profesional, permitiéndole desenvolverse con soltura en la sociedad de la información y las comunicaciones en la que se encuentra inmerso [5]. El profesor ya no es el único depositario del conocimiento, aunque sigue siendo una pieza clave de su transmisión, ya que el estudiante necesita, fundamentalmente, de su enseñanza, orientación y asesoramiento. Este proceso exige a su vez la preparación del propio profesor, que deberá incorporar metodologías y enfoques nuevos al proceso de enseñanza y aprendizaje [6] [7].

Para dar soporte a este tipo de enseñanza se implementará un laboratorio virtual, que es una herramienta software local o remota que, mediante el uso de un modelo y junto con una interfaz de experimentación, simulan los principales aspectos de un sistema real, permitiendo al usuario realizar las mismas operaciones que un laboratorio tradicional pero todo ello de forma virtual. De esta forma pueden trabajar múltiples usuarios simultáneamente sobre el mismo sistema virtual ya que, al estar simulado, se puede instanciar para atender a todo aquél que lo solicite. Además, es posible explotar el rendimiento de los laboratorios las 24 horas de día, permitiendo una mayor flexibilidad horaria y un menor coste económico (menos recursos).

La universidad de Murcia junto con el colegio Santa María del Carmen ha realizado un proyecto de física, en el que se realizaron una serie de simulaciones y sus correspondientes prácticas guiadas y se subieron a un servidor web para que estuvieran accesibles desde Internet [8]. Otros proyectos, aunque de más nivel académico, dirigidos a estudiantes universitarios, han sido realizados por el grupo de desarrollo Open Source Physics (OSP por sus siglas en inglés), el cual tiene simulaciones de Astronomía, Electricidad y Magnetismo, Física general, Óptica y Relatividad [9]. En cuanto a simulaciones realizadas en EJS relacionadas con la asignatura de tecnología o con alguna de sus ramas, tan solo existe un micrómetro realizado por Fu-Kwum Hwang [10].

## 1.4. Objetivos

El objetivo principal es el desarrollo de una serie de prácticas guiadas con simulaciones de mecánica para la asignatura de primero de tecnología en la ESO. Con dichas prácticas se pretende la correcta comprensión de los fenómenos simulados por parte del estudiante, que permitirá que el mismo realice las prácticas de laboratorio de forma no presencial.

En éste caso, las simulaciones tratan sobre los mecanismos, cubriendo en su totalidad uno de los temas más problemáticos para los alumnos a la hora de resolver los enunciados prácticos, ya que en otros temas como los de electricidad, hay mucho más software libre educativo para su enseñanza. En el caso de otros temas menos prácticos y más teóricos no se suelen necesitar herramientas software. Por tanto, para la consecución de este objetivo, se han desarrollado las siguientes prácticas guiadas y sus respectivas simulaciones:

1. Mecanismos de transmisión circular.
  - Ruedas de fricción en 2D y 3D.
  - Ruedas con poleas
  - Tren de ruedas con poleas
  - Ruedas dentadas
  - Tren de engranajes
2. Mecanismo de transmisión lineal.
  - Palanca de tipo 1
  - Palanca de tipo 2
  - Palanca de tipo 3
  - Polea fija
  - Polea móvil
3. Mecanismo de transformación del movimiento.
  - Piñón cremallera

Otro objetivo es el de realizar un estudio estadístico riguroso para comprobar la influencia que puedan llegar a tener las simulaciones desarrolladas en los alumnos. Se medirá el grado de facilidad y beneficio que se alcanza con el uso de dichas simulaciones respecto a la enseñanza tradicional. Para este fin se ha realizado una encuesta a un grupo de 28 alumnos (pertenecientes al curso 1º de ESO) que se encuentran cursando la materia de tecnología.

Y, como objetivo final de este proyecto, se tiene la integración de dichas simulaciones con sus correspondientes guiones en una página web, en este caso en la plataforma educativa virtual “Moodle” [4].

## 1.5. Resumen

Con este proyecto final de carrera se ha pretendido llenar el vacío existente en la materia de tecnología en la ESO (y en concreto en el tema de mecanismos) con respecto a los materiales prácticos que se pueden utilizar como refuerzo de la asignatura.

Aunque es habitual contar con maquetas de simulación en el aula taller de tecnología de los centros, no se dispone de herramientas informáticas cuya facilidad de uso permita realizar pruebas de complejidad media con mecanismos. Por ello se ha desarrollado una aplicación adecuada al nivel de Educación Secundaria, que permite al alumno trabajar no sólo con maquetas (con las que es posible visualizar el comportamiento de dichos mecanismos) sino también con valores reales en simulaciones informáticas, con el gran abanico de posibilidades que esto ofrece.

Además, las horas lectivas para la materia de Tecnología son limitadas, por lo que resulta ideal que cada alumno o, a lo sumo, cada pareja de alumnos pueda interactuar con la aplicación en la sala de ordenadores del centro. Además de acercar las nuevas tecnologías informáticas a los temas teóricos e incluso a las prácticas tradicionales, el presente proyecto permitirá a los alumnos realizar simulaciones con gran cantidad de valores en un tiempo limitado, orientadas a mejorar la asimilación de los conocimientos por parte del alumnado.

El laboratorio virtual desarrollado comprende once simulaciones con sus consiguientes guiones de prácticas para el manejo de éstas. Estas simulaciones se pueden englobar en dos grandes grupos: mecanismos de transmisión circular del movimiento y mecanismos de transmisión lineal del movimiento, los cuales abarcan uno de los temas principales del temario de tecnología y más difícil y duro de enseñar por su carga teórica.

Como complemento al laboratorio virtual, se ha desarrollado un guión de uso de las simulaciones, para que el alumno sepa cómo manejarlas y cambiar los datos de entrada con facilidad. Se ha intentado homogenizar el entorno gráfico de todas las simulaciones para que sea lo más amigable posible para el usuario y, una vez sepan usar una de ellas, todas sean similares en cuanto a los botones y diferentes elementos de diseño gráfico como cajas de texto o sliders para el cambio de valores.

Los guiones de prácticas mencionados anteriormente están divididos en dos partes: una teórica, donde se explican conceptos relacionados con el mecanismo y su funcionamiento, y una parte experimental, donde se proponen dos casos prácticos por guión (con cierta similitud unos con otros). Para esta última parte se ha optado por un diseño tabular, donde uno de los casos se da resuelto como ejemplo para facilitar al alumno su comprensión y realización.

Para fomentar el uso del laboratorio, las simulaciones estarán a disposición de los alumnos en un entorno virtual, para que puedan trabajar con ellas tanto como necesiten, incluso desde casa. El fin de estas simulaciones es el uso y comprensión del mecanismo por parte del alumno y, sobre todo, la motivación para aprender ya que un alumno motivado aprende más, mejor y más rápido.

Las simulaciones han sido desarrolladas con la ayuda de la herramienta de software libre EJS (Easy Java Simulations). El diseño de una aplicación desarrollada en EJS se divide en dos partes bien diferenciadas y que se explican a continuación:

1. **Modelo.** En este apartado se definen tanto las variables que se utilizarán en la simulación como las ecuaciones que rigen la simulación. Este apartado se divide a su vez en los siguientes apartados:
  - Variables: en este apartado se definen las variables que se utilizarán en la simulación.
  - Inicialización: se inicializan las variables.
  - Evolución: en este apartado se introducen las relaciones que existen entre las variables en cada paso de la simulación, de acuerdo con las ecuaciones que rigen el proceso que se desea simular.
  - Ligaduras: aquí se introducen las ligaduras que puedan existir entre las variables, en el caso en que existan.
  - Propio: en este apartado se definen las funciones y subrutinas que no sean estándar del lenguaje JAVA pero que sean imprescindibles para la simulación.
2. **Vista.** En este último apartado se definen las ventanas que se verán en la simulación, así como el contenido de las mismas. El programa EJS es muy rico y ya tiene definidas multitud de representaciones, como graficas XY, gráficas en 3D, etc.

Finalmente se ha desarrollado una encuesta para los alumnos que utilicen la aplicación, que consta de tres bloques: resultado del aprendizaje, estructura del laboratorio y manejo del laboratorio.

El fin de dicha encuesta es obtener una serie de conclusiones que ayuden a futuros desarrolladores a ampliar y mejorar la aplicación, incorporando nuevos módulos prácticos referentes a otras materias relacionadas con la tecnología (como el estudio de circuitos eléctricos, neumática e hidráulica, etc.).

## 1.6. Planificación temporal

Las distintas actividades en las que se ha dividido el proyecto se muestran a continuación junto con el tiempo que ha sido necesario para su desarrollo.

Actividad	Estado
Estudiar el entorno de desarrollo EJS y realizar simulaciones de prueba	4 Semanas
Realizar un estudio exhaustivo de las máquinas y mecanismos de los cuales se van a realizar las simulaciones.	3 Semanas
Implementación de las simulaciones	10 Semanas
Desarrollo de los manuales y guiones de prácticas	3 Semanas
Puesta en marcha en moodle del laboratorio virtual	3 Semanas
Desarrollo de la encuesta	1 Semana
Estudio de los resultados de la encuesta	3 Semanas
Revisión bibliográfica	3 Semanas
Elaboración de la memoria	8 Semanas
Total	38 Semanas

Tabla 1. Planificación temporal

## 1.7. Estructura de la memoria del proyecto fin de carrera

El Proyecto Final de Carrera se divide en los seis apartados que se muestran en el índice que figura al inicio. A continuación se realiza un análisis de cada uno de ellos con objeto de sintetizar en pocas líneas la totalidad del mismo.

En el **primer capítulo** se muestra una introducción al contenido del proyecto y los principales objetivos del mismo, así como la planificación temporal necesaria para la consecución del proyecto.

En el **capítulo dos** se definen las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Se desarrolla la relación existente entre las TIC'S y la docencia y los nuevos roles que deben adoptar tanto el profesor como el alumno. A su vez se realiza un estudio detallado sobre los simuladores en la educación, su evolución, estudios pedagógicos, metodologías y sus ventajas y desventajas como herramienta educativa y por último, se presentan los laboratorios tradicionales y los laboratorios virtuales ofreciendo una información detallada para explicar en qué consiste cada uno de estos tipos de laboratorios.

En el **capítulo tres** se muestra un resumen de uso de la herramienta de trabajo EJS. Se detalla el proceso que se sigue para crear un nuevo proyecto, elaborar una simulación y ejecutarla.

El **capítulo cuatro** ofrece una visión general de la tecnología en la ESO y se concretan los mecanismos y sistemas usados en la asignatura que han sido elegidos para ser modelizados y desarrollar sus guiones y simulaciones; se exponen los guiones con los pasos que deben realizar los alumnos para realizar las prácticas y ejercicios propuestos y se explican las simulaciones,

tanto el proceso de desarrollo como el resultado final, su uso y algunos aspectos de diseño. También se presenta el laboratorio virtual en Moodle y tanto la encuesta como los resultados obtenidos después de pasarla a los alumnos.

El **capítulo cinco** contiene las conclusiones del proyecto, después de haber desarrollado todo lo que se refiere a los laboratorios virtuales y los posibles futuros trabajos.

En el **capítulo seis** se incluye la bibliografía, donde se encontrarán las referencias a los libros, artículos y sitios Web consultados en la elaboración del proyecto.

## **2. Laboratorios Virtuales**

### **2.2. Inclusión de las TIC en la ESO**

#### **2.1.1 Definición de nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC)**

Las tecnologías de la comunicación (TIC) se encargan del estudio, desarrollo, implementación, almacenamiento y distribución de la información mediante la utilización de hardware y software como medio de sistema informático.

Las tecnologías de la información y la comunicación son una parte de las tecnologías emergentes que habitualmente suelen identificarse con las siglas TIC y que hacen referencia a la utilización de medios informáticos para almacenar, procesar y difundir todo tipo de información o procesos de formación educativa.

Las TIC tratan sobre el empleo de ordenadores y aplicaciones informáticas para transformar, almacenar, gestionar, proteger, difundir y localizar los datos necesarios para cualquier actividad humana.

La instrumentación tecnológica es una prioridad en la comunicación de hoy en día, ya que las tecnologías de la comunicación son la diferencia entre una civilización desarrollada y otra en vías de desarrollo. Éstas poseen la característica de ayudar a comunicarnos porque desaparecen las distancias geográficas y el tiempo [11].

#### **2.1.2 Tic y docencia**

En el ámbito docente, las TIC deben estar al servicio de una formación de calidad que otorgue un mayor protagonismo al alumno en el proceso de aprendizaje. Este *modus operandi* mejorará sus competencias en el uso de las nuevas tecnologías, al formar parte activa de su vida estudiantil. Las habilidades adquiridas tendrán su reflejo en el desempeño de su futura actividad profesional, permitiéndole desenvolverse con soltura en la sociedad de la información y las comunicaciones en la que vive [5].

El profesor ya no es el único depositario del conocimiento, aunque sigue siendo una pieza clave de su transmisión, ya que el estudiante necesita, fundamentalmente, de su enseñanza, orientación y asesoramiento. Este proceso exige a su vez la preparación del propio profesor, que deberá incorporar metodologías y enfoques nuevos al proceso de enseñanza y aprendizaje [5].

Por ello, esta adaptación del profesorado exige que las autoridades, tanto académicas como políticas, presten su máximo apoyo en tres aspectos fundamentales [5]:

- *Política de formación técnica y pedagógica.* En este punto se ha de hacer un especial esfuerzo para evitar que en el personal docente surja una brecha digital, que provoque que parte del mismo no haga uso de las TIC en su actividad docente por no ser capaz de acceder a las mismas o por considerar que no aportarán nada a su actividad docente
- *Política de motivación y reconocimiento.* Se deben establecer sistemas que evalúen y reconozcan el esfuerzo realizado en este ámbito, al igual que existen en el ámbito investigador, lo que redundará en la constante mejora de la calidad de la oferta docente.
- *Política de inversión.* Es necesario que los medios tecnológicos estén disponibles en la cantidad, calidad y accesibilidad adecuada.

### **2.1.3 Nuevos roles para el profesor y el alumno**

El uso de las TIC implica la consolidación de metodologías colaborativas de aprendizaje (donde se aprende por la participación de todos y no solamente del profesor), posibilitando nuevas formas de acercamiento entre docentes y discentes, los espacios ya no son tan rígidos y esquemáticos como tradicionalmente, sino divergentes y asincrónicos; en esencia flexibles [5].

Las TIC abren un panorama más amplio, que se caracteriza por la posibilidad que tiene el ser humano de configurar sensaciones a través de la inmersión y la interacción con medios y fuentes de información basados en la imagen, lo auditivo, lo escrito, lo gráfico, lo olfativo, lo táctil, lo espacial, o en la estructuración de varias o todas las anteriores: lo hipermedia. Así pues los recursos virtuales serían una posible aplicación de las NTIC, que se caracterizan por producir en las personas la sensación de haber sido transportadas a espacios reales, producto de un artificio, creando una realidad sensitiva y, sobre todo, logrando una validación cognitiva [5].

Desde esta perspectiva, la característica de las TIC se halla en la combinación de medios y en la adquisición de nuevos conocimientos de forma autónoma y personalizada. En otras palabras, da la posibilidad de no ser sólo receptor de contenidos, sino constructor de nuevos conocimientos [5].

También las TIC incluyen nuevos elementos que permiten una socialización diferente del estudiante: ofrecen posibilidades de interacción con medios tecnológicos y con estudiantes que estén geográficamente distantes. De esta forma, el estudiante puede intercambiar sus ideas con personas de otras culturas, brindándole una experiencia mucho más enriquecedora y así ampliar más su panorama y perspectivas. Se requiere un cambio de la relación entre el



estudiante y el profesor, donde la comunicación entre ellos será bidireccional, de diálogo e intercambio de ideas. De esta manera, el profesor pasa a ser un orientador [5].

De los modelos centrados en el almacenamiento de información y aprendizaje de retención, recuerdo y evocación se debe pasar a modelos que permitan, desde las experiencias y vivencias de quien aprende, elaborar imágenes, ideas y conceptos, tomando una postura crítica, desarrollando el ingenio humano, la creatividad y la innovación [5].

Un objetivo básico que debe alcanzarse en la formación del ciudadano del mañana es la obtención de habilidades y criterios para buscar y seleccionar aquella información que necesita. Por esta razón, es necesario dotar a los alumnos de procedimientos y habilidades que les favorezcan el auto aprendizaje de estas habilidades. Estos cambios, evidentemente, están afectando ya de forma especial al rol del profesor [5].

En la actualidad, el fácil acceso a las TIC en todos los ámbitos de la sociedad permite a los alumnos obtener un elevado volumen de información. Esto propicia que cada vez sea más necesario considerar un nuevo rol para el profesor, que lo convierte en un profesional que, además de dar información, debe dar sentido a ese gran volumen de información que están obteniendo sus alumnos. El profesorado se encuentra, cada vez más, con alumnos que tienen un mayor nivel de información que él en algunos temas o contenidos. Es por ello que se impone un modelo del profesor que sepa guiar a sus alumnos dentro del mar de informaciones en que están sumergidos, y para ello deberá facilitarles procedimientos para contrastar las informaciones, saber destacar las ideas fundamentales, etc. [5].

En esta línea, algunas de las repercusiones más importantes y ventajosas del uso de las TIC en la educación son las siguientes [5]:

1. Una enseñanza asíncrona que libera al estudiante de los imperativos de tiempo. La participación del estudiante en los procesos de enseñanza sin estar presente en un espacio físico universitario. Una mayor interacción entre estudiante y profesores, en especial mediante la utilización del correo electrónico, de la videoconferencia y la WWW.
2. Ayudan y motivan a un trabajo más creativo en el aula.
3. Una más intensa comunicación entre estudiantes, mediante grupos de trabajo y de discusión que se apoyen en las nuevas herramientas comunicativas. Favorecen la socialización y comunicación en el grupo o clase por la posibilidad de la ruptura de la necesidad de comunicarnos en un determinado espacio a unas horas determinadas.
4. La disminución de los costes de la enseñanza respecto de modelos tradicionales en razón de la reducción de las necesidades de espacio físico y el aumento sensible del tamaño de la clase virtual.

5. El desarrollo de competencias y habilidades prácticas por parte de los estudiantes en laboratorios virtuales de investigación.
6. El docente se transforma en facilitador, experto, colega, y el alumno pasa a ser naturalmente activo. El estudiante aprende de la interacción con un grupo en el que los docentes no son más que uno de los elementos.
7. La transmisión del conocimiento no es el objetivo de la educación, el alumno debe aprender a adquirir información, conforme a sus necesidades, a evaluarla y a transformarla en conocimiento a través del proceso relacional. Favorecen el auto aprendizaje, a la vez que una individualización del aprendizaje. Existe posibilidad de que cada alumno pueda llevar su propio ritmo en algunos contenidos.
8. La educación se abre al mercado mundial con la liberación de los espacios y los tiempos, la gran limitación es el manejo de la lengua.
9. Las alianzas estratégicas entre universidades van a imponerse.
10. Los conceptos de evaluación basada en resultados van a transformarse en nuevos métodos de evaluación por procesos, teniendo en cuenta la capacidad investigadora, la capacidad de adaptación, la capacidad de comunicación, la capacidad de colaboración, etc.
11. La educación permanente acabará con la fragmentación de la educación por niveles o cursos.

## **2.2 Uso educativo de simuladores**

En el siguiente apartado se analiza el uso educativo de simuladores frente a la educación tradicional.

### **2.2.1 Uso de simulaciones como herramienta educativa**

En un principio, hacia los años 60 del pasado siglo, hablar de simulación como herramienta para la educación consistía en diseñar ambientes simulados para la enseñanza y aprendizaje, y en ese momento se consideró una novedad. La enseñanza se concibió como la transferencia de información, mientras que el proceso de aprendizaje consistía en que un docente inteligente era capaz de construir y transmitir conocimiento sobre un tema en particular a alumnos utilizando la tecnología de instrucción de ese entonces; a saber: libros, artículos y exposición presencial de cátedra [12].

Si todo salía bien, el mensaje impartido por el profesor era presumiblemente transferido al alumno, creyéndose que el proceso había sido efectivo. Cuanto más parecido se encontrara entre el mensaje emitido y el mensaje recibido, mejor la comunicación, más completo el aprendizaje y mejor la educación (o al menos eso es lo que se pensaba) [12].

La educación tradicional, hoy por hoy, presenta varias limitaciones, de entre las cuales las más importantes son [12]:

- El suponer que tanto enseñanza como aprendizaje constituyen actividades totalmente inseparables, esto es, que la enseñanza es una condición necesaria para el aprendizaje. Según esto, se aprendería dentro de las aulas, pero también fuera de ellas.
- El pensar que la prueba final de la adquisición de conocimiento y habilidades no está en el conocimiento adquirido propiamente dicho, sino en la habilidad de usar el conocimiento adecuadamente, esto es, en la traducción de conocimiento en comportamiento.
- El enfatizar la transmisión del conocimiento partiendo de un experto reconocido hacia un individuo aislado. Se sabe, sin embargo, que la enseñanza y aprendizaje fuera de las aulas se basan en relaciones sociales, en la colaboración entre los propios alumnos.
- El creer que aprender lo que otro quiere enseñar no es la única consecuencia, ni siquiera la más deseable, en un ambiente de enseñanza-aprendizaje. Aferrarse a la noción que la efectividad en la educación se realiza cuando el alumno aprende lo que el profesor enseña lleva a considerar a la creatividad como un error y a tratarla de ese modo.
- El aceptar que las fuentes del conocimiento que debe ser adquirido son muy limitadas, reduciéndose al profesor, por un lado, y a los libros, por otro.
- El estatismo y la predictibilidad de los ambientes de enseñanza. Éstos son frecuentemente para el estudiante actual demasiado predecibles, demasiado estáticos, en una palabra: "aburridos".

Por sus limitaciones, este modelo de enseñanza da lugar a un nuevo modelo, denominado "enseñanza basada en la experiencia", cuyo sustento se encuentra en [12]:

- Los estudios de investigación sobre aprendizaje activo
- El aprendizaje basado en casos y/o problemas
- El modelado y resolución de problemas
- El desarrollo incremental de habilidades
- El uso educado y pertinente de la tecnología como herramienta de apoyo a la educación (enseñanza asistida por computador EAC) y el software educativo o aplicaciones multimedia.

Al unir las teorías del aprendizaje que los expertos en pedagogía han definido y modelado y conjugarlas con los avances en tecnología, necesariamente se debe analizar la simulación como herramienta educativa, así como el uso que se le está dando [12].

En los siguientes apartados se va a profundizar en los aspectos expuestos con anterioridad y se describirá de forma muy concreta las ventajas y desventajas del uso de la simulación como herramienta educativa, así como los resultados que se han obtenido en un caso práctico de uso de los mismos para apoyar la enseñanza de la física [12].

### **2.2.1.1 Clasificación del software educativo**

Para empezar a desarrollar el tema es pertinente conocer la clasificación del software educativo (con especial atención a los simuladores). El software educativo se clasifica en: tutoriales, simuladores, entornos de programación y herramientas de autor [12].

Los **programas tutoriales** son aquéllos que dirigen el aprendizaje de los alumnos mediante una teoría conductista subyacente de la enseñanza, guían los aprendizajes y comparan los resultados de los alumnos contra patrones, generando muchas veces nuevas ejercitaciones de refuerzo, si en la evaluación no se superaron los objetivos de aprendizaje.

Los **programas simuladores** ejercitan los aprendizajes inductivo y deductivo de los alumnos mediante la toma de decisiones y adquisición de experiencia en situaciones imposibles de lograr desde la realidad, facilitando el aprendizaje por descubrimiento.

Los **entornos de programación**, tales como el Logo, permiten construir el conocimiento paso a paso, facilitando al alumno la adquisición de nuevos conocimientos y el aprendizaje a partir de sus errores; y también conducen a los alumnos a la programación.

Las **herramientas de autor**, también llamadas “lenguajes de autor” permiten a los profesores construir programas del tipo tutoriales, especialmente a profesores que no disponen de grandes conocimientos de programación e informática, ya que usando muy pocas instrucciones se pueden crear muy buenas aplicaciones hipermedia.

Algunos autores consideran que las bases de datos para consulta son otro tipo de programas educativos, porque facilitan la exploración y la consulta selectiva, permitiendo extraer datos relevantes para resolver problemas, analizar y relacionar datos y obtener conclusiones [12].

### **2.2.1.2 Evolución de la simulación en la educación**

La penetración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el proceso de formación en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) se ha caracterizado por su fertilidad y vertiginosidad, trayendo consigo

que el plazo de obsolescencia de los resultados introducidos sea cada vez menor [12].

El proceso docente–educativo de las diferentes disciplinas que conforman las carreras universitarias, particularmente lo referido a la asimilación de contenidos, ha recibido el influjo de las TIC. Ahora se trata, por tanto, de perfeccionarlo cada día más [12].

Las soluciones de simulación o software educativo de simulación han tenido básicamente tres generaciones. A continuación se exponen sus características [12]:

- **Primera generación:** Comienzan en 1982 en adelante. Sus soluciones se caracterizaban por simuladores que consideraban la naturaleza geométrica de los espacios, anatomías y formas en 2D y de forma plana (software de diseño CAD, simuladores de vuelo y simuladores de cirugía quirúrgica, entre otros).
- **Segunda generación:** Además de las funciones de la primera generación, permiten la interacción física. Se inicia el manejo de las tres dimensiones (3D) del espacio, en el cual no sólo se visualiza sino que se interactúa con el escenario. Estos avances llegan hacia 1985, siendo las mismas industrias de la primera generación las receptoras de estos avances. A estas soluciones se las empieza a conocer como “realidad virtual”, siendo la medicina, la industria del videojuego y la aeroespacial una de sus principales promotoras. Se destaca el surgimiento de Autocad 3D y los simuladores de entrenamiento médico quirúrgico, entre otros.
- **Tercera generación:** Estos simuladores recogen las características de las dos generaciones anteriores, y además tienen en cuenta la naturaleza funcional de los elementos, situaciones y escenarios simulados. Aparecen hacia el año 2000. Como ejemplo de ellos se tienen los sistemas asistidos por computadora para el manejo de imágenes médicas (laparoscopias, endoscopias, sistemas de entrenamiento médico-quirúrgico, etc.)

### ***2.2.1.3 La simulación vista desde las teorías pedagógicas y su impacto en la educación***

En este apartado se describe brevemente el énfasis de cada teoría pedagógica y cómo el uso de simuladores atiende estas necesidades y objetivos de la enseñanza-aprendizaje [12].

- La teoría constructivista del aprendizaje concibe al estudiante como un agente activo en la adquisición de conocimiento. El modelo didáctico de aprendizaje por descubrimiento guiado asume esta premisa. La

información no es ofrecida al estudiante de manera expositiva, sino que un entorno abierto de aprendizaje promueve que sea el estudiante por sí mismo quien construya su propio conocimiento, mediante la indagación, la resolución de problemas, los razonamientos hipotético-deductivo e inductivo, etc.

- El aprendizaje exploratorio es importante, ya que los contenidos conceptuales pueden ser aprendidos mejor y con más profundidad, a la vez que se adquieren contenidos procedimentales. La simulación por computador se adapta adecuadamente a una estrategia de aprendizaje exploratorio, ya que oculta un modelo que debe descubrir el alumno. Además, la simulación sitúa al estudiante en un mundo intermedio entre lo concreto y lo abstracto que le ayuda a progresar de la fase concreta de su desarrollo a la fase formal.

### **2.2.2 Contextualización de los simuladores en la enseñanza de la tecnología**

Parece estar fuera de dudas que desde el propio sistema experimental de la disciplina se contribuye al modo de actuación profesional si se selecciona y emplea adecuadamente la herramienta informática (incluido los simuladores) que mejor se adapten al fundamento teórico de las prácticas, teniendo en cuenta la correspondencia entre sus objetivos y los del experimento en cuestión [12].

El uso educativo de simuladores centra su atención inicial en la disciplina de la física, por ser un área teórico-práctica de impacto inmediato en el día a día del ser humano. Y se tomó esta área para evaluar los impactos del uso de simuladores en la educación [12].

La investigación partió de la pregunta: ¿cuáles serían los principales requerimientos que debería cumplir la simulación experimental para propiciar una mejor comprensión del fundamento teórico de la disciplina, teniendo como premisa la participación activa de los estudiantes en la clase de laboratorio? [12].

Esto llevó a plantear que la simulación debe responder a los objetivos generales de la práctica de laboratorio y permitió comprender los propósitos de la simulación en la educación. Éstos son [12]:

- Ofrecer alternativas para la solución del problema que aborda la práctica.
- Conciliar los objetivos del experimento y las tareas del estudiante en el proceso de medición.
- Conciliar las magnitudes a medir en la práctica de laboratorio y las que tiene en cuenta el simulador.

- Establecer una comunicación de fácil comprensión para el usuario.

Un simulador con propósito educativo debe cumplir con las siguientes condiciones [12]:

- Presentar un entorno estéticamente agradable para el estudiante.
- Debe ser de fácil manipulación y permitir un rápido acceso a las distintas opciones, técnicamente se le denomina una “interfaz amigable”.
- Dar opciones de ampliar el alcance de las mediciones que sean imposibles en condiciones de laboratorio real, o sea, enriquece la relación realidad - modelo.

### 2.2.2.1 Metodologías para implementar el uso de simuladores en la educación

El modelo metodológico educativo que permite integrar en las asignaturas el uso de simuladores está descrito y representado en la Figura 2-1. “Representación de la metodología educativa para el uso de simuladores”, en la cual se esboza el procedimiento para incorporar en currículo de un curso los simuladores empleados para el desarrollo de las prácticas. Sin embargo, con anterioridad al trabajo de incorporar, deberán identificarse qué simuladores se utilizarán y el diseño de las guías para el uso de cada simulador [12].

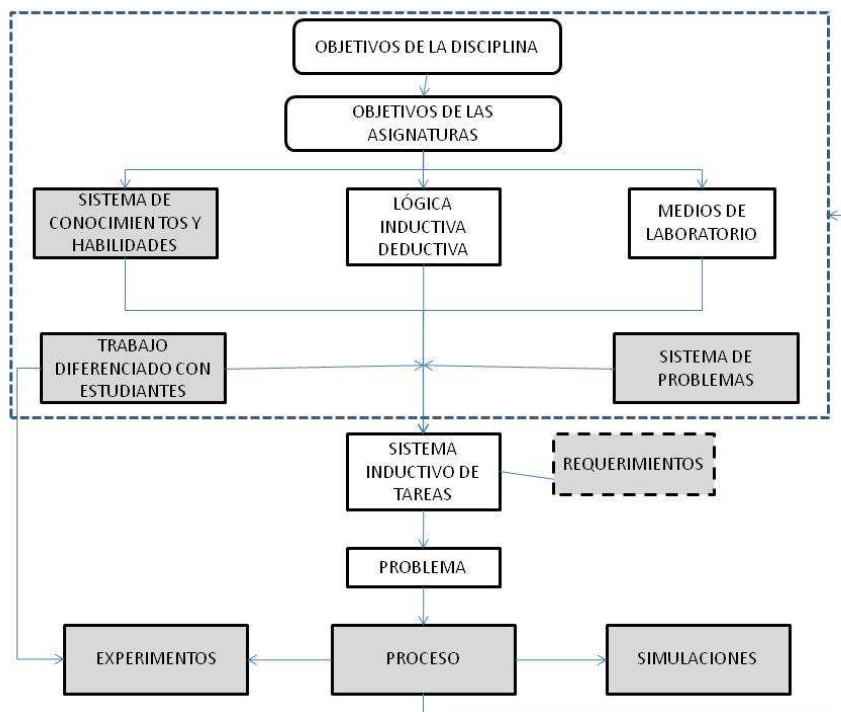


Figura 2-1. Representación de la metodología educativa para el uso de simuladores

Cada asignatura posee sus contenidos curriculares, los cuales se definen en torno al sistema de conocimientos y habilidades que el estudiante debe aprender y desarrollar dentro del curso.

Utiliza por un lado, la lógica inductiva para introducir al estudiante en el estudio de las temáticas del curso y la lógica deductiva, por el otro, para llevarlo a aplicar y comprender estos principios. Integra esta teoría con la práctica mediante el desarrollo de laboratorios, los cuales se soportan en el modelo de casos de estudio, que le permitan al estudiante evidenciar la aplicación de los conocimientos, fórmulas y teorías a aspectos de la realidad dentro de su entorno [12].

En este último punto radica el propósito de los simuladores, ya que ellos reproducen escenarios reales para que el estudiante practique, valide y pruebe los conceptos y teorías de la física mediante la experimentación, la puesta en marcha de procesos que culminen en la solución de los problemas [13].

Por tanto, se puede decir que la simulación integra la experimentación y el uso de procesos para la resolución de problemas con fines educativos, todo lo cual se lleva a cabo dentro de un ciclo de prueba y error fácilmente desarrollable gracias al simulador, con bajos costos y reducción de riesgos, en particular para aquellos escenarios en los que la práctica en espacios reales involucra riesgos y altos costos [12].

#### ***2.2.2.2 Características del modelo metodológico para el uso educativo de simuladores***

Cuando se pretende desarrollar un curso apoyado por simuladores es necesario que este curso sea estructurado bajo unas características especiales, las cuales se exponen en el modelo metodológico que se ha desarrollado en este proyecto para el uso educativo de simuladores.

La Figura 2-2 explica en síntesis las características del modelo metodológico definido. Este modelo metodológico ha sido tomado del trabajo que se lleva desarrollando en la universidad con la enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de programación mediante el proyecto Cupi2 [14], en convenio con el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes. Es éste un proyecto con muy buenos resultados que combina el aprendizaje autónomo, la teoría y la práctica de forma integral, con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, junto al aprendizaje activo, basado en casos de estudio que lleven la teoría a la práctica [12].

Se ha visto que este modelo no sólo es aplicable a cursos de programación, sino que en la tecnología es viable implementar esta forma de trabajo gracias a los componentes teórico-prácticos que estas disciplinas tienen.



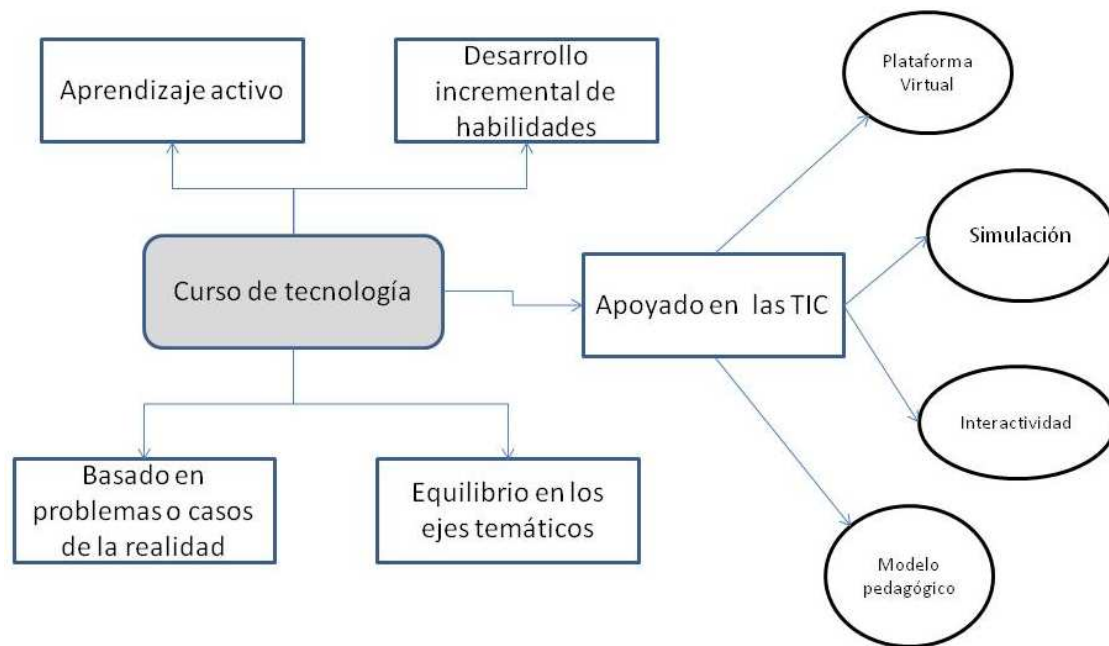


Figura 2-2. Características del modelo metodológico para el uso educativo de simuladores

Para tener claridad en el proceso es necesario conceptualizar cada una de estas características [12]:

- **Aprendizaje activo:** El curso no sólo presenta conocimientos, sino que ayuda a generar competencias y habilidades. Allí la simulación pasa a integrar la teoría con la práctica. Una cosa es entender una idea y otra muy distinta es lograr utilizarla para resolver un problema.
- **Desarrollo incremental de habilidades:** El curso debe buscar que el estudiante desarrolle competencias a través del uso reiterado de conceptos, técnicas y metodologías, empleándolas de distintas maneras y en distintos contextos. Para ello se le plantean en la guía varias prácticas de simulación.
- **Basado en problemas o casos de la realidad:** Sin discusión alguna, la Tecnología es una disciplina que estudia la realidad, razón por la cual el curso debe girar alrededor de problemas cuya solución requiera el uso de conceptos, técnicas, etc. Se recomienda utilizar casos de estudio, hojas de trabajo y guías de práctica.
- **Equilibrio en los ejes temáticos:** El curso debe presentar los temas de manera ordenada y correlacionar dichos temas, ejercicios y actividades, con el contexto general del curso, relacionándolos con los objetivos del mismo, las prácticas y los simuladores que se utilizan.

- **Apoyo en las TIC:** Sin duda alguna, de no existir las TIC y la computación los simuladores no estarían disponibles, pero su potencialidad se logra cuando el curso tiene integración pedagógico-tecnológica bajo un modelo claramente definido y ampliamente difundido dentro de cualquier institución.

### **2.2.2.3 Ventajas del uso de simuladores**

De forma breve se presentan las ventajas del uso de los simuladores, vistas desde el punto de vista tanto del estudiante como del docente.

El uso de simuladores permite al estudiante [12]:

- Comprender mejor el modelo físico utilizado para explicar los fenómenos, al observar y comprobar interactivamente la realidad que representa.
- El uso de simuladores facilita las prácticas sin requerir laboratorios complejos y altamente costosos. Además, ofrece al estudiante tener en su propio lugar de residencia el entorno de simulación.
- Brinda acceso a una educación equitativa y en igualdad de condiciones para todos los seres humanos sin importar las limitaciones de espacio, de escenarios de práctica y ofreciendo el desarrollo de las competencias del saber hacer.
- Los simuladores permiten reproducir fenómenos naturales difícilmente observables de manera directa en la realidad, por motivos diversos: riesgos, costos, escala de tiempo, escala espacial, etc.
- El estudiante prueba sus ideas previas y conocimientos acerca del fenómeno simulado mediante la emisión de hipótesis propias, lo cual redundará en una mayor autonomía del proceso de aprendizaje y el desarrollo del aprendizaje constructivista y significativo.
- El uso de simuladores en la enseñanza-aprendizaje de asignaturas de ciencias facilita la comprensión de los fenómenos científicos por parte de los estudiantes.
- El estudiante puede modificar los distintos parámetros y condiciones iniciales que aparecen en el modelo que el simulador ofrece, lo que ayuda a formular sus propias conclusiones a partir de situaciones variadas.

- La simulación realiza los cálculos matemáticos permitiendo que el estudiante se concentre en los aspectos más conceptuales del problema.
- La simulación ofrece al estudiante una amplia variedad de datos relevantes que facilitan la verificación cualitativa y cuantitativa de las leyes y postulados científicos de las diferentes áreas de la ciencia.
- La simulación hace más fácil la comprensión de aquellos problemas de cierta complejidad matemática.
- Los simuladores visualizan gráficas en tiempo real de distintas magnitudes, brindándole al estudiante una noción mucho más real de los fenómenos simulados.

Desde el punto de vista del docente, el uso de simuladores en la enseñanza-aprendizaje de una asignatura de ciencias ofrece las siguientes ventajas [12]:

- Permite a adquirir el rol de facilitador del aprendizaje.
- Estimular el uso de la mediación a través del aprendizaje asistido por el ordenador.
- Hacer de su clase una sesión más atractiva y significativa.
- Identificar las habilidades de sus alumnos, fortalecerlas y aprovecharlas.
- Ofrecer la posibilidad de contrastar, predecir, experimentar y elaborar hipótesis a partir de la experiencia.
- Permitir elaborar estrategias para la resolución de un problema, registro cualitativo y cuantitativo de datos e interpretación de observaciones, datos y medidas.
- El simulador visualiza las gráficas en tiempo real de distintas magnitudes.

#### **2.2.2.4 Desventajas del uso de simuladores**

A continuación se muestra una lista de desventajas en el uso de simuladores [12]:

- El estudiante puede pensar que todo en la vida se soluciona con los simuladores, cuando en realidad éstos sólo ofrecen variables específicas a una situación, y por lo tanto hay que considerar otros medios o herramientas que permitan conocer el problema más ampliamente.
- El docente puede pensar que los simuladores contienen toda la información de un tema o, por el contrario, creer que son tan específicos que no le ven utilidad.
- Puede que el programa sea complejo y poco significativo si no se conoce el funcionamiento del mismo y no se explotan los contenidos.
- Cuando los estudiantes se inician en el uso de los simuladores suelen modificar variables del fenómeno simulado que no son relevantes para contrastar sus hipótesis y que sí generan errores en la ejecución del programa. Para prevenir esto se requiere ofrecer una adecuada robustez en los simuladores.
- Por otra parte, algunos estudiantes reconocen ser incapaces de explicar ciertas observaciones efectuadas en la interfaz del simulador. En estas situaciones, los simuladores educativos más eficaces deben ofrecer al estudiante distintos niveles de ayuda específica para cada trabajo que aborden.

#### **2.2.2.5 Oportunidades de mejora con el uso de simuladores**

Se requiere aunar esfuerzos entre las diferentes instituciones a fin de definir criterios y estándares para el diseño y desarrollo de simuladores educativos que lleven a la producción de simuladores de alta calidad y que permitan su validación como herramientas de enseñanza-aprendizaje [12].

### **2.2.3 Conclusiones**

Ya en un apartado anterior se describieron las ventajas y desventajas del uso de simuladores y con ello se presentan conclusiones del uso, impacto y cómo la simulación es hoy por hoy una herramienta muy útil en la docencia [12].

Para utilizar la simulación como herramienta de formación deben elaborarse guías orientadoras para los alumnos y guías metodológicas para los docentes de cada tipo de simulación y simulador que se utilice, que contengan una definición clara de los objetivos a lograr.

Se debe hacer demostración práctica inicial a los estudiantes por parte del profesor, que cuente con introducción teórica, donde se puedan emplear otros medios de enseñanza de forma combinada.

El estudiante debe desarrollar ejercitación de forma independiente y el docente debe evaluar los resultados alcanzados por cada estudiante de forma individual.

La simulación posibilita que los alumnos se concentren en un determinado objetivo de enseñanza; permite la reproducción de un determinado procedimiento o técnica y posibilita que todos apliquen un criterio normalizado.

Hay que recordar que es un requisito *sine qua non*, es decir, que el empleo del simulador tiene que estar en estrecha correspondencia con las exigencias y requerimientos del plan de estudio y con el sistema de evaluación de la asignatura y que el estudiante tiene que sentir la necesidad y la utilidad de su uso de manera independiente [12].

Todo ello conlleva a que la simulación, como herramienta de enseñanza-aprendizaje, pueda ser implementada en las clases de práctica, así como en el trabajo independiente del estudiante.

## **2.3 Laboratorios Virtuales**

### **2.3.1 Características de un Laboratorio Tradicional**

El laboratorio tradicional (LT) o aula taller, ha sido el único lugar de experimentación, durante mucho tiempo, tanto de estudiantes como de profesores. Tiene enorme importancia para el aprendizaje, la experimentación directa del alumno en el LT [15] [16]. En el aula, el profesor transmite al alumno gran cantidad de información en poco tiempo. El LT es lento en la transmisión de información, sin embargo, facilita el planteamiento de problemas que permitan al estudiante aplicar sus conocimientos sobre la naturaleza, entrenándose en la aplicación del método científico. La principal ventaja del LT es su alta interactividad, al tomar contacto el alumno con el experimento real, la motivación que supone observar el experimento, el desarrollo de habilidades cognitivas que se ponen en práctica en el mismo, etc. [17] [18].

Aunque el LT es un lugar idóneo de experimentación, también presenta inconvenientes, entre los que se destacan [15] [16] [19] [20] [21]:

- El material de instrumentación es excepcionalmente caro, lo que hace difícil que cada alumno pueda realizar todos los experimentos que necesite.
- Los recursos en personas y espacios son restringidos, debido a la masificación y problemas presupuestarios.

- Las prácticas necesitan de una supervisión más directa por parte del profesor y que cada alumno experimente por sí mismo, por lo que éstas no se pueden impartir para un gran número de personas.
- El LT requiere de la presencia física del estudiante.
- Los alumnos suelen entrar en contacto con dispositivos y técnicas con las que no están familiarizados.

### **2.3.2 Características de un Laboratorio Virtual**

Como ya se indicó en la introducción, como alternativa a los laboratorios presenciales se pueden utilizar laboratorios virtuales. En este caso se usan los ordenadores para simular el comportamiento de los sistemas a estudiar haciendo uso de modelos matemáticos [22]. Aunque en este caso no se interacciona con plantas reales, la experimentación con modelos simulados es comparable siempre que se cumplan las siguientes premisas: se usen modelos matemáticos realistas que representen al alumno los detalles importantes del sistema a analizar y se complementen las gráficas que muestran la evolución temporal de los sistemas con animaciones que permitan a los alumnos visualizar y entender mejor el comportamiento del sistema [23].

La creación de laboratorios virtuales tiene algunas ventajas importantes con respecto a los laboratorios reales (presenciales o remotos). Dado que un laboratorio virtual se basa en modelos matemáticos que se ejecutan en ordenadores, su configuración y puesta a punto es mucho más sencilla que la configuración y puesta a punto de los laboratorios reales. Además, presentan un grado de robustez y seguridad mucho más elevado ya que al no haber dispositivos reales éstos no pueden causar problemas en el entorno [3]. Sin embargo, como inconveniente con respecto a los laboratorios reales cabe señalar que los laboratorios virtuales están limitados por el modelo y para poder ser manejables éstos tienden a simplificarse, con lo que se pierde información con respecto al sistema real. Además, la experimentación con sistemas reales (aún siendo de forma remota) siempre es un valor añadido para los alumnos [22].

Una forma interesante de utilizar los laboratorios virtuales es junto a los laboratorios reales (presenciales o remotos), de forma que los alumnos realizarían primero las prácticas en laboratorios virtuales, para pasar posteriormente, cuando el profesor lo considerase oportuno, al laboratorio real. Así se consiguen varios objetivos importantes como son [22]:

1. Familiarizarse con el experimento: evitando que los estudiantes puedan acudir al aula sin haber realizado trabajo previo.
2. Optimizar el uso de los recursos: los estudiantes requieren menos tiempo para realizar las prácticas, haciéndose un mejor uso de los laboratorios reales, tanto locales como remotos.

3. Disminución del uso incorrecto del equipamiento: frecuentemente los dispositivos utilizados en laboratorios reales son delicados, lo que se acentúa si se les hace trabajar fuera de las condiciones de trabajo para las que están diseñados.
4. Comparación del comportamiento de modelos matemáticos frente a dispositivos reales: los modelos matemáticos se obtienen simplificando el comportamiento de los dispositivos reales, lo que puede producir comportamientos sensiblemente diferentes. Al tener la oportunidad de comparar ambos comportamientos, los alumnos pueden extraer conclusiones acerca de la importancia del modelado realizado.
5. Formar en metodologías de trabajo: en la futura vida laboral del estudiante habitualmente se construyen primero modelos matemáticos de los sistemas que simularán bajo diferentes circunstancias como paso previo a construir prototipos, mucho más caros, con los que experimentar.
6. Manejo de herramientas informáticas actuales: en la vida profesional, e incluso en la vida diaria, la destreza en el uso de las herramientas informáticas, sean del ámbito que sean, es un elemento diferenciador. Con ello se consigue aportar al alumno una serie de conocimientos transversales que si bien pueden no ser el objetivo principal del laboratorio que se esté diseñando, le servirán en muchos ámbitos en el futuro.
7. Repetitividad de los experimentos: dado que el comportamiento de los sistemas a estudiar se obtiene mediante el modelado matemático de la realidad, los alumnos pueden repetir de forma totalmente correcta las condiciones bajo las que se realizaron los experimentos y reproducirlos ante el docente en caso de necesidad, con la seguridad de que el resultado será el mismo que ellos vieron en su momento.
8. Multiplicidad de experimentos simultáneos: como el único recurso necesario para este tipo de laboratorios es un ordenador, potencialmente todos y cada uno de los alumnos podría estar realizando simultáneamente su experimento sin interferir con sus compañeros, eliminando la necesaria secuencialidad que se da en los laboratorios reales, ya sean locales o remotos. Además de la ventaja que supone en tiempo, se favorecen procesos colaborativos como el de “tormenta de ideas”, ya que todos y cada uno de los alumnos ha realizado su experimento y puede aportar su percepción de lo que allí ha ocurrido [15].

Los laboratorios virtuales pueden ser locales o remotos [22]. La diferencia reside en el lugar donde se realizan las simulaciones, que pueden ser, en el caso de laboratorios virtuales remotos, un servidor lejano que ejecuta los cálculos, o de forma local, en el caso de los laboratorios virtuales locales, donde se ejecutan los recursos haciendo uso de la potencia de cálculo de los alumnos.

La figura 2-3 muestra una imagen de un experimento virtual para describir el movimiento de un objeto en un plano inclinado. Previamente al experimento los alumnos acceden a una explicación del mismo. A pesar de tratarse de un

excelente recurso para el auto aprendizaje de las enseñanzas técnicas, cabe señalar que se podría aumentar aún más el grado de interacción con los experimentos virtuales. Por otra parte, los experimentos se han mantenido, en general, simples, con la evidente intención de que los alumnos asimilen mejor los conceptos, sin embargo, los alumnos también deben ser educados en la complejidad para poder afrontar mejor su futura vida profesional.

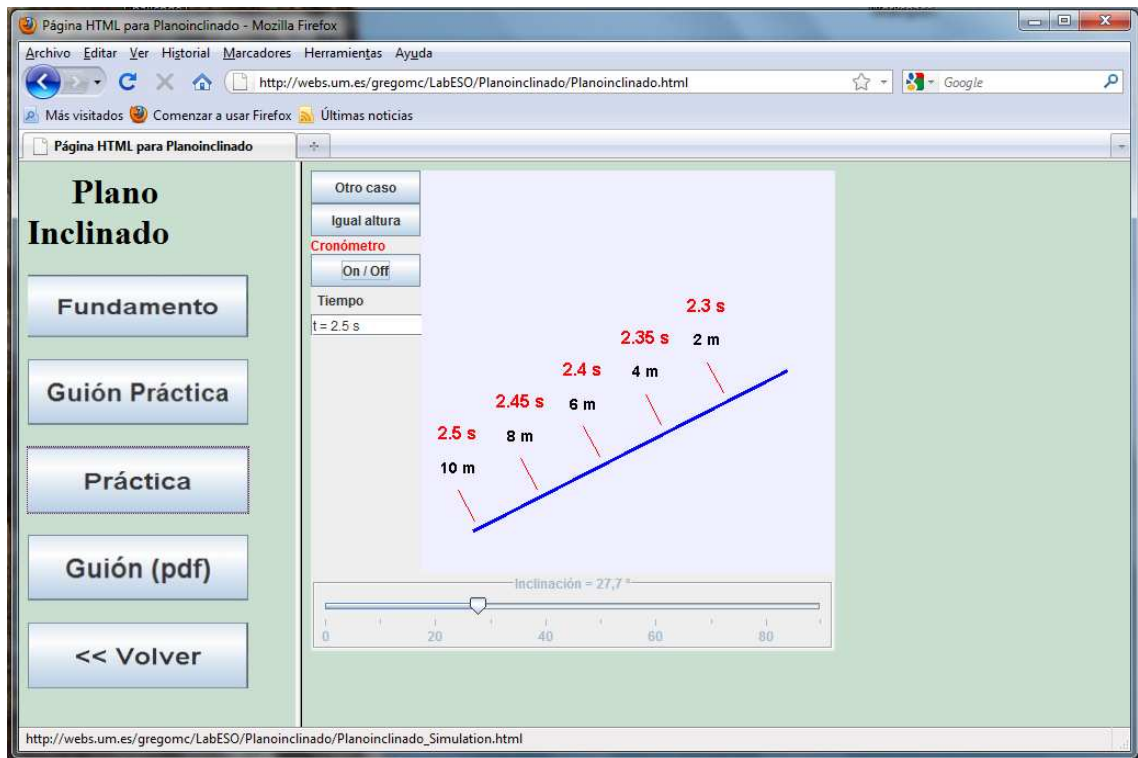


Figura 2-3. Applet Java que muestra el movimiento en un plano inclinado

Otra iniciativa que vale la pena destacar es Easy Java Simulations, EJS. Se trata de un entorno de simulación dinámica, sencillo de utilizar, de uso libre que ha sido desarrollado por el profesor F. Esquembre y que aunque inicialmente estaba orientado a la enseñanza de la física ha ido extendiéndose su uso a otros entornos para construir laboratorios virtuales. El entorno se basa en el paradigma MVC (Modelo – Vista – Controlador) de forma que el diseño se divide en tres partes:

- Modelo: se encarga de la lógica del sistema (el modelo matemático).
- Vista: se encarga del gestionar y mostrar interfaz de usuario.
- Controlador: define las acciones que el usuario puede realizar sobre el modelo.

Las figura 2-4 y figura 2-5 muestran el aspecto de los entornos de diseño de la vista y del modelo:



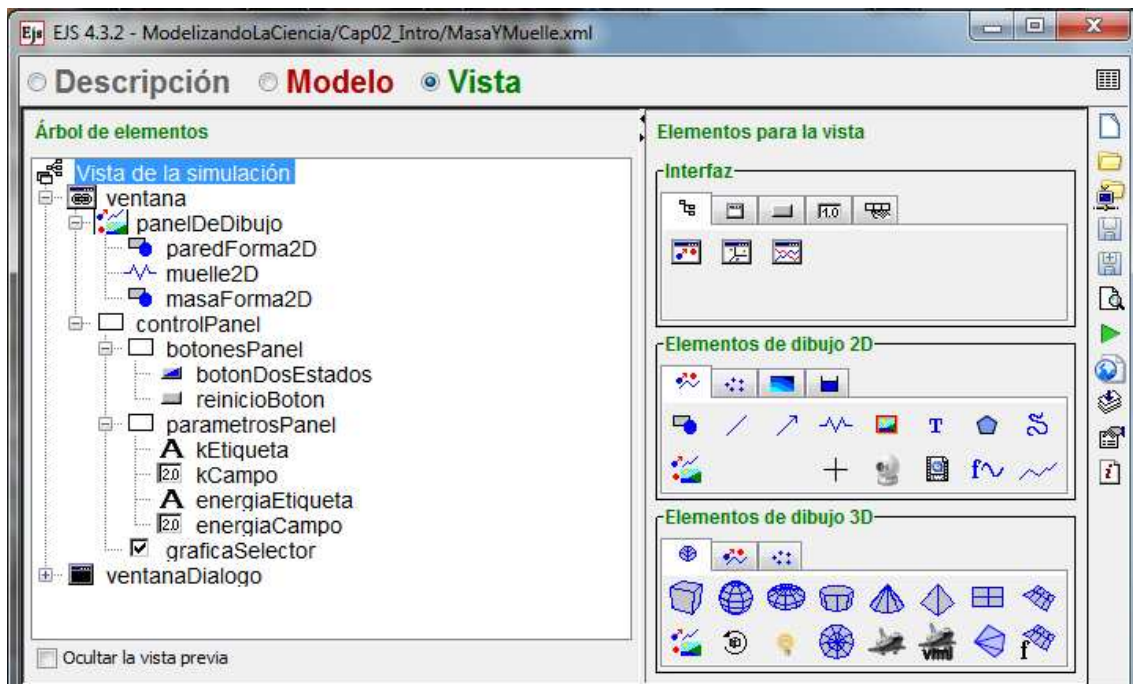


Figura 2-4. Aspecto del diseño de la Vista en el entorno EJS



Figura 2-5. Aspecto del diseño del Modelo en el entorno EJS

Como puede observarse en la figura 2-4, para diseñar la vista se van añadiendo una serie de elementos con los que se construirá el laboratorio virtual, mientras que en la figura 2-5 puede observarse cómo se ha implementado el modelo matemático para que se ejecute en el laboratorio virtual.

Una vez diseñado el laboratorio, se creará un archivo *.jar* con el programa compilado en Java que ejecutará el laboratorio virtual, siendo por tanto el único

requisito que los alumnos tengan la máquina virtual de Java instalada. En la figura 2-6 puede observarse el aspecto de los laboratorios virtuales creados con EJS, concretamente en este caso se ha diseñado un laboratorio virtual para diseñar el movimiento que realiza un péndulo para distintos tipos de masas y diferentes inercias.

Se trata de un problema típico en el que los alumnos tienen la posibilidad de interactuar con el sistema cambiando determinados parámetros y observar cuál es el efecto de los cambios en su evolución temporal.

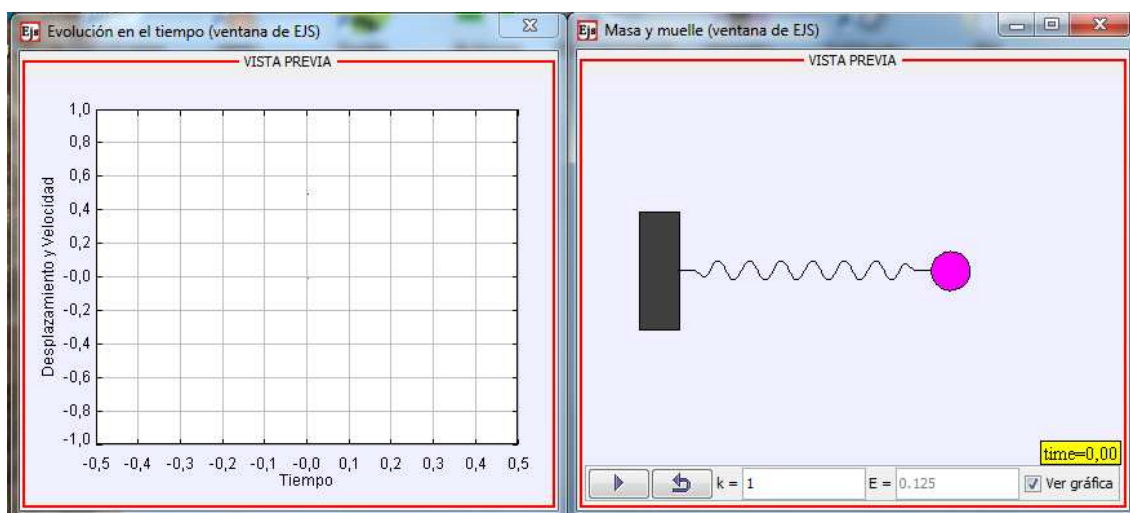


Figura 2-6. Laboratorio virtual en EJS para modelar el sistema masa y muelle

También existen otras alternativas, basadas en software de cálculo como, por ejemplo, MatLab o Scilab. Ambas herramientas proporcionan entornos gráficos con los que se pueden construir animaciones aunque, a diferencia de los laboratorios virtuales creados con EJS o directamente en applets Java, en este caso se requiere que los alumnos se instalen dicho software, lo que dificulta su uso. Además de que, por ejemplo en el caso de MatLab, se trata de un software de coste elevado. Una forma de evitar este inconveniente en el caso de MatLab, es utilizando laboratorios virtuales remotos de forma que haciendo uso de MatLab Web Server, los alumnos sólo precisan de un navegador con el que se conectarán a un servidor que ejecutará el motor de MatLab donde se realizarán las simulaciones y que preparará las páginas Web dinámicas que verá el cliente.

### 2.3.3 Ventajas e inconvenientes

Un laboratorio virtual (LV) es un sistema computacional que pretende aproximar el ambiente de un LT. Los experimentos se realizan paso a paso, siguiendo un procedimiento similar al de un LT: se visualizan instrumentos y fenómenos mediante objetos dinámicos (applets de Java o Flash, cgi-bin, javascripts,...), imágenes o animaciones. Se obtienen resultados numéricos y

gráficos, tratándose éstos matemáticamente para la obtención de los objetivos perseguidos en la planificación docente de las asignaturas. A continuación, se destacan algunas ventajas importantes de los LV [15] [16] [19] [20] [21]:

- Acerca y facilita a un mayor número de alumnos la realización de experiencias, aunque alumno y laboratorio no coincidan en el espacio. El estudiante accede a los equipos del laboratorio a través de un navegador, pudiendo experimentar sin riesgo alguno, y, además, se flexibiliza el horario de prácticas y evita la saturación por el solapamiento con otras asignaturas.
- Reducen el coste del montaje y mantenimiento de los LT, siendo una alternativa barata y eficiente, donde el estudiante simula los fenómenos a estudiar como si los observase en el LT.
- Es una herramienta de auto aprendizaje, donde el alumno altera las variables de entrada, configura nuevos experimentos, aprende el manejo de instrumentos, personaliza el experimento, etc. La simulación en el LV, permite obtener una visión más intuitiva de aquellos fenómenos que en su realización manual no aportan suficiente claridad gráfica. El uso de LV da lugar a cambios fundamentales en el proceso habitual de enseñanza, en el que se suele comenzar por el modelo matemático. La simulación interactiva de forma aislada posee poco valor didáctico, ésta debe ser embebida dentro de un conjunto de elementos multimedia que guíen al alumno eficazmente en el proceso de aprendizaje. Se trata de utilizar la capacidad de procesamiento y cálculo del ordenador, incrementando la diversidad didáctica, como complemento eficaz de las metodologías más convencionales.
- Los estudiantes aprenden mediante prueba y error, sin miedo a sufrir o provocar un accidente, sin avergonzarse de realizar varias veces la misma práctica, ya que pueden repetirlas sin límite; sin temor a dañar alguna herramienta o equipo. Pueden asistir al laboratorio cuando ellos quieran, y elegir las áreas del laboratorio más significativas para realizar prácticas sobre su trabajo.
- En Internet se encuentran multitud de simulaciones de procesos físicos (en forma de applets de Java y/o Flash). Con estos objetos dinámicos, el docente puede preparar actividades de aprendizaje que los alumnos han de ejecutar, contestando al mismo tiempo las cuestiones que se les plantean.

No todo son ventajas en los LV, también existen *inconvenientes*. A continuación se muestran los más destacados [15] [16] [19] [24].

- El LV no puede sustituir la experiencia práctica altamente enriquecedora del LT. Ha de ser una herramienta complementaria para formar a la persona y obtener un mayor rendimiento.
- En el LV se corre el riesgo de que el alumno se comporte como un mero espectador. Es importante que las actividades en el LV, vengan acompañadas de un guión que explique el concepto a estudiar, así como las ecuaciones del modelo utilizado. Es necesario que el estudiante realice una actividad ordenada y progresiva, conducente a alcanzar objetivos básicos concretos.

- El alumno no utiliza elementos reales en el LV, lo que provoca una pérdida parcial de la visión de la realidad. Además, no siempre se dispone de la simulación adecuada para el tema que el profesor desea trabajar. En Internet existe demasiada información, a veces inútil. Para que sea útil en el proceso de enseñanza/aprendizaje, se han de seleccionar los contenidos relevantes para nuestros alumnos. Son pocas las experiencias realizadas con LV en los centros educativos, donde aún impera el uso de recursos tradicionales, tanto en la exposición de conocimientos en el aula como en el laboratorio.

#### **2.3.4 Enseñanza a través de entornos virtuales enseñanza-aprendizaje (EVEA)**

Se denomina Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje (en adelante EVEA) al espacio (espacio virtual) en el que se agrupan las distintas herramientas y servicios para el aprendizaje y donde interaccionan el personal de gestión institucional, el profesorado y los estudiantes.

El concepto de EVEA, aparece como evolución del concepto de Plataforma de Teleformación, el cual denomina precisamente los entornos de hardware y software diseñados para automatizar y gestionar el desarrollo de actividades formativas, también conocidos como Learning Management Systems (LMS).

Con la evolución de la investigación en tele-enseñanza y la cada vez mayor preocupación por dar un mayor énfasis a los procesos comunicativos que a los meramente telemáticos o tecnológicos, apareció también la necesidad de nombrar dichos entornos poniendo un mayor énfasis en sus posibilidades educativas y su relación con los procesos de enseñanza, diferenciándolos expresamente de aquellos pensados para procesos de aprendizaje autónomo o informal [25].

##### **2.3.4.1 Características EVEA**

Un EVEA, además de ser una aplicación informática está caracterizado por diferentes propiedades que lo configuran incrementando su relevancia en el desarrollo de aspectos didácticos [26].

Como aplicación informática está constituida por diferentes herramientas, como las de comunicación (síncronas, por ejemplo: chat; asíncronas, como el correo electrónico), las de elaboración de contenidos de aprendizaje (editores de páginas web), o las de gestión de participantes. A continuación se realiza una exposición sobre aquellos aspectos educativos que determinan la inclusión y utilización de estos.

**Herramientas de comunicación:** Estas herramientas permiten el intercambio de información entre todos los participantes del proceso formativo. En la tabla 2 se pueden observar herramientas de comunicación síncronas y asíncronas.

Herramientas de comunicación síncronas	Herramientas de comunicación asíncronas
Chat TV-web Videoconferencia Audioconferencia MUD (Multi-user dimensions)	Foros o grupos de noticias Listas de distribución Debates telemáticos Correos de voz Correos de vídeo Herramientas para el trabajo colaborativo

Tabla 2. Diferentes herramientas de comunicación

Hay herramientas que permiten una comunicación individual entre los participantes, y en pequeños grupos y de uno a todos los participantes.

**Herramientas de elaboración de contenidos de aprendizaje:** Son aquellas herramientas que facilitan el acceso a los diferentes recursos, imprescindibles para el aprendizaje, y que se caracterizan por ser de diferente naturaleza: textos, imágenes, hipermedias, tutoriales, simulaciones, etc.

**Herramientas de gestión:** Sirven para administrar los cursos, altas y bajas de usuarios, configuración de los cursos, modos de acceso, contraseñas, etc.

#### **2.3.4.2 Entorno virtual de enseñanza-aprendizaje Moodle**

En el mercado actual existen un elevado número de plataformas tecnológicas destinadas a gestionar los procesos de formación a distancia.

Para la realización del presente proyecto se ha optado por la plataforma Moodle considerándolo una opción viable y eficaz para llevar a cabo procesos de formación on-line.

La elección de Moodle obedece principalmente a las siguientes cuestiones [25]:

- Es probablemente el más difundido de los EVEAs de libre difusión que se han desarrollado hasta el momento y cuenta con casi todas las utilidades de otras herramientas de esta finalidad que son de pago.
- Esta herramienta ofrece la posibilidad de trabajar en 70 idiomas (entre los que se cuentan el catalán, el gallego, el árabe, el albanés, el ruso, entre otras).
- Como se verá más adelante contiene, entre otras, las siguientes prestaciones que se consideran prioritarias para el uso en el marco de la enseñanza superior: Foro, agenda, chat, wikis, lecciones estructuradas, tablón de noticias, difusión de videos en streaming, tablón de documentos y recursos Web, mensajería instantánea entre participantes, control de Cambios Recientes, herramienta de búsqueda en los diferentes módulos y compatibilidad con objetos de aprendizaje previamente diseñados y estandarizados.

- MOODLE ha sido estudiada por diversos organismos a nivel mundial que la han puesto en un lugar privilegiado dentro de las opciones de EVEAS disponibles y además cuenta con una comunidad virtual que la soporta y la hace crecer de manera cooperativa.
- Es capaz de soportar gran cantidad de usuarios trabajando a la vez dentro del mismo entorno.
- MOODLE funciona sin modificaciones en sistemas operativos Unix, Linux, FreeBSD, Windows, Mac OS X, NetWare y todos aquellos sistemas que soportan PHP, incluidos la mayoría de los proveedores de alojamiento Web.
- Posee un paquete básico con grandes potencialidades, pero día a día se desarrollan módulos nuevos con nuevas herramientas (también de software libre) que permiten mejorar sensiblemente su rendimiento y posibilidades.

## 3. Easy Java Simulations (EJS)

### 3.1 ¿Qué es EJS?

Easy Java Simulations es una herramienta de software diseñada para la creación de simulaciones discretas por computador [1].

Una simulación es un programa que intenta reproducir, con fines pedagógicos o científicos, un fenómeno natural a través de la visualización de los diferentes estados que éste puede presentar. Cada uno de estos estados está descrito por un conjunto de variables que cambia en el tiempo debido a la iteración de un cierto algoritmo.

Todo esto significa que EJS es un programa que ayuda a crear otros programas; concretamente simulaciones científicas. Ha sido concebido por profesores de ciencias para ser usado por profesores y estudiantes de ciencias. Esto es, para personas que están más interesadas en el contenido de la simulación, en el fenómeno mismo que se simula, que en los aspectos técnicos necesarios para construir la simulación [1].

Easy Java Simulations es una herramienta de modelado y de autor expresamente dedicada a esta tarea. Ha sido diseñado para permitir a sus usuarios trabajar a un alto nivel conceptual, usando un conjunto de herramientas simplificadas y concentrando la mayoría de su tiempo en los aspectos científicos de la simulación, y pidiendo al ordenador que realice automáticamente todas las otras tareas necesarias pero fácilmente automatizables.

No obstante, el resultado final, generado automáticamente por EJS a partir de la descripción del autor, podría pasar, en términos de eficiencia y sofisticación, por la creación de un programador profesional.

En particular, EJS crea aplicaciones Java que son independientes y multiplataforma, o *applets* que se pueden visualizar usando cualquier navegador Web (y por tanto ser distribuidos a través de Internet), que pueden leer datos a través de la red y ser controlados usando *scripts* (conjuntos de instrucciones) incluidos en las páginas HTML [27].

Dado que existe un valor educativo añadido en el proceso de creación de una simulación, EJS puede ser usado también como una herramienta pedagógica.

### 3.2 Ejecutar EJS

Al arrancar EJS, se abrirán dos ventanas, la consola de EJS y la interfaz de usuario.

### 3.2.1. Consola de EJS

La primera ventana es la consola de EJS, que presenta tres pestañas: “Opciones Básicas”, “Opciones Avanzadas” y “Área de Mensajes”.

#### 3.2.1.1 Opciones Básicas

La pestaña de Opciones Básicas de la consola de EJS (ver figura 3-1) contiene información sobre:

- La dirección en el disco duro de la MV (Máquina Virtual) de Java.
- El espacio de trabajo actual.

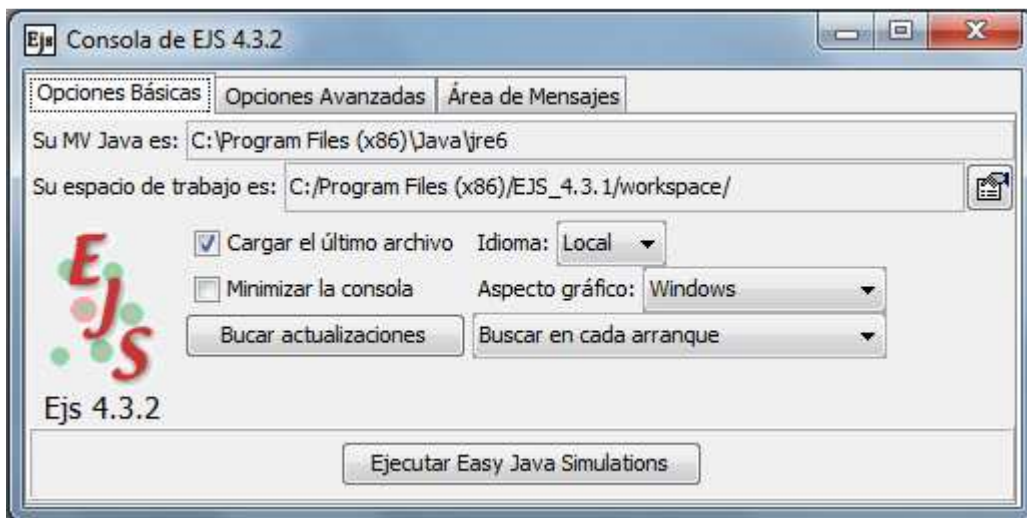


Figura 3-1. Opciones básicas

#### 3.2.1.2 Espacio de trabajo

EJS utiliza el concepto de un “espacio de trabajo” para organizar su trabajo. Un espacio de trabajo es un directorio donde EJS almacena todos sus ficheros de simulación para un determinado proyecto. Un espacio de trabajo puede contener un número ilimitado de simulaciones.

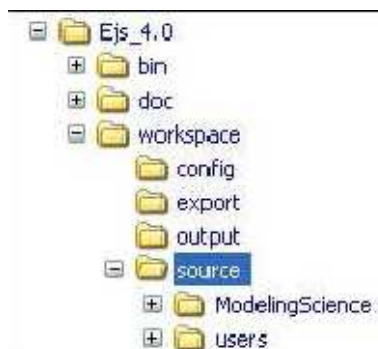


Figura 3-2. Estructura de directorio en árbol



Dentro de cada directorio que se configure como espacio de trabajo, se encontrarán cuatro subdirectorios:

- “config”: Este subdirectorio contiene ficheros de configuración creados por EJS cuando se cambien sus opciones de ejecución.
- “export”: Éste es el subdirectorio por defecto que EJS ofrecerá cuando se creen paquetes autoejecutables (ficheros JAR) o ficheros HTML para su distribución.
- “output”: Este directorio es usado por EJS para almacenar ficheros intermedios generados cuando se ejecuta una simulación desde EJS.
- “source”: Éste es el directorio en el que se debe almacenar todos sus ficheros de simulación (ficheros XML), así como ficheros auxiliares de éstas, tales como imágenes GIF o ficheros de datos.

Y permite elegir las siguientes opciones:

- Cargar el último archivo: si EJS debe cargar al arrancar el fichero de la última simulación usada en la sesión previa.
- Minimizar la consola: si se debe minimizar la consola al arrancar.
- Idioma: el idioma que debe usar EJS.
- Aspecto gráfico: el esquema gráfico para la interfaz gráfica de EJS y la consola. Los esquemas de aspecto gráfico disponibles dependen de su instalación. Tres opciones siempre están disponibles:
  - SISTEMA: el aspecto gráfico para ventanas estándar del sistema operativo.
  - MULTIPLATAFORMA: un aspecto gráfico estándar, algo minimalista, disponible en todas las plataformas.
  - POR DEFECTO: el aspecto por defecto que se ha decidido en el fichero de configuración *swing.properties*. (Éste es un fichero opcional que se puede crear en el directorio *lib* de Java).

Las selecciones de estas opciones se guardan, no se necesita elegirlas de nuevo cada vez que arranca EJS. Simplemente se cambian una vez y los cambios tienen efecto en la próxima sesión.

Finalmente, la pestaña de Opciones Básicas tiene un botón en su parte inferior que permite arrancar la interfaz del usuario.

### **3.2.1.3 Opciones Avanzadas**

La pestaña de Opciones Avanzadas de la consola de EJS (ver Figura 3-3) permite al usuario:

- Elegir una MV (Máquina Virtual) de Java alternativa para ejecutar EJS.
- Añadir parámetros a la MV Java (opciones de la línea de comando para el propio Java).
- Especificar argumentos (opciones de la línea de comandos) para EJS.



Figura 3-3. Opciones avanzadas

En la parte inferior de la pestaña de Opciones Avanzadas, hay tres botones que permiten:

1. **Compilar un directorio:** se abrirá un explorador de ficheros que permite elegir un subdirectorio del directorio “source” de su espacio de trabajo actual. La consola ofrecerá entonces compilar todas las simulaciones (ficheros XML) bajo este subdirectorio. Opcionalmente, se puede pedir a EJS que empaquete cada una de estas simulaciones, una vez compiladas, creando un fichero JAR autoejecutable para cada una.
2. **Empaquetar simulaciones:** este botón permite crear un único paquete con varias simulaciones (un denominado *Paquete Launcher* – Lanzador) previamente generadas con EJS. Esta funcionalidad también está accesible desde EJS en el menú emergente del botón de empaquetado de la barra de tareas.
3. **Reconstruir paquete:** permite reconstruir un paquete Launcher creado previamente, con el fin de:
  - Recompilar las simulaciones del paquete.
  - Actualizar las librerías del paquete.
  - Añadir nuevas simulaciones al paquete.

### 3.2.1.4 Área de Mensajes

La pestaña de Área de Mensajes de la consola de EJS (ver Figura 3-4) muestra algunos mensajes iniciales de arranque, el comando usado para invocar la ventana de edición de EJS, incluidas las opciones de comando, y cualquier otro mensaje de salida que EJS produzca. También dirá si los programas funcionaron correctamente.

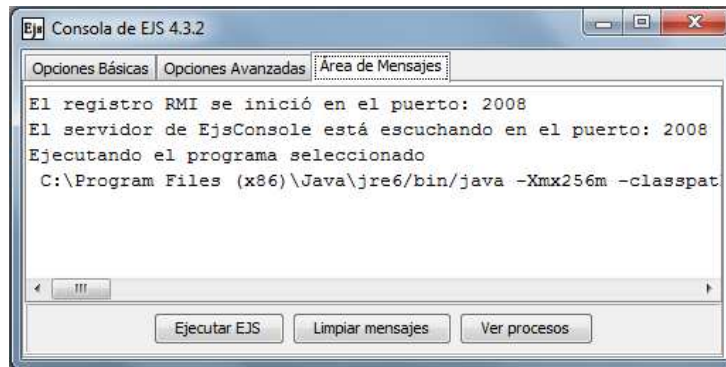


Figura 3-4. Área de mensajes

El área de mensajes también mostrará cualquier mensaje de salida o de error producido por las simulaciones creadas por EJS.

En la parte inferior de la pestaña del Área de Mensajes hay tres botones:

1. Ejecutar EJS: un segundo botón para iniciar la ventana de edición de EJS.
2. Limpiar mensajes: limpia el área de mensajes, lo que resulta útil para borrar mensajes anteriores que pueden confundir.
3. Ver procesos: muestra una ventana de diálogo con una lista de las copias de EJS que están actualmente en ejecución. Estas copias pueden finalizarse (en el caso en que se colgaran, por ejemplo) haciendo doble-clic en la entrada correspondiente de la lista, o seleccionándola y haciendo clic en el botón "Terminar" de la ventana de diálogo.

### 3.2.2 Interfaz del usuario

La segunda ventana es la interfaz de usuario de EJS (ver Figura 3-5):



Figura 3-5. Interfaz de usuario

La barra de tareas de la derecha proporciona una serie de botones para mostrar un panel de información sobre la simulación, limpiar, abrir y guardar un fichero, buscar en el código, configurar EJS, y mostrar la ayuda de EJS. También proporciona iconos para ejecutar una simulación y para empaquetar una o más simulaciones en un fichero JAR o exportarlas como applets en páginas web. Haciendo clic con el botón derecho en algunos iconos se puede realizar otras acciones alternativas (pero relacionadas). La parte inferior de la interfaz contiene un área de mensajes donde EJS muestra mensajes de información. La parte central de la interfaz contiene los paneles de trabajo donde se construye la simulación.

EJS proporciona tres paneles de trabajo para construir la simulación, que son: *descripción, modelo y vista*.

### **3.2.2.1 Descripción**

El primer panel, Descripción, permite crear y editar narrativa multimedia basada en código HTML que describe la simulación. Cada página de narrativa aparece en una pestaña de este panel de trabajo y el usuario puede, haciendo clic con el botón derecho, editar la narrativa o importar ficheros HTML escritos con otras herramientas. Proporciona un lugar donde escribir narrativa introductoria para la simulación. Esta información se muestra al usuario al arrancar la simulación, cuando se ejecuta como una aplicación, o será parte de las páginas HTML que acompañan a la simulación, cuando se ejecuta como un applet.

### **3.2.2.2 Modelo**

El segundo panel de trabajo, Modelo, está dedicado al proceso de modelado. Este panel se usa para crear variables que describen el modelo de nuestra simulación, para inicializar estas variables, y para escribir algoritmos que describen cómo varían estas variables con el tiempo.

Dentro del panel Modelo se pueden encontrar cinco subpaneles: *Variables, Inicialización, Evolución, Relaciones fijas y Propio*. Al pulsar sobre el interior del subpanel se crea una nueva página a la que pide que se dé un nombre. Se crea la página dónde se muestra en la parte superior de la misma una pestaña. Haciendo clic con el botón derecho sobre la misma el menú desplegable permitirá, entre otras opciones, crear nuevas páginas de forma que nuestras variables puedan ser agrupadas de forma más clara. De la misma forma en ese menú desplegable se puede elegir activar/desactivar la página cuando deje de utilizar esa página en su modelo sin necesidad de eliminarla.

### 3.2.2.2.1 Variables

Se llama variables a todas aquellas magnitudes que intervienen en el modelo, tanto si se modifican a lo largo del tiempo de ejecución como si permanecen constantes. Éstas pueden verse modificadas por la dinámica interna de la simulación aunque también por parte del usuario. En ocasiones la modificación de una variable produce una modificación en otras variables, entonces se dice que existen *ligaduras*.

Para crear una nueva variable lo primero es darle un nombre, especificar un tipo y tratándose de vectores o matrices su dimensión.

#### a) Tipos de variables:

- Boolean: para valores de verdadero o falso.
- Int: para valores enteros.
- Double: para números en coma flotante, es decir, números reales.
- String: para caracteres y textos.
- Object: tipo que ofrece la programación orientada a objetos de Java y que permite a programadores más avanzados crear sus propios tipos.

#### b) Nombrar variables:

Tanto para dar nombre a las variables como al resto de los elementos de la simulación tales como paneles, métodos propios del modelo y elementos de la vista hay que tener en cuenta algunas restricciones y consejos.

En primer lugar hay un grupo de palabras que no pueden usarse ya que son palabras reservadas por Java o por el propio EJS: *boolean, break, byte, case, catch, char, continue, default, do, double, else, float, for, getSimulation, getView, if, initialize, instanceof, int, long, Object, reset, return, short, step, String, switch, synchronized, throws, try, update, while*.

Es aconsejable además, para evitar conflictos entre los distintos nombres y confusiones con el código propio de EJS que:

- Los nombres de cada variable sean únicos en cada modelo.
- Estén formados únicamente por caracteres alfanuméricos y el carácter “\_”, empezando siempre por un carácter alfabético.
- Aunque no sea estrictamente obligatorio, que el primer carácter en los nombres de variables y métodos y los elementos de vista sea minúscula.
- Utilizar nombres descriptivos. En caso de que sean necesarias más de una palabra no se debe utilizar espacios en blanco si no escribir algo así como *centroMasas*.
- No se debe utilizar nombres que comiencen por “\_” ya que EJS puede hacer uso de éstos nombres.

### c) Valor inicial:

El valor inicial de una variable puede ser una constante o una expresión sencilla que se establece en la casilla destinada para ello. Si esta casilla se deja en blanco EJS le da un valor por defecto (el valor 0 si se trata de variables de tipo numérico). Se puede además establecer ese valor inicial más tarde en el panel de inicialización o mediante una ecuación de ligadura.

#### 3.2.2.2.2 Inicialización

Si bien en la creación de las variables se pueden inicializar con un valor constante o una expresión sencilla dentro de la casilla *Valor Inicial* en algunos casos se necesita una inicialización más compleja, como por ejemplo si se necesita hacer unos cálculos previos. Las páginas que se pueden crear en este subpanel son el lugar donde escribir el código Java necesario. En la parte inferior del panel se puede añadir un comentario sobre el código para facilitar su comprensión.

Las páginas se ejecutarán por orden de izquierda a derecha aunque puede, haciendo clic con el botón derecho sobre la pestaña correspondiente, reordenarlas (*Mover esta página a la derecha*).

#### 3.2.2.2.3 Evolución

El sistema se desarrollará de forma autónoma desde el estado actual de las variables, a un nuevo estado, simulando así el paso del tiempo. A las reglas de transición que llevan del estado actual al nuevo estado se llaman *ecuaciones de evolución* (ver figura 3-6).

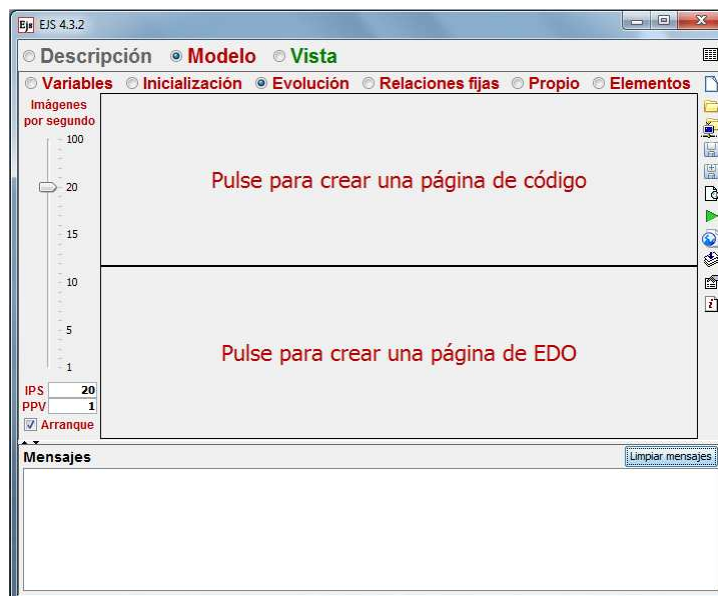


Figura 3-6. Página de evolución

Algunas veces estas ecuaciones tendrán una formulación matemática directa. En estos casos se habla de sistemas discretos. En otras situaciones, debido a la discretización de modelos continuos, será necesario utilizar ecuaciones diferenciales. Por esta razón este tercer subpanel está dividido en dos partes. En la parte superior se puede crear una página para editar código Java.

Éste es el indicado para simulaciones de modelos discretos. Sin embargo para aquellos modelos en los que se necesita la resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias, EJS dispone, en la mitad inferior, de un editor de EDO que le facilitará la tarea de programar el código Java necesario.

Llegado el momento de trabajar en la evolución hay que elegir entre uno de los dos editores, el de código Java o el especializado en EDO. Si el modelo requiere de los dos tipos, el menú desplegable para estas páginas permite crear nuevas páginas de ambos tipos.

Además, en la parte izquierda del subpanel hay un deslizador que permite modificar el número de *imágenes por segundo (IPS)*. Este valor se ve reflejado en el campo numérico justo debajo y puede ser modificado directamente desde ahí. Con el *IPS* se decide cuántas veces se quiere que se pinte nuestra simulación en cada segundo. El otro campo numérico, que se muestra bajo el nombre *PPV, pasos por visualización*, especifica cuántas veces se quiere que avance el modelo antes de volver a pintar. Con la casilla *Arranque* se indica si se desea que la simulación empiece al comenzar el programa.

#### 3.2.2.2.4 Relaciones fijas

En ocasiones la modificación de una variable produce una modificación en otras variables, entonces se dice que existen *relaciones fijas*.

Un criterio útil (aunque quizá no siempre válido) para distinguir estos dos tipos de relaciones es examinar la expresión que se usa para calcular el valor de una variable en un momento dado y si este valor depende del valor actual de esa misma variable, en tal caso es probable que se trate de una ecuación de evolución. Por el contrario, si el nuevo valor de la variable se calcula sólo a partir de los valores de otras variables será una relación fija.

La razón por la que no se deben incluir estas relaciones entre las ecuaciones de evolución es la existencia de una segunda fuente de cambios: la interacción directa del usuario con la simulación. Si las relaciones fijas han de ser válidas siempre, entonces deberían mantenerse cuando el usuario cambia alguna de estas variables, incluso si la simulación está parada. Por esto, es conveniente identificar claramente y escribir de forma separada estos dos tipos.

Éste cuarto subpanel funciona de la misma forma que el de *Evolución*.

Aquí deben incluirse las ecuaciones de relaciones fijas de su modelo transcritas a lenguaje Java.

#### 3.2.2.2.5 Código Propio

Este último subpanel del *Modelo* es el indicado para definir métodos propios en Java (también llamadas funciones o subrutinas). Este subpanel funciona de la misma forma que los dos anteriores, en cuanto a la creación y uso de páginas, aunque existen dos diferencias importantes.

Por un lado está el uso que EJS hará del código que se escriba en estas páginas. A diferencia del código del resto de editores el cual pasa a formar parte de la simulación directamente, estos métodos no se utilizarán a menos que se invoquen desde otro lugar de la simulación.

Por otra parte en este panel tiene total libertad para escribir código Java, el único requisito es que sean métodos Java válidos.

Crear un método Java requiere, antes de empezar a escribir el código necesario, que se le dé un nombre, que se indique el tipo del valor de salida (si es que hay un valor de salida) y que se especifique la *accesibilidad* del método.

Además hay que decidir si acepta parámetros de entrada y de qué tipo.

- El **nombre** para el método puede ser cualquiera pero teniendo en cuenta las convenciones que se explicaron en la creación de variables.
- El término ***accesibilidad*** se refiere a qué partes de la simulación podrán hacer uso de este método. Si el método es declarado *public* entonces será universalmente visible y puede ser usado desde cualquier parte de la simulación e incluso desde fuera de la simulación utilizando *JavaScript*. Si el método no es declarado público (ya sea utilizando la palabra *private* o simplemente nada) entonces el método sólo podrá ser utilizado desde el modelo.
- El **tipo de valor de salida** es el tipo de aquello que devuelva la función. Si la función no devuelve ningún valor se indicará con el tipo especial *void*. Si devuelve un valor habrá que decir de qué tipo Java es, ya sea simple o compuesto. En tal caso el código del método tendrá que terminar con una sentencia *return* que indique el valor devuelto.
- Los **parámetros** se indican con una lista separada por comas de parejas tipo-nombre que declaran variables locales que podrán utilizarse a lo largo del método. Esta lista se escribe entre paréntesis justo después del nombre del método. Si el método no necesita parámetros de entrada la lista estará vacía.



### 3.2.2.3 Vista

El tercer panel de trabajo, Vista, está dedicado a la tarea de construir la interfaz gráfica de usuario de la simulación, que permitirá a los usuarios finales controlar la simulación y mostrar sus salidas. La interfaz se construye seleccionando elementos de unas paletas (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) y añadiéndolos al denominado *Árbol de elementos* de la vista. Por ejemplo, la paleta *Interfaz* contiene botones, deslizadores y campos de entrada, y la paleta *Elementos de dibujo 2D* contiene elementos para dibujar datos 2D.

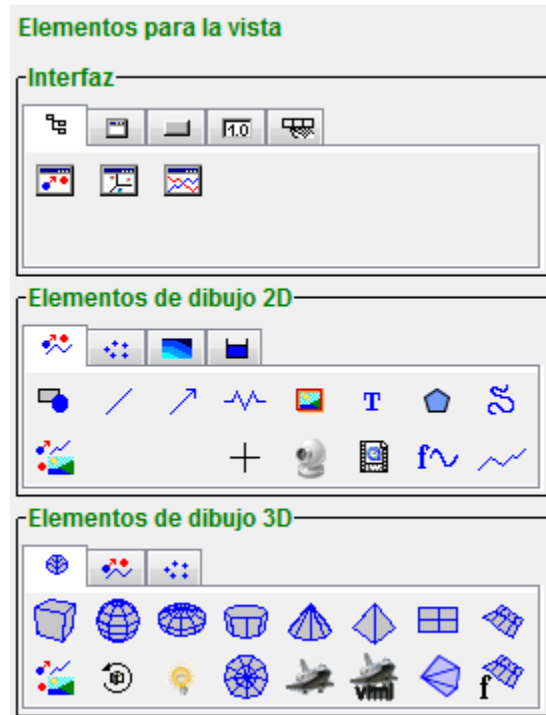


Figura 3-7. Elementos del panel vista

Para crear una simulación hay que reunir los componentes como las piezas de un rompecabezas con los elementos del panel de la vista. Los elementos de la vista están organizados en los siguientes tres grupos:

- **Elementos de la Interfaz**
- **Elementos de Dibujo 2D**
- **Elementos de Dibujo 3D**

Los elementos de la interfaz: son utilizados para construir la interfaz. Éstos elementos están basados en elementos estándar de Java para interfaces, tales como ventanas paneles y botones.

Los elementos de Dibujo 2D: son elementos de dibujos para paneles bidimensionales. Por tanto estos elementos sólo pueden encontrarse dentro de paneles de dibujo o con ejes 2D.

Los elementos de Dibujo 3D: son elementos de dibujos para paneles tridimensionales. Por tanto estos elementos sólo pueden encontrarse dentro de paneles de dibujo 3D.

Para conectar una variable del modelo con el elemento de vista apropiado, simplemente se escribe el nombre de la variable en cuestión en el campo de texto que se encuentra en el editor de propiedades del elemento.

Esta conexión es bidireccional, lo que significa que si la variable del modelo cambia, el elemento de la vista recibe el nuevo valor de forma automática y cambia consecuentemente. Y al contrario, si el usuario interactúa con el elemento de forma que sus propiedades se modifican de alguna forma, el nuevo valor pasa a la variable del modelo.

## 4. Resultados

### 4.1 Asignatura de tecnología en la ESO

La Tecnología se define como el conjunto de conocimientos y técnicas que, aplicados de forma lógica y ordenada, permiten al ser humano modificar su entorno material o virtual para satisfacer sus necesidades, esto es, un proceso combinado de pensamiento y acción. La finalidad de este proceso como área de actividad del ser humano será la de crear soluciones útiles que atiendan a la necesidad de solucionar problemas y necesidades individuales y colectivas, mediante la construcción de sistemas técnicos, y empleará para ello los recursos de la sociedad en la que está inmersa.

La aceleración que se ha producido en el desarrollo tecnológico durante el siglo XX justifica la necesidad formativa en este campo. El ciudadano precisa los conocimientos necesarios para ser un agente activo en este proceso, ya sea como consumidor de los recursos que la tecnología pone en sus manos o como productor de innovaciones.

Hay que tener en cuenta que en la etapa de Educación Secundaria los alumnos comenzarán a asimilar una serie de conceptos teóricos relacionados con el mundo científico de una forma bastante más específica que en la etapa de Educación Primaria. Esto supone que deben aplicar un nivel de abstracción considerable a la hora de asimilar los conceptos vistos en las distintas materias: matemáticas, física, química, etc. La asignatura de tecnología permite complementar estos contenidos, eminentemente teóricos, acercando al alumno a los distintos conceptos de una forma práctica y divertida.

Por otra parte, el acercamiento al mundo del trabajo industrial servirá al alumnado para saber si más tarde le va a gustar el trabajo de ingeniería y si es éste, para él, el mejor camino a seguir.

La enseñanza de esta materia es obligatoria en 1º y 3º de ESO, y optativa en 4º, con 3 horas lectivas semanales aplicadas a cada curso, que implicarán una parte de enseñanza teórica aunque, como se explicará más adelante, el mayor peso recaerá sobre la parte práctica.

La asignatura se articula en torno al binomio, conocimiento y acción. Es fundamental la adquisición de los conocimientos técnicos y científicos, los cuales se aplican al análisis de los objetos tecnológicos existentes y a su posible manipulación y transformación, para posteriormente permitir ofrecer soluciones a problemas, manteniendo una misma metodología. Es aquí donde el aprendizaje adquiere su dimensión completa y objetivo primordial de la asignatura, invitando al alumnado a trabajar en equipo, para que desarrolle las cualidades necesarias en un futuro trabajo profesional, dentro de un grupo.

Las prácticas mencionadas se realizarán en el aula taller de tecnología del centro de Educación Secundaria y permitirán al alumno trabajar de forma “real” con materiales, estudiando los procesos de tratamiento de maderas, metales, plásticos y otros materiales y aprendiendo a utilizar como apoyo los soportes informáticos de los que dispone el centro, tanto hardware como software.

Teniendo lo anterior en cuenta, y aunque se trata de relacionar de la mejor forma posible el proceso práctico con su aplicación informática, en la mayoría de los casos no se comprende correctamente esta relación y, a menudo, se separa de forma radical la enseñanza en el aula taller (prácticas con materiales) de la enseñanza en el aula de informática (procesadores de texto, presentaciones, programas de diseño, etc.).

Esto supone un gran error de concepción, ya que las herramientas informáticas se deben presentar como apoyo al proceso productivo, y no como un ente independiente.

En cuanto al tema de mecanismos, en el que se centra el presente proyecto y que se estudia en todos los niveles de Educación Secundaria (aumentando la complejidad conforme aumenta el nivel educativo), se suele impartir de forma teórica, realizando ejercicios en la pizarra o en casa, con el consiguiente esfuerzo por parte del alumno para imaginar lo que el profesor explica. Esto implica varios problemas. Por un lado, depende de la pericia del profesor que los alumnos comprendan de qué forma actúan y se comportan los distintos mecanismos a estudiar. Por otro lado, depende de la capacidad imaginativa y, como se ha mencionado antes, de abstracción que posee el alumno que se enfrenta al conocimiento de la materia.

Es por tanto necesario que los alumnos dispongan de un método práctico que les permita comprobar el funcionamiento real de los mecanismos que han estudiado en la parte teórica, tema que se justifica ampliamente en la introducción del presente proyecto.

#### **4.1.1 Contenidos**

Los contenidos del área son muy diversos, respondiendo a la numerosidad y complejidad de los conocimientos que intervienen en el proceso tecnológico, los principales serían:

- **Materiales de uso técnico:** desde el papel y los derivados celulósicos, maderas, metales y aleaciones, plásticos y derivados pétreos hasta los materiales de última generación se estudian para conocer sus propiedades y aplicaciones.
- **Expresión gráfica:** dibujo de planos, perspectivas, acotación, diseño asistido por ordenador (CAD) y todas las herramientas necesarias para transmitir ideas de forma gráfica.

- **Estructuras y mecanismos:** fuerzas, tensiones, momentos, equilibrios estáticos y dinámicos para comprender primero y diseñar después el funcionamiento de máquinas y sistemas.
- **Electricidad, electromagnetismo y electrónica:** Corriente eléctrica, circuitos y sus elementos, magnitudes, aplicaciones e instalaciones eléctricas, (en montajes y vivienda). Semiconductores, transistores, diodos, resistencias variables y circuitos de control electrónico analógicos y digitales.
- **Tecnologías de la información:** utilización del ordenador como herramienta de trabajo tanto la redacción de proyectos como elemento de programación y control.
- **Tecnologías de la comunicación:** teléfono, radio, televisión, transmisiones por cable y por ondas electromagnéticas, espacio radioeléctrico, satélites, fenómenos que posibilitan la comunicación a distancia.
- **Energía y su transformación:** energía y trabajo, fuentes de Energía: renovables y no renovables, transformación y transporte de la energía.
- **Control y robótica:** automatismos mecánicos, eléctricos y neumáticos. Sistemas de control electrónicos. Control por ordenador. Robots: sensores, actuadores y programación.
- **Tecnología y sociedad:** Influencia de la tecnología en el desarrollo histórico de las sociedades, hitos fundamentales. Análisis crítico del impacto de la tecnología en el mundo: Desarrollo tecnológico sostenible y responsable.

Los contenidos mínimos marcados por el MEC para todas las Comunidades Autónomas se pueden consultar en el Real Decreto 3473/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1007/1991, de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria.

En cada Comunidad Autónoma se establecerán algunas diferencias en el currículo, para adaptarlo al contexto de cada lugar.

#### 4.1.2 Evaluación

La evaluación de las capacidades básicas que se pretende que adquieran los alumnos se realizará por medio de diferentes instrumentos de evaluación.

Los factores que se consideran a la hora de evaluar el rendimiento del alumnado durante un curso académico son los siguientes:

- Los ejercicios individuales de evaluación, o exámenes.
- El proyecto realizado en grupo en el taller. El grupo deberá realizar también una memoria descriptiva del proyecto y un plan de trabajo.
- EL cuaderno y el cuadernillo de ejercicios.
- Las fichas que se entregaran a los alumnos.

- Los ejercicios prácticos individuales que se realicen en el ordenador.
- La asistencia a clase, la puntualidad.

## 4.2 Laboratorios

La parte gráfica de los laboratorios se muestra en el apartado 4.3, donde se muestran los guiones. En este apartado sólo se muestran las etapas del diseño y desarrollo de los laboratorios.

### 4.2.1 Simulación 1. Ruedas de fricción

Son sistemas de dos o más ruedas que se encuentran en contacto. Una de las ruedas se denomina motriz o de entrada [1], pues al moverse provoca el movimiento de la rueda de salida [2], que se ve arrastrada o conducida por la primera.

El sentido de giro de la rueda arrastrada es contrario al de la rueda motriz. Si se utilizan más de dos ruedas, el sentido de giro va cambiando alternativamente.

La relación entre las velocidades de giro de las ruedas o poleas depende del tamaño relativo de dichas ruedas:

$$N_1 * D_1 = N_2 * D_2 \rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$N_1$  y  $N_2$  indican las velocidades de las ruedas motriz y conducida respectivamente, y  $D_1$  y  $D_2$  son los diámetros correspondientes. Las velocidades de las ruedas se expresan en revoluciones por minuto (rpm) y los diámetros de las ruedas, en unidades de longitud, normalmente milímetros. El cociente  $D_1/D_2$  se denomina relación de transmisión.

#### 4.2.1.1 Variables

Lo primero es mostrar una lista de variables dentro del panel modelo, las variables que se van a utilizar son (ver figura 4-1):

- xmax: Define el valor máximo para el eje de la X en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- xmin: Define el valor mínimo para el eje de la X en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- ymax: Define el valor máximo para el eje de la Y en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.

- ymin: Define el valor mínimo para el eje de la Y en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- tiempo: Tiempo.
- dt: Diferencial de tiempo.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
xmax	40.0	double	
xmin	-xmax	double	
ymax	xmax	double	
ymin	-xmax	double	
tiempo	0.0	double	
dt	0.01	double	

Figura 4-1. Variables comunes

Variables de las ruedas (ver figura 4-2):

- D\_Rueda: Diámetro de la rueda motriz.
- D\_Pinon: Diámetro de la rueda conducida.
- x: Posición x de los centros de las ruedas motriz y conducida.
- y: Posición y de los centros de la ruedas motriz y conducida.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
D_Rueda	10	double	
D_Pinon	10	double	
x	0.0	double	
y	0.0	double	

Figura 4-2. Variables de las ruedas

Variables de movimiento (ver figura 4-3):

- Giro\_Rueda: Giro de la rueda motriz.
- Inc\_Giro\_Rueda: Incremento del giro de la rueda motriz.
- Giro\_Pinon: Giro de la rueda conducida.
- Inc\_Giro\_Pinon: Incremento del giro de la rueda conducida.
- Velocidad\_Rueda: Velocidad de la rueda motriz.
- Velocidad\_Pinon: Velocidad de la rueda conducida.
- RelTrans: Relación de transmisión entre las ruedas motriz y conducida.
- RelTransString: Relación de transmisión formateado en texto para mostrar por pantalla.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
Giro_Rueda	0.0	double	
Inc_Giro_Rueda	0.01	double	
Giro_Pinon	0.0	double	
Inc_Giro_Pinon	0.01	double	
Velocidad_Rueda	10.0	double	
Velocidad_Pinon	10.0	double	
RelTrans	0.0	double	
RelTranString	""	String	

Figura 4-3. Variables de movimiento

#### 4.2.1.2 Ecuaciones

Una vez definidas las variables, dentro del panel modelo, se pasa a escribir las ecuaciones necesarias. En primer lugar se define la evolución de la simulación en la página de evolución.

A continuación se realiza la comprobación de los valores introducidos por el usuario, después se calcula la relación de transmisión como un tipo de dato "String" para poder mostrarla por pantalla y por último, dependiendo de si la relación de transmisión es mayor o menor que cero, se aplican unas ecuaciones para dar movimiento a la simulación.

El que la relación de transmisión sea mayor o menor que cero indica que rueda debe girar más rápido y en concreto cuánto más rápido (ver figura 4-4).

```

compruebaValores(); // Filtra los valores introducidos por el usuario
RelTrans = D_Rueda / D_Pinon;
calculoRelTrans (); // Calcula la relacion de transmisión en string

if (RelTrans < 0)
{
    RelTrans = D_Pinon / D_Rueda;
    Giro_Rueda = Giro_Rueda + Inc_Giro_Rueda * RelTrans + Velocidad_Rueda*0.01;
    Giro_Pinon = Giro_Pinon + Inc_Giro_Pinon + Velocidad_Pinon*0.01;
}
else
{
    Giro_Rueda = Giro_Rueda + Inc_Giro_Rueda + Velocidad_Rueda*0.01;
    Giro_Pinon = Giro_Pinon + Inc_Giro_Pinon * RelTrans + Velocidad_Pinon*0.01;
}
  
```

Figura 4-4. Página de evolución



Sin embargo la ecuación  $Velocidad_{Pinon} = \frac{Velocidad_{Rueda} * D_{Rueda}}{D_{Pinon}}$  se coloca en la pestaña de relaciones fijas, ya que se cumple siempre y depende de la velocidad de la rueda motriz y del diámetro de ambas ruedas, motriz y conducida (ver figura 4-5).



Figura 4-5. Relaciones fijas

#### 4.2.1.3 Métodos propios

Para realizar el cálculo de la relación de transmisión y poder mostrarlo como un “String” se aplica el método “calculoRelTrans()” y el método “mcd()” que calcula el mínimo común múltiplo para poder mostrar por pantalla la relación de transmisión en forma de fracción en lugar de como un número real (ver figura 4-6).



Figura 4-6. Método propio para calcular la relación de transmisión

Como se ha comentado anteriormente con el método “compruebaValores()” se filtran los valores introducidos por el usuario para evitar errores y que la simulación sea robusta (ver figura 4-7).

```

public void compruebaValores () {
    if (D_Rueda > 50) {
        _alert("", "Advertencia", "El valor para el diámetro de la rueda motriz no puede ser mayor que 50;");
        D_Rueda = 50;
    }
    if (D_Pinon > 50) {
        _alert("", "Advertencia", "El valor para el diámetro de la rueda conducida no puede ser mayor que 50;");
        D_Pinon = 50;
    }
    if (D_Rueda < 1) {
        _alert("", "Advertencia", "El valor para el diámetro de la rueda motriz no puede ser menor que 1;");
        D_Rueda = 1;
    }
    if (D_Pinon < 1) {
        _alert("", "Advertencia", "El valor para el diámetro de la rueda conducida no puede ser menor que 1;");
        D_Pinon = 1;
    }
    if (Velocidad_Rueda > 100) {
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la velocidad de la rueda motriz no puede ser mayor que 100;");
        Velocidad_Rueda = 100;
    }
    //if (Velocidad_Pinon > 100) No hace falta, se calcula a partir de los diámetros
    //Velocidad_Pinon = 100; y de la velocidad de la rueda motriz
    if (Velocidad_Rueda < 1) {
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la velocidad de la rueda motriz no puede ser menor que 1;");
        Velocidad_Rueda = 1;
    }
    //if (Velocidad_Pinon < 1)
    //Velocidad_Pinon = 1;
}
    
```

Figura 4-7. Método propio para filtrar los valor introducidos por el usuario

#### 4.2.1.4 Vista

Una vez definidas las variables, las ecuaciones y los métodos propios, hay que asociar esas variables a unas figuras que simulen esas variaciones de velocidad y tamaño. Esto se hace desde el panel Vista (ver figura 4-8).

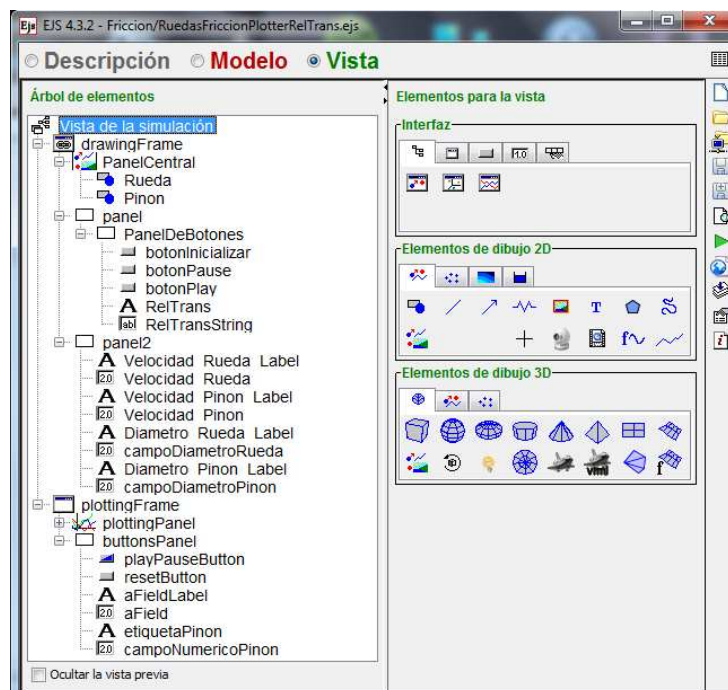


Figura 4-8. Elementos de la vista

Lo primero es añadir al árbol de elementos la ventana principal arrastrándola desde la sección “Interfaz” del panel “Elementos para la vista” que se encuentra a la derecha. En dicha ventana principal se colocará la simulación de la evolución de las ruedas de fricción y las cajas de texto para la introducción de los valores en las variables.

Como se puede observar en la figura 4-8 existen dos ventanas: “drawingFrame” y “plottingFrame”. En la ventana “drawingFrame” se muestran los botones para controlar la simulación, las cajas de texto para la introducción y modificación de los valores que toman las variables y los elementos gráficos de la simulación en sí. Mientras que en “plottingFrame” se muestra una gráfica de evolución de la simulación mostrando la velocidad en función del tiempo y el tamaño de cada una de las ruedas.

Para conseguir que las ruedas estén siempre en contacto al cambiar su tamaño hay que relacionar la posición de una de las ruedas con el tamaño de la otra, tal como se puede observar en la figura 4-9.

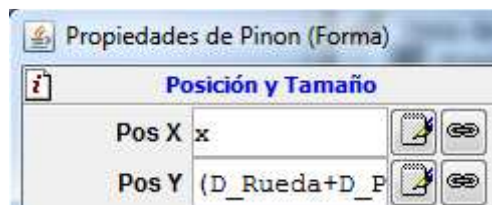


Figura 4-9. Relación de la posición del piñón respecto al tamaño de la rueda

Una vez colocados todos los elementos visuales, se asocian las variables a los elementos. En la figura 4-10 se muestra un ejemplo de cómo, modificando las propiedades de la rueda motriz, se modifica también su aspecto visual simulando que la rueda es mayor o menor, según el valor que tome la variable “D\_Rueda”.

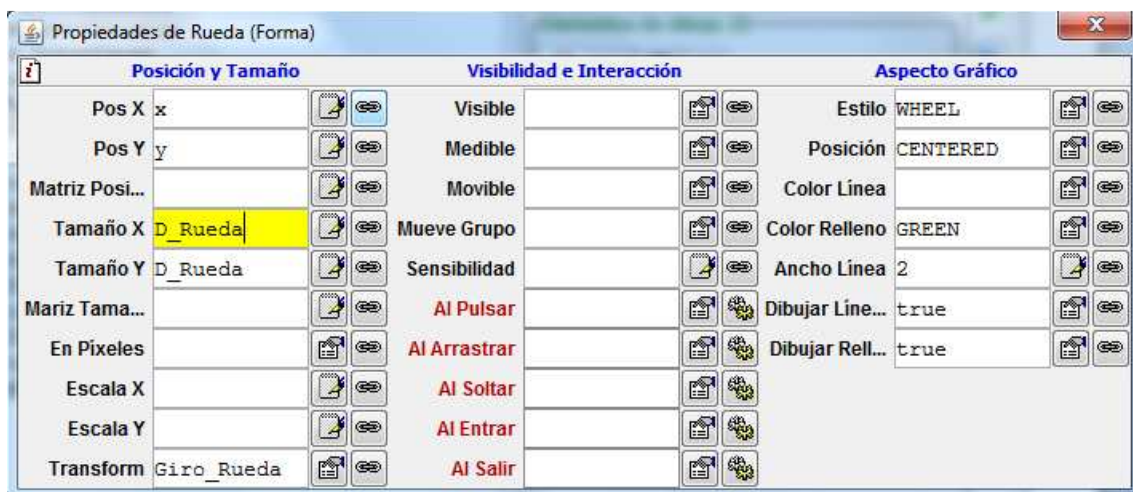


Figura 4-10. Propiedades del tamaño de la rueda motriz

Para conseguir el giro invertido de una rueda respecto a la otra, hay que modificar el signo de la propiedad "Transform" de la rueda y del piñón, como se puede observar en la figura 4-11.

`Transform` Giro\_Rueda `Transform` -Giro\_Pinon

Figura 4-11. Giro invertido del piñón respecto de la rueda

## 4.2.2 Simulación 2. Ruedas con poleas

Se trata de dos poleas o ruedas situadas a cierta distancia, cuyos ejes suelen ser paralelos, que giran simultáneamente por efecto de una correa. Así, el giro de un eje se transmite al otro a través de las poleas acopladas a ambos. Las dos poleas y, por tanto, los dos ejes giran en el mismo sentido.

La relación entre las velocidades de giro de las ruedas o poleas depende del tamaño relativo de dichas ruedas:

$$N_1 * D_1 = N_2 * D_2 \rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$N_1$  y  $N_2$  indican las velocidades de las ruedas motriz y conducida, respectivamente, y  $D_1$  y  $D_2$ , los diámetros correspondientes. Las velocidades de las ruedas se expresan en revoluciones por minuto (rpm) y los diámetros de las ruedas, en unidades de longitud, normalmente milímetros. El cociente  $D_1/D_2$  se denomina relación de transmisión.

### 4.2.2.1 Variables

En cuanto a las variables de esta simulación, son muy similares a las de la simulación 1. Dentro del panel de variables hay tres pestañas: "variables", variables de las "ruedas" y variables de "movimiento" (ver figuras 4-1,4-2 y 4-3 de la simulación 1).

### 4.2.2.2 Ecuaciones

Una vez definidas las variables, dentro del panel modelo, se pasa a escribir las ecuaciones necesarias. Estas ecuaciones son las mismas que las ecuaciones de la simulación 1, ya que las ruedas de fricción y las ruedas con poleas cumplen las mismas leyes. Tan solo se diferencian en el sentido de giro de la rueda arrastrada, ya que en las ruedas con poleas giran ambas hacia el mismo lugar, a diferencia de las ruedas de fricción, que giran en sentido opuesto.

Lo primero que se realiza es la comprobación de los valores introducidos por el usuario, después se calcula la relación de transmisión como un tipo de dato “String” para poder mostrarla por pantalla y por último, dependiendo de si la relación de transmisión es mayor o menor que cero, se aplican unas ecuaciones para dar movimiento a la simulación.

El que la relación de transmisión sea mayor o menor que cero indica que rueda debe girar más rápido y, en concreto, cuánto más rápido (ver figura 4-12).

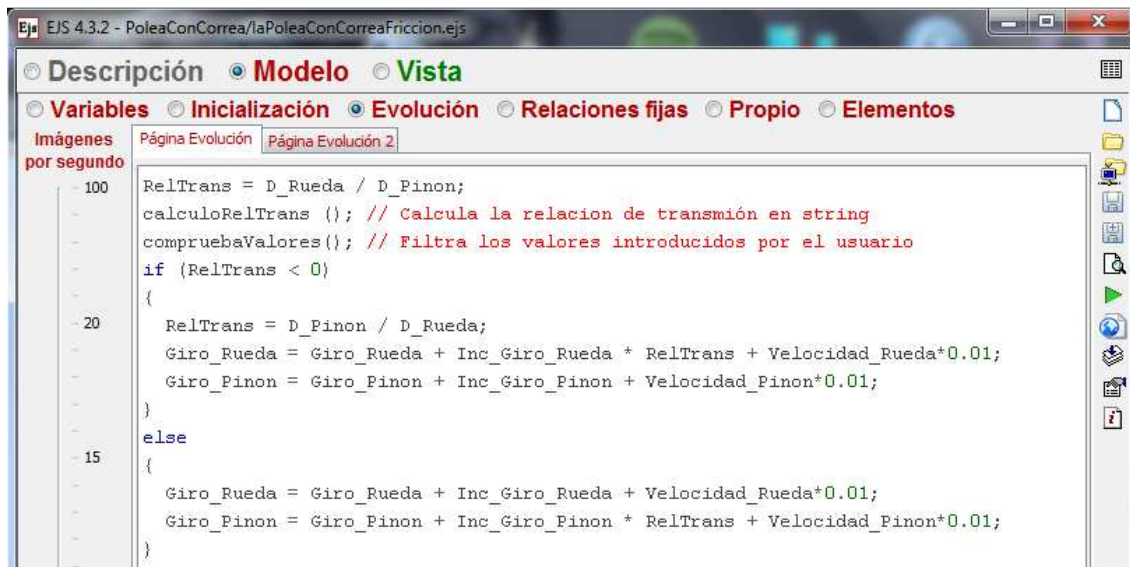


Figura 4-12. Página de evolución

Sin embargo la ecuación  $Velocidad_{pinon} = \frac{Velocidad_{Rueda} * D_{Rueda}}{D_{Pinon}}$  se pone en la pestaña de relaciones fijas, ya que se cumple siempre y depende de la velocidad de la rueda motriz y del diámetro de ambas ruedas, motriz y conducida (ver figura 4-13).



Figura 4-13. Relaciones fijas

#### 4.2.2.3 Métodos propios

Para realizar el cálculo de la relación de transmisión y poder mostrarlo como un “String” se aplica el método “calculoRelTrans()” y el método “mcd()” (ver figura 4-6) que calcula el mínimo común múltiplo para poder mostrar por pantalla la relación de transmisión en forma de fracción en lugar de cómo un número real.

Como se ha comentado anteriormente con el método “compruebaValores()” (ver figura 4-7) se filtran los valores introducidos por el usuario para evitar errores y que la simulación sea robusta.

#### 4.2.2.4 Vista

En este panel es donde se encuentran las principales diferencias respecto a la simulación 1, ya que esta simulación posee una correa que une las dos ruedas. Esto se ha simulado mediante dos líneas que hacen de correa (ver figura 4-14).

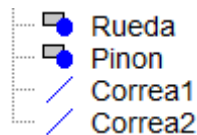


Figura 4-14. Líneas que simulan la correa

Las ruedas deben estar separadas, esta separación se consigue sumando a la posición “y” de la rueda arrastrada un determinado valor como se puede observar en la figura 4-15.

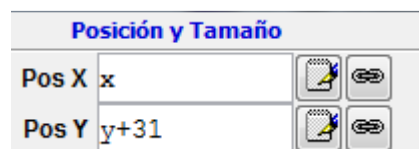


Figura 4-15. Separación entre las ruedas

Y para conseguir que la rueda arrastrada gire en el mismo sentido que la rueda motriz se invierte el signo en la variable de movimiento (ver figura 4-16).

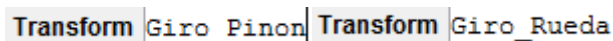


Figura 4-16. Giros positivos para las dos ruedas

Para que la correa se adapte al tamaño y posición de las ruedas hay que poner ambos valores, el tamaño y la posición de la correa en función de los de las ruedas (ver figura 4-17).



Figura 4-17. Tamaño de la correa en función del tamaño de la rueda

El diseño de la interfaz en cuanto a ventanas, cajas de texto y etiquetas es igual para todas las simulaciones.

Como en la simulación 1, el aspecto visual de la rueda es mayor o menor según el valor que tome la variable "D\_Rueda" (ver figura 4-10 de la simulación 1).

### 4.2.3 Simulación 3. Tren de poleas con correas

Un tren de poleas con correa es un sistema de poleas (o ruedas) con correa formado por más de dos ruedas.

En este sistema, el movimiento circular del primer eje se transmite al segundo a través de las poleas 1 y 2 mediante la correa de enlace tensa que las une. Las poleas 2 y 3, acopladas al mismo eje, giran a la misma velocidad. Por último, el movimiento de la polea 3 se transmite a la polea 4 mediante la correa que las une. Todas las ruedas giran en el mismo sentido.

La relación entre las velocidades de giro de las ruedas motriz (1) y conducida (4) depende del tamaño relativo de las ruedas del sistema y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{N_4}{N_1} = \frac{D_1 * D_3}{D_2 * D_4}$$

En la igualdad,  $N_1$  y  $N_4$  son las velocidades de las ruedas motriz y conducida, respectivamente, y  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  y  $D_4$ , los diámetros de las poleas. Observa la similitud entre esta expresión y la correspondiente al tren de engranajes.

#### 4.2.3.1 Variables

En cuanto a las variables de esta simulación, son algo diferentes a las de las simulaciones anteriores. Dentro del panel de variables hay tres pestañas, "variables" (ver figura 4-1), variables de las "ruedas" (ver figura 4-18) y variables de "movimiento" (ver figura 4-19).

En este caso concreto las variables de las ruedas cambian ya que se añaden los radios de las ruedas 3 y 4 a los radios de las ruedas motriz (1) y conducida (2) tal y como se puede observar en la figura 4-18.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
R_Rueda1	10	double	
R_Rueda2	10	double	
R_Rueda3	15	double	
R_Rueda4	10	double	
x	0.0	double	
y	0.0	double	

Figura 4-18. Variables de las ruedas

Con las variables de movimiento ocurre lo mismo que con las variables de las ruedas, hay que añadir nuevos giros y velocidades para las ruedas 3 y 4, y una nueva relación de transmisión entre la rueda 3 y 4.

Variables de movimiento (ver figura 4-19):

- Giro\_Rueda1: Giro de la rueda motriz.
- Inc\_Giro\_Rueda: Incremento del giro de la rueda motriz.
- Giro\_Rueda23: Giro de las ruedas 2 y 3.
- Giro\_Rueda4: Giro de la rueda 4.
- Inc\_Giro\_Pinon: Incremento del giro de la rueda conducida.
- Velocidad\_Rueda1: Velocidad de la rueda motriz.
- Velocidad\_Rueda23: Velocidad de las ruedas 2 y 3.
- Velocidad\_Rueda4: Velocidad de la rueda 4.
- RelTrans12: Relación de transmisión entre las ruedas 1 (motriz) y 2.
- RelTrans34: Relación de transmisión entre las ruedas 3 y 4 (conducida).

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
Giro_Rueda1	0.0	double	
Inc_Giro_Rueda	0.01	double	
Giro_Rueda23	0.0	double	
Giro_Rueda4	0.0	double	
Inc_Giro_Pinon	0.01	double	
Velocidad_Rueda1	10.0	double	
Velocidad_Rueda23	10.0	double	
Velocidad_Rueda4	10.0	double	
RelTrans12	0	double	
RelTrans34	0	double	

Figura 4-19. Variables de movimiento



### 4.2.3.2 Ecuaciones

Una vez definidas las variables, dentro del panel modelo, se pasa a escribir las ecuaciones necesarias.

Lo primero que se realiza es la comprobación de los valores introducidos por el usuario, después se calcula la relación de transmisión entre las ruedas 1 y 2 y, dependiendo de si la relación de transmisión es mayor o menor que cero, se aplican unas ecuaciones para dar movimiento a la simulación.

Una vez se ha calculado la velocidad a la que debe girar la rueda 2 y por tanto la rueda 3 también, ya que se encuentran en el mismo eje, se calcula la relación de transmisión entre las ruedas 3 y 4 y, dependiendo de si ésta es mayor o menor que cero, se aplican unas ecuaciones u otras para dar movimiento a la simulación.

El que la relación de transmisión sea mayor o menor que cero indica que la rueda debe girar más rápido y, en concreto, cuánto más rápido (ver figura 4-20).

```
compruebaValores(); // Filtra los valores introducidos por el usuario
RelTrans12 = R_Rueda1 / R_Rueda2;
if (RelTrans12 < 0)
{
  RelTrans12 = R_Rueda2 / R_Rueda1;
  Giro_Rueda1 = Giro_Rueda1 + Inc_Giro_Rueda * RelTrans12 + Velocidad_Rueda1*0.01;
  Giro_Rueda23 = Giro_Rueda23 + Inc_Giro_Rueda + Velocidad_Rueda23*0.01;
}
else
{
  Giro_Rueda1 = Giro_Rueda1 + Inc_Giro_Rueda + Velocidad_Rueda1*0.01;
  Giro_Rueda23 = Giro_Rueda23 + Inc_Giro_Rueda * RelTrans12 + Velocidad_Rueda23*0.01;
}
RelTrans34 = R_Rueda3 / R_Rueda4;
if (RelTrans34 < 0)
{
  RelTrans34 = R_Rueda4 / R_Rueda3;
  Giro_Rueda4 = Giro_Rueda4 + Inc_Giro_Rueda + Velocidad_Rueda4*0.01;
}
else
{
  Giro_Rueda4 = Giro_Rueda4 + Inc_Giro_Rueda * RelTrans34 + Velocidad_Rueda4*0.01;
}
```

Figura 4-20. Página de evolución

Sin embargo las ecuaciones  $Velocidad_{Rueda23} = \frac{Velocidad_{Rueda1} * R_{Rueda1}}{R_{Rueda2}}$  y  $Velocidad_{Rueda4} = \frac{Velocidad_{Rueda1} * R_{Rueda1} * R_{Rueda3}}{R_{Rueda2} * R_{Rueda4}}$  se ponen en la pestaña de relaciones fijas, ya que se cumplen siempre y dependen de la velocidad de la rueda motriz y del diámetro de todas y cada una de las ruedas del tren de poleas con correa (ver figura 4-21).



Figura 4-21. Relaciones fijas

#### 4.2.3.3 Métodos propios

Como se ha comentado anteriormente con el método “compruebaValores()” se filtran los valores introducidos por el usuario para evitar errores y que la simulación sea robusta (ver figura 4-22).

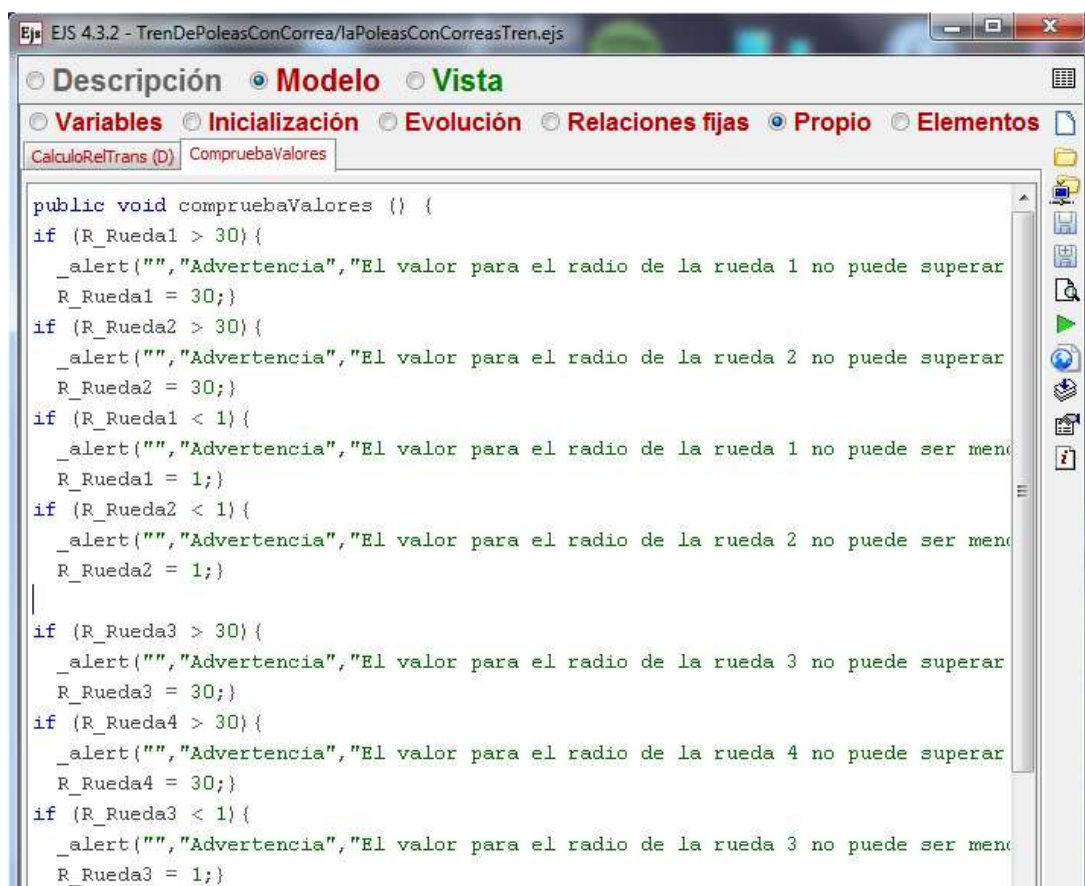


Figura 4-22. Método propio para filtrar los valor introducidos por el usuario

#### 4.2.3.4 Vista

En este panel es donde se encuentran las principales diferencias respecto a las simulaciones 1 y 2, ya que esta simulación posee dos correas que unen las ruedas 1 y 2 y las ruedas 3 y 4 tal y como se puede observar en la figura 4-23.

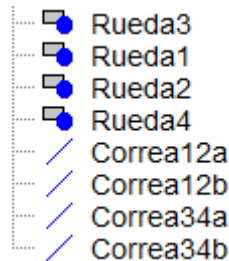


Figura 4-23. Líneas que simulan la correa

En cuanto a la separación de las ruedas es similar a la simulación 2, pero en este caso al haber más ruedas hay que relacionarlas unas con otras: la rueda 1 y 2 por un lado y la 3 y 4 por el otro, teniendo en cuenta que las ruedas 2 y 3 giran en el mismo eje y por tanto, excepto por el tamaño, se comportan como si fueran una sola. El sentido giro de las ruedas es el mismo para todas.

Para conseguir que las correas se adapten al tamaño y posición de las ruedas hay que poner ambos valores (tamaño y posición de las correas) en función de los de las ruedas (ver figura 4-24).

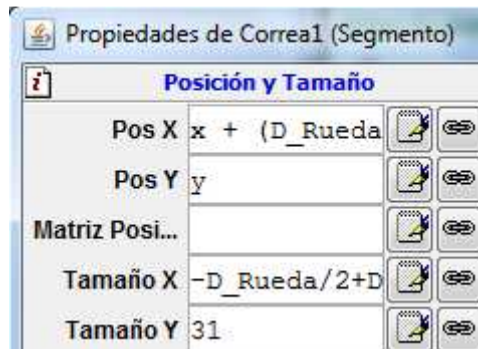


Figura 4-24. Tamaño de la correa en función del tamaño de la rueda

El diseño de la interfaz en cuanto a ventanas, cajas de texto y etiquetas es igual para todas las simulaciones.

Como en simulaciones anteriores, el aspecto visual de la rueda es mayor o menor según el valor que tome la variable "D\_Rueda" (ver figura 4-10 de la simulación 1).

#### 4.2.4 Simulación 4. Ruedas dentadas

Los engranajes son juegos de ruedas que poseen salientes denominados dientes, que encajan entre sí, de modo que unas ruedas arrastran a las otras. Permiten transmitir un movimiento circular entre dos ejes próximos paralelos.

Todos los dientes han de tener la misma forma y tamaño. Las dos ruedas y, por tanto, los dos ejes giran en sentido opuesto.

La relación entre las velocidades de giro de las ruedas depende del número de dientes de cada una:

$$N_1 * Z_1 = N_2 * Z_2 \rightarrow \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

En esta igualdad,  $N_1$  y  $N_2$  son las velocidades de las correspondientes ruedas, y  $Z_1$  y  $Z_2$ , su número de dientes. El cociente  $Z_1 / Z_2$  es la relación de transmisión.

##### 4.2.4.1 Variables

Las variables de esta simulación son muy similares a las de la simulación 1. Dentro del panel de variables hay tres pestañas, “variables” (ver figura 4-1), variables de las “ruedas” (ver figura 4-25) y “variables de movimiento” (ver figura 4-3).

La pestaña “variables” es idéntica, ya que es dónde se establecen los parámetros generales para el tamaño de la simulación al igual que las variables de “movimiento” que son similares a las mostradas en simulaciones anteriores.

En cuanto a las variables de las ruedas hay ciertos cambios, como la inclusión de las variables que hacen referencia al número de dientes de cada una de las ruedas, la variable “grados” y “gradosP” que sirven para almacenar la distancia que hay entre un diente y otro de las ruedas, las variables “anchoDienteRueda” y “anchoDientePinon” que definen el tamaño de los dientes de la rueda y la variable “aleja” que establece la separación entre una rueda y otra (ver figura 4-25).

- R\_Rueda: Radio de la rueda motriz.
- R\_Pinon: Radio de la rueda conducida.
- x: Posición x de los centros de las ruedas motriz y conducida.
- y: Posición y de los centros de la ruedas motriz y conducida.
- Dientes\_Rueda: Número de dientes de la rueda motriz.
- Dientes\_Pinon: Número de dientes de la rueda conducida.
- dientes: Vector de de dos dimensiones para guardar las posición x e y final de los dientes de la rueda motriz.

- dientes\_Rueda\_ant: Variable para borrar los dientes de la rueda motriz de una simulación anterior.
- grados: grados entre un diente y otro de la rueda motriz.
- dientesP: Vector de de dos dimensiones para guardar las posición x e y final de los dientes de la rueda conducida.
- dientes\_Pinon\_ant: Variable para borrar los dientes de la rueda conducida de una simulación anterior.
- gradosP: grados entre un diente y otro de la rueda conducida.
- anchoDienteRueda: Valor del ancho de un diente de la rueda motriz.
- anchoDientePinon: Valor del ancho de un diente de la rueda conducida.
- aleja: Variable que determina la distancia entre la rueda motriz y conducida.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
R_Rueda	20	double	
R_Pinon	10	double	
x	0.0	double	
y	0.0	double	
Dientes_Rueda	20	double	
Dientes_Pinon	10	double	
dientes		double	[100] [100]
dientes_Rueda_ant		double	
grados	0	double	
dientesP		double	[100] [100]
dientes_Pinon_ant		double	
gradosP	0	double	
anchoDienteRueda	20	double	
anchoDientePinon	20	double	
aleja	3	double	

Figura 4-25. Variables de las ruedas

#### 4.2.4.2 Ecuaciones

Una vez definidas las variables dentro del panel modelo, se pasa a escribir las ecuaciones necesarias. En primer lugar se define la evolución de la simulación en la página de evolución.

A continuación se realiza la comprobación de los valores introducidos por el usuario, después se invoca a dos métodos “dibujaDientesRueda” y “DibujaDientesPinon” los cuales dependiendo de los valores introducidos por teclado se dibujarán más o menos dientes en cada una de las ruedas, después se calcula la relación de transmisión como un tipo de dato “String” para poder mostrarla por pantalla y por último, dependiendo de si la relación de

transmisión es mayor o menor que cero, se aplican unas ecuaciones para dar movimiento a la simulación.

El que la relación de transmisión sea mayor o menor que cero indica que rueda debe girar más rápido y, en concreto, cuánto más rápido (ver figura 4-26).

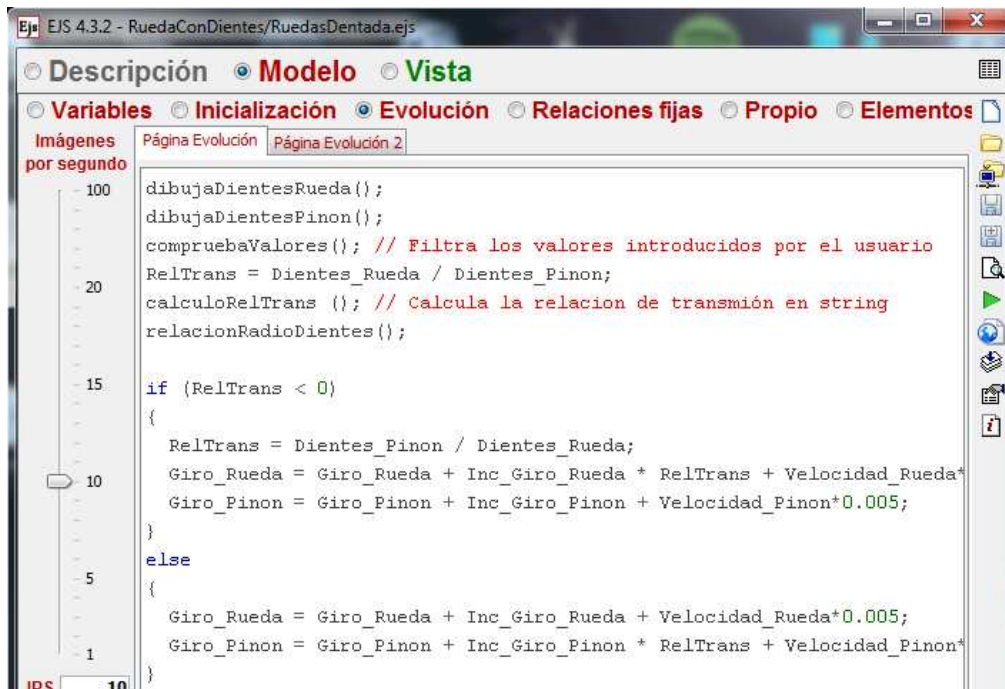


Figura 4-26. Página de evolución

Sin embargo la ecuación  $Velocidad_{pinon} = \frac{Velocidad_{Rueda} * Dientes_{Rueda}}{Dientes_{pinon}}$  se coloca en la pestaña de relaciones fijas, ya que se cumple siempre y depende de la velocidad de la rueda motriz y del diámetro de ambas ruedas, motriz y conducida (ver figura 4-27).



Figura 4-27. Relaciones fijas

#### 4.2.4.3 Métodos propios

El cálculo de la relación de transmisión y poder mostrarlo como un “String” es similar al mostrado en la simulación 1, aplicando los métodos “calculoRelTrans()” y “mcd()” (ver figura 4-6 de la simulación 1).

Como se ha comentado anteriormente con el método “compruebaValores()” (ver figura 4-7 de la simulación 1) se filtran los valores introducidos por el usuario para evitar errores y que la simulación sea robusta.

El método “relacionRadioDientes()” calcula el tamaño de la rueda a partir del número de dientes introducido por teclado. A más dientes, mayor tamaño de la rueda (ver figura 4-28).

The image shows a screenshot of the EJS (Easy Java Simulation) software interface. The window title is "EJS 4.3.2 - RuedaConDientes/RuedasDentada.ejs". The interface has several tabs: "Descripción", "Modelo", and "Vista". Below these, there are sub-tabs for "Variables", "Inicialización", "Evolución", "Relaciones fijas", "Propio", and "Elementos". The "Propio" sub-tab is selected, and within it, the "RelacionRadioDientes" method is active. The code editor shows the following Java code:

```
public void relacionRadioDientes () {  
    R_Rueda = Dientes_Rueda*2;  
    R_Pinon = Dientes_Pinon*2;  
}
```

Figura 4-28. Método propio para calcular la relación entre el número de dientes y el tamaño de una rueda

El método “dibujaDientesRueda()” es igual al método “dibujaDientesPinon()”; sólo cambian las variables a las que hace referencia, pero el proceder es el mismo.

Lo que se hace en este método es calcular las coordenadas escalares para cada uno de los dientes. Estas coordenadas escalares corresponden con el número de veces que se ha de dividir una circunferencia dependiendo del número de dientes.

Para ello existe un “array” de dos dimensiones donde se almacenas dichas coordenadas mediante un bucle “for”, y se guarda el número de divisiones para que en sucesivas repeticiones si éste es mayor que el nuevo número de divisiones, borrar los dientes que sobran (ver figura 4-29).

```

EJS 4.3.2 - RuedaConDientes/RuedasDentada.ejs
Descripción Modelo Vista
Variables Inicialización Evolución Relaciones fijas Propio Eleme
CalculoRelTrans CompruebaValores DibujaDientesRueda DibujaDientesPinon RelacionRadioDientes

public void dibujaDientesRueda () {
    grados = 360/Dientes_Rueda;

    for (int i =0; i<Dientes_Rueda; i++) {
        dientes[i][0]= (R_Rueda/2)*Math.cos(Math.PI/180*grados*i);
        dientes[i][1]= (R_Rueda/2)*Math.sin(Math.PI/180*grados*i);
        if (dientes[i][0] >=0)
            dientes[i][0]=dientes[i][0]+0.5;
        else
            dientes[i][0]=dientes[i][0]-0.5;
        if (dientes[i][1] >=0)
            dientes[i][1]=dientes[i][1]+0.5;
        else
            dientes[i][1]=dientes[i][1]-0.5;
    }
    if (dientes_Rueda_ant>(int)Dientes_Rueda){
        for (int j =(int)Dientes_Rueda;j<dientes_Rueda_ant;j++)
        {
            dientes[j][0]= 0;
            dientes[j][1]= 0;
        }
    }
    else
        dientes_Rueda_ant=Dientes_Rueda;
}

```

Figura 4-29. Método propio que pinta los dientes en la interfaz gráfica

#### 4.2.4.4 Vista

En este panel es donde se encuentran las principales diferencias respecto a las simulaciones anteriores, ya que en esta simulación hay que dibujar los dientes para la rueda y el piñón (ver figura 4-30).

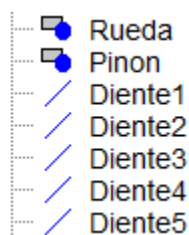


Figura 4-30. Líneas que simulan los dientes

Los dientes de las ruedas son radios que están dibujados desde el centro de la rueda hasta un poco más del perímetro del círculo, para simular que son dientes se pone delante de la rueda, otra rueda para tapar parte de los radios y se parezcan más a los dientes de una rueda dentada, los elementos para tapar parte de los dientes se llaman “TapaRueda” y “TapaPinon”, los cuales tienen las mismas propiedades que las mismas ruedas (ver figura 4-31).



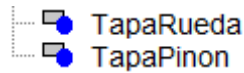


Figura 4-31. Elementos para tapar parte de los dientes

En cuanto a la separación de las ruedas se controla mediante la variable “aleja”, para poder modificar el tamaño de los dientes.

Para conseguir el giro invertido de una rueda respecto a la otra, hay que modificar el signo de la propiedad “Transform” de la rueda y del piñón, como se puede observar en la figura 4-32.

`Transform` Giro\_Rueda `Transform` -Giro\_Pinon

Figura 4-32. Giro invertido del piñón respecto de la rueda

El diseño de la interfaz en cuanto a ventanas, cajas de texto y etiquetas es igual para todas las simulaciones.

Como en simulaciones anteriores, el aspecto visual de la rueda es mayor o menor según el valor que tome la variable “D\_Rueda” (ver figura 4-10 de la simulación 1).

#### 4.2.5 Simulación 5. Tren de engranajes

Un tren de engranajes es un sistema formado por más de dos engranajes. En este sistema, el movimiento circular del primer eje se transmite al segundo a través de las ruedas 1 y 2. La rueda 3 gira simultáneamente con la rueda 2 y transmite el movimiento a la rueda 4, con la que está engranada. Cada una de las ruedas de un par engranado gira en sentido opuesto a su pareja.

La relación entre las velocidades de giro de las ruedas motriz (1) y conducida (4) depende del número de dientes de los engranajes del sistema y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{N_4}{N_1} = \frac{Z_1 * Z_3}{Z_2 * Z_4} \rightarrow N_4 = \frac{Z_1 * Z_3 * N_1}{Z_2 * Z_4}$$

En la igualdad,  $N_1$  y  $N_4$  son las velocidades de las ruedas motriz y conducida, respectivamente, y  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$  y  $Z_4$ , el número de dientes de las ruedas.

##### 4.2.5.1 Variables

En cuanto a las variables de esta simulación son muy similares a la de la simulación 4. Dentro del panel de variables hay tres pestañas, “variables” (ver figura 4-1), variables de las “ruedas” (ver figura 4-33) y variables de movimiento” (ver figura 4-34).

En este caso concreto las variables de las ruedas cambian ya que se añaden los radios de las ruedas 3 y 4 a los radios de las ruedas motriz (1) y conducida (2), y también se añaden variables para controlar los dientes de las nuevas ruedas 3 y 4, tal y como se puede observar en la figura 4-33.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
R_Rueda2	10	double	
R_Rueda3	10	double	
R_Rueda4	10	double	
x	0.0	double	
y	0.0	double	
Dientes_Rueda1	20	double	
Dientes_Rueda2	10	double	
Dientes_Rueda3	20	double	
Dientes_Rueda4	10	double	
dientesR1		double	[100] [100]
dientes_R1_ant		double	
gradosR1	0	double	
dientesR2		double	[100] [100]
dientes_R2_ant		double	
gradosR2	0	double	
dientesR3		double	[100] [100]
dientes_R3_ant		double	
gradosR3	0	double	
dientesR4		double	[100] [100]
dientes_R4_ant		double	
gradosR4	0	double	
anchoDienteR1	10	double	
anchoDienteR2	10	double	
anchoDienteR3	10	double	
anchoDienteR4	10	double	
aleja	1.5	double	

Figura 4-33. Variables de las ruedas

Variables de las ruedas:

- R\_Rueda1: Radio de la rueda motriz.
- R\_Rueda2: Radio de la rueda conducida dos.
- R\_Rueda3: Radio de la rueda conducida tres.
- R\_Rueda4: Radio de la rueda conducida cuatro.
- x: Posición x de los centros de las ruedas una, dos, tres y cuatro.
- y: Posición y de los centros de la ruedas una, dos, tres y cuatro.
- Dientes\_Rueda1: Número de dientes de la rueda motriz.
- Dientes\_Rueda2: Número de dientes de la rueda conducida dos.
- Dientes\_Rueda3: Número de dientes de la rueda conducida tres.
- Dientes\_Rueda4: Número de dientes de la rueda conducida cuatro.

- dientesR1: Vector de de dos dimensiones para guardar las posición x e y final de los dientes de la rueda motriz.
- dientes\_R1\_ant: Variable para borrar los dientes de la rueda motriz de una simulación anterior.
- gradosR1: grados entre un diente y otro de la rueda motriz.
- dientesR2: Vector de de dos dimensiones para guardar las posición x e y final de los dientes de la rueda conducida 2.
- dientes\_R2\_ant: Variable para borrar los dientes de la rueda conducida 2 de una simulación anterior.
- gradosR2: grados entre un diente y otro de la rueda conducida 2.
- dientesR3: Vector de de dos dimensiones para guardar las posición x e y final de los dientes de la rueda conducida 3.
- dientes\_R3\_ant: Variable para borrar los dientes de la rueda conducida 3 de una simulación anterior.
- gradosR3: grados entre un diente y otro de la rueda conducida 3.
- dientesR4: Vector de de dos dimensiones para guardar las posición x e y final de los dientes de la rueda conducida 4.
- dientes\_R4\_ant: Variable para borrar los dientes de la rueda conducida 4 de una simulación anterior.
- gradosR4: grados entre un diente y otro de la rueda conducida 4.
- anchoDienteRueda1: Valor del ancho de un diente de la rueda motriz.
- anchoDienteRueda2: Valor del ancho de un diente de la rueda conducida 2.
- anchoDienteRueda3: Valor del ancho de un diente de la rueda conducida 3.
- anchoDienteRueda4: Valor del ancho de un diente de la rueda conducida 4.
- aleja: Variable que determina la distancia entre las ruedas una, dos, tres y cuatro.

Con las variables de movimiento ocurre lo mismo que con las variables de las ruedas, hay que añadir nuevos giros y velocidades para las ruedas 3 y 4, y una nueva relación de transmisión entre la rueda 3 y 4.

Variables de movimiento (ver figura 4-34):

- Giro\_Rueda1: Giro de la rueda motriz.
- Inc\_Giro\_Rueda: Incremento del giro de la rueda motriz.
- Giro\_Rueda23: Giro de las ruedas 2 y 3.
- Giro\_Rueda4: Giro de la rueda 4.
- Inc\_Giro\_Pinon: Incremento del giro de la rueda conducida.
- Velocidad\_Rueda1: Velocidad de la rueda motriz.
- Velocidad\_Rueda23: Velocidad de las ruedas 2 y 3.
- Velocidad\_Rueda4: Velocidad de la rueda 4.
- RelTrans12: Relación de transmisión entre las ruedas 1 (motriz) y 2.

- RelTrans34: Relación de transmisión entre las ruedas 3 y 4 (conducida).

The screenshot shows the 'Modelo' tab in the EJS 4.3.2 software. The table below lists the variables for movement, including their names, initial values, types, and dimensions.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
Giro_Rueda1	0.0	double	
Inc_Giro_Rueda	0.01	double	
Giro_Rueda23		double	
Giro_Rueda4	0.0	double	
Inc_Giro_Pinon	0.01	double	
Velocidad_Rueda1	10.0	double	
Velocidad_Rueda23		double	
Velocidad_Rueda4		double	
RelTrans12	0	double	
RelTrans34	0	double	

Figura 4-34. Variables de movimiento

#### 4.2.5.2 Ecuaciones

Una vez definidas las variables, dentro del panel modelo, se pasa a escribir las ecuaciones necesarias.

Lo primero que se realiza es la comprobación de los valores introducidos por el usuario y a continuación se invoca a los métodos “dibujaDientesRueda1” (ver figura 4-29), “dibujaDientesRueda2”, “dibujaDientesRueda3” y “DibujaDientesRueda4” que, dependiendo de los valores introducidos por teclado, dibujarán más o menos dientes en cada una de las ruedas. Después se calcula la relación de transmisión entre las ruedas 1 y 2 y dependiendo de si la relación de transmisión es mayor o menor que cero se aplican unas ecuaciones para dar movimiento a la simulación.

Una vez se ha calculado la velocidad a la que debe girar la rueda 2 y, por tanto, la rueda 3 también (ya que se encuentran en el mismo eje), se calcula la relación de transmisión entre las ruedas 3 y 4 y, dependiendo de si ésta es mayor o menor que cero, se aplican unas ecuaciones u otras para dar movimiento a la simulación.

El que la relación de transmisión sea mayor o menor que cero indica que la rueda debe girar más rápido y en concreto cuánto más rápido (ver figura 4-35).

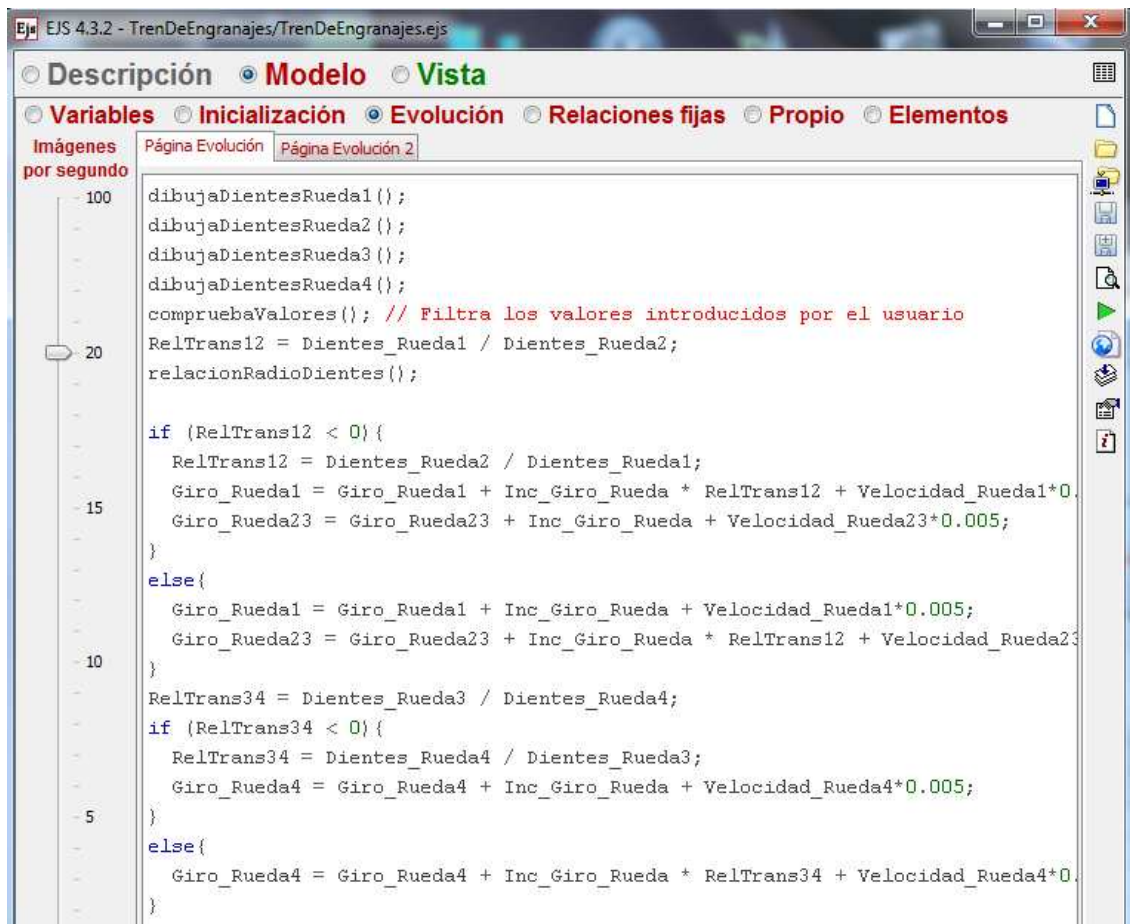


Figura 4-35. Página de evolución

Sin embargo las ecuaciones  $Velocidad_{Rueda23} = \frac{Velocidad_{Rueda1} * Dientes_{Rueda1}}{Dientes_{Rueda2}}$  y  $Velocidad_{Rueda4} = \frac{Velocidad_{Rueda1} * Dientes_{Rueda1} * Dientes_{Rueda3}}{Dientes_{Rueda2} * Dientes_{Rueda4}}$  se ponen en la pestaña de relaciones fijas, ya que se cumplen siempre y dependen de la velocidad de la rueda motriz y del diámetro de todas y cada una de las ruedas del tren de ruedas dentadas (ver figura 4-36).



Figura 4-36. Relaciones fijas

#### 4.2.5.3 Métodos propios

Como se ha comentado anteriormente con el método “compruebaValores()” (ver figura 4-7 de la simulación 1) se filtran los valores introducidos por el usuario para evitar errores y que la simulación sea robusta.

El método “relacionRadioDientes()” calcula el tamaño de la rueda a partir del número de dientes introducido por teclado. A más dientes, mayor tamaño de la rueda (ver figura 4-37).

```

EJS 4.3.2 - TrenDeEngranajes/TrenDeEngranajes.ejs
Descripción Modelo Vista
Variables Inicialización Evolución Relaciones fijas Propio Elementos
CompruebaValores RelacionRadioDientes DibujaDientesRueda1 DibujaDientesRueda2 DibujaDientesRueda3 DibujaDientesRueda4

public void relacionRadioDientes () {
    R_Rueda1 = Dientes_Rueda1*2;
    R_Rueda2 = Dientes_Rueda2*2;
    R_Rueda3 = Dientes_Rueda3*2;
    R_Rueda4 = Dientes_Rueda4*2;
}
    
```

Figura 4-37. Método propio para calcular la relación entre el número de dientes y el tamaño de una rueda

Los métodos para dibujar los dientes en las ruedas son similares a los mostrados en el apartado de métodos propios de la simulación 4 (ver figura 4-29).

#### 4.2.5.4 Vista

En este panel es donde se encuentran las principales diferencias respecto a la simulación 4, ya que esta simulación posee cuatro ruedas en lugar de dos y por tanto habrá que tener más dientes (ver figura 4-38).

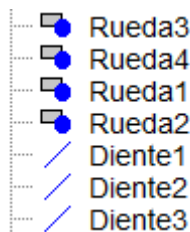


Figura 4-38. Líneas que simulan los dientes

En cuanto a la separación de las ruedas es similar a la simulación 2, pero en este caso, al haber más ruedas, hay que relacionarlas unas con otras: la rueda 1 y 2 por un lado y la 3 y 4 por el otro, teniendo en cuenta que las ruedas 2 y 3 giran en el mismo eje y por tanto, excepto por el tamaño, se comportan como si fuera una sola.

Se procede de igual forma que en la simulación anterior para ocultar parte de los dientes de las ruedas y así obtener una imagen más real, poniendo delante de la rueda otra rueda para tapar parte de los dientes. Los elementos que tapan parte de los dientes se llaman “TapaRueda” y “TapaPinon” (ver figura 4-31) y tienen las mismas propiedades que las ruedas.

Y al igual que en la simulación 4 el sentido giro de las ruedas es inverso (ver figura 4-32).

En cuanto a la separación de las ruedas se controla mediante la variable “aleja” para poder modificar el tamaño de los dientes.

El diseño de la interfaz en cuanto a ventanas, cajas de texto y etiquetas es igual para todas las simulaciones.

Como en simulaciones anteriores, el aspecto visual de la rueda es mayor o menor según el valor que tome la variable “D\_Rueda” (ver figura 4-10 de la simulación 1).

#### **4.2.6 Simulación 6. Palanca de tipo 1**

La palanca es una barra rígida que gira en torno a un punto de apoyo o articulación. En un punto de la barra se aplica una fuerza,  $F$ , con el fin de vencer una resistencia,  $R$ , que actúa en otro punto de la barra.

La palanca se encuentra en equilibrio cuando el producto de la fuerza,  $F$ , por su distancia,  $d$ , al punto de apoyo es igual al producto de la resistencia,  $R$ , por su distancia,  $r$ , al punto de apoyo. Esta es la denominada ley de la palanca, que matemáticamente se expresa así:

$$F * d = R * r$$

De la anterior fórmula se deduce que cuanto mayor sea la longitud del brazo de fuerza, menor será la fuerza que hay que ejercer para poder levantar el peso que opone la fuerza resistente ( $R$ ).

##### **4.2.6.1 Variables**

Lo primero es mostrar una lista de variables dentro del panel modelo. Las variables de la palanca y el punto de apoyo son (ver figura 4-39):

- stickDensity: Define el valor del grosor de barra.
- stickLength: Define el valor de la longitud de la barra.
- stickWidth: Define el valor ancho de la barra.
- angle: Define el valor para el ángulo formado por la barra y el punto de apoyo.
- relativePosition: Es el valor de la posición relativa de la barra respecto al punto de apoyo.
- triangleWidth: Define el valor del ancho del punto de apoyo.
- triangleHeight: Define el valor de la altura del punto de apoyo.
- triangleX: Posición en el eje X del punto de apoyo.
- triangleY: Posición en el eje Y del punto de apoyo.

- stickX: Posición en el eje X de la barra.
- stickY: Posición el eje Y de la barra.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
stickDensity	1.0	double	
stickLength	4.0	double	
stickWidth	0.2	double	
angle	0.0	double	
relativePosition	0.5	double	
triangleWidth	0.6	double	
triangleHeight	0.5	double	
triangleX	0.0	double	[3]
triangleY	0.0	double	[3]
stickX	0.0	double	[4]
stickY	0.0	double	[4]

Figura 4-39. Variables de la palanca y el punto de apoyo

Variables de las masas (ver figura 4-40):

- massLeft: Masa izquierda.
- massRight: Masa derecha.
- posLeftX: Posición x de la masa izquierda.
- posLeftY: Posición y de la masa izquierda.
- posRightX: Posición x de la masa derecha.
- posRightY: Posición y de la masa derecha.
- longIzquierda: Longitud desde la masa izquierda hasta el punto de apoyo.
- longDerecha: Longitud desde la masa derecha hasta el punto de apoyo.
- left: Longitud desde la masa izquierda hasta el punto de apoyo.
- right: Longitud desde la masa derecha hasta el punto de apoyo.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
massLeft	0.6	double	
massRight	0.6	double	
posLeftX	-0.2	double	
posLeftY	-0.3	double	
posRightX	0.2	double	
posRightY	-0.3	double	
longIzquierda	0.0	double	
longDerecha	0.0	double	
left	0.0	double	
right	0.0	double	

Figura 4-40. Variables de las masas



Variables comunes (ver figura 4-41):

- k: Constante k.
- xmin: Define el valor mínimo para el eje de la X en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- xmax: Define el valor máximo para el eje de la X en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- ymin: Define el valor mínimo para el eje de la Y en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- ymax: Define el valor máximo para el eje de la Y en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- time: Variable tiempo.
- dt: Variable diferencial de tiempo.
- vangle: Variable ángulo.



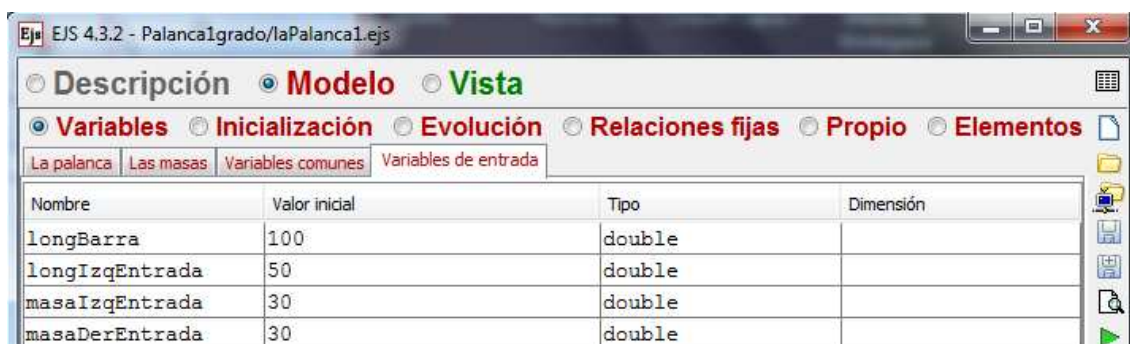
The screenshot shows the EJS 4.3.2 interface with the 'Modelo' tab selected. Under 'Variables', the 'Variables comunes' sub-tab is active. A table lists the following variables:

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
k	0.0	double	
xmin	-stickLength*0.75	double	
xmax	stickLength*0.75	double	
ymin	0.0	double	
ymax	stickLength	double	
time	0.0	double	
dt	0.01	double	
vangle	0.0	double	

Figura 4-41. Variables comunes

Variable de entrada (ver figura 4-42):

- longBarra: Valor de la longitud de la barra introducido por teclado.
- longIzqEntrada: Valor de la longitud desde la masa izquierda al punto de apoyo introducido por teclado.
- masaIzqEntrada: Valor de la masa izquierda introducido por teclado.
- masaDerEntrada: Valor de la masa derecha introducido por teclado.



The screenshot shows the EJS 4.3.2 interface with the 'Modelo' tab selected. Under 'Variables', the 'Variables de entrada' sub-tab is active. A table lists the following variables:

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
longBarra	100	double	
longIzqEntrada	50	double	
masaIzqEntrada	30	double	
masaDerEntrada	30	double	

Figura 4-42. Variables de entrada

#### 4.2.6.2 Ecuaciones

Una vez definidas las variables, dentro del panel modelo, se pasa a escribir las ecuaciones necesarias. En primer lugar se define la evolución de la simulación en la página de evolución.

Esta simulación tiene dos páginas de evolución, una EDO y otra de código. En la página de evolución EDO (ecuación diferencial ordinaria) se encuentra un sistema de ecuaciones para calcular la variación del ángulo respecto del tiempo, como se puede observar en la figura 4-43.



Figura 4-43. Página de evolución EDO

Complementaria a esta página de evolución EDO se encuentra otra de código, donde se invoca a un método propio para comprobar que los valores introducidos por teclado son correctos y una ecuación para calcular la posición relativa del punto de apoyo respecto de la barra de la palanca como se puede ver en la figura 4-44.



Figura 4-44. Página de evolución de código

En cuanto a las relaciones fijas, esta simulación posee tres páginas, “propiedades dinámicas”, “control del ángulo” y “la palanca”.

Las relaciones fijas de las “propiedades dinámicas” sirven para calcular en todo momento la longitud desde la masa izquierda al punto de apoyo, la longitud desde la masa derecha al punto de apoyo y la variable “k” necesaria para calcular la variación del ángulo en la página de evolución EDO (ver figura 4-45).

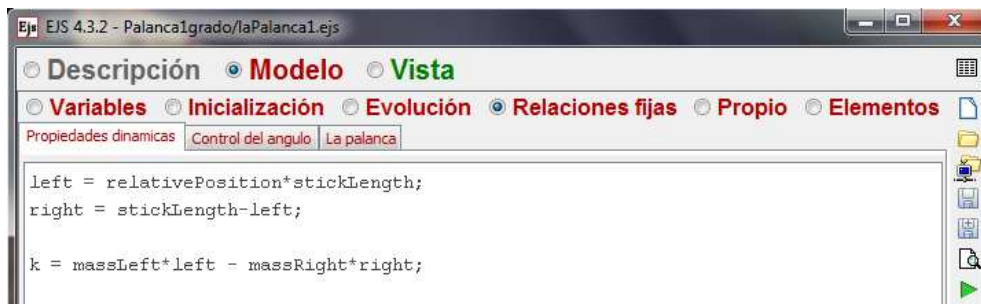


Figura 4-45. Relaciones fijas de las propiedades dinámicas

Las ecuaciones de la página “control del ángulo” sirven para determinar el ángulo máximo y el mínimo y una vez alcanzados pausar la simulación a través del método “done()”(ver figura 4-46).



Figura 4-46. Relaciones fijas para controlar el ángulo

En la página “la palanca” se establecen los parámetros del punto de apoyo y se determina donde se localiza en cada momento cualquiera de las cargas respecto al brazo de la palanca tanto en su posición “x” como “y” (ver figura 4-47).

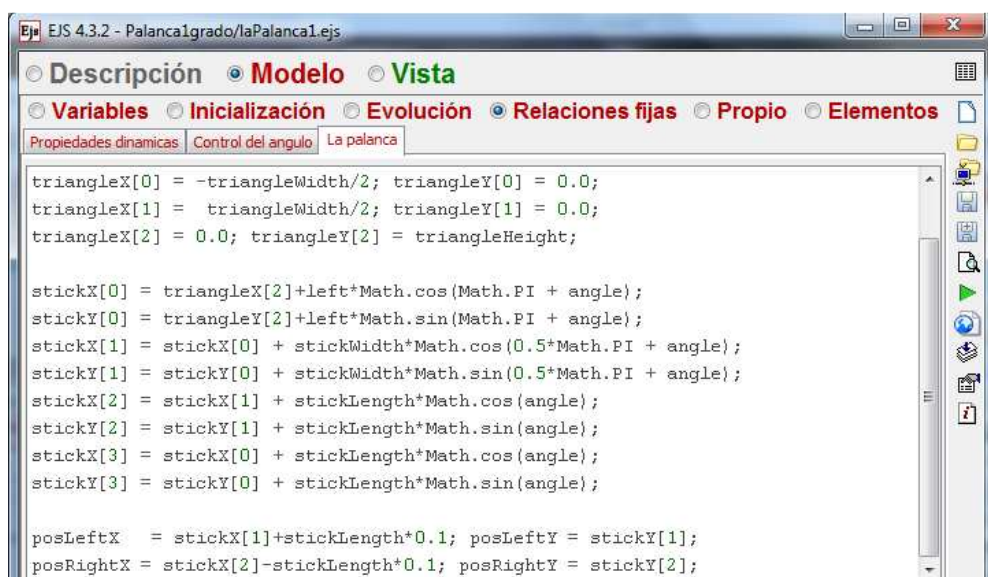



Figura 4-47. Relaciones fijas para dibujar el punto de apoyo y la palanca

### 4.2.6.3 Métodos propios

Para controlar que la palanca una vez que ha llegado a su ángulo máximo o mínimo se pare se utiliza el método “done()” que a su vez inicializa la variable “vangle” encargada de controlar la variación del ángulo (ver figura 4-48).



```
public void done () {  
    vangle = 0.0;  
    _pause();  
}
```

Figura 4-48. Método propio para liberar la palanca

Como se ha comentado anteriormente con el método “compruebaValores()” se filtran los valores introducidos por el usuario para evitar errores y que la simulación sea robusta (ver figura 4-49).



```
public void compruebaValores () {  
    if (longBarra > 100){  
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la longitud de la barra no puede  
        longBarra = 100;)  
    }  
    if (longBarra <= 50){  
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la longitud de la barra no puede  
        longIzqEntrada = 50;)  
    }  
    if (longIzqEntrada > longBarra-15){  
        longIzqEntrada = longBarra-15;  
        int longIzqEntradaInt = (int) longIzqEntrada; //Realizamos un casting par  
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la longitud de izquierda de la ba  
    }  
    if (longIzqEntrada <= 15){  
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la longitud de izquierda de la ba  
        longIzqEntrada = 15;)  
    }  
    if (masaIzqEntrada > 200){  
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la masa izquierda no puede supera  
        masaIzqEntrada = 200;)  
    }  
    if (masaIzqEntrada <= 0){  
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la masa izquierda no puede ser 0  
        masaIzqEntrada = 1;)  
    }  
    if (masaDerEntrada > 200){  
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la masa derecha no puede superar  
        masaDerEntrada = 200;)  
    }  
}
```

Figura 4-49. Método propio para filtrar los valor introducidos por el usuario

#### 4.2.6.4 Vista

Una vez definidas las variables, las ecuaciones y los métodos propios hay que asociar esas variables a unas figuras que simulen esas variaciones de longitud y tamaño, esto se hace desde el panel “Vista” (ver figura 4-50).

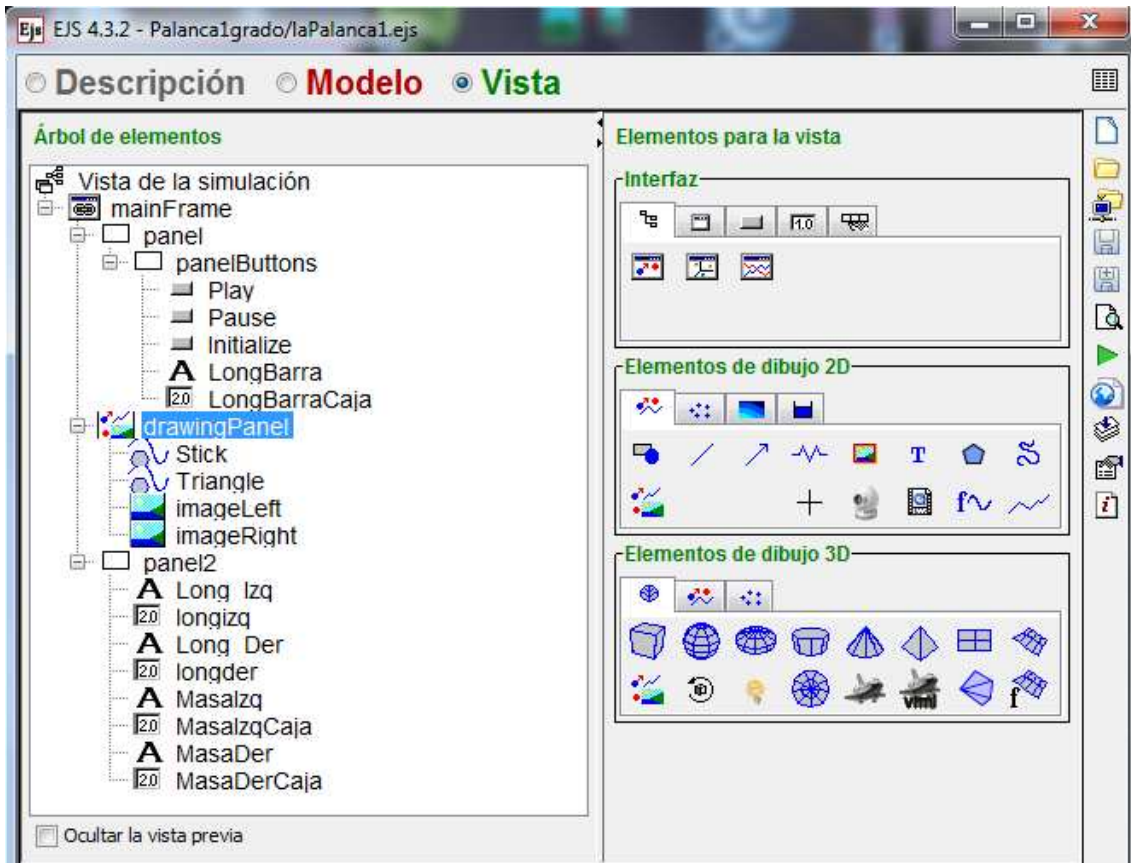


Figura 4-50. Elementos de la vista

Lo primero es añadir al árbol de elementos la ventana principal arrastrándola desde la sección “Interfaz” del panel “Elementos para la vista” que se encuentra a la derecha. En dicha ventana principal se colocará la simulación de la evolución de la palanca y las cajas de texto para la introducción de los valores en las variables.

Como se puede observar en la figura 4-50, existe una ventana llamada “mainframe”. En la ventana “mainframe” se muestran los botones para controlar la simulación, las cajas de texto para la introducción y modificación de los valores que toman las variables y los elementos gráficos de la simulación en sí.

Para conseguir que la barra y las cargas se desplacen hacia arriba y hacia abajo, a izquierda y derecha, hay que relacionar sus posiciones en los ejes “x” e “y” con variables que son manipuladas en la evolución de la simulación (ver figura 4-51). Para el caso de la barra, se relacionan las variables “stickX” y “stickY” con los ejes “x” e “y” respectivamente.



Figura 4-51. Relación de la posición de la barra respecto a dos variables

Lo mismo ocurre con el movimiento de las masas, y su tamaño, para simular el movimiento se relaciona su posición "x" e "y" con las variables "posLeftX" y "posLeftY" (figura 4-52) y para cambiar su tamaño se modifica su tamaño en los ejes "x" e "y" mediante la variable "massLeft" (figura 4-53).

Pos X	posLeftX
Pos Y	posLeftY

Figura 4-52. Relación de la posición de una carga respecto a dos variables

Tamaño X	massLeft
Tamaño Y	massLeft

Figura 4-53. Relación del tamaño de una carga con la variable "massLeft"

### 4.2.7 Simulación 7. Palanca de tipo 2

La palanca es una barra rígida que gira en torno a un punto de apoyo o articulación. Dicho punto de apoyo se encuentra en un extremo de la barra y en el otro extremo se aplica una fuerza,  $F$ , con el fin de vencer una resistencia,  $R$ , que actúa en un punto intermedio de la barra.

La palanca se encuentra en equilibrio cuando el producto de la fuerza,  $F$ , por su distancia,  $d$ , al punto de apoyo es igual al producto de la resistencia,  $R$ , por su distancia,  $r$ , al punto de apoyo. Esta es la denominada ley de la palanca, que matemáticamente se expresa así:

$$F * d = R * r$$

De la anterior fórmula se deduce que cuanto mayor sea la longitud del brazo de fuerza, menor será la fuerza que hay que ejercer para poder levantar el peso que opone la fuerza resistente ( $R$ ).

#### 4.2.7.1 Variables

En cuanto a las variables de esta simulación son muy similares a las de la simulación 6. Dentro del panel de variables hay cuatro pestañas, “La palanca” (ver figura 4-39), “Las masas” (ver figura 4-40), “Variables comunes” (ver figura 4-41) y “Variables de entrada” (ver figura 4-42).

#### 4.2.7.2 Ecuaciones

Una vez definidas las variables, dentro del panel modelo, se pasa a escribir las ecuaciones necesarias. Estas ecuaciones son las mismas que las ecuaciones de la simulación 6, ya que la palanca de primer grado y la palanca de segundo grado cumplen las mismas leyes, tan solo se diferencian en la localización del punto de apoyo y el sentido y lugar de aplicación de las fuerzas.

Esta simulación tiene dos páginas de evolución, una EDO y otra de código. En la página de evolución EDO (ecuación diferencial ordinaria) se encuentra un sistema de ecuaciones para calcular la variación del ángulo respecto del tiempo, de la misma forma que en la simulación anterior ver (figura 4-43 de la simulación 6).

Y en la otra página de evolución (ver figura 4-44 de la simulación 6) se realiza la comprobación de los valores introducidos por el usuario y, a diferencia de la simulación 6, no se calcula la posición relativa del punto de apoyo porque se mantiene fijo y lo que se mueven ahora son las cargas, tal y como especifica el modelo de palanca de segundo grado.

En cuanto a las relaciones fijas, esta simulación posee tres páginas: “propiedades dinámicas”, “control del ángulo” y “la palanca”.

Las relaciones fijas de las “propiedades dinámicas” sirven para obtener la variable “k” necesaria para calcular la variación del ángulo en la página de evolución EDO. La ecuación que determina el movimiento es diferente respecto a la de la simulación 6, ya que en este caso la variable “k” se calcula restando el producto de la masa derecha por la longitud al punto de apoyo menos el producto la masa izquierda por su longitud al punto de apoyo. Otra diferencia respecto de la simulación 6 es que se calculan las posiciones de las cargas respecto a la posición relativa del punto de apoyo porque este se mantiene fijo y las cargas se mueven en términos absolutos (ver figura 4-54).



Figura 4-54. Relaciones fijas de las propiedades dinámicas

Las ecuaciones de la página “Control del ángulo” sirven para determinar el ángulo máximo y el mínimo y una vez alcanzados pausar la simulación a través del método “done()”(ver figura 4-55).

```

double maxAngle = Math.asin(triangleHeight/left);
double minAngle = Math.asin(-triangleHeight/right);
if (angle>=(maxAngle+0.05))
  { angle = maxAngle; done(); }
else if (angle<=(minAngle))
  { angle = minAngle; done(); }
  
```

Figura 4-55. Relaciones fijas para controlar el ángulo

En la página “la palanca” se establecen los parámetros del punto de apoyo y se determina dónde se localiza en cada momento cualquiera de las cargas respecto al brazo de la palanca tanto en su posición “x” como “y” (ver figura 4-56).

```

triangleX[0] = -triangleWidth/2; triangleY[0] = 0.0;
triangleX[1] = triangleWidth/2; triangleY[1] = 0.0;
triangleX[2] = 0.0; triangleY[2] = triangleHeight;

stickX[0] = triangleX[2]+Math.cos(Math.PI + angle);
stickY[0] = triangleY[2]+Math.sin(Math.PI + angle);
stickX[1] = stickX[0] + stickWidth*Math.cos(0.5*Math.PI + angle);
stickY[1] = stickY[0] + stickWidth*Math.sin(0.5*Math.PI + angle);
stickX[2] = stickX[1] + stickLength*Math.cos(angle);
stickY[2] = stickY[1] + stickLength*Math.sin(angle);
stickX[3] = stickX[0] + stickLength*Math.cos(angle);
stickY[3] = stickY[0] + stickLength*Math.sin(angle);

posLeftX = left;
//posLeftY = stickY[1];//La flecha roja se mueve al contrario que la palanca
posLeftY = stickY[2];//de esta manera se consigue un efecto mas real
posRightX = right;
posRightY = stickY[2];
  
```

Figura 4-56. Relaciones fijas para dibujar el punto de apoyo y la palanca



#### **4.2.7.3 Métodos propios**

Como se ha comentado anteriormente, con el método “compruebaValores()” (ver figura 4-49 de la simulación 6) se filtran los valores introducidos por el usuario para evitar errores y que la simulación sea robusta.

Y para controlar que la palanca una vez que ha llegado a su ángulo máximo o mínimo se pare, se utiliza el método “done()” (ver figura 4-48 de la simulación 6) que a su vez inicializa la variable “vangle” encargada de controlar la variación del ángulo.

#### **4.2.7.4 Vista**

En este panel no hay muchas diferencias respecto a la simulación 6 ya que toda la posición de los objetos en la simulación y su movimiento se realiza desde el código mediante variables conectadas con los objetos de la simulación (ver figuras 4-50, 4-51, 4-52 y 4-53 de la simulación 6).

### **4.2.8 Simulación 8. Palanca de tipo 3**

La palanca es una barra rígida que gira en torno a un punto de apoyo o articulación. Dicho punto de apoyo se encuentra en un extremo de la barra y en un punto intermedio de la misma se aplica una fuerza,  $F$ , con el fin de vencer una resistencia,  $R$ , que actúa en el otro extremo de la barra.

La palanca se encuentra en equilibrio cuando el producto de la fuerza,  $F$ , por su distancia,  $d$ , al punto de apoyo es igual al producto de la resistencia,  $R$ , por su distancia,  $r$ , al punto de apoyo. Esta es la denominada ley de la palanca, que matemáticamente se expresa así:

$$F * d = R * r$$

De la anterior fórmula se deduce que cuanto mayor sea la longitud del brazo de fuerza, menor será la fuerza que hay que ejercer para poder levantar el peso que opone la fuerza resistente ( $R$ ).

#### **4.2.8.1 Variables**

En cuanto a las variables de esta simulación son muy similares a las de la simulación 6. Dentro del panel de variables hay cuatro pestañas, “La palanca” (ver figura 4-39), “Las masas” (ver figura 4-40), “Variables comunes” (ver figura 4-41) y “Variables de entrada” (ver figura 4-42).

#### 4.2.8.2 Ecuaciones

Una vez definidas las variables, dentro del panel modelo, se pasa a escribir las ecuaciones necesarias. Estas ecuaciones son las mismas que las ecuaciones de la simulación 7, ya que la palanca de segundo grado y la palanca de tercer grado cumplen las mismas leyes, tienen el punto de apoyo en el mismo lugar pero intercambian las posiciones de fuerza y resistencia.

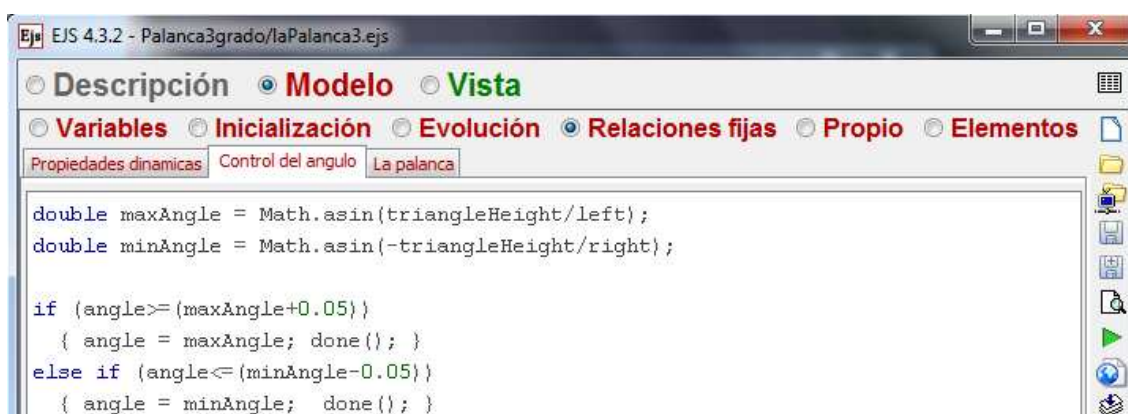
Esta simulación tiene dos páginas de evolución, una EDO y otra de código. En la página de evolución EDO (ecuación diferencial ordinaria) se encuentra un sistema de ecuaciones para calcular la variación del ángulo respecto del tiempo (ver figura 4-43 de la simulación 6).

Y en la otra página de evolución, se realiza la comprobación de los valores introducidos por el usuario pero no se calcula la posición relativa del punto de apoyo (ver figura 4-44 de la simulación 6) porque se mantiene fijo y lo que se mueven ahora son las cargas, tal y como especifica el modelo de palanca de tercer grado.

En cuanto a las relaciones fijas, esta simulación posee tres páginas, “propiedades dinámicas”, “control del ángulo” y “la palanca”.

Las relaciones fijas de las “propiedades dinámicas” sirven para obtener la variable “k” necesaria para calcular la variación del ángulo en la página de evolución EDO. La ecuación que determina el movimiento es igual a la de la simulación 7.

Las ecuaciones de la página “control del ángulo” sirven para determinar el ángulo máximo y el mínimo y una vez alcanzados pausar la simulación a través del método “done()” (ver figura 4-57).



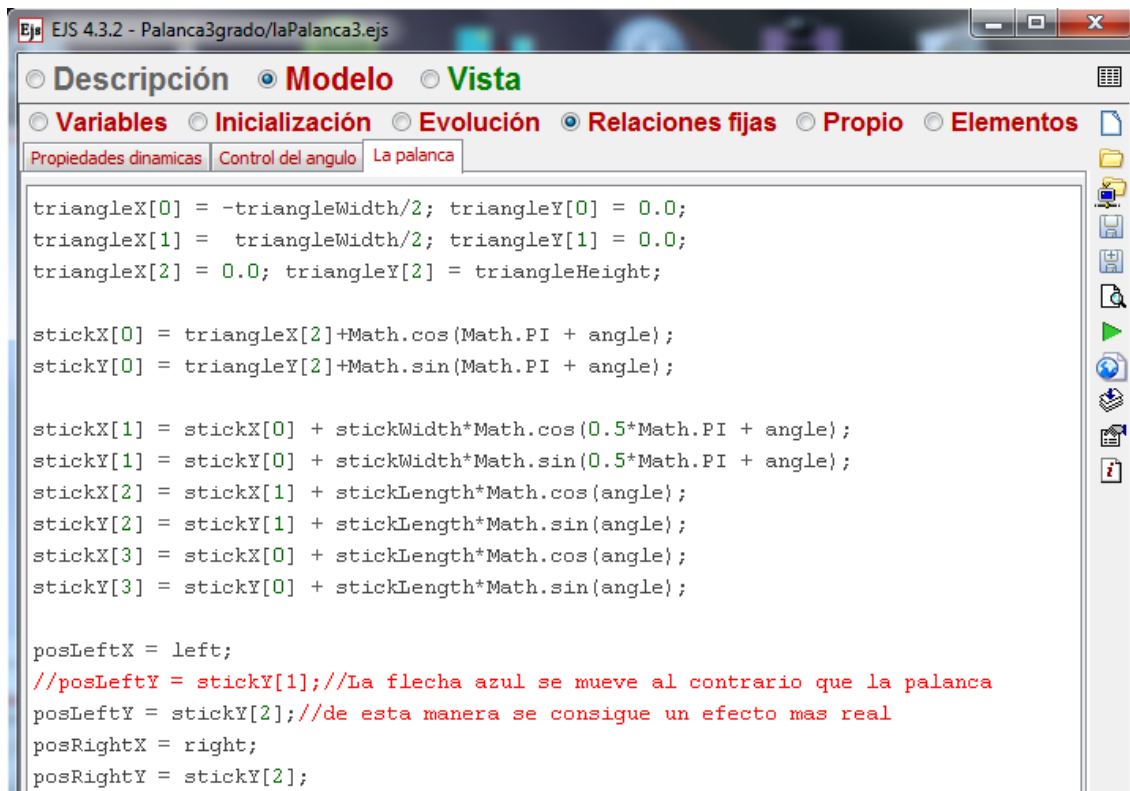
```
EJS 4.3.2 - Palanca3grado/laPalanca3.ejs
Descripción Modelo Vista
Variables Inicialización Evolución Relaciones fijas Propio Elementos
Propiedades dinámicas Control del angulo La palanca

double maxAngle = Math.asin(triangleHeight/left);
double minAngle = Math.asin(-triangleHeight/right);

if (angle>=(maxAngle+0.05))
{ angle = maxAngle; done(); }
else if (angle<=(minAngle-0.05))
{ angle = minAngle; done(); }
```

Figura 4-57. Relaciones fijas para controlar el ángulo

En la página “la palanca” se establecen los parámetros del punto de apoyo y se determina donde se localiza en cada momento cualquiera de las cargas respecto al brazo de la palanca tanto en su posición “x” como “y”.



```
triangleX[0] = -triangleWidth/2; triangleY[0] = 0.0;
triangleX[1] = triangleWidth/2; triangleY[1] = 0.0;
triangleX[2] = 0.0; triangleY[2] = triangleHeight;

stickX[0] = triangleX[2]+Math.cos(Math.PI + angle);
stickY[0] = triangleY[2]+Math.sin(Math.PI + angle);

stickX[1] = stickX[0] + stickWidth*Math.cos(0.5*Math.PI + angle);
stickY[1] = stickY[0] + stickWidth*Math.sin(0.5*Math.PI + angle);
stickX[2] = stickX[1] + stickLength*Math.cos(angle);
stickY[2] = stickY[1] + stickLength*Math.sin(angle);
stickX[3] = stickX[0] + stickLength*Math.cos(angle);
stickY[3] = stickY[0] + stickLength*Math.sin(angle);

posLeftX = left;
//posLeftY = stickY[1];//La flecha azul se mueve al contrario que la palanca
posLeftY = stickY[2];//de esta manera se consigue un efecto mas real
posRightX = right;
posRightY = stickY[2];
```

Figura 4-58. Relaciones fijas para dibujar el punto de apoyo y la palanca

#### 4.2.8.3 Métodos propios

Con el método “compruebaValores()” (ver figura 4-49 de la simulación 6) se filtran los valores introducidos por el usuario para evitar errores y que la simulación sea robusta.

Y para controlar que la palanca se pare una vez que ha llegado a su ángulo máximo o mínimo se utiliza el método “done()” (ver figura 4-48 de la simulación 6) que a su vez inicializa la variable “vangle” encargada de controlar la variación del ángulo.

#### 4.2.8.4 Vista

En este panel no hay muchas diferencias respecto a la simulación 6 y 7 ya que toda la posición de los objetos en la simulación y su movimiento se realiza desde el código mediante variables conectadas con los objetos de la simulación (ver figuras 4-50, 4-51, 4-52 y 4-53 de la simulación 6).

### 4.2.9 Simulación 9. Polea fija

La polea es una rueda acanalada que gira alrededor de un eje. Este se halla sujeto a una superficie fija. Por la ranura de la polea se hace pasar una cuerda, cadena o correa que permite vencer, de forma cómoda, una resistencia,  $R$ , aplicando una fuerza,  $F$ .

Una polea fija se encuentra en equilibrio cuando la fuerza aplicada,  $F$ , es igual a la resistencia,  $R$ , que presenta la carga, es decir, cuando:

$$F = R$$

#### 4.2.9.1 Variables

Lo primero es mostrar una lista de variables dentro del panel modelo, en él hay tres pestañas, a continuación se muestran las variables de la pestaña “coordenadas” (ver figura 4-59).

- range: Delimita el rango de valores para las coordenadas del panel de dibujo.
- xmax: Define el valor máximo para el eje de la X en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- xmin: Define el valor mínimo para el eje de la X en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- ymax: Define el valor máximo para el eje de la Y en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- ymin: Define el valor mínimo para el eje de la Y en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- size: Define el tamaño x de las cargas de la polea.
- size2: Define el tamaño y de las cargas de la polea.



Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
range	200	double	
xmin	-range/2	double	
xmax	range/2	double	
ymin	-range/2	double	
ymax	range/2	double	
size	range/80	double	
size2	size*4	double	

Figura 4-59. Variables de coordenadas

VARIABLES DE LA PESTAÑA “BÁSICO” (VER FIGURA 4-60):

- x1: Posición x de la carga izquierda.
- y1: Posición y de la carga izquierda.
- x2: Posición x de la carga derecha.
- y2: Posición y de la carga derecha.
- m1: Tamaño de la masa izquierda.
- m2: Tamaño de la masa derecha.
- diameter: Diámetro de la polea.
- giro: Incremento de giro de la polea para simular el movimiento de la polea.
- mueveRueda: Bandera lógica para saber cuándo mover y para la polea.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
x1	xmin/2	double	
y1	0.0	double	
x2	xmax/2	double	
y2	0.0	double	
m1	6.2	double	
m2	6.2	double	
diameter	size*6	double	
giro	0.0	double	
mueveRueda	true	boolean	

Figura 4-60. Variables de forma

VARIABLES DE LA “VISTA” (VER FIGURA 4-61):

- s1: Tamaño visual de la carga izquierda.
- s2: Tamaño visual de la carga derecha.
- clrIzq: Color de la carga izquierda.
- clrDer: Color de la carga derecha.
- masaIzqEntrada: Valor de entrada de la masa izquierda.
- masaDerEntrada: Valor de entrada de la masa derecha.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
s1	size*Math.sqrt(m1)	double	
s2	size*Math.sqrt(m2)	double	
clrIzq		Object	
clrDer		Object	
masaIzqEntrada		double	
masaDerEntrada		double	

Figura 4-61. Variables de la vista

#### 4.2.9.2 Ecuaciones

Una vez definidas las variables, dentro del panel modelo, se pasa a escribir las ecuaciones necesarias. En primer lugar se define la evolución de la simulación en la página de evolución.

A continuación se realiza la comprobación de los valores introducidos por el usuario, después se calcula el tamaño de las cargas y por último, dependiendo del tamaño de las masas, se realiza la acción necesaria para simular el movimiento de estas, aplicando ecuación  $F = R$ .

En la figura 4-62 se puede observar que el desplazamiento se produce sobre el eje de la "y". Cuando se llega al tope de la polea las cargas cambian de color y se para la simulación.

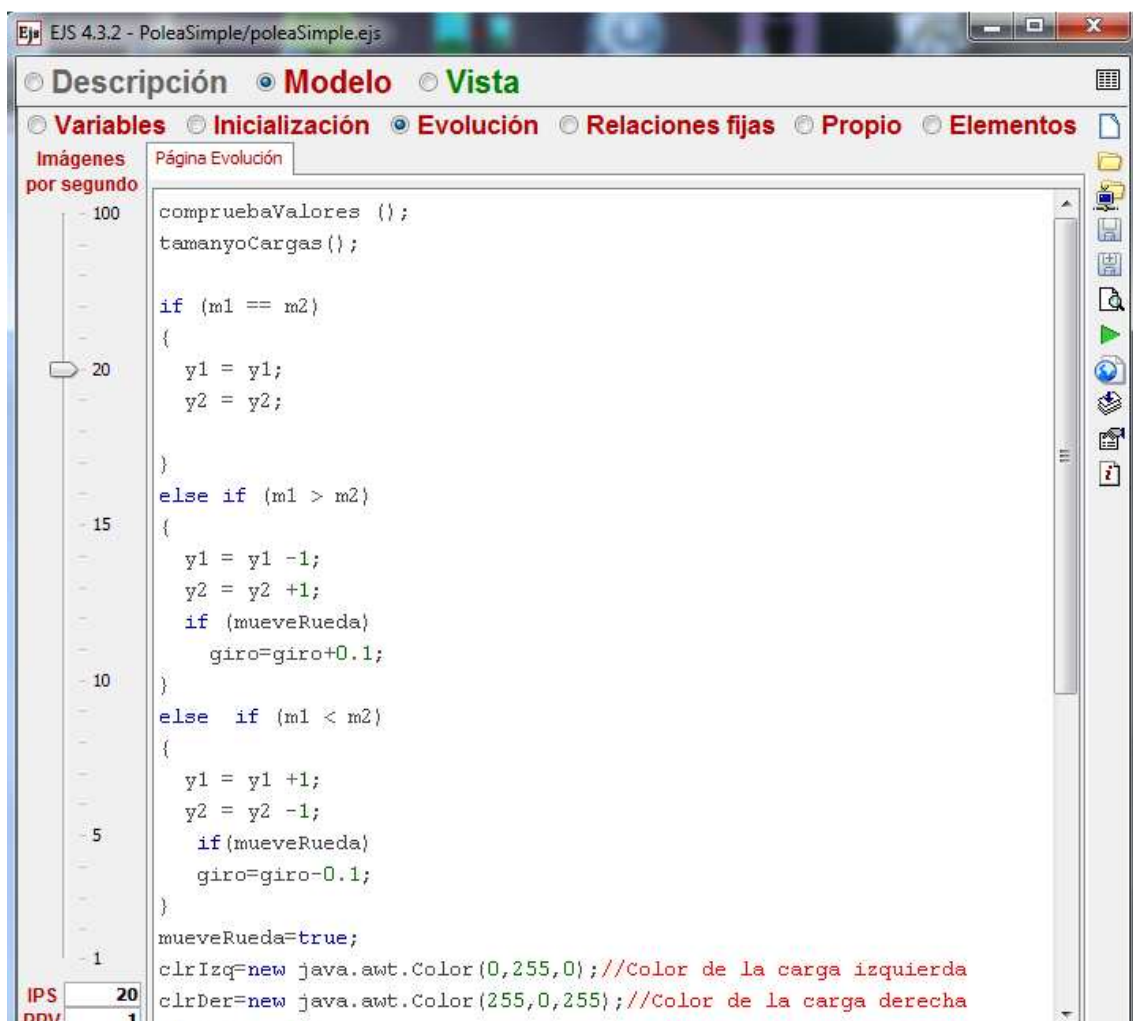


Figura 4-62. Página de evolución

### 4.2.9.3 Métodos propios

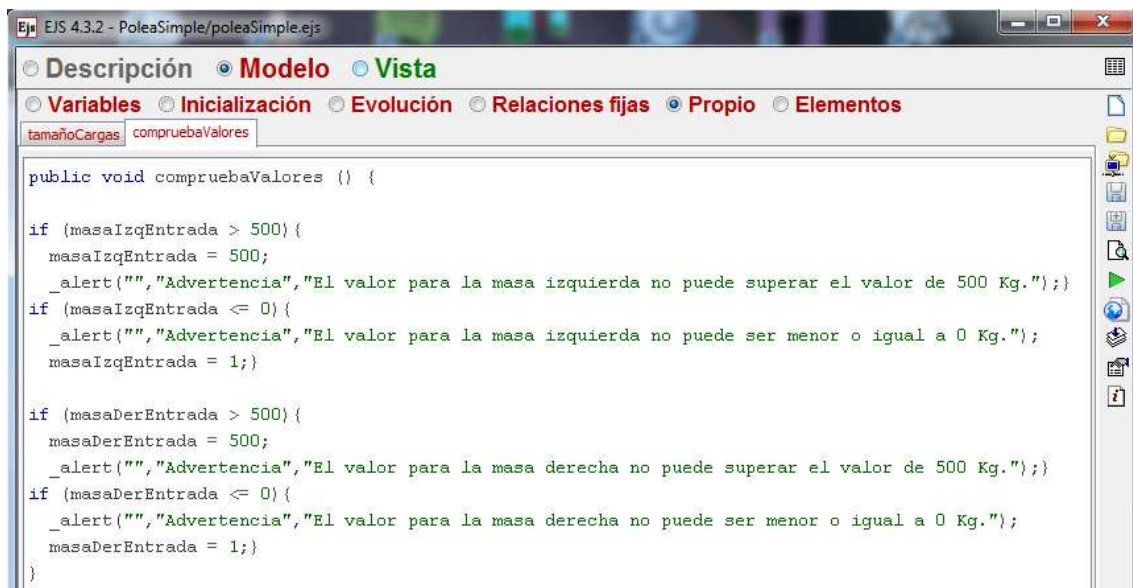
Para realizar el cálculo del tamaño de las cargas se utilizan los valores introducidos por el usuario por teclado, reduciéndolos en proporción para que a la hora de dibujarlos tengan tamaños factibles y acordes al valor introducido por el usuario (ver figura 4-63).



```
public void tamanoCargas () {  
    m1=masaIzqEntrada/ 50;  
    m2=masaDerEntrada/ 50;  
    s1=size2*Math.sqrt(m1); //Tamaño de las cargas  
    s2=size2*Math.sqrt(m2); //Tamaño de las cargas  
}
```

Figura 4-63. Método propio para el tamaño visual de las cargas

Como se ha comentado anteriormente con el método “compruebaValores()” se filtran los valores introducidos por el usuario para evitar errores y que la simulación sea robusta (ver figura 4-64).



```
public void compruebaValores () {  
  
    if (masaIzqEntrada > 500) {  
        masaIzqEntrada = 500;  
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la masa izquierda no puede superar el valor de 500 Kg.");  
    }  
    if (masaIzqEntrada <= 0) {  
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la masa izquierda no puede ser menor o igual a 0 Kg.");  
        masaIzqEntrada = 1;  
    }  
  
    if (masaDerEntrada > 500) {  
        masaDerEntrada = 500;  
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la masa derecha no puede superar el valor de 500 Kg.");  
    }  
    if (masaDerEntrada <= 0) {  
        _alert("", "Advertencia", "El valor para la masa derecha no puede ser menor o igual a 0 Kg.");  
        masaDerEntrada = 1;  
    }  
}
```

Figura 4-64. Método propio para filtrar los valor introducidos por el usuario

#### 4.2.9.4 Vista

Una vez definidas las variables, las ecuaciones y los métodos propios hay que asociar esas variables a unas figuras que simulen esas variaciones de velocidad y tamaño. Esto se hace desde el panel “Vista” (ver figura 4-65).

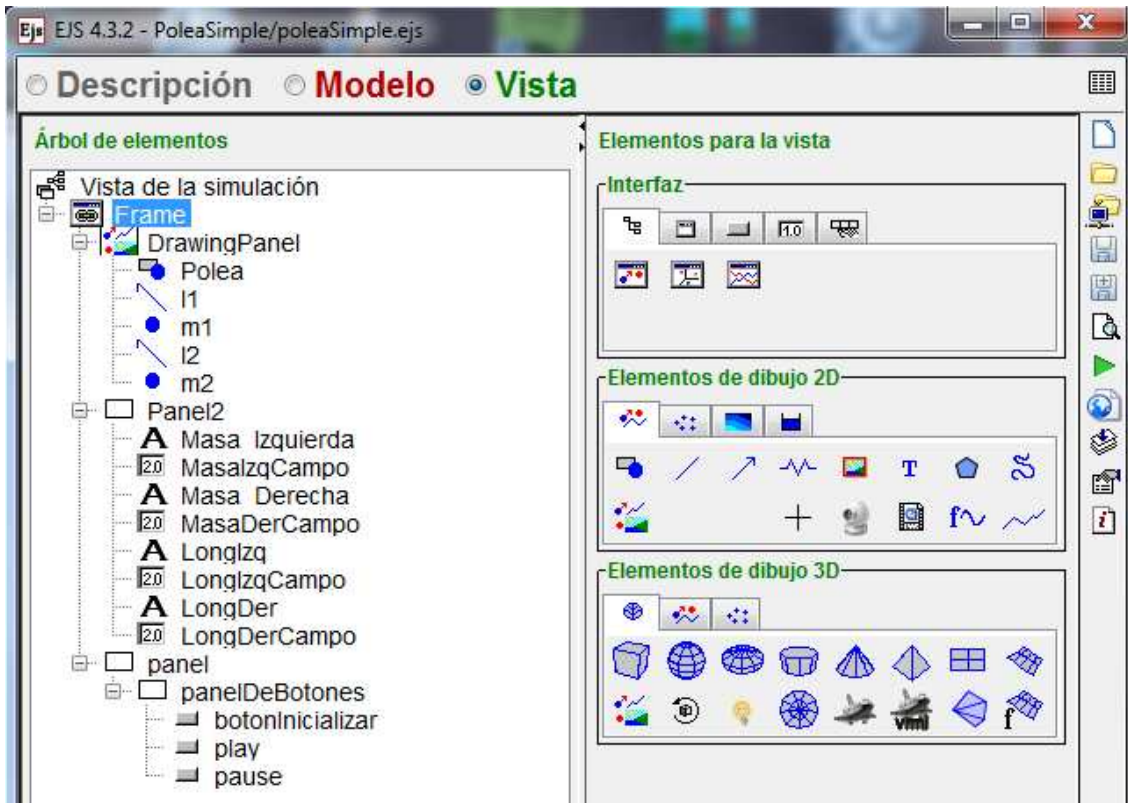


Figura 4-65. Elementos de la vista

Lo primero es añadir al árbol de elementos la ventana principal arrastrándola desde la sección “Interfaz” del panel “Elementos para la vista” que se encuentra a la derecha. En dicha ventana principal se colocará la simulación de la evolución de la polea y las cajas de texto para la introducción de los valores en las variables.

Como se puede observar en la figura 4-65 hay una ventana llamada “Frame” donde se muestran los botones para controlar la simulación, las cajas de texto para la introducción y modificación de los valores que toman las variables y los elementos gráficos de la simulación en sí.

Para conseguir que las cargas se desplacen hacia arriba y hacia abajo hay que relacionar su posición en el eje de la “y” con la variable “y1” que es manipulada en la página de evolución (ver figura 4-62) de la simulación, tal como se puede observar en la figura 4-66.



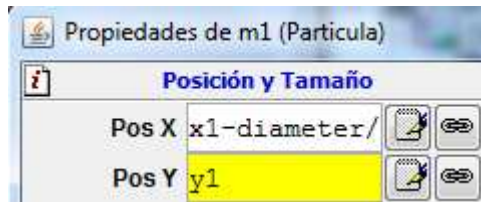


Figura 4-66. Relación de la posición de una carga con la variable "y1"

Lo mismo ocurre con la cuerda que une las cargas pero, en lugar de modificar su posición, en este caso se modifica su tamaño en el eje de la "y", restando al tamaño de la cuerda la variable "y1" como se puede observar en la figura 4-67.

Tamaño Y  $y_{max} - y_1$

Figura 4-67. Relación del tamaño de la cuerda con la variable "y1"

Una vez colocados todos los elementos visuales, se asocian las variables a los elementos, como se puede observar en la figura 4-68. El aspecto visual de las cargas será mayor o menor según el valor que tomen sus propiedades.

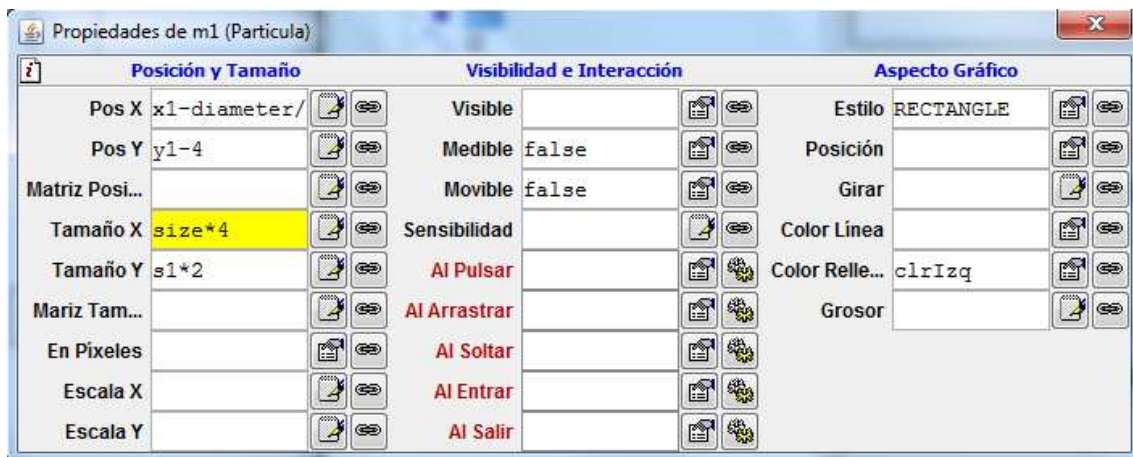


Figura 4-68. Propiedades del tamaño de la rueda motriz

Para conseguir el giro de la polea, hay que modificar la propiedad "Transform" de la rueda, como se puede observar en la figura 4-69.

Transform giro

Figura 4-69. Giro de la rueda de la polea

#### 4.2.10 Simulación 10. Polea móvil

La polea móvil es un conjunto de dos poleas, una de las cuales se encuentra fija, mientras que la otra puede desplazarse linealmente.

Una polea móvil se encuentra en equilibrio cuando se cumple la siguiente igualdad:

$$F = \frac{R}{2}$$

De este modo, el esfuerzo realizado para vencer la resistencia de una carga se reduce a la mitad con respecto a la polea fija. Por ello, este tipo de polea permite elevar cargas con menos esfuerzo.

##### 4.2.10.1 Variables

En cuanto a las variables de esta simulación son bastantes similares a las de la simulación anterior pero con algunas añadiduras. Respecto a la simulación anterior que tenía tres pestañas cambian las variables de la pestaña “básico” y son iguales la pestaña de “coordenadas” (ver figura 4-59) y la pestaña “vista” (ver figura 4-61) y además se añade una nueva pestaña “polea2” con las variables de la polea móvil.

Variables de la pestaña “básico” (ver figura 4-70):

- x1: Posición x de la carga izquierda.
- y1: Posición y de la carga izquierda.
- x2: Posición x de la carga derecha.
- y2: Posición y de la carga derecha.
- m1: Tamaño de la masa izquierda.
- m2: Tamaño de la masa derecha.
- diameter: Diámetro de la polea.
- giro: Incremento de giro de la polea para simular el movimiento de la polea.
- mueveRuedas: Bandera lógica para saber cuándo mover y parar las poleas.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
x1	xmin/2	double	
y1	0.0	double	
x2	xmax/2	double	
y2	0.0	double	
m1	3	double	
m2	6.5	double	
diametro	size*8	double	
giro	0.0	double	
mueveRuedas	true	boolean	

Figura 4-70. Variables de forma

Variables de la polea móvil (ver figura 4-71):

- xPolea2: Posición x de la polea móvil.
- yPolea2: Posición y de la polea móvil.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
xPolea2	-70	double	
yPolea2	34	double	

Figura 4-71. Variables de la polea móvil

#### 4.2.10.2 Ecuaciones

Una vez definidas las variables, dentro del panel modelo, se pasa a escribir las ecuaciones necesarias.

Al igual que en la simulación anterior lo primero que se realiza es la comprobación de los valores introducidos por el usuario y el cálculo del tamaño de las cargas. En este caso se aplica la ecuación  $F = \frac{R}{2}$  para simular el movimiento de éstas. Cuando se llega al tope de la polea las cargas cambian de color y se para la simulación (ver figura 4-72).

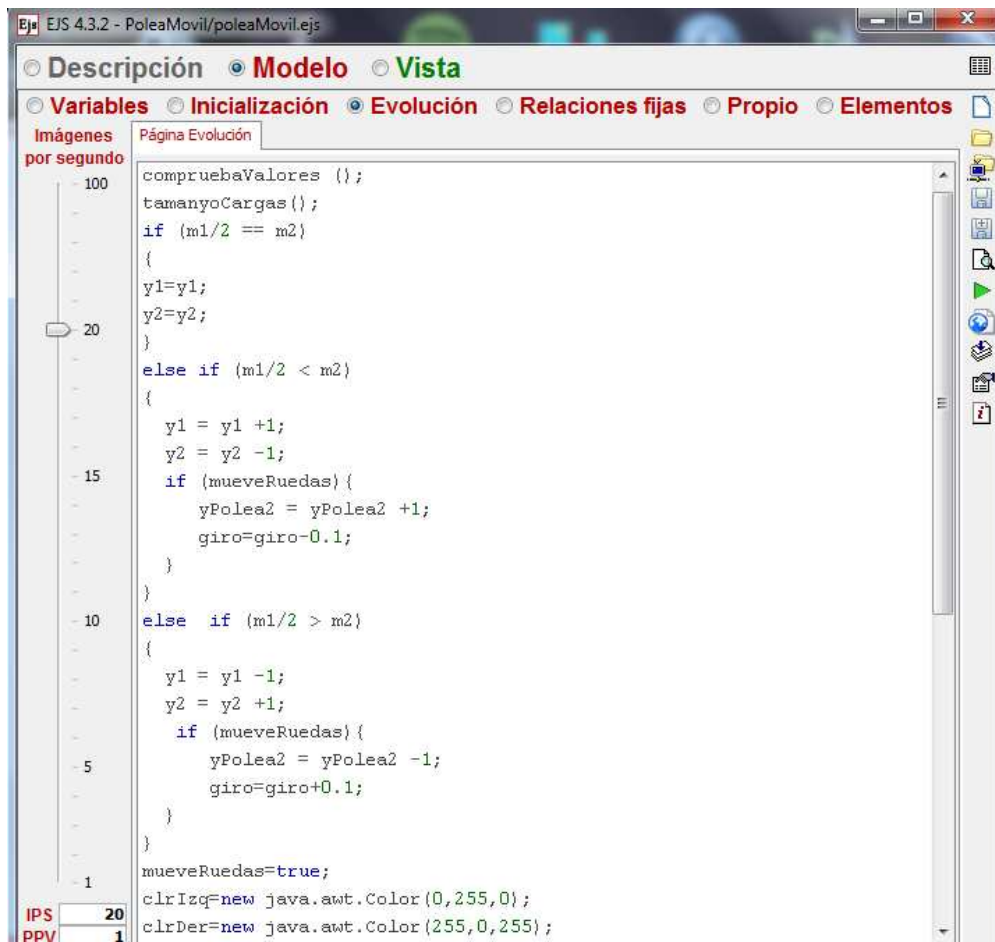


Figura 4-72. Página de evolución

#### 4.2.10.3 Métodos propios

Para realizar el cálculo del tamaño de las cargas se utilizan los valores introducidos por el usuario por teclado, mediante el método “tamañoCargas()” (ver figura 4-63), reduciéndolos en proporción para que a la hora de dibujarlos tengan tamaños factibles y acordes al valor introducido por el usuario.

Como se ha comentado anteriormente, con el método “compruebaValores()” (ver figura 4-64) se filtran los valores introducidos por el usuario para evitar errores y que la simulación sea robusta.

El método “controlLongDer()” se utiliza para formatear el valor mostrado en la vista de la simulación en la caja de texto “Longitud derecha” para evitar que se muestren valores negativos (ver figura 4-73).

```

public double controlLongDer () {
    double longDer=0;
    if (m1 < 2*m2)
        longDer =-y2+56;
    if (2* m1 > m2)
        longDer=-y2+70;
    return longDer;
}

```

Figura 4-73. Método propio para controlar la longitud derecha

#### 4.2.10.4 Vista

En este panel es donde se encuentran las principales diferencias respecto a la simulación 9, ya que esta simulación posee una nueva polea y dos líneas que simulan la cuerda que une las dos ruedas (ver figura 4-74).

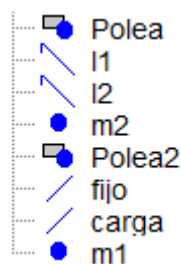


Figura 4-74. Nueva polea y nuevas cuerdas

En cuanto al desplazamiento de las cargas en el eje “y”, la modificación del tamaño de las líneas (que simula la cuerda de la polea) y el movimiento de la rueda (que simula la rotación de la polea móvil) son iguales que en la simulación 9.

A diferencia de la simulación anterior en la que la rueda de la polea se encontraba fija, en este caso hay que mover arriba y abajo la rueda de la polea móvil, este movimiento se consigue variando su posición en el eje “y” mediante la variable “yPolea2” tal como se puede observar en la figura 4-75.

Pos Y | yPolea2

Figura 4-75. Variación de la posición de la polea móvil en el eje de la "y"

Otro valor que cambia en la polea móvil con respecto a la fija es el sentido de giro, ya que debe ser invertido con el fin de simular el movimiento real. Para ello hay que modificar el signo de la propiedad “Transform” de la polea fija y de la polea móvil, como se puede observar en la figura 4-76.

Transform giro Transform -giro

Figura 4-76. Propiedad "Transform" de los elementos polea y polea2

El diseño de la interfaz en cuanto a ventanas, cajas de texto y etiquetas es igual al de la simulación anterior.

Una vez colocados todos los elementos visuales se asocian las variables a los elementos, como se puede observar en la figura 4-68 de la simulación 9. El aspecto visual de las cargas será mayor o menor según el valor que tomen sus propiedades.

Por último se muestra un ejemplo de llamada al método "controlLongDer()" desde el panel vista del elemento "LongDerCampo" (ver figura 4-77).



Figura 4-77. Llamada a un método desde la propiedad de una variable

#### 4.2.11 Simulación 11. Piñón cremallera

Se trata de un piñón o rueda dentada de dientes rectos, engarzado a una cremallera, es decir, una correa o barra dentada. Cuando la rueda dentada gira, la cremallera se desplaza con movimiento rectilíneo.

La relación entre el número de vueltas del piñón y la velocidad de avance de la cremallera se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$L = P * Z * N$$

En la igualdad anterior, L es la velocidad de avance de la cremallera; P, el paso o la distancia entre dos dientes consecutivos, expresada en milímetros; Z, el número de dientes del piñón, y N, el número de vueltas por minuto que realice este. Por lo que el avance de la cremallera se expresará en milímetros por minuto.

### 4.2.11.1 Variables

Lo primero es mostrar una lista de variables dentro del panel modelo, las variables que se van a utilizar son (ver figura 4-78):

- xmax: Define el valor máximo para el eje de la X en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- xmin: Define el valor mínimo para el eje de la X en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- ymax: Define el valor máximo para el eje de la Y en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.
- ymin: Define el valor mínimo para el eje de la Y en el panel de dibujo donde se muestra la simulación.



The screenshot shows the 'Modelo' tab in the EJS 4.3.2 software. The 'Variables' sub-tab is active, displaying a table with the following data:

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
xmax	40.0	double	
xmin	-xmax	double	
ymax	xmax	double	
ymin	-xmax	double	

Figura 4-78. Variables comunes

Variables de la rueda y de la cremallera (ver figura 4-79):

- R\_Rueda: Radio de la rueda.
- longitudCremallera: Longitud de la cremallera.
- x: Posición x del centro de la rueda.
- y: Posición y del centro de la ruedas.
- Dientes\_Rueda: Número de dientes de la rueda.
- Dientes\_Cremallera: Número de dientes de la cremallera.
- dientes: Vector de de dos dimensiones para guardar las posición x e y final de los dientes de la rueda motriz.
- dientes\_Rueda\_ant: Variable para borrar los dientes de la rueda motriz de una simulación anterior.
- grados: grados entre un diente y otro de la rueda motriz.
- dientesC: Vector de una dimensión para guardar las posición "y" final de los dientes de la cremallera.
- dientes\_Cremallera\_ant: Variable para borrar los dientes de la cremallera de una simulación anterior.
- separación: Separación gráfica entre un diente y otro de la cremallera.
- anchoDienteRueda: Valor del ancho de un diente de la rueda.
- anchoDienteCremallera: Valor del ancho de un diente de la cremallera.
- aleja: Variable que determina la distancia entre la rueda y la cremallera.

- paso: Distancia expresada en milímetros que hay entre un diente y otro de la cremallera.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
R_Rueda	20	double	
longitudCremallera	300	double	
x	0.0	double	
y	0.0	double	
Dientes_Rueda	20	double	
Dientes_Cremallera	10	double	
dientes		double	[100] [100]
dientes_Rueda_ant		double	
grados	0	double	
dientesC	100	double	[100]
dientes_Cremallera_ant		double	
separacion	0	double	
anchoDienteRueda	10	double	
anchoDienteCremallera	10	double	
aleja	2	double	
paso	2.0	double	

Figura 4-79. Variables de las ruedas

Variables de movimiento (ver figura 4-80):

- MovCremallera: Avance de la cremallera.
- Giro\_Rueda: Giro de la rueda.
- Inc\_Giro\_Rueda: Incremento del giro de la rueda.
- Velocidad\_Rueda: Velocidad de la rueda motriz.
- velCremallera: Velocidad de la cremallera.

Nombre	Valor inicial	Tipo	Dimensión
MovCremallera	1	double	
Giro_Rueda	0.0	double	
Inc_Giro_Rueda	0.01	double	
Velocidad_Rueda	10.0	double	
velCremallera	0.0	double	

Figura 4-80. Variables de movimiento



#### 4.2.11.2 Ecuaciones

Una vez definidas las variables dentro del panel modelo, se pasa a escribir las ecuaciones necesarias. En primer lugar se define la evolución de la simulación en la página de evolución.

Lo primero que se realiza es la comprobación de los valores introducidos por el usuario, después se llama a los métodos que dependiendo del número de dientes introducidos por el usuario dibujan los dientes en la rueda y la cremallera, y también se llama al método que relaciona el tamaño de la rueda con el número de dientes.

Una vez realizado esto se comprueba que la cremallera no ha llegado al final y se introducen las ecuaciones de movimiento, tanto de la rueda como de la cremallera (ver figura 4-81).

```
compruebaValores(); // Filtra los valores introducidos por el usuario
dibujaDientesRueda();
dibujaDientesCremallera();
relacionRadioDientes();
if (MovCremallera >= longitudCremallera)
    _pause();
else
{
    Giro_Rueda = Giro_Rueda + Inc_Giro_Rueda * Velocidad_Rueda*0.2;
    velCremallera = (paso/10)* Dientes_Rueda * Velocidad_Rueda;
    MovCremallera = MovCremallera + velCremallera/ 200;
```

Figura 4-81. Página de evolución

Sin embargo la ecuación  $Velocidad_{Cremallera} = Paso * Dientes_{Rueda} * Velocidad_{Rueda}$  se coloca en la pestaña de relaciones fijas, ya que se cumple siempre y depende de la velocidad y de los dientes de la rueda y del paso entre dientes de la cremallera (ver figura 4-82).

```
velCremallera = (paso/10) * Dientes_Rueda * Velocidad_Rueda;
```

Figura 4-82. Relaciones fijas

### 4.2.11.3 Métodos propios

Como se ha comentado anteriormente con el método “compruebaValores()” se filtran los valores introducidos por el usuario para evitar errores y que la simulación sea robusta (ver figura 4-83).



```
public void compruebaValores () {
if (paso > 20) {
    _alert("", "Advertencia", "El valor para el paso entre de dientes de la cremallera
    paso = 20; }
if (paso < 1) {
    _alert("", "Advertencia", "El valor para el paso entre de dientes de la cremallera
    paso = 1; }
if (Dientes_Rueda > 50) {
    _alert("", "Advertencia", "El valor para el número de dientes de la rueda no puede
    Dientes_Rueda = 50; }
if (Dientes_Rueda < 4) {
    _alert("", "Advertencia", "El valor para el número de dientes de la rueda no puede
    Dientes_Rueda = 4; }
if (Velocidad_Rueda > 100) {
    _alert("", "Advertencia", "El valor para la velocidad de la rueda motriz no puede s
    Velocidad_Rueda = 100; }
if (Velocidad_Rueda < 1) {
    _alert("", "Advertencia", "El valor para la velocidad de la rueda motriz no puede s
    Velocidad_Rueda = 1; }
}
```

Figura 4-83. Método propio para filtrar los valores introducidos por el usuario

El método relacionRadioDientes() calcula el tamaño de la rueda a partir del número de dientes introducido por teclado. A más dientes, mayor tamaño de la rueda (ver figura 4-84).



```
public void relacionRadioDientes () {
    R_Rueda = Dientes_Rueda;
}
```

Figura 4-84. Método propio para calcular la relación entre el número de dientes y el tamaño de una rueda

El método “dibujaDientesRueda()” calcula las coordenadas escalares para cada uno de los dientes. Estas coordenadas escalares corresponden con el número de veces que se ha de dividir una circunferencia dependiendo del número de dientes.

Para ello existe un “array” de dos dimensiones donde se almacenas dichas coordenadas mediante un bucle “for”, y se guarda el número de divisiones para que en sucesivas repeticiones si éste es mayor que el nuevo número de divisiones, borrar los dientes que sobran (ver figura 4-85).

```

public void dibujaDientesRueda () {
    grados = 360/Dientes_Rueda;

    for (int i =0; i<Dientes_Rueda; i++) {
        dientes[i][0]= (R_Rueda/2)*Math.cos(Math.PI/180*grados*i);
        dientes[i][1]= (R_Rueda/2)*Math.sin(Math.PI/180*grados*i);
        if (dientes[i][0] >=0)
            dientes[i][0]=dientes[i][0]+0.5;
        else
            dientes[i][0]=dientes[i][0]-0.5;
        if (dientes[i][1] >=0)
            dientes[i][1]=dientes[i][1]+0.5;
        else
            dientes[i][1]=dientes[i][1]-0.5;
    }
    if (dientes_Rueda_ant>(int)Dientes_Rueda) {
        for (int j =(int)Dientes_Rueda;j<dientes_Rueda_ant;j++)
        {
            dientes[j][0]= 0;
            dientes[j][1]= 0;
        }
    }
    else
        dientes_Rueda_ant=Dientes_Rueda;
}

```

**Figura 4-85. Método propio que pinta los dientes en la interfaz gráfica**

El método “dibujaDientesCremallera()” calcula a partir de la longitud de la cremallera y el paso entre dientes el número de dientes que hay que dibujar y la separación entre ellos.

Para ello existe un “array” de una dimensión donde se almacena la posición de cada diente mediante un bucle “for”, y se guarda el número de divisiones para que en sucesivas repeticiones si éste es mayor que el nuevo número de divisiones, borrar los dientes que sobran (ver figura 4-86).

```

public void dibujaDientesCremallera () {
    if ((int)paso == 1)
        Dientes_Cremallera=longitudCremallera/2;
    if ((int)paso == 2)
        Dientes_Cremallera=longitudCremallera/2.5;
    if (((int)paso != 1) && ((int)paso!=2))
        Dientes_Cremallera=longitudCremallera/paso;
    separacion = longitudCremallera/paso;
    double paso2=(longitudCremallera/separacion);
    for (int i =0; i<Dientes_Cremallera; i++) {
        if ((int)paso == 1)
            dientesC[i]=-MovCremallera+2*i;
        if ((int)paso == 2)
            dientesC[i]=-MovCremallera+2.5*i;
        if (((int)paso != 1) && ((int)paso!=2))
            dientesC[i]=-MovCremallera+paso2*i;
    }
    if (dientes_Cremallera_ant>(int)Dientes_Cremallera) {
        for (int j =(int)Dientes_Cremallera;j<dientes_Cremallera_ant;j++){
            dientesC[j]=100;
            dientesC[j]=100;
        }
    }
    else
        dientes_Cremallera_ant=Dientes_Cremallera;
}

```

Figura 4-86. Método propio que dibuja los dientes de la cremallera

#### 4.2.11.4 Vista

Una vez definidas las variables, las ecuaciones y los métodos propios hay que asociar esas variables a unas figuras que simulen esas variaciones de velocidad y tamaño. Esto se hace desde el panel "Vista" (ver figura 4-87).

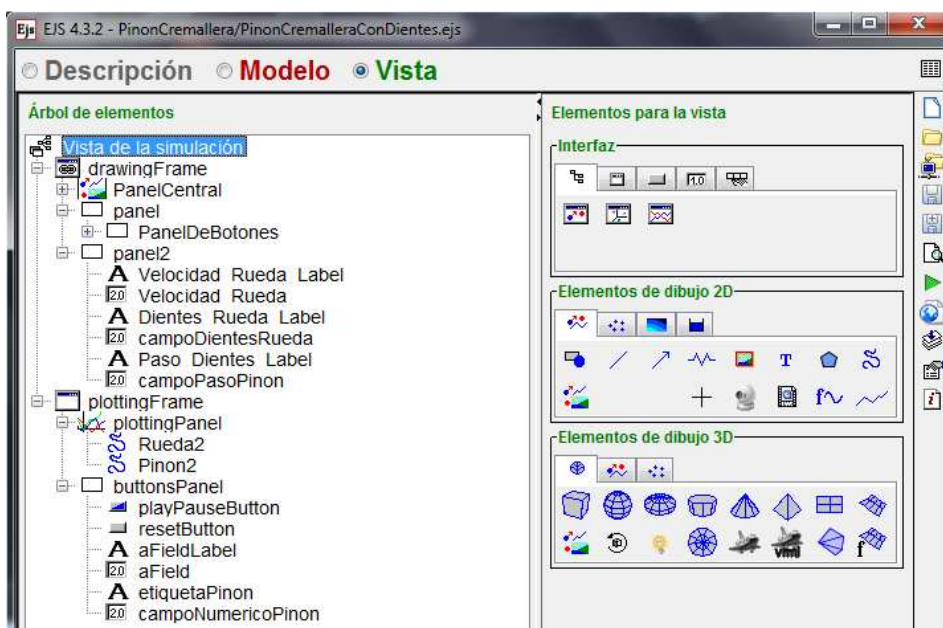


Figura 4-87. Elementos de la vista

Lo primero es añadir al árbol de elementos la ventana principal arrastrándola desde la sección “Interfaz” del panel “Elementos para la vista” que se encuentra a la derecha. En dicha ventana principal se colocará la simulación de la evolución del piñón cremallera y las cajas de texto para la introducción de los valores en las variables.

Como se puede observar en la figura 4-87 existen dos ventanas, “drawingFrame” y “plottingFrame”. En la ventana “drawingFrame” se muestran los botones para controlar la simulación, las cajas de texto para la introducción y modificación de los valores que toman las variables y los elementos gráficos de la simulación en sí. Mientras que en “plottingFrame” se muestra una gráfica de evolución de la simulación mostrando la velocidad en función del tiempo y el número de dientes de la rueda y de la cremallera.

Una vez colocados todos los elementos visuales se asocian las variables a los elementos. En la figura 4-88 se muestra un ejemplo de cómo, modificando las propiedades de la rueda motriz, se modifica también su aspecto visual simulando que la rueda es mayor o menor, según el valor que tome la variable “D\_Rueda”.

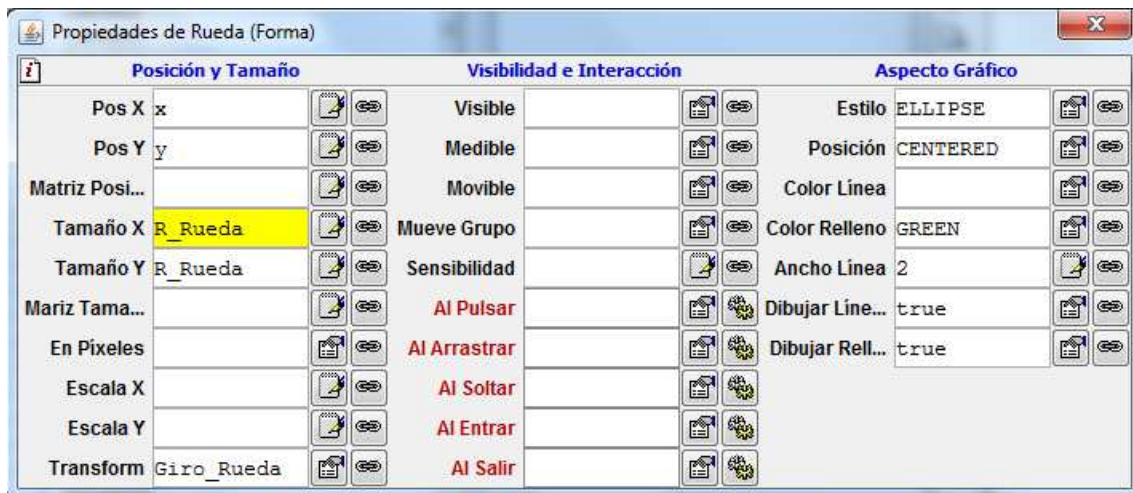


Figura 4-88. Propiedades del elemento rueda

## 4.2.12 Simulación 12. Ruedas de fricción 3D

El principal cambio de esta simulación respecto a su versión en dos dimensiones (simulación 1) se encuentra en el panel “vista” (ver figura 4-89).

### 4.2.12.1 Vista

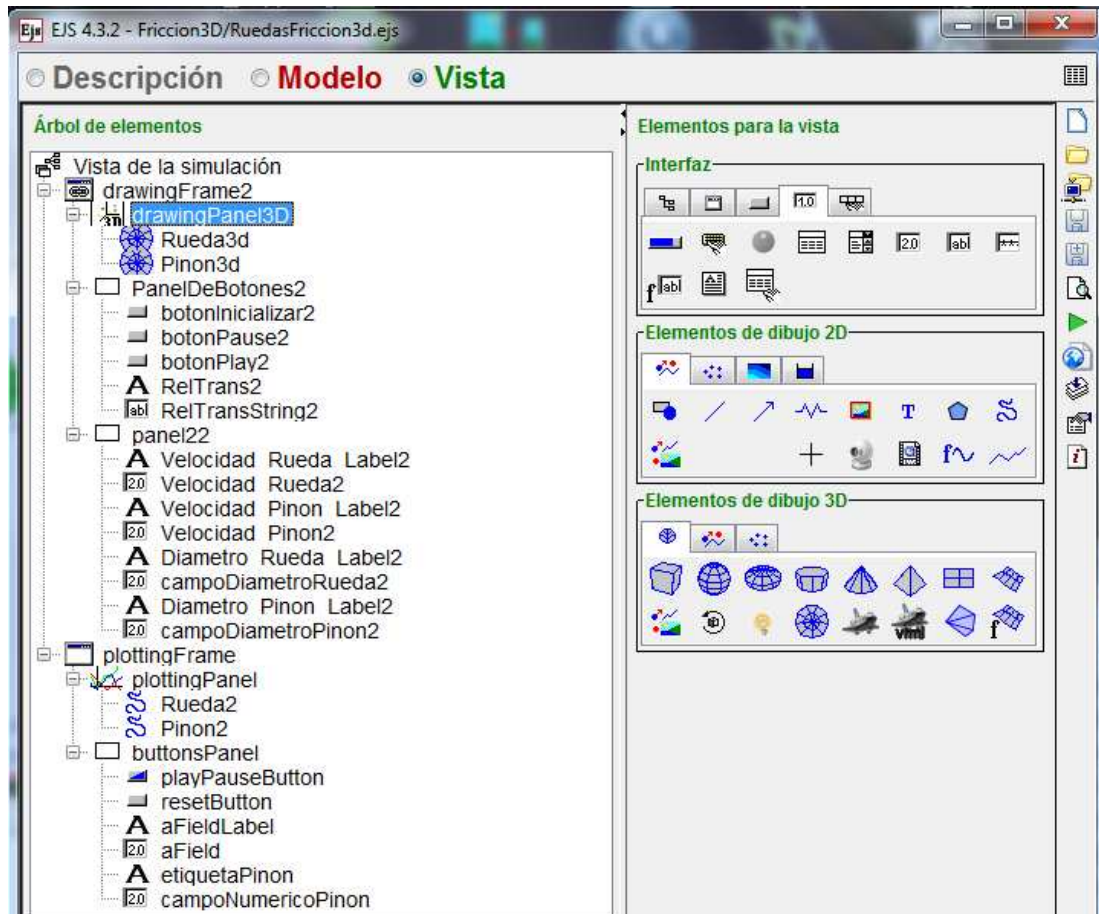


Figura 4-89. Elementos de la vista 3D

Lo primero es añadir al árbol de elementos la ventana principal arrastrándola desde la sección “Interfaz” del panel “Elementos para la vista” que se encuentra a la derecha. En dicha ventana principal se colocará la simulación de la evolución de las ruedas y las cajas de texto para la introducción de los valores en las variables.

Como se puede observar en la figura 4-89 existen dos ventanas, “drawingFrame” y “plottingFrame”. En la ventana “drawingFrame” se muestran los botones para controlar la simulación, las cajas de texto para la introducción y modificación de los valores que toman las variables y los elementos gráficos de la simulación en sí. Mientras que en “plottingFrame” se muestra una gráfica de evolución de la simulación mostrando la velocidad en función del tiempo y el radio de las ruedas.

A continuación se muestra un ejemplo de la interfaz gráfica 3D para las ruedas de fricción en figura 4-90.

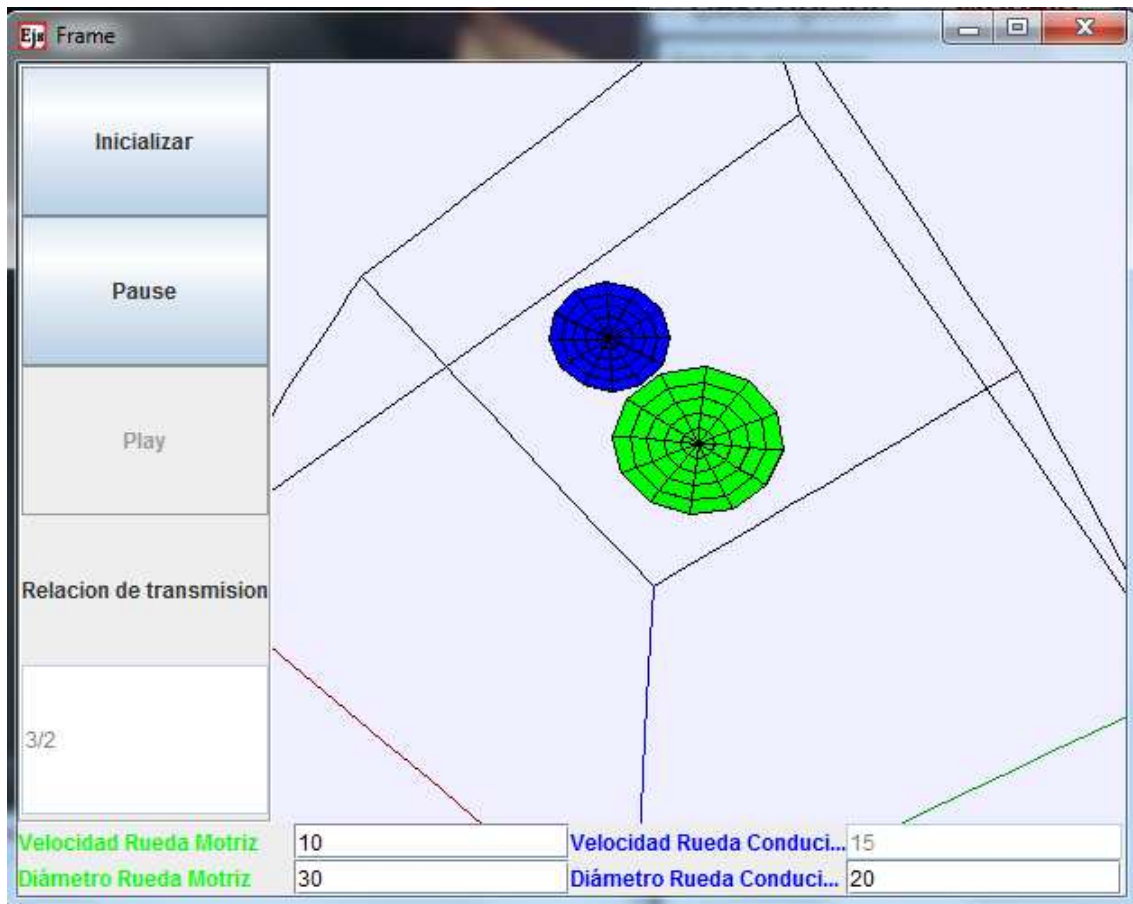


Figura 4-90. Ejemplo de interfaz gráfica 3D

## 4.3 Guiones

En este apartado se exponen los diferentes guiones de prácticas, divididos en el fundamento del sistema o mecanismo y en el guión. Las imágenes y tablas de los guiones no se han referenciado ya que este material va dirigido a los alumnos.

### 4.3.1 Guión 1. Ruedas de fricción

#### 4.3.1.1 Ruedas de fricción

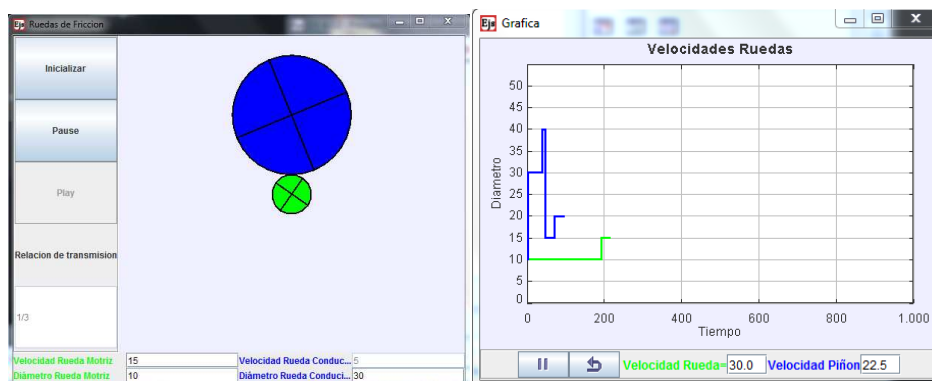
Son sistemas de dos o más ruedas que se encuentran en contacto. Una de las ruedas se denomina **motriz** o **de entrada** (1), pues al moverse provoca el movimiento de la rueda **de salida** (2), que se ve arrastrada o conducida por la primera. El sentido de giro de la rueda arrastrada es contrario al de la rueda motriz. Si se utilizan más de dos ruedas, el sentido de giro va cambiando alternativamente.

#### USOS

Las ruedas de fricción son muy empleadas en la industria, por ejemplo, para fabricar y arrastrar chapas metálicas, rollos de papel u otras superficies de poco espesor. Asimismo, los radiocasetes, los aparatos de vídeo, etc., se sirven de este mecanismo para el arrastre de las cintas.

La relación entre las velocidades de giro de las ruedas o poleas depende del tamaño relativo de dichas ruedas:

$$N_1 * D_1 = N_2 * D_2 \rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \frac{N_2}{N_1}$$



$N_1$  y  $N_2$  indican las velocidades de las ruedas motriz y conducida, respectivamente, y  $D_1$  y  $D_2$ , los diámetros correspondientes. Las velocidades de las ruedas se expresan en revoluciones por minuto (rpm) y los diámetros de las ruedas, en unidades de longitud, normalmente milímetros. El cociente  $D_1/D_2$  se denomina **relación de transmisión**.

En la segunda ventana, llamada Gráfica, se muestran gráficamente las velocidades de ambas ruedas según su tamaño.



#### 4.3.1.2 Parte experimental

Se va a calcular la relación de transmisión en el sistema de ruedas de fricción. Los diámetros de las ruedas motriz y conducida se muestran en la siguiente tabla y se nombran por  $D_1$  y  $D_2$  respectivamente.

La velocidad a la que gira la rueda motriz también se variará para observar los resultados.

Para realizar estos cambios en los tamaños de las ruedas y en la velocidad de la rueda motriz hay que escribir el valor deseado en las cajas de texto de la simulación y pulsar la tecla "Intro" para que se produzca el cambio de valor.

Caso 1. La velocidad de giro es constante y varían los diámetros de las ruedas motriz y conducida.

Para calcular los diferentes valores para la Relación de Transmisión y para las velocidades de la rueda conducida ve cambiando los valores para los diámetros de las ruedas motriz y conducida y establece la velocidad de giro de la rueda motriz a 30 rpm. Anota los valores en la siguiente tabla.

$N_1$ (rpm)	$N_2$ (rpm)	$D_1$ (cm)	$D_2$ (cm)	RelTrans
30	<b>10</b>	10	30	<b>1/3</b>
30		20	20	
30		20	30	
30		30	20	
30		30	10	
30		5	30	
30		30	5	

Caso 2. La velocidad de giro de la rueda motriz varía y se mantienen fijos los valores de los diámetros de las ruedas motriz y conducida para observar las variaciones en la relación de transmisión y en la velocidad de giro de la rueda conducida.

$N_1$ (rpm)	$N_2$ (rpm)	$D_1$ (cm)	$D_2$ (cm)	RelTrans
10		10	30	
20		10	30	
30	<b>10</b>	10	30	<b>1/3</b>
40		10	30	
50		10	30	
60		10	30	
70		10	30	

## 4.3.2 Guión 2. Poleas con correa

### 4.3.2.1 Sistema de poleas con correa

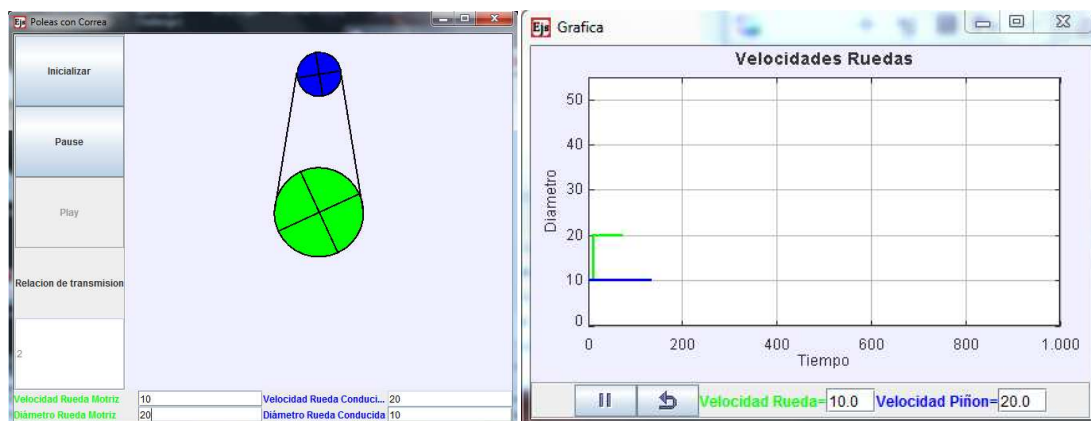
Se trata de dos poleas o ruedas situadas a cierta distancia, cuyos ejes suelen ser paralelos, que giran simultáneamente por efecto de una correa. Así, el giro de un eje se transmite al otro a través de las poleas acopladas a ambos. Las dos poleas y, por tanto, los dos ejes giran en el mismo sentido.

### USOS

Se utilizan en máquinas industriales, así como en motores de automóviles, lavadoras, taladradoras, etcétera.

La relación entre las velocidades de giro de las ruedas o poleas depende del tamaño relativo de dichas ruedas:

$$N_1 * D_1 = N_2 * D_2 \rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \frac{N_2}{N_1}$$



$N_1$  y  $N_2$  indican las velocidades de las ruedas motriz y conducida, respectivamente, y  $D_1$  y  $D_2$ , los diámetros correspondientes. Las velocidades de las ruedas se expresan en revoluciones por minuto (rpm) y los diámetros de las ruedas en unidades de longitud, normalmente milímetros. El cociente  $D_1/D_2$  se denomina **relación de transmisión**.

En la segunda ventana, llamada Gráfica, se muestran gráficamente las velocidades de ambas ruedas según su tamaño.

#### 4.3.2.2 Parte experimental

Se va a calcular la relación de transmisión en el sistema de poleas con correas y el diámetro que debe tener la rueda motriz para que, girando a 70 rpm, la conducida gire a una velocidad determinada que se muestra en la siguiente tabla.

Caso 1. La velocidad de giro de la rueda motriz es constante y varía la velocidad de giro de la rueda conducida.

Para calcular los diferentes valores para la relación de transmisión y para el diámetro de la rueda conducida ve cambiando los valores para la velocidad de la rueda conducida y establece la velocidad de giro de la rueda motriz a 70 rpm. Anota los valores en la siguiente tabla.

N <sub>1</sub> (rpm)	N <sub>2</sub> (rpm)	D <sub>1</sub> (cm)	D <sub>2</sub> (cm)	RelTrans
30	<b>10</b>	10	30	<b>1/3</b>
30		20	20	
30		20	30	
30		30	20	
30		30	10	
30		5	30	
30		30	5	

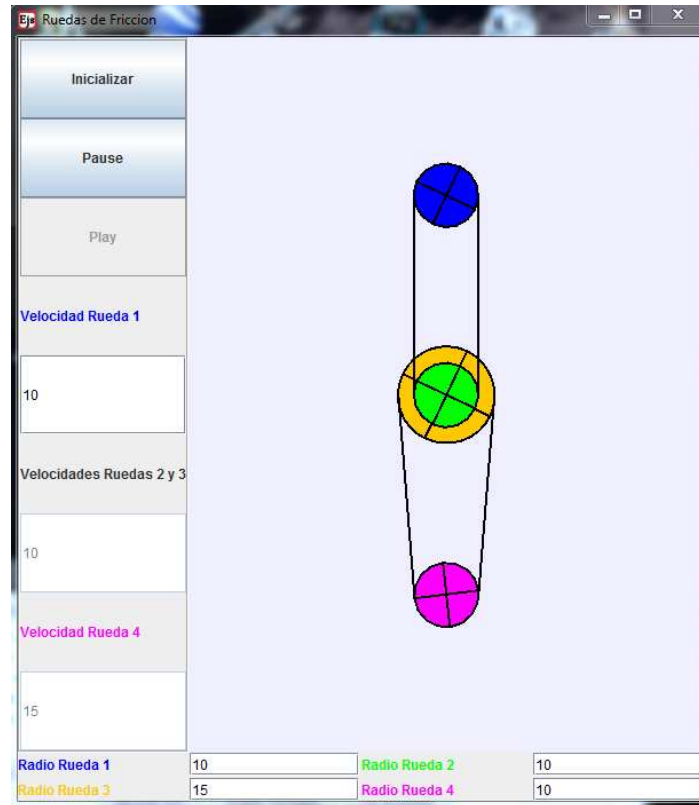
Caso 2. La velocidad de giro y el diámetro de la rueda motriz varían y el valor del diámetro de la rueda conducida se mantiene constante para observar las variaciones en la relación de transmisión y en la velocidad de giro de la rueda conducida.

N <sub>1</sub> (rpm)	N <sub>2</sub> (rpm)	D <sub>1</sub> (cm)	D <sub>2</sub> (cm)	RelTrans
10		10	30	
20		10	30	
30	<b>10</b>	10	30	<b>1/3</b>
40		10	30	
50		10	30	
60		10	30	
70		10	30	

### 4.3.3 Guión 3. Tren de poleas con correas

#### 4.3.3.1 Tren de poleas con correas

Un tren de poleas con correa es un sistema de poleas (o ruedas) con correa formado por más de dos ruedas como se muestra en la siguiente imagen:



En este sistema, el movimiento circular del primer eje se transmite al segundo a través de las poleas 1 y 2 mediante la correa de enlace tensa que las une. Las poleas 2 y 3, acopladas al mismo eje, giran a la misma velocidad. Por último, el movimiento de la polea 3 se transmite a la polea 4 mediante la correa que las une. Todas las ruedas giran en el mismo sentido.

La relación entre las velocidades de giro de las ruedas motriz (1) y conducida (4) depende del tamaño relativo de las ruedas del sistema y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{N_4}{N_1} = \frac{D_1 * D_3}{D_2 * D_4} \rightarrow N_4 = \frac{D_1 * D_3 * N_1}{D_2 * D_4}$$

En la igualdad,  $N_1$  y  $N_4$  son las velocidades de las ruedas motriz y conducida, respectivamente, y  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  y  $D_4$ , los diámetros de las poleas. Observa la similitud entre esta expresión y la correspondiente al tren de engranajes.

#### USOS

En máquinas herramienta, taladradora, aparatos de vídeo...

#### 4.3.3.2 Parte experimental

Se va a calcular la velocidad de salida de un tren de poleas con correas. Los diámetros de la rueda 1 (motriz), 2, 3 y de la rueda 4 (conducida) se muestran en la siguiente tabla y se nombran por  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  y  $D_4$  respectivamente.

La velocidad a la que gira la rueda motriz ( $N_1$ ) también se variará para observar los resultados.

Caso 1. La velocidad de giro es constante y varían los diámetros de las ruedas.

Para calcular los diferentes valores para las velocidades de las ruedas 2 y 3 y para la rueda 4 (conducida) ve cambiando los valores para los diámetros de las ruedas 1, 2, 3 y 4 y establece la velocidad de giro de la rueda 1 (motriz) a 30 rpm. Anota los valores en la siguiente tabla.

$N_1$ (rpm)	$N_2$ y $N_3$ (rpm)	$N_4$ (rpm)	$D_1$ (cm.)	$D_2$ (cm.)	$D_3$ (cm.)	$D_4$ (cm.)
30			20	10	20	10
30			20	10	20	20
30	<b>30</b>	<b>90</b>	30	10	30	10
30			30	10	30	20
30			30	10	30	30
30			30	20	30	20
30			20	15	20	30

Caso 2. La velocidad de giro de la rueda motriz varía y se mantiene fijo por bloques los diámetros de las ruedas del tren de poleas para observar las variaciones en la velocidad de giro de la rueda 4 (conducida).

$N_1$ (rpm)	$N_2$ y $N_3$ (rpm)	$N_4$ (rpm)	$D_1$ (cm.)	$D_2$ (cm.)	$D_3$ (cm.)	$D_4$ (cm.)
10			20	10	20	10
10			20	10	20	20
20	<b>60</b>	<b>180</b>	30	10	30	10
20			30	10	30	20
50			30	10	30	30
50			30	20	30	20
100			20	15	20	30

### 4.3.4 Guión 4. Ruedas dentadas

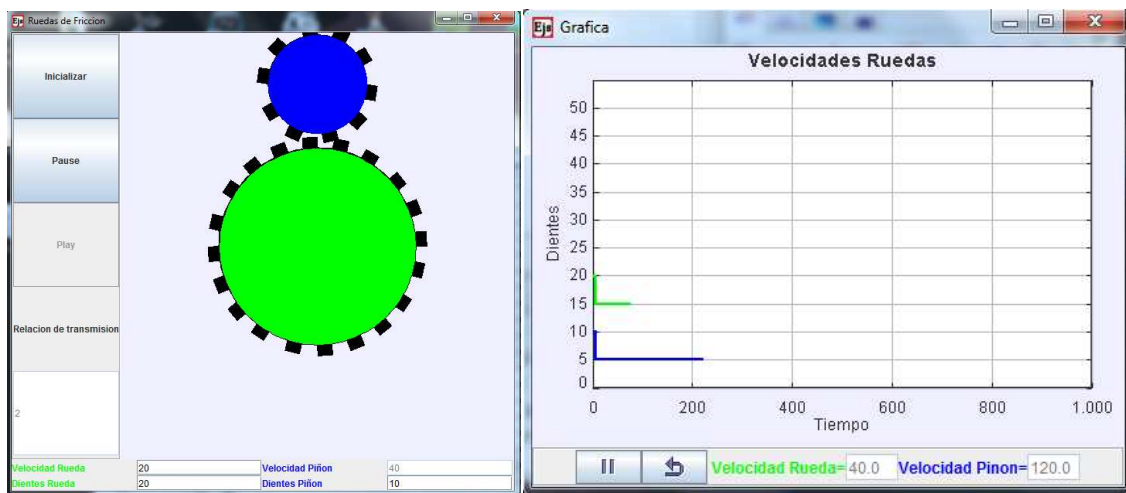
#### 4.3.4.1 Engranajes o ruedas dentadas

Los engranajes son juegos de ruedas que poseen salientes denominados dientes, que encajan entre sí, de modo que unas ruedas arrastran a las otras. Permiten transmitir un movimiento circular entre dos ejes próximos paralelos.

Todos los dientes han de tener la misma forma y tamaño. Las dos ruedas y, por tanto, los dos ejes giran en sentido opuesto.

#### USOS

Los engranajes se emplean en máquinas industriales, en automoción, en artículos domésticos (taladradoras, batidoras...), etcétera.



La relación entre las velocidades de giro de las ruedas depende del número de dientes de cada una:

$$N_1 * Z_1 = N_2 * Z_2 \rightarrow \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

En esta igualdad,  $N_1$  y  $N_2$  son las velocidades de las correspondientes ruedas, y  $Z_1$  y  $Z_2$ , su número de dientes. El cociente  $Z_1 / Z_2$  es la **relación de transmisión**.

En la segunda ventana, llamada Gráfica, se muestra gráficamente las velocidades de ambas ruedas según su tamaño.

#### 4.3.4.2 Parte experimental

Se va a calcular la relación de transmisión en el sistema de ruedas dentadas. Los dientes de la rueda motriz y de la rueda arrastrada se muestran en la siguiente tabla y se nombran por  $Z_1$  y  $Z_2$  respectivamente.

La velocidad a la que gira la rueda motriz también se variará para observar los resultados.

Caso 1. La velocidad de giro es constante y varían los dientes de las ruedas motriz y arrastrada.

Para calcular los diferentes valores para la relación de transmisión y para las velocidades de la rueda arrastrada ve cambiando los valores para los diámetros de las ruedas motriz y arrastrada y establece la velocidad de giro de la rueda motriz a 30 rpm. Anota los valores en la siguiente tabla.

$N_1$ (rpm)	$N_2$ (rpm)	$Z_1$ (dientes)	$Z_2$ (dientes)	RelTrans
30		20	5	
30	<b>60</b>	20	10	<b>2/1</b>
30		5	20	
30		10	20	
30		30	25	
30		25	30	
30		5	35	

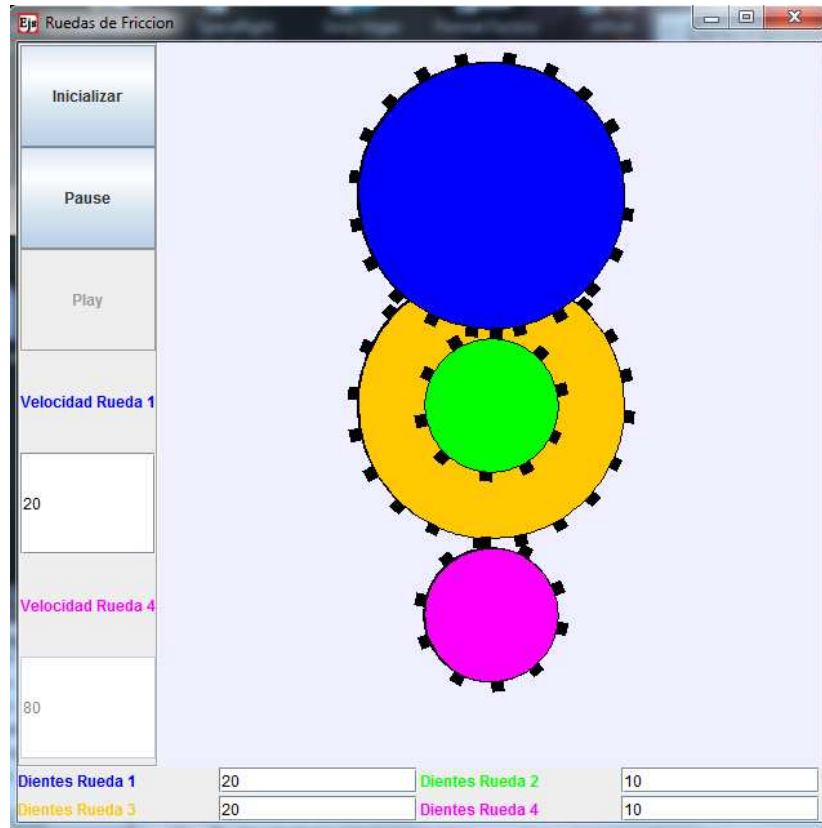
Caso 2. La velocidad de giro de la rueda motriz varía y se mantiene fijo el número de dientes de las ruedas motriz y arrastrada para observar las variaciones en la relación de transmisión y en la velocidad de giro de la rueda arrastrada.

$N_1$ (rpm)	$N_2$ (rpm)	$Z_1$ (dientes)	$Z_2$ (dientes)	RelTrans
10		10	30	
20		10	30	
30	<b>10</b>	10	30	<b>1/3</b>
40		10	30	
50		10	30	
60		10	30	
70		10	30	

## 4.3.5 Guión 5. Tren de engranaje

### 4.3.5.1 Tren de engranaje

Un tren de engranajes es un sistema formado por más de dos engranajes, ubicados tal como se muestra en la siguiente imagen:



### USOS

Los engranajes se emplean en máquinas industriales, en automoción, en artículos domésticos (taladradoras, batidoras...), etcétera.

En este sistema, el movimiento circular del primer eje se transmite al segundo a través de las ruedas 1 y 2. La rueda 3 gira simultáneamente con la rueda 2 y transmite el movimiento a la rueda 4, con la que está engranada. Cada una de las ruedas de un par engranado gira en sentido opuesto a su pareja.

La relación entre las velocidades de giro de las ruedas motriz (1) y conducida (4) depende del número de dientes de los engranajes del sistema y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{N_4}{N_1} = \frac{Z_1 * Z_3}{Z_2 * Z_4} \rightarrow N_4 = \frac{Z_1 * Z_3 * N_1}{Z_2 * Z_4}$$

En la igualdad,  $N_1$  y  $N_4$  son las velocidades de las ruedas motriz y conducida, respectivamente, y  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$  y  $Z_4$ , el número de dientes de las ruedas. Observa la similitud entre esta expresión y la correspondiente al tren de poleas.



#### 4.3.5.2 Parte experimental

Se va a calcular la velocidad de salida de un tren de engranaje. Los dientes de la rueda motriz y de la rueda arrastrada se muestran en la siguiente tabla y se nombran por  $Z_1$  y  $Z_4$  respectivamente.

La velocidad a la que gira la rueda motriz también se variará para observar los resultados.

Caso 1. La velocidad de giro es constante y varían los dientes de las ruedas motriz y arrastrada.

Para calcular los diferentes valores para la relación de transmisión y para las velocidades de la rueda arrastrada ve cambiando los valores para los diámetros de las ruedas motriz y arrastrada y establece la velocidad de giro de la rueda motriz a 30 rpm. Anota los valores en la siguiente tabla.

$N_1$ (rpm)	$N_4$ (rpm)	$Z_1$ (dientes)	$Z_2$ (dientes)	$Z_3$ (dientes)	$Z_4$ (dientes)
30		20	10	20	10
30		20	10	20	20
30	<b>270</b>	30	10	30	10
30		30	10	30	20
30		30	10	30	30
30		30	20	30	20
30		20	15	20	30

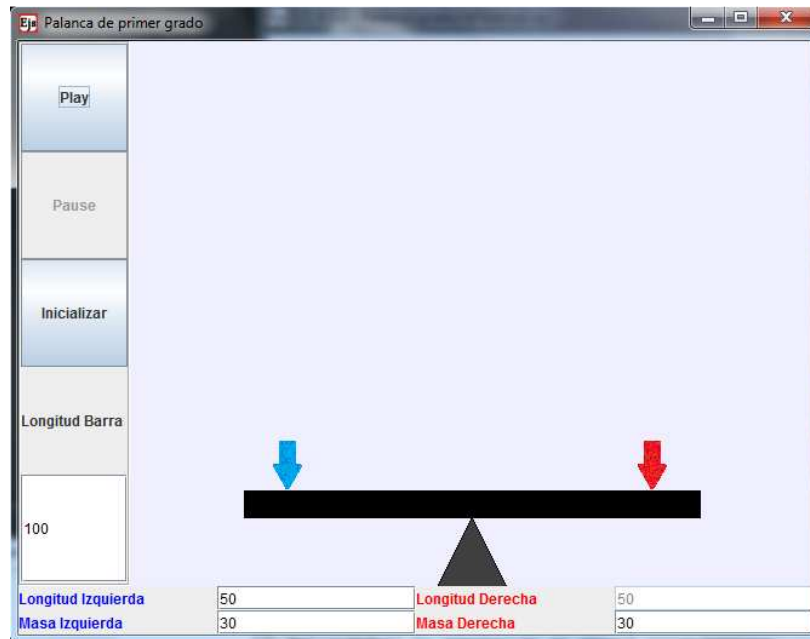
Caso 2. La velocidad de giro de la rueda motriz varía y se mantiene fijo por bloques el número de dientes de las ruedas del engranaje para observar las variaciones en la velocidad de giro de la rueda arrastrada.

$N_1$ (rpm)	$N_4$ (rpm)	$Z_1$ (dientes)	$Z_2$ (dientes)	$Z_3$ (dientes)	$Z_4$ (dientes)
10		20	10	20	10
10		20	10	20	20
20	<b>180</b>	30	10	30	10
20		30	10	30	20
50		30	10	30	30
50		30	20	30	20
100		20	15	20	30

## 4.3.6 Guión 6. Palanca de primer grado

### 4.3.6.1 La palanca de primer grado

La palanca es una barra rígida que gira en torno a un punto de apoyo o articulación. En un punto de la barra se aplica una fuerza,  $F$ , con el fin de vencer una resistencia,  $R$ , que actúa en otro punto de la barra.



La palanca se encuentra en equilibrio cuando el producto de la fuerza,  $F$ , por su distancia,  $d$ , al punto de apoyo es igual al producto de la resistencia,  $R$ , por su distancia,  $r$ , al punto de apoyo. Esta es la denominada ley de la palanca, que matemáticamente se expresa así:

$$F * d = R * r$$

De la anterior fórmula se deduce que cuanto mayor sea la longitud del brazo de fuerza, menor será la fuerza que hay que ejercer para poder levantar el peso que opone la fuerza resistente ( $R$ ).

Según la colocación del punto de apoyo, hay tres tipos o géneros de palanca.

En una palanca de primer grado la fuerza que hay que hacer para vencer la resistencia dependerá de la longitud de los brazos de potencia y de resistencia, cuanto mayor sea la longitud del brazo de potencia, menor fuerza habrá que ejercer.

### **USOS**

Ejemplos de este tipo de palanca son el balancín, las tijeras, las tenazas, los alicates o la catapulta.

#### 4.3.6.2 Parte experimental

Se va a calcular la fuerza que hay que hacer para mover el peso P con una palanca de primer grado en el caso 1 y la longitud del brazo de la fuerza para mover un peso determinado en el caso 2.

Caso 1. La distancia del peso (P) al punto de apoyo irá variando al igual que la distancia de la fuerza al punto de apoyo, manteniendo fijo el peso a mover en 30 Kg.

En los dos últimos valores se variará también la longitud de la barra, acortándola en 20 cm.

Para calcular los diferentes valores de la fuerza que hay que hacer para mover un peso de 30 Kg.

F(Kg)	d (cm)	P (Kg)	r (cm)	Barra (cm)
	50	30	50	100
	60	30	40	100
<b>13</b>	70	30	30	100
	40	30	60	100
	30	30	70	100
	60	30	20	80
	20	30	60	80

Caso 2. La distancia de la fuerza (F) al punto de apoyo irá variando al igual que el peso (P) y la distancia de éste al punto de apoyo.

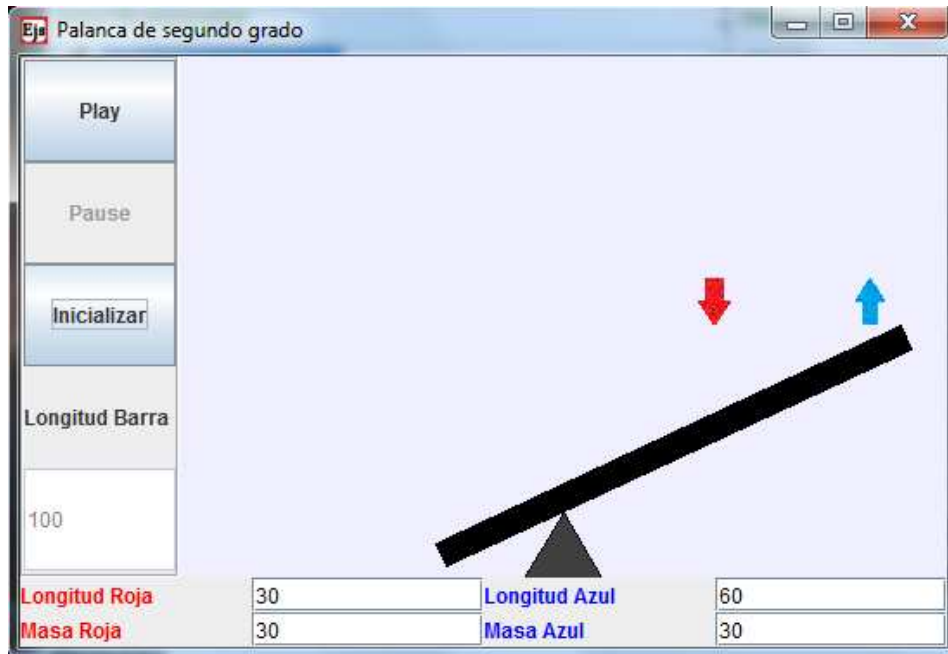
Para calcular los diferentes valores de la longitud del brazo de la fuerza que hay que hacer para mover un peso.

F(Kg)	d (cm)	P (Kg)	r (cm)	Barra (cm)
40		30		100
30		40		100
10	<b>76</b>	30	<b>24</b>	100
10		40		100
120	<b>37</b>	100	<b>43</b>	80
100		100		80
50		100		80

## 4.3.7 Guión 7. Palanca de segundo grado

### 4.3.7.1 La palanca de segundo grado

La palanca es una barra rígida que gira en torno a un punto de apoyo o articulación. En un punto de la barra se aplica una fuerza,  $F$ , con el fin de vencer una resistencia,  $R$ , que actúa en otro punto de la barra.



La palanca se encuentra en equilibrio cuando el producto de la fuerza,  $F$ , por su distancia,  $d$ , al punto de apoyo es igual al producto de la resistencia,  $R$ , por su distancia,  $r$ , al punto de apoyo. Esta es la denominada ley de la palanca, que matemáticamente se expresa así:

$$F * d = R * r$$

Así, si se aumenta la longitud del brazo de la fuerza, la fuerza que se debe aplicar para vencer una resistencia será menor (el esfuerzo no será tan grande). Lo mismo sucede si se disminuye la longitud del brazo de la resistencia.

Según la colocación del punto de apoyo, hay tres tipos o géneros de palanca.

La palanca de segundo grado presenta la ventaja de tener que hacer muy poca fuerza en el brazo de fuerza para poder vencer la fuerza resistente.

### USOS

Se puede utilizar esta palanca para transportar una carga en un carrillo de mano, para abrir un tapón de una botella mediante un abridor o para partir una nuez con el cascanueces.

#### 4.3.7.2 Parte experimental

Se va a calcular la fuerza que hay que hacer para mover el peso P con una palanca de segundo grado en el caso 1 y la longitud del brazo de la fuerza para mover un peso determinado en el caso 2.

Caso 1. La distancia del peso (P) al punto de apoyo irá variando al igual que la distancia de la fuerza al punto de apoyo, y el peso a mover.

Para calcular los diferentes valores de la fuerza que hay que hacer para mover un peso.

F(Kg)	d (cm)	P (Kg)	r (cm)
	60	100	30
	60	50	30
	50	100	20
<b>29</b>	50	70	20
	50	100	40
	60	100	40
	80	100	50

Caso 2. La distancia del peso (P) al punto de apoyo irá variando al igual que el peso (P) y la fuerza a realizar.

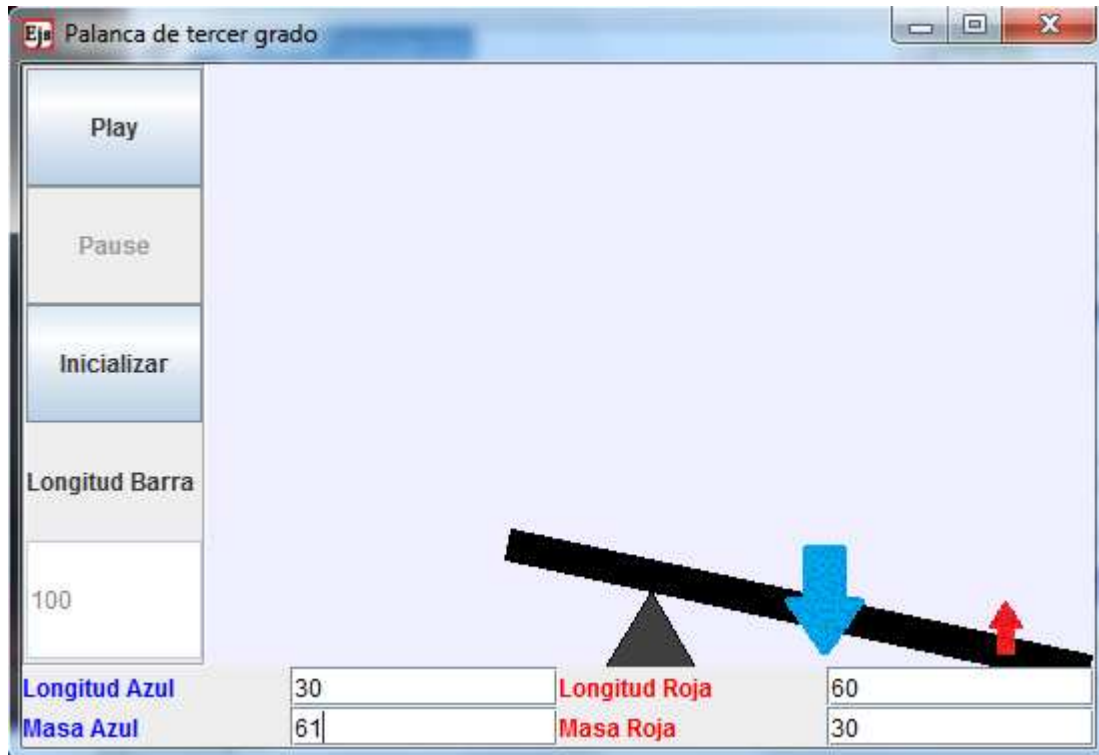
Para calcular los diferentes valores de la longitud del brazo de la fuerza que hay que hacer para mover un peso.

F(Kg)	d (cm)	P (Kg)	r (cm)
100		100	40
50		100	30
75		150	30
100	<b>61</b>	150	40
50		100	20
50		150	20
50		150	15

### 4.3.8 Guión 8. Palanca de tercer grado

#### 4.3.8.1 La palanca de tercer grado

La palanca es una barra rígida que gira en torno a un punto de apoyo o articulación. En un punto de la barra se aplica una fuerza,  $F$ , con el fin de vencer una resistencia,  $R$ , que actúa en otro punto de la barra.



La palanca se encuentra en equilibrio cuando el producto de la fuerza,  $F$ , por su distancia,  $d$ , al punto de apoyo es igual al producto de la resistencia,  $R$ , por su distancia,  $r$ , al punto de apoyo. Esta es la denominada ley de la palanca, que matemáticamente se expresa así:

$$F * d = R * r$$

Así, si se aumenta la longitud del brazo de la fuerza, la fuerza que se debe aplicar para vencer una resistencia será menor (el esfuerzo no será tan grande). Lo mismo sucede si se disminuye la longitud del brazo de la resistencia.

Según la colocación del punto de apoyo, hay tres tipos o géneros de palanca.

En las palancas de tercer grado la fuerza que hay que hacer para vencer la resistencia es bastante elevada.

#### **USOS**

Ejemplos de este tipo de palanca son el quita grapas y la pinza de cejas.

#### 4.3.8.2 Parte experimental

Se va a calcular la fuerza que hay que hacer para mover el peso P con una palanca de tercer grado en el caso 1 y la longitud del brazo de la fuerza para mover un peso determinado en el caso 2.

Caso 1. La distancia del peso (P) al punto de apoyo irá variando al igual que la distancia de la fuerza al punto de apoyo, y el peso a mover.

Para calcular los diferentes valores de la fuerza que hay que hacer para mover un peso de 100 Kg.

F(Kg)	d (cm)	P (Kg)	r (cm)
	20	50	50
	40	50	50
	20	50	60
<b>76</b>	40	50	60
	40	70	50
	40	70	60
	40	70	70

Caso 2. La distancia del peso (P) al punto de apoyo irá variando al igual que el peso (P) y la fuerza a realizar.

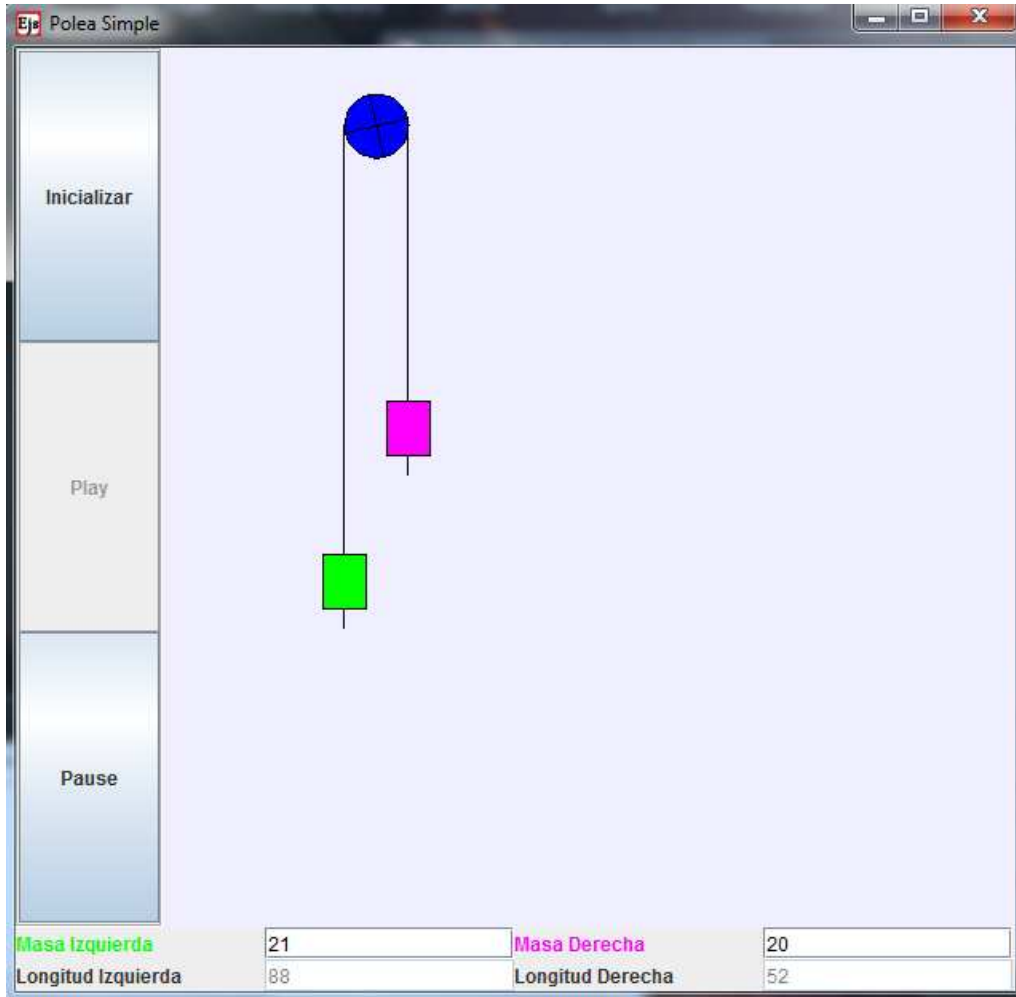
Para calcular los diferentes valores de la longitud del brazo de la fuerza que hay que hacer para mover un peso.

F(Kg)	d (cm)	P (Kg)	r (cm)
70		60	50
80		70	50
70		60	60
80	<b>53</b>	70	60
50		30	50
50		40	60
60		50	70

### 4.3.9 Guión 9. Polea fija

#### 4.3.9.1 Polea fija

La polea es una rueda acanalada que gira alrededor de un eje. Este se halla sujeto a una superficie fija. Por la ranura de la polea se hace pasar una cuerda, cadena o correa que permite vencer, de forma cómoda, una resistencia, R, aplicando una fuerza, F.



Una polea fija se encuentra en equilibrio cuando la fuerza aplicada, F, es igual a la resistencia, R, que presenta la carga, es decir, cuando:

$$F = R$$

#### USOS

La polea sirve para elevar y bajar cargas con facilidad. Se utiliza en pozos, grúas sencillas, aparatos de musculación, etcétera.



#### 4.3.9.2 Parte experimental

Se va a calcular la fuerza que hay que aplicar para levantar una carga de masa variable con una polea simple.

Caso 1. La masa de la carga a levantar varía para calcular los diferentes valores para la fuerza que hay que aplicar para levantar la carga.

F (Kg)	R(Kg)
	10
	20
<b>51</b>	50
	70
	100
	125
	150
	200
	250
	300
	350
	400

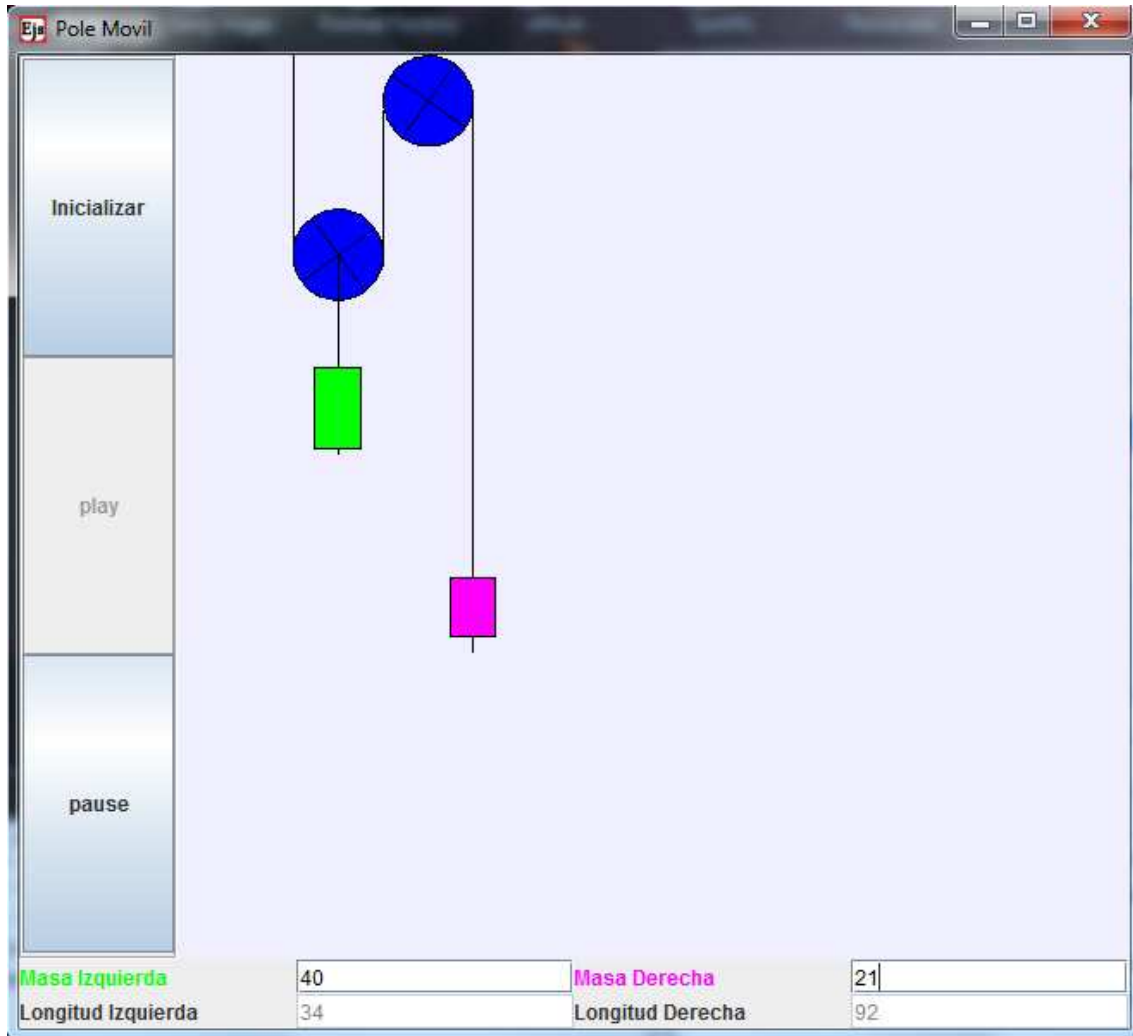
Caso 2. Calcula la resistencia que se puede vencer si se aplican las fuerzas que se muestran en la siguiente tabla:

F(N)	R(N)
10	
20	
50	<b><math>\leq 49</math></b>
70	
100	
125	
150	
200	
250	
300	
350	

## 4.3.10 Guión 10. Polea móvil

### 4.3.10.1 Polea móvil

La polea móvil es un conjunto de dos poleas, una de las cuales se encuentra fija, mientras que la otra puede desplazarse linealmente.



Una polea móvil se encuentra en equilibrio cuando se cumple la siguiente igualdad:

$$F = \frac{R}{2}$$

De este modo, el esfuerzo realizado para vencer la resistencia de una carga se reduce a la mitad con respecto a la polea fija. Por ello, este tipo de polea permite elevar cargas con menos esfuerzo.

### USOS

La polea móvil sirve para elevar y bajar cargas con la mitad de esfuerzo. Se utiliza en las velas de los barcos, grúas, aparatos de musculación, etcétera.

#### 4.3.10.2 Parte experimental

Se va a calcular la fuerza que hay que aplicar para levantar una carga de masa variable en una polea móvil.

Caso 1. La masa de la carga a levantar varía para calcular los diferentes valores para la fuerza que hay que aplicar para levantar la carga.

F (Kg)	R(Kg)
	10
	20
<b>&gt; 21</b>	40
	50
	70
	100
	130
	150
	170
	200
	250
	300

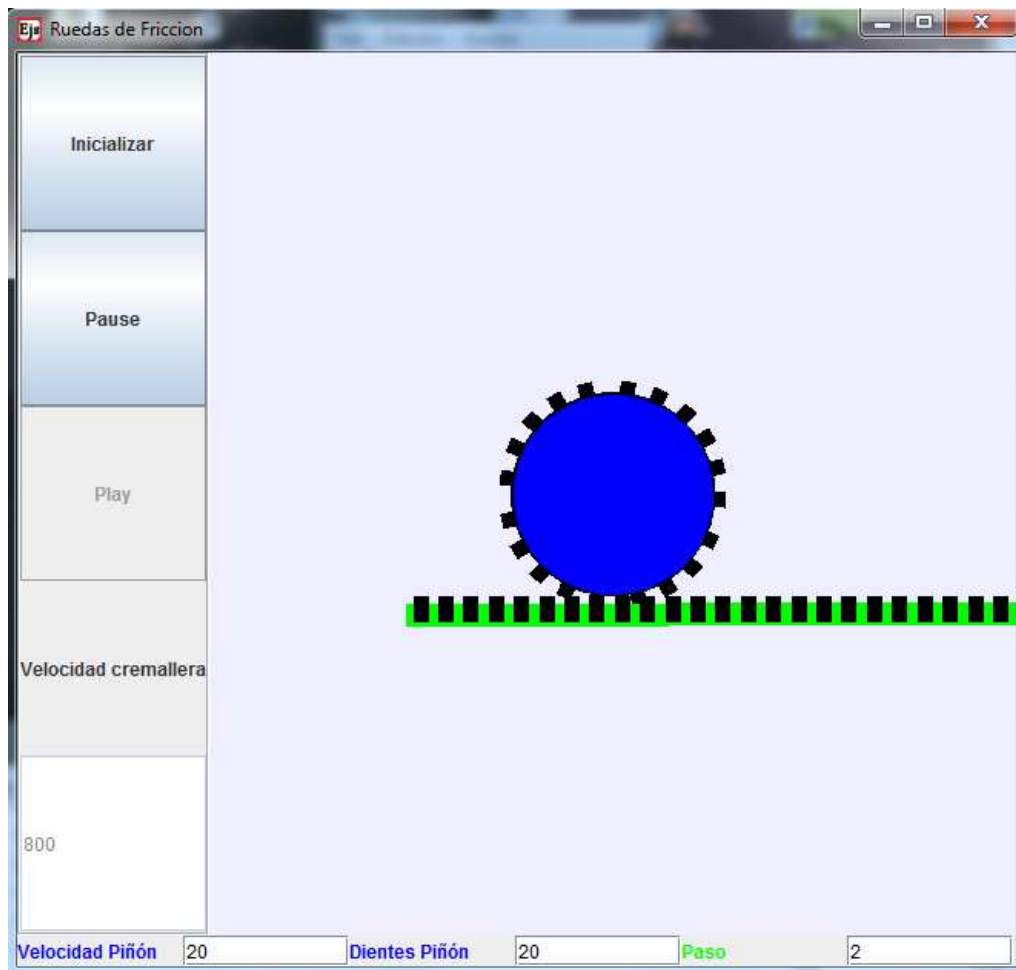
Caso 2. Calcula la resistencia que se puede vencer si se aplican las fuerzas que se muestran en la siguiente tabla:

F(Kg)	R(Kg)
5	
10	
20	<b>&lt;= 41</b>
40	
50	
60	
80	
100	
120	
130	
149	

### 4.3.11 Guión 11. Piñón cremallera

#### 4.3.11.1 Sistema piñón-cremallera

Se trata de un piñón o rueda dentada de dientes rectos, engarzado a una cremallera, es decir, una correa o barra dentada. Cuando la rueda dentada gira, la cremallera se desplaza con movimiento rectilíneo.



La relación entre el número de vueltas del piñón y la velocidad de avance de la cremallera se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$L = P * Z * N$$

En la igualdad anterior, L es la velocidad de avance de la cremallera; P, el paso o la distancia entre dos dientes consecutivos, expresada en milímetros; Z, el número de dientes del piñón, y N, el número de vueltas por minuto que realice este. Por lo que el avance de la cremallera se expresará en milímetros por minuto.

#### **USOS**

El piñón cremallera se utiliza en la dirección asistida de los coches, en puertas correderas, en algunos sacacorchos, etcétera.

#### 4.3.11.2 Parte experimental

Caso 1. Se va a calcular el avance en un sistema de piñón cremallera con un paso de 3 mm y un piñón de 20 dientes que gira a una velocidad determinada. El paso y los dientes del piñón se mantienen constantes y la velocidad de giro del piñón se irá incrementando.

Para calcular los diferentes valores para la velocidad de avance de la cremallera y para las velocidades del piñón ve cambiando los valores en la simulación y anota los valores en la siguiente tabla.

L (mm/min)	P(mm/diente)	Z(dientes/vuelta)	N(vueltas/min)
	3	20	10
	3	20	20
<b>1800</b>	3	20	30
	3	20	40
	3	20	50
	3	20	60
	3	20	70

Caso 2. Ahora se va a calcular el avance de la cremallera pero en lugar de mantener constantes el paso y los dientes del piñón se irán incrementando junto con la velocidad de giro del piñón para observar que es lo que sucede en el sistema.

L (mm/min)	P(mm/diente)	Z(dientes/vuelta)	N(vueltas/min)
<b>100</b>	1	10	10
	2	20	20
	3	30	30
	4	40	40
	3	30	50
	2	20	60
	1	10	70

#### **4.4 Moodle: Entorno Virtual**

Moodle es un entorno virtual de aprendizaje orientado a gestión de contenidos educativos que pretende ser una herramienta de apoyo que complete las explicaciones del docente en el aula. Esta aplicación de e-learning, con código abierto, facilita la interacción entre docentes y alumnos en la red. A su vez Moodle es un sistema de gestión de contenidos Open Source, (de código abierto) y distribución libre que facilite la gestión de webs y ayuda a los docentes a construir comunidades virtuales de aprendizaje. Esta herramienta fue creada por Martin Dougiamas bajo la ideología pedagógica que predica el constructivismo, que establece que el conocimiento no se transmite de manera unidireccional del profesor al alumno cuando este explica, sino que el estudiante lo construye en su mente gracias al aprendizaje colaborativo [13].

Moodle es el acrónimo de *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* o lo que es lo mismo en español, "*Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular*". Desde la creación del proyecto, en 2002, su utilización ha crecido de manera vertiginosa, y actualmente lo usan más de dos millones de usuarios en todo el mundo.

Consiste en una plataforma de aprendizaje que integra diferentes elementos como pueden ser foros, cuestionarios de preguntas, bases de datos de actividades, blogs, chats, wikis. Tiene una estructura modular y se extiende a través de aplicaciones informáticas que interactúan con otra para darle una funcionalidad específica. Su utilización es bastante simple.

Esta herramienta es utilizada por los docentes como un complemento a sus clases presenciales en las instituciones académicas. Se trata de apoyar sus explicaciones con documentación más específica, opiniones de otros autores, debates y charlas sobre determinadas áreas.

No se pretende que esta utilidad se entienda como un elemento sustitutivo de las clases teóricas, pues, la sola lectura de los datos que se publican en estas plataformas virtuales no es comparable a una clase y a unas prácticas de una asignatura. Sin embargo, el estudio de materiales que se editan y la posibilidad de consultar las fuentes de los documentos incluidos en la plataforma, resulta un ejercicio enriquecedor para el estudiante porque le aporta una visión global más allá de la perspectiva que le aporta el profesor en clase.

También resulta beneficiosa para el estudiante en el sentido de que se propicia un entorno de trabajo colaborativo y una motivación muy positiva. Estos principios son los propios de la pedagogía del construccionismo social basado en la adquisición de conocimiento mientras se interactúa con el entorno. La participación y las actividades son dos factores fundamentales.

Diferentes instituciones de enseñanza, como institutos y sobre todo universidades de más de 146 países utilizan la plataforma Moodle, traducida a cerca de 70 idiomas. Posee una amplia comunidad de usuarios y desarrolladores y es útil tanto para centros pequeños como para los grandes.

Su amplia popularidad va en concordancia con las ventajas que ofrece. Como ya se ha nombrado es de código libre, por lo tanto gratuito, ahorrando dinero que se pueden invertir en otras cosas. Los profesores modifican, elaboran y añaden módulos y aplicaciones que comparten con otros profesores modificando su código. Además su flexibilidad y su alto grado de usabilidad fomentan que se pueda aplicar a cualquier institución, profesor o asignatura. Se puede actualizar constantemente sin que los contenidos queden obsoletos y se puede añadir o eliminar información.

#### 4.4.1 Características

Su filosofía constructivista, su estructura modular, su amplia comunidad de desarrolladores y la gran cantidad de documentación son sus principales características.

La teoría del constructivismo social aplicada a Moodle se basa en que el conocimiento se adquiere cuando los miembros de una comunidad interaccionan entre sí y son a la vez creadores y receptores de información. La colaboración entre profesor-alumno transforma al alumno en protagonista del proceso del aprendizaje. El diseño y el desarrollo de Moodle están basados en esta filosofía.

La solidez de la aplicación es otra de sus ventajas debido a la combinación de un lenguaje de programación *PHP* y a la base de datos relacional *MySQL*. Ambos elementos permiten una estructura modular que facilita su uso y aprendizaje ya que se van utilizando partes según se van conociendo. Su utilización es bastante sencilla y las operaciones básicas se realizan sin dificultad de manera intuitiva [13].

Algunas de las características que se detallan en su web oficial son [4]:

- **Gran disponibilidad:** satisface las necesidades de profesores, estudiantes, administradores y creadores de contenidos.
- **Escalabilidad:** la aplicación se adapta a las necesidades que aparecen en el transcurso de la utilización de la misma. Tanto en organizaciones pequeñas como grandes se pueden utilizar la arquitectura Moodle.
- **Facilidad de uso:** Las utilidades de Moodle son sencillas y su utilización es muy intuitiva. Existen manuales de ayuda que facilitan su utilización.

- **Interoperabilidad:** el código abierto propicia el intercambio de información gracias a la utilización de los “estándares abiertos de la industria para implementaciones web” (SOAP, XML...) Además se puede ejecutar en Linux, MacOS y Windows.
- **Estabilidad.** Moodle es un entorno eficaz y confiable.
- **Seguridad.** La restricción de acceso a las comunidades de aprendizaje de Moodle es una solución para evitar riesgos innecesarios.

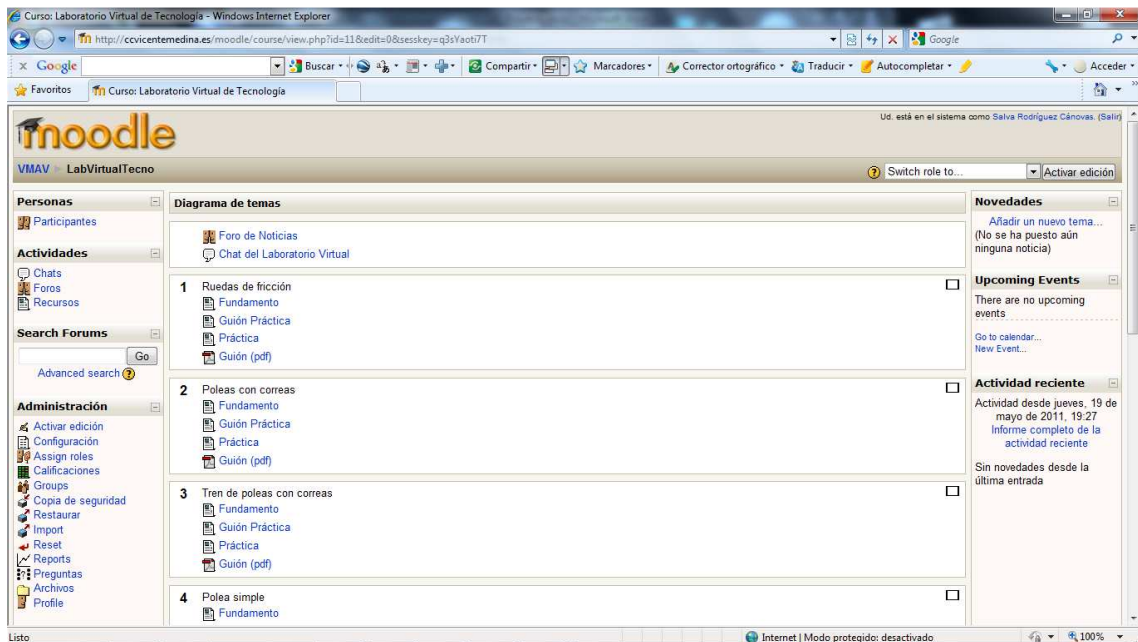


Figura 4-91. Captura de pantalla de un curso de Moodle

El entorno Moodle es una de las muchas aplicaciones virtuales, de código libre, que constituye una alternativa en el ámbito del aprendizaje virtual y que fomenta el aprendizaje colaborativo. Esta utilidad complementa la enseñanza presencial con la virtual fomentando la calidad de la enseñanza. Por lo que el futuro de la educación se encuentra en la combinación de ambos tipos de metodologías pedagógicas.



## 4.5 Manual de usuario

El primer paso para acceder al laboratorio virtual es abrir un navegador web (FireFox, Chrome, Explorer) y escribir en la barra de direcciones <http://www.ccvicentemedina.es/moodle>

Una vez se ha cargado Moodle se debe pulsar en el enlace “Primer ciclo ESO”, que es donde se encuentra el laboratorio virtual de tecnología.



Figura 4-92. Ventana principal de Moodle

A continuación se selecciona la opción “Laboratorio Virtual de Tecnología”.



Figura 4-93. Ventana que muestra los cursos disponibles en "Primer ciclo ESO"

En esta pantalla (figura 4-94) se solicita que se identifique el usuario. Se puede introducir nuestro nombre de usuario y contraseña o en su defecto entrar como invitado, pulsando en el botón “Entrar como invitado”, ya que el “Laboratorio Virtual de Tecnología” está disponible para todo el mundo, no solo para los estudiantes del colegio Vicente Medina.



Figura 4-94. Ventana de control de acceso de Moodle

Una vez dentro, la plataforma Moodle mostrará el Laboratorio Virtual de Tecnología, que está dividido en 12 bloques (figura 4-95).

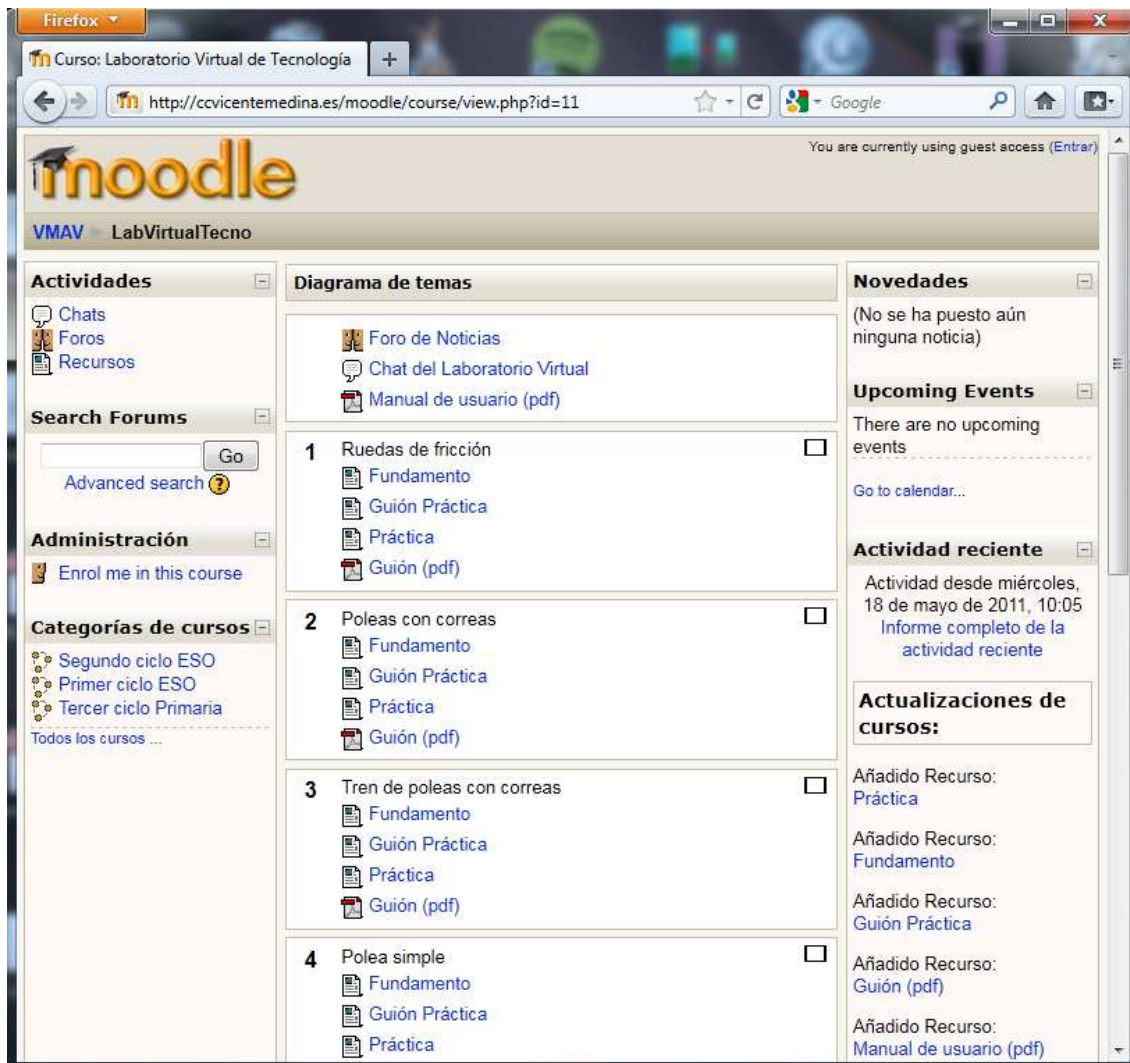


Figura 4-95. Página principal del Laboratorio Virtual de Tecnología

En el primer bloque se encuentra un Foro de Noticias para intercambiar opiniones sobre el “Laboratorio Virtual de Tecnología”, un chat para hablar en tiempo real con otros estudiantes o con el profesor y este manual de usuario para aprender a manejar el “Laboratorio Virtual de Tecnología” y sus simulaciones (ver figura 4-96).



Figura 4-96. Primer bloque del Laboratorio Virtual de Tecnología

Cada uno de los siguientes 11 bloques están formados por cuatro enlaces, “Fundamento”, “Guión práctica”, “Práctica” y “Guión (pdf)”. Cada práctica consta de una simulación, la toma de datos en el Laboratorio Virtual y un guión a rellenar por el alumno (ver figura 4-97).

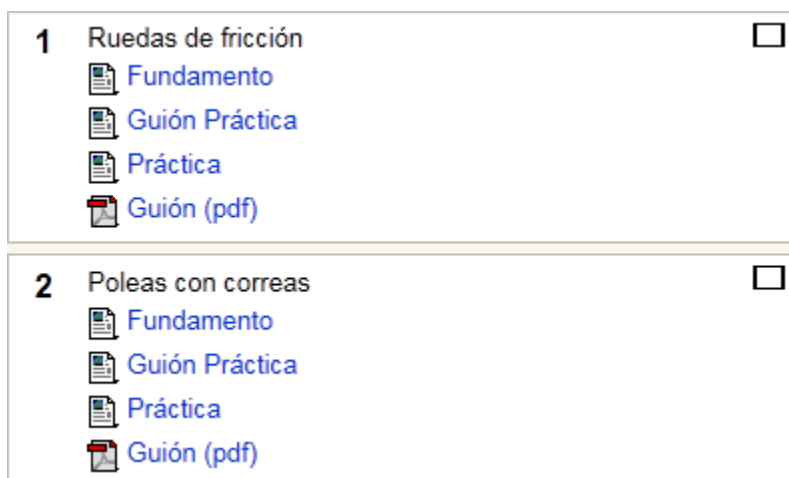


Figura 4-97. Bloques de prácticas del Laboratorio Virtual de Tecnología

Al pulsar sobre “Fundamento” se abrirá una página donde se da información acerca del mecanismo con el que se va a interactuar en la simulación, como su modelo matemático, sus usos, etc.

En “Guión Práctica” se encuentran los enunciados de los problemas, los casos prácticos y las tablas que debes rellenar.

El enlace “Práctica” abre el applet donde se muestra la simulación en sí, para realizar la toma de datos.

Y por último en “Guión (pdf)” se abrirá una nueva ventana con un documento donde se encuentra tanto el “Fundamento” como el “Guión Práctica”, para poder imprimirlo y guardarlo.

Las simulaciones están diseñadas de modo interactivo, para que se pueda visualizar un experimento y alterar las condiciones de éste. La figura 4-98 muestra como ejemplo la interface de la simulación sobre una palanca de primer grado. En ella se pueden apreciar elementos típicos de las prácticas como:

- Botones de inicio (**Play**), parar (**Pause**) y reiniciar la simulación (**Inicializar**).

- Cajas de texto para modificar la magnitud de las variables, en este caso la **Longitud de la Barra**, la **Longitud Izquierda** y las **Masas de la Cargas**. El aspecto visual se modifica en función del cambio en las variables, para que el cambio surja efecto hay que pulsar la tecla “Intro”, por ejemplo el tamaño de las masas cambia proporcionalmente al valor que se establece en las cajas de texto.
- Campos numéricos no modificables, en este caso **Longitud Derecha** ya que se obtiene de restar la **Longitud de la Barra** y la **Longitud Izquierda**.

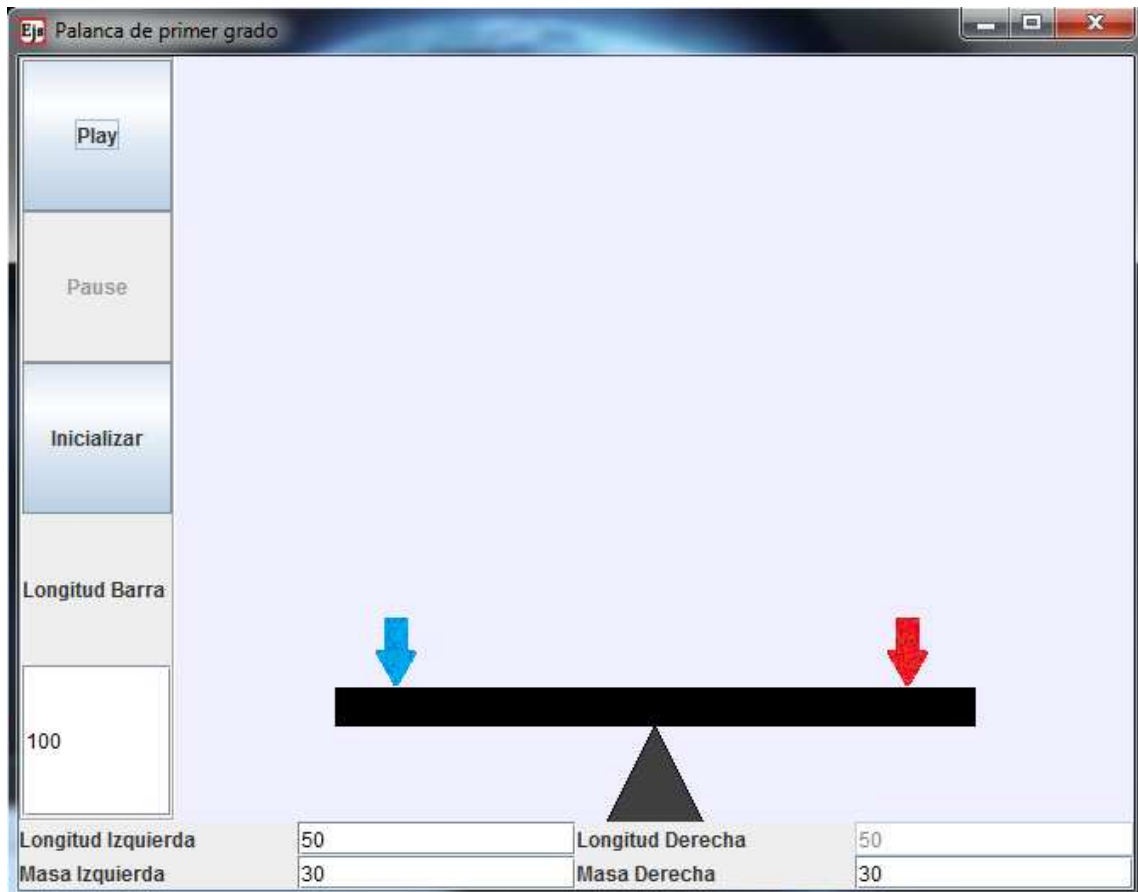


Figura 4-98. Ejemplo gráfico de una simulación, en este caso una palanca de primer grado

Si el fondo de la caja de texto toma el color rojo, figura 4-99, significa que el valor introducido es erróneo, si por el contrario tiene el color amarillo, figura 4-100, significa que aún no se ha pulsado la tecla “Intro”.

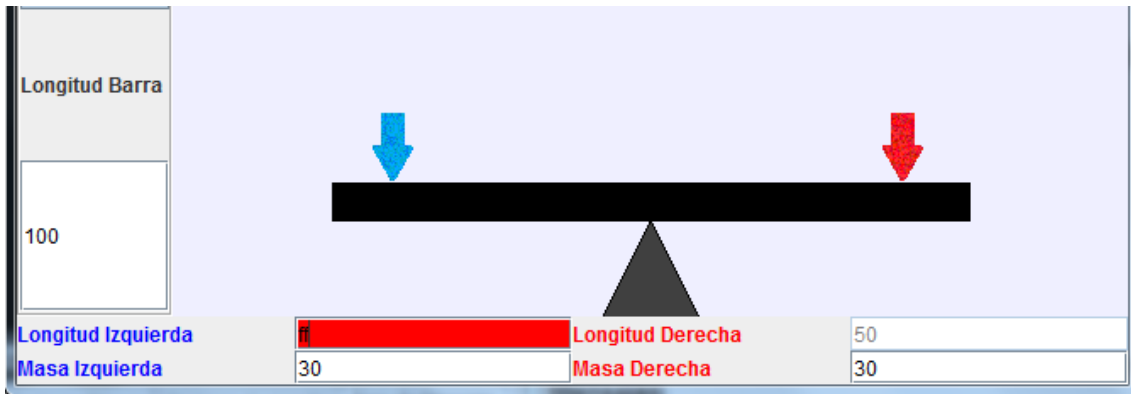


Figura 4-99. Ejemplo de introducción de un valor erróneo



Figura 4-100. Ejemplo de introducción de un valor no confirmado

Se deben tomar datos en el Laboratorio Virtual, siguiendo unas pautas de manejo intuitivas y comunes en las simulaciones. Los valores a introducir en las simulaciones tienen unos límites, ya que si se ponen valores muy grandes ocuparían más del espacio disponible para su visualización. Por tanto, si se introducen valores superiores a los límites establecidos se mostrará una ventana de advertencia como la de la figura 4-101 indicando cuál es el límite para ese valor y automáticamente establecerá dicha variable a su valor máximo. Lo mismo ocurre para valores muy pequeños o negativos, en concreto menores que cero.

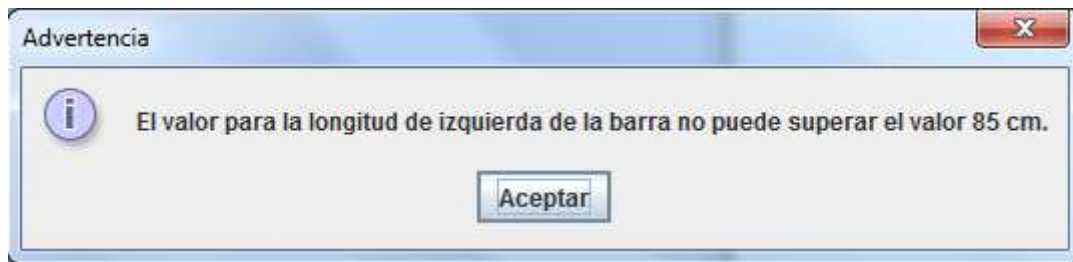


Figura 4-101. Mensaje de advertencia

Algunas simulaciones poseen otra ventana como la de la figura 4-102, donde se muestra una gráfica para ayudar a la comprensión y visualización del experimento, aunque no se pueden cambiar valores en esta ventana.

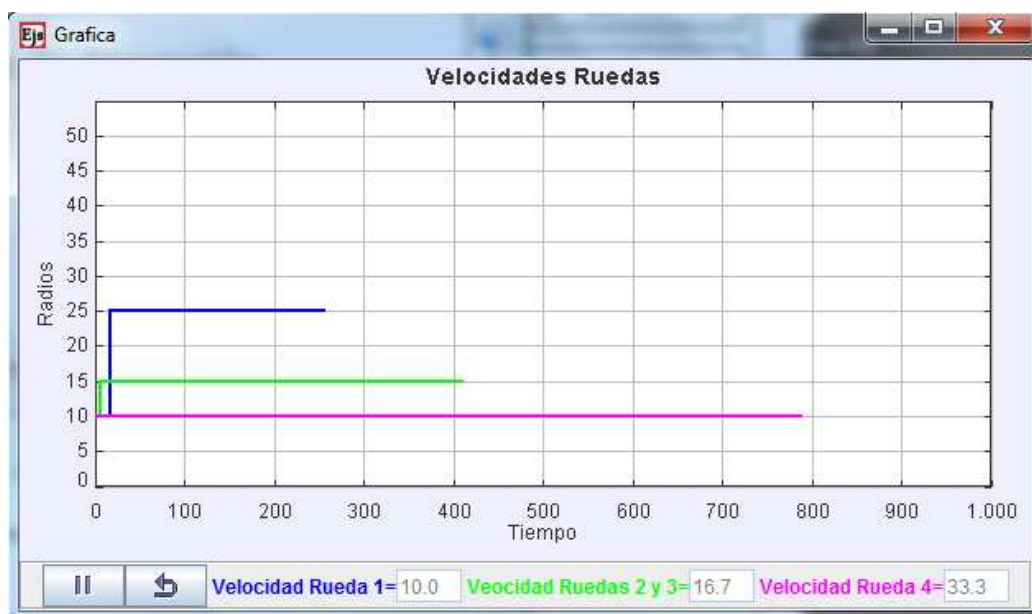


Figura 4-102. Ejemplo de ventana donde se muestra una gráfica

Por último, se deberá completar un guión, figura 4-103, que incluye todas las características típicas de una sesión de prácticas, como son anotar las medidas experimentales y el cálculo de valores.

### PALANCA DE PRIMER GRADO (Parte experimental)

Vamos a calcular la fuerza que tenemos que hacer para mover el peso  $P$  con una palanca de primer grado en el caso 1 y la longitud del brazo de la fuerza para mover un peso determinado en el caso 2.

Caso 1. La distancia del peso ( $P$ ) al punto de apoyo irá variando al igual que la distancia de la fuerza al punto de apoyo, manteniendo fijo el peso a mover en 30 Kg.

En los dos últimos valores se variará también la longitud de la barra, acortándola en 20 cm.

Para calcular los diferentes valores de la fuerza que tenemos que hacer para mover un peso de 30 Kg.

F(Kg)	d (cm)	P (Kg)	r (cm)	Barra (cm)
	50	30	50	100
	60	30	40	100
<b>13</b>	70	30	30	100
	40	30	60	100
	30	30	70	100
	60	30	20	80
	20	30	60	80

Caso 2. La distancia de la fuerza ( $F$ ) al punto de apoyo irá variando al igual que el peso ( $P$ ) y la distancia de éste al punto de apoyo.

Para calcular los diferentes valores de la longitud del brazo de la fuerza que tenemos que hacer para mover un peso.

F(Kg)	d (cm)	P (Kg)	r (cm)	Barra (cm)
40		30		100
30		40		100
10	<b>76</b>	30	<b>24</b>	100
10		40		100
120	<b>37</b>	100	<b>43</b>	80
100		100		80
50		100		80

Figura 4-103. Ejemplo de un gui3n de una pr3ctica virtual que los alumnos deben realizar



## 4.6 Encuesta

El éxito de un laboratorio virtual depende en gran parte de su diseño y facilidad de uso, y deben tenerse indicadores de los resultados del proceso de aprendizaje de quien lo utiliza.

Como se comentó anteriormente, los entornos de experimentación presentados en este proyecto han sido utilizados en la asignatura de tecnología de 1º de la ESO durante el curso académico 2010/2011.

Con el objetivo de evaluar el grado de aceptación de los entornos y de esta nueva vía docente, los alumnos respondieron a un cuestionario una vez finalizado el periodo de realización de las prácticas. Para analizar el cuestionario se distribuyeron las preguntas en cuatro bloques. En el primer bloque se evaluó la percepción, por parte de los alumnos, de la mejora de su aprendizaje mediante la utilización de los laboratorios remotos. En el segundo, los alumnos opinaron sobre cómo estaba estructurado el laboratorio. En el tercero, sobre aspectos relacionados con la calidad del manejo en línea del laboratorio y, finalmente, en el cuarto se solicitaron propuestas sobre las posibles mejoras del laboratorio. En los tres primeros bloques las preguntas fueron de tipo test con cinco posibles opciones de respuesta: totalmente conforme 5, conforme 4, ni conforme ni disconforme 3, disconforme 2, completamente disconforme 1 [28].

Las preguntas del primer bloque han tenido la finalidad de evaluar el resultado del aprendizaje por parte del alumno mediante el uso del laboratorio virtual. Se ha pretendido estimar el aumento de la velocidad de aprendizaje, de la motivación, del interés generado en los alumnos, etc. Las preguntas del segundo bloque se han formulado con el objetivo de conocer si la descripción del laboratorio se entendía, si los enunciados de las prácticas presentaban un nivel de dificultad adecuado en relación con los contenidos teóricos explicados o si los recursos de ayuda suministrados en el laboratorio para la realización de las experiencias, como por ejemplo, la respuesta a una posible pregunta por parte del profesor en el foro o vía email, o los contenidos adicionales a cada práctica (documentos complementarios, otras páginas web de consulta, etc.) resultaban útiles. Las preguntas del tercer bloque han permitido evaluar la calidad de la simulación y del manejo virtual de los mecanismos, así como la velocidad de acceso de la red. El cuestionario utilizado se muestra en el siguiente apartado.

#### 4.6.1 Ejemplo de encuesta de satisfacción de los alumnos

##### Estudio sobre el uso de simuladores en la asignatura de Tecnología

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

1	Totalmente disconforme
2	Disconforme
3	Ni conforme ni disconforme
4	Conforme
5	Totalmente conforme

Establezca la importancia de cada aspecto, seleccionando con un círculo una de las puntuaciones situadas a la derecha según su criterio. En la tabla situada arriba se especifica a qué comentario corresponde cada número.

Preguntas Bloque I (Resultado del aprendizaje)		Escala				
1.	He aprendido más en comparación con “medios tradicionales”.	1	2	3	4	5
2.	He aprendido más rápido que con “medios tradicionales”.	1	2	3	4	5
3.	Estoy satisfecho en cuanto a la facilidad de utilización del sistema empleado.	1	2	3	4	5
4.	En general estoy satisfecho con la realización de las prácticas.	1	2	3	4	5
Preguntas Bloque II (Estructura del laboratorio)		Escala				
5.	El laboratorio está perfectamente organizado.	1	2	3	4	5
6.	El nivel de dificultad fue apropiado.	1	2	3	4	5
7.	La documentación proporcionada ha sido clara.	1	2	3	4	5
8.	El interfaz de los laboratorios ha resultado agradable.	1	2	3	4	5
Preguntas Bloque III (Manejo del laboratorio)		Escala				
9.	La simulación ha conseguido que el objetivo de los laboratorios sea más claro.	1	2	3	4	5
10.	La calidad de la simulación fue buena.	1	2	3	4	5
11.	La velocidad de conexión fue adecuada.	1	2	3	4	5
12.	La velocidad del ordenador y de carga de la simulación fue buena.	1	2	3	4	5

## 4.6.2 Resultados

### 4.6.2.1 Encuesta

En la figura 4-104 se muestran los resultados del cuestionario para los alumnos de la asignatura de tecnología de 1º de la ESO del colegio Vicente Medina de Molina de Segura. En la parte superior de la gráfica se muestra, para cada pregunta de un bloque, el porcentaje de alumnos que respondieron a cada opción: totalmente conforme, conforme, ni conforme ni disconforme, disconforme, completamente disconforme. En la parte inferior de la gráfica se ha representado la puntuación media otorgada por los alumnos en cada bloque.

En el primer bloque de preguntas más del 80% de los alumnos eligieron las dos opciones de máxima puntuación y ninguno de los alumnos seleccionó una de las respuestas de puntuación mínima que indicaba desacuerdo con la utilización de los laboratorios remotos en la mejora de su aprendizaje. Los alumnos aprecian por tanto que este tipo de herramientas son muy beneficiosas en su formación (ver figuras 4-104 y 4-105).

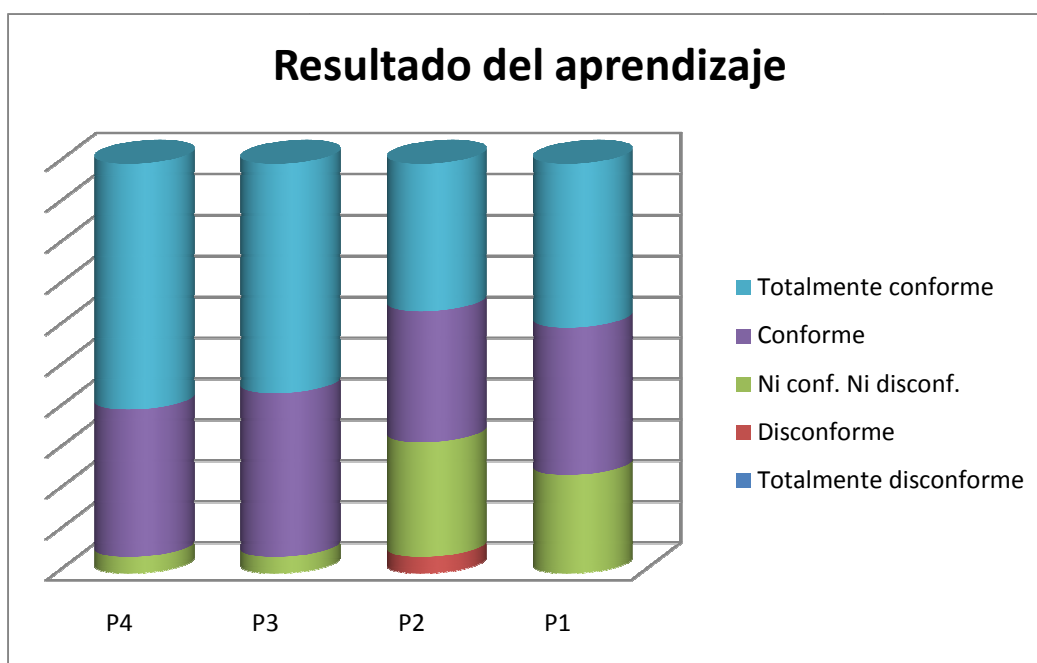


Figura 4-104. Resultado de aprendizaje

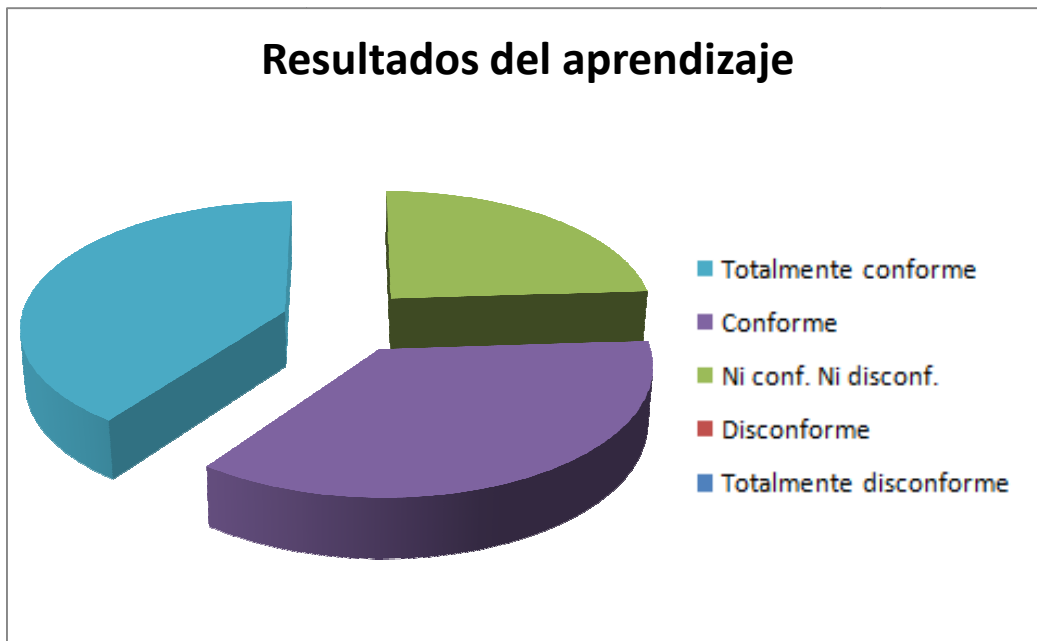


Figura 4-105. Resultado de aprendizaje

En el segundo bloque al igual que en el primero más del 80% dan una puntuación de 4 o 5 puntos sobre la estructura del laboratorio. Se puede observar que en las preguntas P5 y P8, relativas al interfaz del laboratorio y a la organización de los contenidos, la respuesta mayoritaria ha sido conforme o totalmente conforme (ver figuras 4-106 y 4-107).

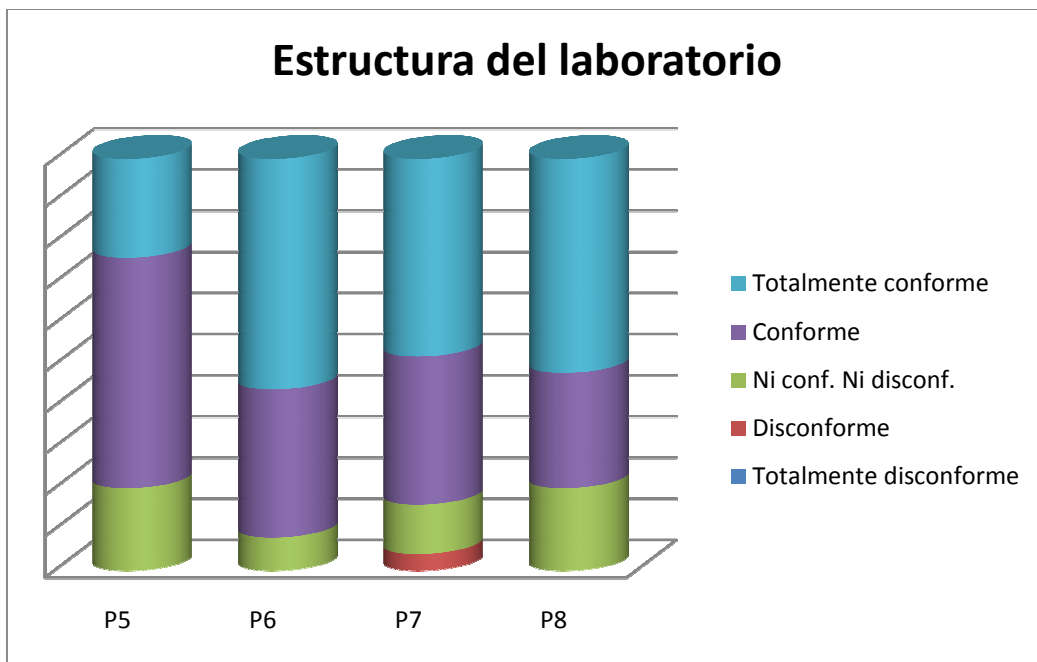


Figura 4-106. Estructura del laboratorio

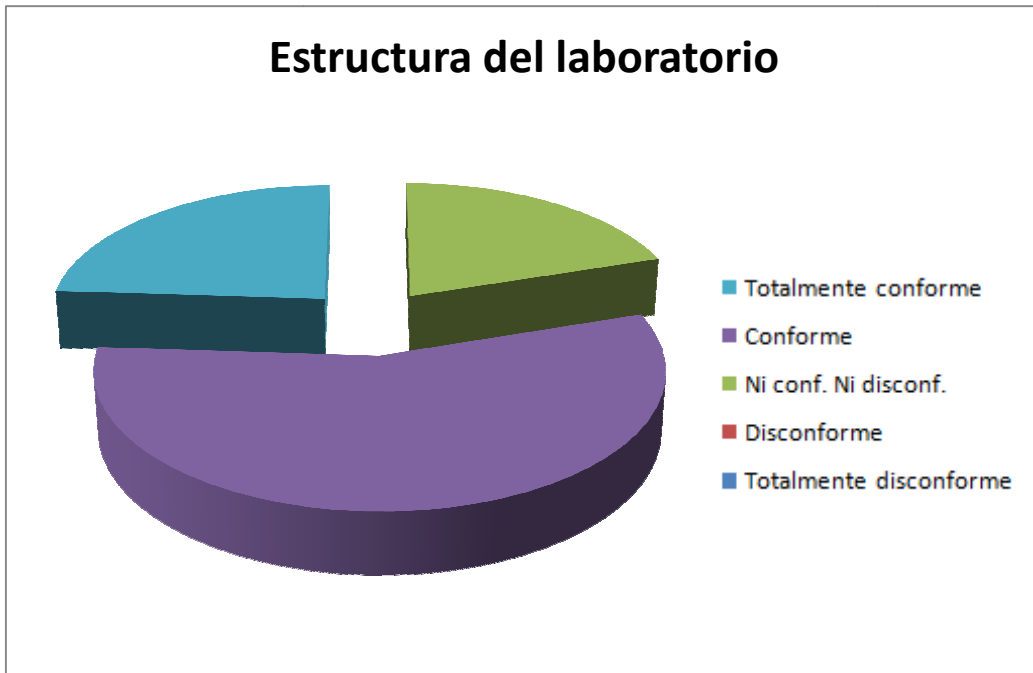


Figura 4-107. Estructura del laboratorio

En lo que respecta al tercer bloque, el grado de satisfacción es un poco menor que en los dos anteriores. Más del 75% de los alumnos están totalmente conformes o conformes con el manejo del laboratorio. De las respuestas a las preguntas P9 y P12 se concluye que simulación ha sido tremendamente útil en la realización del laboratorio y que la calidad de acceso ha sido la adecuada. Sin embargo, en lo relativo al nivel de dificultad de las prácticas y la documentación adicional proporcionada (preguntas P6 y P7) la puntuación más habitual ha sido de 3 sobre 5, indicando que sería un aspecto susceptible de mejorar (ver figuras 4-108 y 4-109).

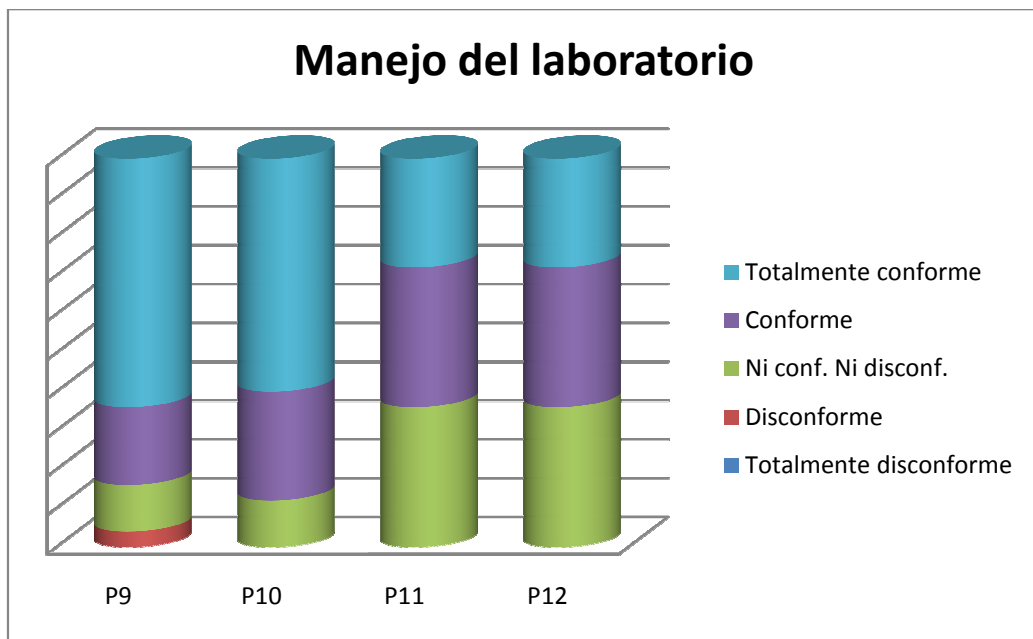


Figura 4-108. Manejo del laboratorio

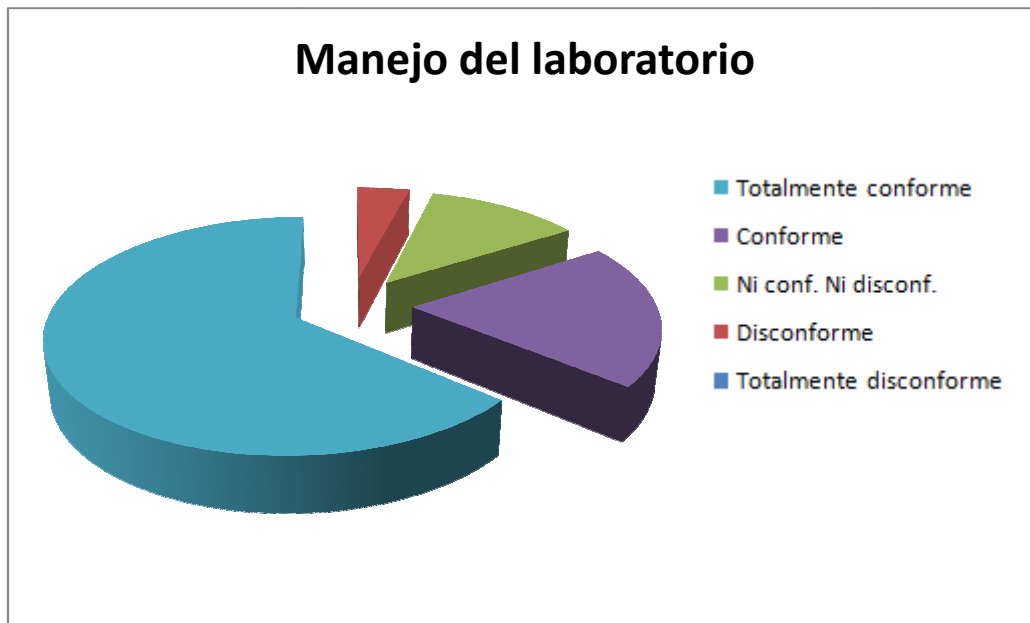


Figura 4-109. Manejo del laboratorio

#### 4.6.2.2 Examen

En cuanto a los resultados académicos, el número de alumnos suspensos en el tema de mecanismos se ha reducido de 6 alumnos en el curso 2009/2010 a 2 alumnos en el curso 2010/2011. También se observa que las notas en general han sido más altas como se puede comprobar en la figura 4-110. De esto se deduce que el laboratorio virtual ha conseguido sus objetivos de asimilación y retención de conocimientos en los alumnos, aunque hay que tener en cuenta que la población de estudio ha variado de un año a otro y, en este resultado, también pueden influir factores externos como el nivel general de la clase, el número de alumnos, etc. Sería conveniente realizar un seguimiento de los resultados de los exámenes en cursos posteriores para poder afirmar con total seguridad el grado de incidencia del laboratorio virtual en el número y nota de aprobados.

Como conclusión después de la primera prueba se puede afirmar que, teniendo en cuenta el porcentaje de alumnos que han aprobado y lo que han variado las calificaciones obtenidas, los resultados han mejorado sustancialmente.

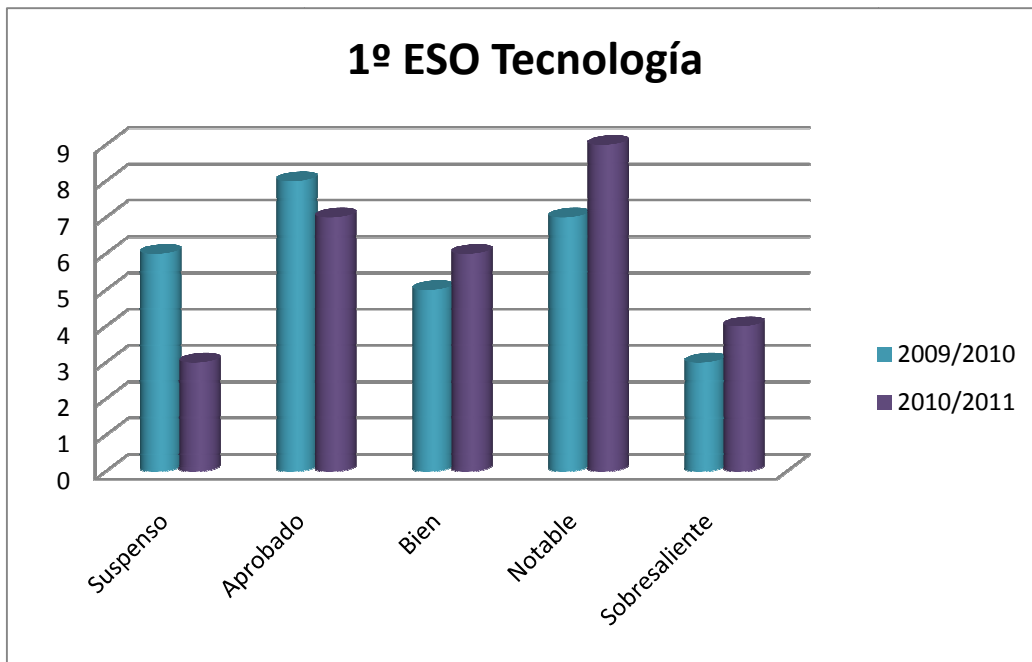


Figura 4-110. Comparativa de los resultados de examen





## **5. Conclusiones y futuros trabajos**

### **5.1 Conclusión**

El uso de los laboratorios virtuales abre nuevas posibilidades en la docencia al incrementar las oportunidades de experimentación. Los alumnos interactúan libremente en cualquier momento con modelos simulados de los experimentos y mecanismos. Además de ampliar los horarios de experimentación, se permite que los experimentos puedan realizarse sin tener que asistir físicamente a los laboratorios, lo cual puede resultar de especial interés en algunos casos como los de aquellos alumnos con discapacidades.

Una de las grandes enseñanzas de este proyecto ha sido poder vislumbrar como las TIC'S se han convertido en una herramienta muy valiosa para labores educativas donde, con su uso, se ha generado una serie de estrategias que permiten mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje; un ejemplo de esto son los laboratorios virtuales, que se han convertido en instrumentos modernos que permiten a los estudiantes consolidar conceptos y fusionar la teoría con la práctica de una manera sencilla y no presencial.

Por tanto, los laboratorios virtuales se constituyen como un nuevo recurso didáctico que puede ser integrado junto a otros recursos dentro de plataformas de e-Learning como Moodle. En el presente proyecto se han presentado varios ejemplos de laboratorios virtuales, así como de herramientas y metodologías para facilitar la resolución de las prácticas.

Cabe mencionar también que el uso de los mencionados laboratorios virtuales no sólo tiene interés desde el punto de vista de adquisición de las competencias propias de las asignaturas, sino que además capacita a los alumnos en competencias transversales como son el uso de las TIC o la colaboración entre los alumnos de manera virtual.

En el proceso de diseño de las aplicaciones que conforman el laboratorio virtual implementado se optó por estandarizar la interfaz gráfica de las diferentes simulaciones para permitir una interacción con el alumno más natural e intuitiva pues de esta manera se maneja un mismo ambiente en todas las aplicaciones del laboratorio.

Tras la puesta en práctica del laboratorio virtual en un centro real se ha observado una mejoría notable tanto en la asimilación de contenidos como en la motivación mostrada por los alumnos a la hora de enfrentar un tema tan completo como es el de mecanismos. Esto se debe a que, en general, es mucho más estimulante para el alumnado asistir a clases en el aula de informática.

Si se compara con años anteriores, durante este curso se han dedicado muchas menos horas a las explicaciones teóricas en el aula tradicional y a las prácticas del aula taller. Estas últimas han sido algo más breves, aunque no se ha planteado eliminarlas ya que el taller es también un entorno de trabajo estimulante y motivador. El resto del tiempo estimado para el tema se ha invertido en las prácticas en el aula de informática con los laboratorios virtuales de los que se ocupa este proyecto. Cabe destacar que se ha observado que el uso combinado de los laboratorios virtuales y la experimentación real ayuda a que los alumnos adquieran conceptos acerca de los mecanismos de forma que cuando estén llevando a cabo los experimentos *in situ* puedan realizar un mayor aprovechamiento didáctico de las horas del laboratorio y se centren en resolver problemáticas específicas de la interacción directa con los mecanismos.

Una vez finalizado el periodo de pruebas de laboratorio, además de la encuesta de rigor, se llevó a cabo un estudio informal del resultado final de la experiencia: se efectuaron una serie de preguntas a los alumnos en una clase de repaso con el fin de comprobar los conocimientos adquiridos, solicitándoles que diferenciaron unos mecanismos de otros y que resolvieran distintos problemas en la pizarra. Siguiendo la comparación con cursos anteriores, los resultados obtenidos este año, después de este estudio informal y a pesar de haber reducido las horas teóricas, han mejorado bastante no sólo en las notas obtenidas, sino también en el nivel de adquisición de conocimientos ya que un porcentaje mayor de alumnos han asimilado la teoría y diferencia con facilidad unos mecanismos de otros.

Como último punto a tratar, cabe señalar que se observa un interés creciente a nivel científico en este tipo de temas que implican la tecnología y las plataformas de enseñanza virtual (uso de simuladores con fines pedagógicos), como se puede comprobar con el aumento de publicaciones en congresos y revistas que incluso no son específicas de las áreas didácticas.

## **5.2 Futuros Trabajos**

Teniendo en cuenta el auge actual que tienen las TIC'S en la enseñanza en centros de secundaria con el uso de pizarras digitales y proyectores, no sorprende el crecimiento en la demanda de laboratorios de enseñanza virtuales. Con este proyecto se pretende asentar la base para futuras herramientas del mismo tipo o posibles ampliaciones y mejoras de ésta.

A continuación se muestra una lista de posibles mejoras:

- Realización de interfaces en tres dimensiones como la propuesta llevada a cabo en el caso de las ruedas de fricción.

- Programar laboratorios para cubrir la parte de transformación del movimiento. Como ejemplo de transformación del movimiento se encuentra el laboratorio del piñón cremallera.
- Prácticas para asignaturas de Tecnología de otros niveles. Como ejemplo se podrían citar simulaciones de neumática, hidráulica y electricidad para englobar todas las prácticas en un mismo paquete, con el mismo formato para todos los laboratorios y con la ventaja de estar desarrollado con software libre.
- Prácticas para otras asignaturas (química, biología, etc.).
- Dar el salto a laboratorios remotos, intentando conectar el hardware con Easy Java Simulations (EJS), Matlab Server u otro tipo de herramientas que permitan al alumno hacer prácticas con los equipos del instituto desde casa.



## 6. Bibliografía

- [1] Esquembre, F. *Creación de Simulaciones Interactivas en Java*. Madrid: Prentice-Hall, 2004.
- [2] S., Dormido. *Control Learning: Present and Future*. Vol. 28. 2004.
- [3] Rodríguez, A. C., J. A. Guerra, y E. Lazarín. *Laboratorios virtuales en la educación*. México: Pixel-Bit, (ITESM), 2003.
- [4] *Moodle*. <http://moodle.org>.
- [5] Cañadas, J.J., F. L. Guillén, y J. C. Moreno. *Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el campo docente*. Almería, España: Jornadas Sobre Influencia De Las Nuevas Tecnologías De La Información Y La Comunicación En El Campo Docente En Estudios De Ingeniería, 2005.
- [6] Bautista, A. *Las nuevas tecnologías en la capacitación docente*. Madrid: Aprendizaje-Visor, 1994.
- [7] Cabero, J. *Las nuevas tecnologías en el aula. ¿Una realidad o una utopía?* Sevilla: FETE-UGT – GID CD-ROM, 2001.
- [8] *Laboratorio Virtual de Física para ESO*. <http://webs.um.es/gregomc/LabESO/index.html>.
- [9] *Grupo Open Source Physics*. <http://www.compadre.org/osp/index.cfm>.
- [10] *Micrómetro de Fu-Kwun Hwang*. [http://home.phy.ntnu.edu.tw/~lookang/EJS\\_4.1\\_090208/weemicrometer4internet.html](http://home.phy.ntnu.edu.tw/~lookang/EJS_4.1_090208/weemicrometer4internet.html).
- [11] *Tecnologías de la información y la comunicación*. [http://tics.org.ar/index.php?option=com\\_content&task=view&id=13&Itemid=28](http://tics.org.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=28).
- [12] Hernández, Ariel Adolfo Rodríguez. *Objetos educativos abiertos, la simulación en software libre*. <http://www.cibersociedad.net/congres2009/es/coms/objetos-educativos-abiertos-la-simulacion-en-software-libre/341/>.
- [13] *La revolución pedagógica: El entorno Moodle*. <http://noticias.universia.es/ciencia-nn-tt/reportaje/2007/04/19/651176/revolucion-pedagogica-entorno-moodle.html>, 2007.
- [14] *Proyecto Cupi2*. <http://cupi2.uniandes.edu.co/sitio/>.

- [15] Rosado, L., y Herreros J. R. *Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza*. Recent Research Developments in Learning Technologies, 2005.
- [16] Herreros, L. Rosado y J.R. *Internet y Multimedia en Didáctica e Investigación de la Física*. Madrid: Tratado teórico-práctico para profesores y doctorandos. UNED, 2004.
- [17] Andreul, J. Barbosa y T. *Asignaturas prácticas de laboratorio: una experiencia de evaluación en la facultad de Química de la Universidad de Barcelona*. Barcelona, España: I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, 2000.
- [18] Kofman, H.A., y y P.A. Lucero E.J. Tozzi. *La unidad experimento-simulación en la enseñanza informatizada de la Física*. Revista de Enseñanza y Tecnología, 2000.
- [19] L. Gil, E. Blanco y J.M. Aulí. *Software educativo orientado a la experimentación*. Barcelona, España: I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Universidad de Barcelona, 2000.
- [20] O. Boix, S. Fillet y J. Bergas. *Laboratorios remotos*. <http://www.cibereduca.com/cive/> ponencias, 2002.
- [21] González-Castaño, F.J. *Internet access to real equipment at computer architecture laboratories using the Java/CORBA paradigm*. Computers & Education, 2001.
- [22] Dormido, S., y otros. *Análisis, desarrollo, y publicación de laboratorios remotos y virtuales para la enseñanza automática*. Zaragoza: Congreso Español de Informática: Simposio EIWISA, 2007.
- [23] Calvo, I, E. Zulueta, U. Gangoiti, y J. M. López. *Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas*. País Vasco: UPV/EHU, Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática, 2009.
- [24] A. Etxebarria, I. Oleagordia, y M. Sánchez. *Laboratorio de Electrónica Analógica controlado por instrumentos virtuales local o remotamente*. Matanzas, Cuba: Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación: SAAEI, 2001.
- [25] Quintero, Linda Castañeda, y Patricia López Vicent. *Entorno Virtuales de Enseñanza Aprendizaje Libres: Moodle para profesores*. Murcia: CD-ROM, 2007.

- [26] Cejudo, M. Carmen Llorente. *Moodle como entorno virtual de formación al alcance de todos*. Vol. XV. Huelva, España: Comunicar, 2007.
- [27] Zamarro, José Miguel. *Curso EJS de física*. <http://colos.inf.um.es/DiseGrafSimula/InfoCurso.htm>.
- [28] J. L. Guzmán, M. Domínguez, M. Berenguel, J.J. Fuertes, F. Rodríguez, P. Reguera. *Entornos de experimentación para la Enseñanza de Conceptos Básicos de Modelado y Control*. Vols. 7, Núm. 1. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, 2010.
- [29] Moreno, J., M. V. Salazar, A. Sánchez, y F. J. Sepúlveda. *Tecnologías*. Madrid: Oxford Educación, 2008.
- [30] Hernández, J. M., R. Cabo, M. Pinto, J. A. Benito, y J. M. González. *Tecnología*. Zaragoza: Edelvives, 2007.
- [31] Adell, J., y A. Sales. *Enseñanza online: elementos para la definición del rol del profesor*. EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, Versión electrónica, 2000.
- [32] González, M. A., J. Adiego, L. F. Sanz, N. Bouab, y J. Mass. *Laboratorios remotos en la Web: Una Herramienta para la Cooperación al Desarrollo en el Campo de la Educación*. Gijón, España: I Encuentro de Cooperación para el Desarrollo 2.0, 2008.
- [33] Herreros, L. Rosado y J.R. *Laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física y materias afines*. Madrid: Didáctica de la Física y sus nuevas Tendencias. UNED, 2002.