

## Apéndice A

# Documentación del desarrollo del *software*

### A.1. Metodología de trabajo

La realización del *software* de este proyecto se ha compuesto de tres tareas diferenciadas: el reproductor de vídeo, el Intérprete TICO y la Galería de pictogramas. Para el desarrollo de cada tarea se ha seguido la misma metodología de trabajo que ha comenzado, para todos los casos, con una fase de análisis donde se ha definido el problema a resolver. Posteriormente se ha continuado con la fase del diseño detallado e implementación. Por último, durante el desarrollo y tras su finalización, se han realizado distintos tipos de pruebas para garantizar un buen funcionamiento de la aplicación.

En este apéndice, a diferencia del capítulo 4 donde se explica cada una de las tareas de este proyecto por separado, se exponen los aspectos mencionados de forma conjunta.

### A.2. Resultados del análisis

#### A.2.1. Requisitos

La primera etapa del desarrollo de cada parte consistió en establecer los requisitos que debía cumplir y así conseguir una mayor comprensión del problema a resolver. Para ello, antes de comenzar el desarrollo, se realizaron reuniones con el director del proyecto y los profesores del CPEE Alborada. Se expusieron las nuevas necesidades o mejoras que había que introducir en la aplicación y de esta forma se llegó a un enfoque común de la misma.

Los requisitos recogidos para cada parte sufrieron varias modificaciones a lo largo del desarrollo del *software* correspondiente. A continuación se listan de forma conjunta, tal y como quedaron en su versión final, agrupados en funcionales y no funcionales. Los requisitos funcionales definen el comportamiento del *software*, así como las características de sus funcionalidades. Los requisitos no funcionales describen las restricciones tanto *software* como *hardware* de la aplicación y las facilidades que debe proporcionar.

### Requisitos funcionales

- RF-1:** El Intérprete será capaz de cargar cualquier archivo creado por el Editor.
- RF-2:** La aplicación proporcionará la opción de comenzar la interpretación de un proyecto previamente cargado.
- RF-3:** La interfaz del Intérprete dispondrá de dos partes diferenciadas denominadas *Área de interpretación* y *Área de acumulación*. En la primera se visualizarán los tableros y sus componentes y en la segunda se añadirán las celdas acumulables que sean seleccionadas por el usuario durante la interpretación.
- RF-4:** Se podrá configurar el número máximo de celdas a acumular en el *Área de acumulación*, adaptándose éstas al tamaño reservado para ello.
- RF-5:** Se podrá configurar el icono utilizado como puntero del ratón durante la interpretación de un proyecto.
- RF-6:** La aplicación dispondrá de los modos de realizar la interpretación de un proyecto que contenía la versión beta 1. La *Selección directa* permitirá el uso normal del ratón y el *Barrido automático* realizará un barrido desplazándose por las celdas del tablero para que el usuario seleccione la deseada. Para este barrido se podrá seleccionar la velocidad del cursor.
- RF-7:** Se añadirá un nuevo modo de realizar la interpretación de los proyectos denominado *Barrido manual*. Permitirá realizar un barrido controlado de las celdas con el clic derecho del ratón y la selección de ellas con el clic izquierdo.
- RF-8:** Se podrá validar, de acuerdo a las limitaciones específicas de un usuario, la configuración elegida para interpretar un proyecto previamente cargado.
- RF-9:** En cualquier momento podrá detenerse la interpretación de un proyecto mediante la tecla *Escape*.
- RF-10:** El usuario final ha de poder cerrar la aplicación cuando termine de usarla.
- RF-11:** Las celdas deberán ser resaltadas cuando el cursor del ratón se posicione sobre ellas.
- RF-12:** Las celdas deberán mostrar la imagen alternativa, si la tienen, cuando el cursor del ratón se posicione sobre ellas.
- RF-13:** Cuando una celda sea pulsada durante la interpretación de un proyecto se deberán realizar, según un orden previamente establecido, las acciones que se le hayan asociado en el Editor. Estas acciones serán:
- Acumular la celda en el *Área de acumulación*
  - Reproducir el sonido asociado a la celda
  - Reproducir el vídeo asociado a la celda
  - Enviar texto a un área de texto durante un tiempo determinado
  - Cambiar de tablero
  - Ejecutar una acción para controlar el entorno

**RF-14:** El Intérprete debe ofrecer la posibilidad de realizar las siguientes acciones durante la interpretación de un proyecto:

- Borrar celda: Elimina la última celda acumulada en el *Área de acumulación*.
- Borrar celdas: Elimina todas las celdas acumuladas en el *Área de acumulación*.
- Leer: Reproduce de forma ordenada los sonidos asociados a las celdas acumuladas.
- Volver: Carga el tablero interpretado de forma inmediatamente anterior al tablero actual.
- Inicio: Carga el tablero inicial del proyecto que se está interpretando.
- Parar: Finaliza la interpretación del proyecto.
- Salir: Cierra el Intérprete.

**RF-15:** Existirá un nuevo tipo de celdas denominadas *Celdas de control* que podrán incluirse en los tableros mediante el Editor. Serán las encargadas de realizar cada una de las acciones del Intérprete durante la interpretación de un proyecto.

**RF-16:** Desde el Editor se debe poder asociar un fichero de vídeo a una celda.

**RF-17:** El fichero de vídeo asociado a una celda se debe reproducir cuando ésta sea pulsada durante la interpretación de un proyecto.

**RF-18:** El tamaño de visualización del vídeo debe ajustarse al tamaño de la celda que lo contiene.

**RF-19:** Se debe poder detener la reproducción del vídeo en cualquier momento.

**RF-20:** Se deben poder eliminar grupos de imágenes de la Galería de pictogramas.

**RF-21:** Se deben poder exportar grupos de imágenes de la Galería de pictogramas.

**RF-22:** La inserción de imágenes en la Galería debe ofrecer la posibilidad de reemplazar o añadir una imagen si ésta ya se encuentra en la Galería.

### Requisitos no funcionales

**RNF-1:** La aplicación deberá ser multilingüaje. Soportará los idiomas español, inglés, alemán y catalán pudiendo ser ampliados.

**RNF-2:** El lenguaje de programación será Java.

**RNF-3:** La aplicación deberá poder ejecutarse sobre una máquina virtual Java 1.6 o superior.

**RNF-4:** La ejecución de la aplicación deberá ser independiente de la plataforma.

**RNF-5:** Los formatos de imagen que serán soportados por la aplicación son GIF, JPEG y PNG.

**RNF-6:** Los formatos de audio que serán soportados por la aplicación son MP3 y WAV.

**RNF-7:** Los formatos de vídeo que serán soportados por la aplicación son AVI, MPEG, WMV y FLV.

- RNF-8:** La aplicación deberá disponer de un paquete de imágenes que se pueda incluir de forma directa en la Galería de pictogramas.
- RNF-9:** Se debe reducir el tiempo que emplea la aplicación en las operaciones de inserción, eliminación y exportación de imágenes de la Galería.
- RNF-10:** La información semántica asociada a las imágenes de la galería debe permitir la búsqueda de las mismas en distintos idiomas.
- RNF-11:** La aplicación debe permitir el control del entorno a través de cualquier *software* pensado para ello, y no únicamente con el *software* de la empresa B&J Adaptaciones.
- RNF-12:** Los proyectos TICO deben ser independientes de la plataforma sobre la que se han creado.
- RNF-13:** El código fuente de la aplicación y los comentarios que en él aparecen deberán ser escritos en inglés.
- RNF-14:** La aplicación estará liberada bajo una licencia GNU General Public License, versión 3.
- RNF-15:** El manual de usuario tendrá una licencia *Creative Commons - Non commercial - Share Alike*, versión 3.0.

### A.2.2. Reproductor de vídeo: estudio de diferentes tecnologías

La mayor parte de la fase de análisis del reproductor de vídeo consistió en el estudio de diversas tecnologías compatibles con Java que permitieran su desarrollo. Esta etapa es la más importante para la realización del reproductor y de hecho es en la que más tiempo se ha invertido. Por su extensión el resultado de este estudio se encuentra recogido en el apéndice C.

### A.2.3. Intérprete TICO: casos de uso

Durante la fase de análisis de la nueva versión del Intérprete TICO y para comprender mejor el funcionamiento que debía tener se realizaron varios diagramas de casos de uso. Éstos sirven para mostrar qué debe hacer el sistema desde el punto de vista de la persona que lo va a utilizar y describen, de forma gráfica, la interacción de los posibles usuarios con el programa. En nuestro caso los diferentes roles que pueden desempeñar los usuarios de la aplicación son:

- **Profesor/Monitor:** Es el usuario que, junto con el alumno, realiza actividades educativas o de comunicación. Se encarga de cargar los proyectos, modificar la configuración del Intérprete para el uso de los mismos e iniciar su interpretación.
- **Alumno:** Es el usuario final de la aplicación que necesita el uso de los tableros de comunicación. A través del Intérprete puede utilizar tableros generados con el Editor que le permitan realizar actividades educativas, de comunicación y de control del entorno.

Dentro de los posibles casos de uso que alberga nuestro sistema, se han modelado los dos que se han considerado más significativos. El diagrama de la figura A.1 muestra las

posibilidades de uso del Intérprete en general y el de la figura A.2 describe las posibles acciones a realizar durante la interpretación de un proyecto.

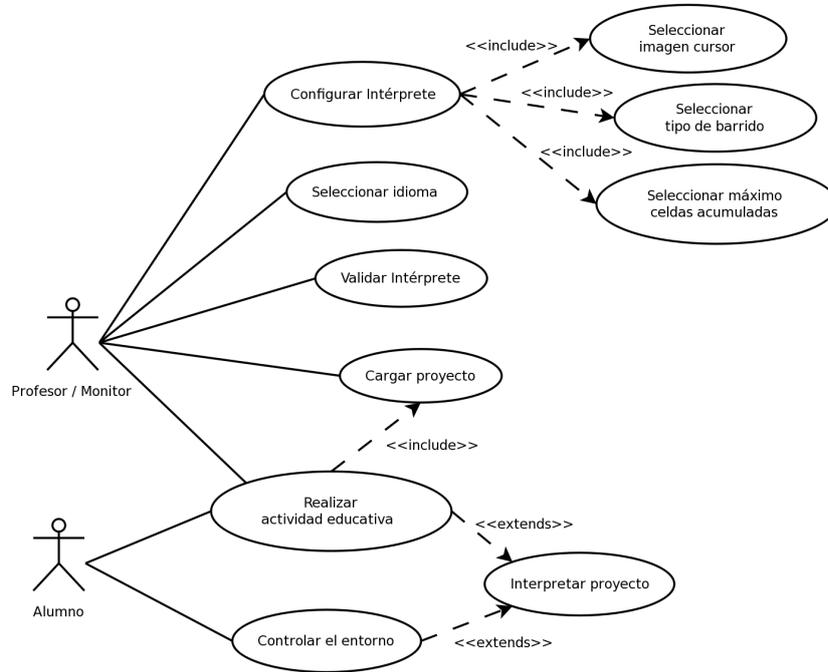


Figura A.1: Diagrama de casos de uso del Intérprete

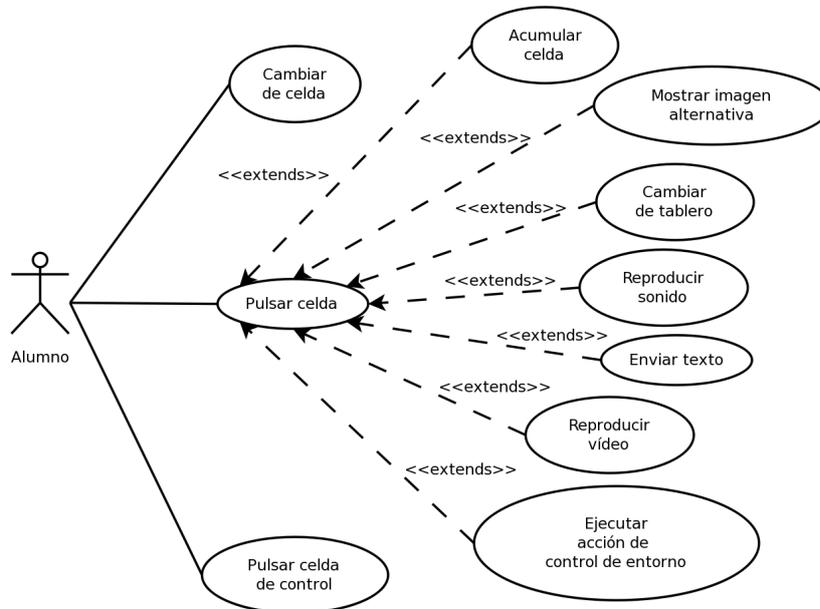


Figura A.2: Diagrama de casos de uso de la interpretación de un proyecto TICO

### A.3. Diseño e implementación

En esta sección se van a exponer los aspectos más relevantes del diseño, y en algunos casos de la implementación, del *software* realizado. Se detallan los distintos subsistemas tanto internos como externos que se han añadido en esta nueva versión. En cuanto al diseño del *software* se explica en detalle la parte referente al Intérprete TICO y en cuanto a la implementación la relativa a la Galería de pictogramas. Por último se explica de forma breve la arquitectura general de la aplicación.

#### A.3.1. Subsistemas de la aplicación

A continuación se explica de forma breve cada uno de los subsistemas desarrollados en este proyecto o utilizados por la aplicación para cumplir los objetivos fijados. Para una visión global del sistema los subsistemas aquí explicados deben complementarse con los desarrollados en [Muñ06] y [Mat08].

##### Subsistemas internos

Los subsistemas externos o paquetes *software* desarrollados en esta versión de la aplicación son los siguientes:

- `tico`: Paquete principal de la aplicación que contiene todos los subsistemas.
- `tico.configuration`: Contiene las clases que permiten la configuración del Editor y el Intérprete.
- `tico.interpreter`: Paquete correspondiente con el subsistema *Interpreter*.
- `tico.interpreter.components`: Contiene las clases que implementan los distintos componentes que pueden aparecer en un tablero.
- `tico.interpreter.actions`: Contiene todas las posibles acciones que se pueden realizar en la aplicación Intérprete.
- `tico.interpreter.dialogs`: Contiene los diálogos de modificación de la configuración del Intérprete.
- `tico.interpreter.listeners`: Contiene las clases que implementan el comportamiento tanto de las celdas como las celdas de control, cuando son pulsadas durante la interpretación de un proyecto.
- `tico.interpreter.threads`: Contiene las distintas acciones que requieren un nuevo hilo de ejecución, tales como la reproducción de sonidos o de vídeo.
- `tico.environment`: Gestiona las distintas acciones relativas al control de entorno que pueden ejecutarse desde TICO.
- `tico.imageGallery`: Paquete principal de la Galería que contiene las clases que organizan la estructura de la misma.

- `tico.imageGallery.actions`: Contiene las clases que implementan las distintas acciones que se pueden realizar sobre la Galería.
- `tico.imageGallery.components`: Contiene las clases que implementan los distintos componentes que componen las ventanas que dan acceso las distintas funcionalidades que ofrece la la Galería de pictogramas.
- `tico.imageGallery.database`: Gestiona la base de datos que almacena la información referente a la imágenes de la Galería y sus términos clave.
- `tico.imageGallery.dialogs`: Contiene los diálogos utilizados en las distintas acciones relacionadas con la Galería de pictogramas.
- `tico.imageGallery.tasks`: Contiene las tareas realizadas sobre la Galería que requieren el uso de una barra de progreso para conocer su estado. Estas operaciones son importar, exportar y eliminar

### Subsistemas externos

Las bibliotecas externas y que son requeridas para el funcionamiento de la aplicación son:

- **Swing**: Es una biblioteca gráfica para Java que se distribuye junto con la máquina virtual Java (JVM) a partir de la versión 1.2. Incluye todo tipo de componentes para generar interfaces gráficas de usuario.
- **JDOM**: Es una biblioteca de código abierto para la manipulación de datos XML optimizados para Java. Se barajaron otras metodologías como DOM o SAX pero, a diferencia de éstas, JDOM está creada específicamente para Java, por lo que su utilización proporciona más ventajas.
- **DSJ**: Es una capa de abstracción Java en torno a la API de Microsoft DirectShow permite realizar operaciones con archivos multimedia o *streaming*.
- **SQLiteJDBC**: Es un *driver* JDBC de Java para SQLite. SQLite es un sistema de gestión de bases de datos relacional compatible con ACID, y que está contenido en una pequeña biblioteca en C. Este *driver* se utilizó en [Mar08].

### A.3.2. Diseño del Intérprete TICO

Durante la fase de diseño se generaron diferentes diagramas que facilitasen la posterior implementación de cada parte *software* perteneciente a este proyecto. En esta sección se recoge únicamente el diseño elaborado para el Intérprete por considerarse de mayor interés. Éste queda reflejado en el diagrama de clases de la figura A.3. Para una descripción más completa de cada una de las clases de la aplicación se puede consultar la documentación, generada con Javadoc, que se distribuye con la aplicación.

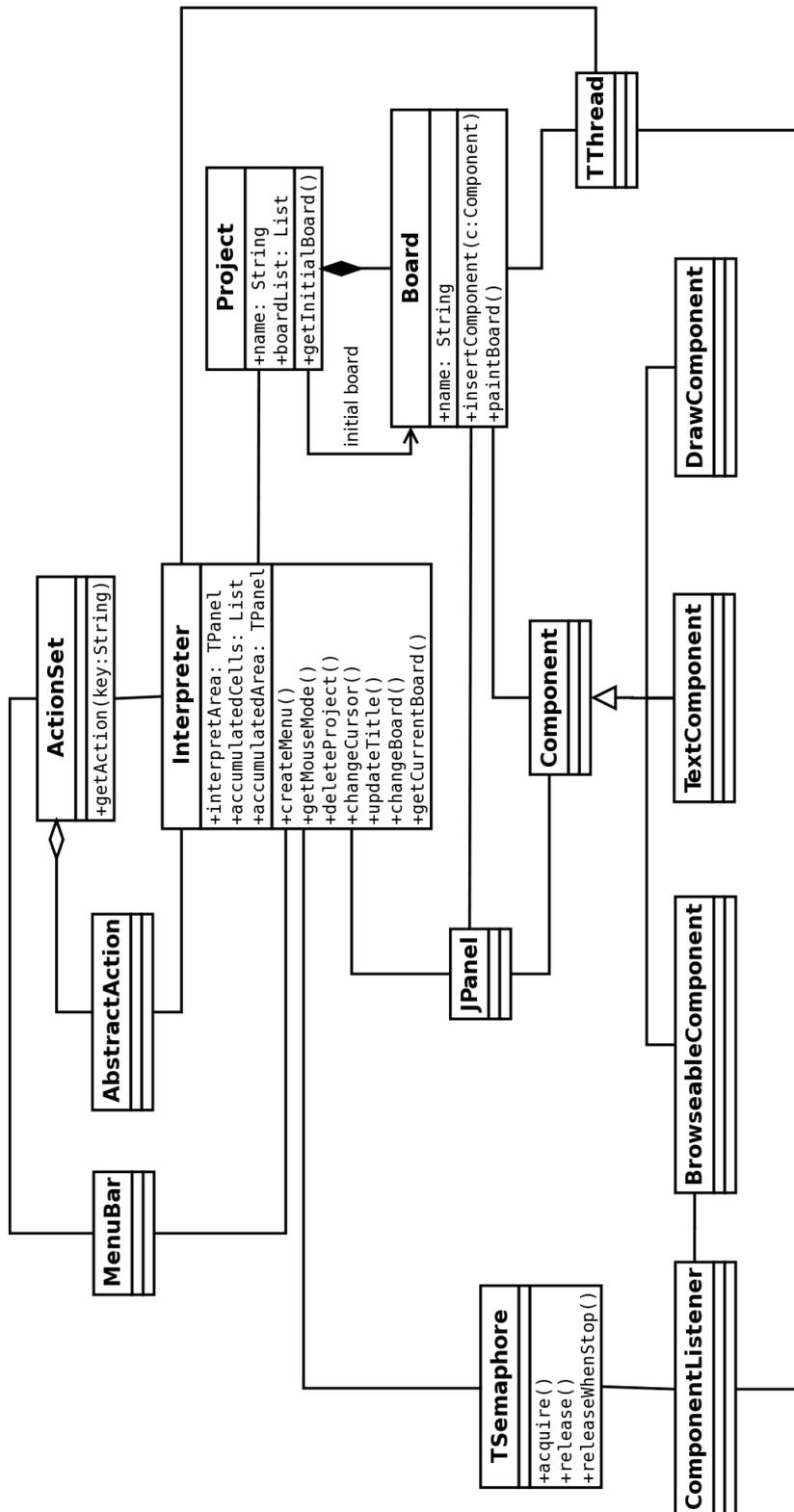


Figura A.3: Diagrama de clases simplificado del Intérprete

Las figuras A.4 y A.5 muestran los diagramas de clases relativos a las distintas componentes que pueden existir en un proyecto del Intérprete y el comportamiento de las celdas.

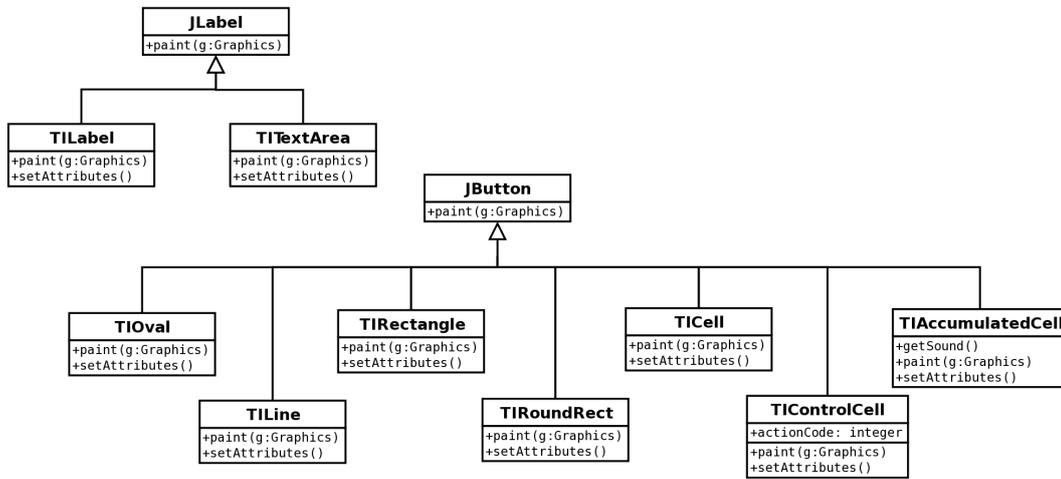


Figura A.4: Diagrama de clases de las componentes de un tablero en el Intérprete

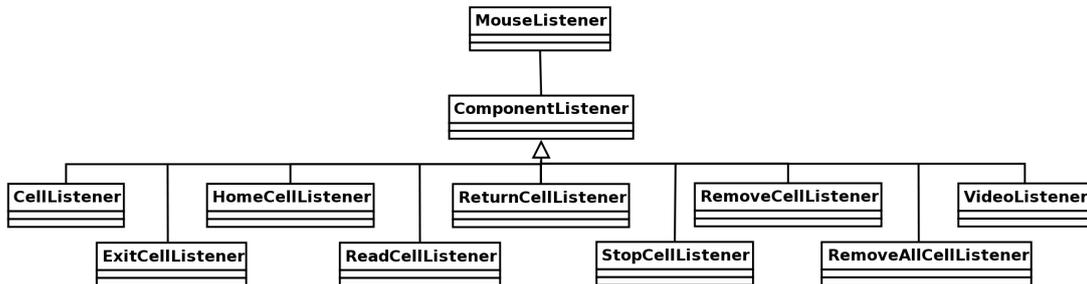


Figura A.5: Diagrama de clases de la componente que gestiona el comportamiento de los distintos tipos de celdas

La figura A.6 muestra una simplificación del diagrama de clases correspondiente con el módulo que contiene los distintos *threads* que se usan en el sistema.

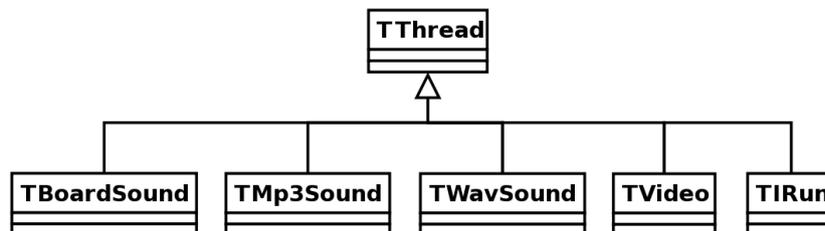


Figura A.6: Diagrama de clases de la componente que agrupa los diferentes *threads* que se usan en el sistema

### A.3.3. Optimización de las operaciones sobre la Galería de pictogramas

Este apartado está dedicado a explicar con un poco más de detalle las modificaciones realizadas para mejorar las operaciones de importar y eliminar imágenes sobre la Galería de pictogramas. Se utilizó el programa YourKit Java Profiler para obtener perfiles de la ejecución en cada caso y así conocer qué parte del programa consumía más tiempo.

Para la explicación de las decisiones tomadas se van a mostrar los resultados obtenidos con el perfilador al utilizar un paquete de pictogramas que incluye un total de 2000 imágenes con 4 o 5 términos clave cada una.

#### Importar base de datos de pictogramas

Con el paquete de pictogramas mencionado el programa empleaba en media 52 minutos para importar las imágenes. Como este tiempo no era viable y además se debían poder importar un mayor número de pictogramas se analizó la salida que ofrecía el perfilador y que se muestra en la figura A.7. En la imagen se observa que el 72% del tiempo de ejecución del programa se dedica a la función `TIGImportTask` encargada de realizar la importación. La tarea de importar los pictogramas consistía en realizar las inserciones correspondientes en la base de datos SQLite [SQL], copiar las imágenes importadas a la carpeta interna de TICO y crear las miniaturas de los pictogramas que se mostrarán en las ventanas de búsqueda de imágenes.

El número de inserciones que se están realizando en la base de datos son: 2000 en la tabla de imágenes, 6354 en la tabla de términos clave y 8305 en la tabla que almacena las asociaciones entre imágenes y términos clave. En total se ejecutan 16659 inserciones en la base de datos.

Name	Time (ms)	Own Time (ms)
<All threads>	178.500	100 %
java.lang.Thread.run()	130.906	73 %
tico.imageGallery.components.SwingWorker\$2.run()	128.046	72 %
tico.imageGallery.components.TIGImportTask\$1.construct()	128.046	72 %
tico.imageGallery.components.TIGImportTask\$ActualTask.<init>	128.046	72 %
sun.awt.image.ImageFetcher.run()	45.250	25 %
tico.TLauncher.main(String[])	1.218	1 %
java.awt.EventDispatchThread.run()	953	1 %
java.lang.ref.Finalizer\$FinalizerThread.run()	156	0 %
java.lang.ref.Reference\$ReferenceHandler.run()	15	0 %

Figura A.7: Resultados obtenidos con el perfilador antes de las mejoras al importar el paquete de pictogramas

La figura A.8 muestra con más detalle la función `TIGImportTask` que es la que más tiempo consume. En ella se observa que las funciones que realizan las inserciones en la base de datos (`insertConceptDB`, `insertAssociatedDB` e `insertImageDB`) están resultando demasiado costosas y es necesario optimizarlas. Para ello después de estudiar la documentación de SQLite se realizaron ciertas modificaciones con el fin de acelerar las inserciones en la base de datos. Fundamentalmente se agruparon las consultas en transacciones SQL además de cambiar la implementación de algunas de las funciones que lanzaban dichas consultas.

Name	Time (ms)	Own Time (ms)
<All threads>	178.500	100 %
java.lang.Thread.run()	130.906	73 %
tico.imageGallery.components.SwingWorker\$2.run()	128.046	72 %
tico.imageGallery.components.TIGImportTask\$1.construct()	128.046	72 %
tico.imageGallery.components.TIGImportTask\$ActualTask.<init>(TIGImportTa	128.046	72 %
tico.imageGallery.dataBase.TIGDataBase.insertConceptDB(String)	54.718	31 %
tico.imageGallery.dataBase.TIGDataBase.insertAsociatedDB(int, int)	42.468	24 %
tico.imageGallery.dataBase.TIGDataBase.insertImageDB(String, String)	18.906	11 %
tico.imageGallery.components.TIGImportTask.access\$3(TIGImportTask, Ima	5.453	3 %
tico.imageGallery.dataBase.TIGDataBase.imageSearch(String)	3.203	2 %
tico.imageGallery.dataBase.TIGDataBase.imageKeySearchName(String)	1.093	1 %

Figura A.8: Detalle de la función TIGImportTask

Por otra parte en la figura A.7 también se observa que el 25% de la ejecución de la operación de importar se emplea en la llamada a `sun.awt.image.ImageFetcher`. Éste es un *thread* que se encarga de buscar imágenes en el sistema de ficheros para los *threads* que las necesiten. En nuestro caso, además de realizar la copia de imágenes, también se están creando sus miniaturas, por lo que suprimiendo esta segunda tarea, el tiempo de ejecución de este *thread* se reducirá. El objetivo es que las miniaturas se creen bajo demanda distribuyendo así su tiempo de ejecución.

La figura A.9 muestra el resultado obtenido con el perfilador después de implementar las dos mejoras mencionadas. En esta nueva ejecución el tiempo empleado para importar el paquete de pictogramas es de 50 segundos en media, por lo que se consiguió una mejora bastante importante.

Name	Time (ms)	Own Time (ms)
<All threads>	13.281	100 %
java.lang.Thread.run()	10.953	82 %
tico.imageGallery.tasks.SwingWorker\$2.run()	9.968	75 %
tico.imageGallery.tasks.TIGImportTask\$1.construct()	9.968	75 %
tico.imageGallery.tasks.TIGImportTask\$ActualTask.<init>	9.968	75 %
tico.TLauncher.main(String[])	1.328	10 %
java.awt.EventQueue.run()	859	6 %
java.lang.ref.Finalizer\$FinalizerThread.run()	93	1 %
sun.awt.image.ImageFetcher.run()	46	0 %

Figura A.9: Resultados obtenidos con el perfilador después de las mejoras al importar el paquete de pictogramas

La figura A.13 muestra la comparación entre la ejecución de la operación de importar antes y después de las mejoras realizadas.

Name	Time Diff (ms)	Old Time (ms)	New Time (ms)
<All threads>	-165.218	178.500	13.281
tico.TLauncher.main(String[])	+109	1.218	1.328
java.lang.ref.Reference\$ReferenceHandler.run()	-15	15	0
java.lang.ref.Finalizer\$FinalizerThread.run()	-62	156	93
java.awt.EventQueueDispatcher.run()	-93	953	859
sun.awt.image.ImageFetcher.run()	-45.203	45.250	46
java.lang.Thread.run()	-119.953	130.906	10.953
tico.imageGallery.tasks.SwingWorker\$2.run()	+9.968	0	9.968
tico.imageGallery.components.SwingWorker\$2.run()	-128.046	128.046	0

Figura A.10: Comparativa de los resultados obtenidos con el perfilador antes y después de las mejoras realizadas sobre la operación de importar un paquete de pictogramas

## Eliminar imágenes

Con el paquete de pictogramas mencionado el programa empleaba en media 13 minutos para eliminar todas las imágenes. Este tiempo, a pesar de ser mucho menor que el empleado en importarlas tampoco era viable, por lo que se analizó la salida del perfilador mostrada en la figura A.11. En la imagen se observa que el 88 % del tiempo de ejecución se dedica a la función `TIGDeleteTask` encargada de realizar el borrado, tanto de los archivos de imagen como de la información almacenada en la base de datos. El número de operaciones de borrado que se están realizando en la base de datos son: 2000 en la tabla de imágenes y 8305 en la tabla que almacena las asociaciones entre imágenes y términos clave. En total se ejecutan 10305 operaciones de borrado en la base de datos.

Name	Time (ms)	Own Time (ms)
<All threads>	25,953	100 %
java.lang.Thread.run()	23,609	91 %
tico.imageGallery.components.SwingWorker\$2.run()	22,828	88 %
tico.imageGallery.components.TIGDeleteTask\$1.construct()	22,828	88 %
tico.imageGallery.components.TIGDeleteTask\$ActualTask.<init>(TIGDeleteT:	22,828	88 %
tico.imageGallery.dataBase.TIGDataBase.deleteImageDB(int)	19,812	76 %
java.io.File.listFiles()	1,843	7 %
java.io.File.delete()	781	3 %
tico.imageGallery.dataBase.TIGDataBase.imageKeySearch(String)	343	1 %
java.io.File.<init>(String)	15	0 %
java.lang.String.toUpperCase()	15	0 %
tico.TLauncher.main(String[])	1,390	5 %
java.awt.EventQueueDispatcher.run()	890	3 %
java.lang.ref.Finalizer\$FinalizerThread.run()	31	0 %
sun.awt.image.ImageFetcher.run()	31	0 %

Figura A.11: Resultados obtenidos con el perfilador antes de las mejora al eliminar todas las imágenes

En la figura A.11 se observa además que, dentro de la función `TIGDeleteTask`, el método `deleteImageDB` que realiza el borrado en la base de datos está resultando demasiado costoso, llevándose un 76 % del tiempo total. Igual que en el caso anterior se realizaron ciertas modificaciones que consistieron en agrupar las consultas en transacciones SQL y modificar el código de algunas funciones.

La figura A.12 muestra el resultado obtenido con el perfilador después de realizar esta mejora. En esta nueva ejecución el tiempo empleado para borrar todas las imágenes es de 20 segundos en media, por lo que se consiguió una mejora sustanciosa.

Name	Time (ms)	Own Time (ms)
<All threads>	7.062 100 %	
java.lang.Thread.run()	4.859 69 %	0
tico.imageGallery.tasks.SwingWorker\$2.run()	4.015 57 %	0
tico.imageGallery.tasks.TIGDeleteTask\$1.construct()	4.015 57 %	0
tico.imageGallery.tasks.TIGDeleteTask\$ActualTask.<init>.(TIGDeleteTask, TEd	4.015 57 %	0
tico.imageGallery.dataBase.TIGDataBase.deleteImageDB(int)	2.031 29 %	0
java.io.File.listFiles()	1.093 15 %	0
java.io.File.delete()	687 10 %	0
tico.imageGallery.dataBase.TIGDataBase.imageKeySearch(String)	203 3 %	0
tico.TLauncher.main(String[])	1.312 19 %	0
java.awt.EventQueueDispatchThread.run()	781 11 %	0
sun.awt.image.ImageFetcher.run()	109 2 %	0

Figura A.12: Resultados obtenidos con el perfilador después de la mejora al eliminar todas las imágenes

La figura A.13 muestra la comparación entre la ejecución de la operación de eliminar antes y después de la mejora realizada.

Name	Time Diff (ms)	Old Time (ms)	New Time (ms)
<All threads>	-18.890	25.953	7.062
sun.awt.image.ImageFetcher.run()	+78	31	109
java.lang.ref.Finalizer\$FinalizerThread.run()	-31	31	0
tico.TLauncher.main(String[])	-78	1.390	1.312
java.awt.EventQueueDispatchThread.run()	-109	890	781
java.lang.Thread.run()	-18.750	23.609	4.859

Figura A.13: Comparativa de los resultados obtenidos con el perfilador antes y después de la mejora realizada sobre la operación de eliminar los pictogramas

### A.3.4. Arquitectura general del sistema

La figura A.14 muestra de forma gráfica la división de la aplicación en subsistemas. Esta división se ha realizado en capas, de manera que cada capa hace uso de las capas inferiores tal y como viene determinado por las líneas verticales. En el esquema se han añadido las bibliotecas y subsistemas ajenos a la aplicación que han sido utilizados como base para ésta.

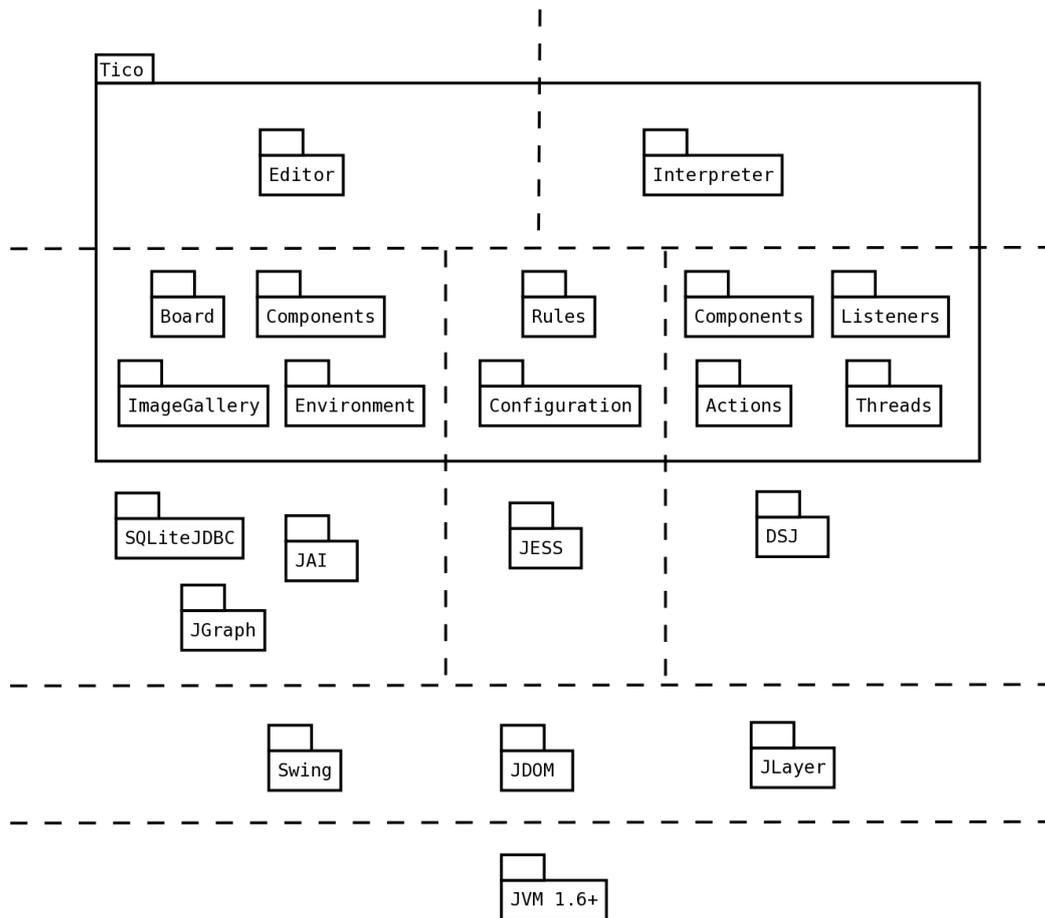


Figura A.14: Arquitectura de sistema en capas

## A.4. Prototipado de ventanas

Las distintas mejoras y ampliaciones realizadas en la aplicación han requerido modificar algunas de las ventanas existentes y añadir otras nuevas. En su diseño se ha tenido en cuenta que el formato fuese lo más uniforme posible con las ya existentes. Se han realizado prototipos de las ventanas de la aplicación, de los diálogos de propiedades de los componentes y de los diálogos de información o confirmación. Estos últimos se han omitido en esta sección por considerar que carecen de interés.

### A.4.1. Ventanas relacionadas con el reproductor de vídeo

Durante el desarrollo del reproductor de vídeo, en cuanto a la interfaz de la aplicación, únicamente fue necesario modificar la ventana desde la que se configuran las propiedades de una celda. Se añadió un nuevo tipo de acción asociada que permite incluir un fichero de vídeo como parte de las mismas. El prototipo final de esta ventana se muestra en la figura A.15.

El prototipo de la ventana 'Celda' muestra una interfaz con una barra de pestañas superior con 'Propiedades' seleccionada. El contenido de la pestaña está organizado en secciones: 'Acciones' con un campo 'Ir a' y un botón 'Acumular'; 'Imagen alternativa'; 'Sonido'; 'Enviar texto'; y 'Video' con campos para 'Fichero' (con botón 'Seleccionar') y 'URL' (con botones 'Introducir' y 'Borrar'). En la parte inferior hay botones 'Aceptar', 'Aplicar' y 'Cancelar'.

Figura A.15: Prototipo de la ventana de propiedades de una celda donde se incluye la opción de asociar un fichero de vídeo

### A.4.2. Ventanas relacionadas con el Intérprete

Para el desarrollo del Intérprete TICO fue necesario hacer un diseño de las ventanas que incluyeran las nuevas opciones y ciertos cambios los menús de la aplicación. La figura A.16 muestra el prototipo de la ventana principal de la aplicación donde se observan las dos partes principales del Intérprete, el área de interpretación y el área de acumulación. En la figura A.17 se observa un esquema de la ventana que permite la configuración del Intérprete: la

imagen a usar en el cursor, el número máximo de celdas y el tipo de barrido.

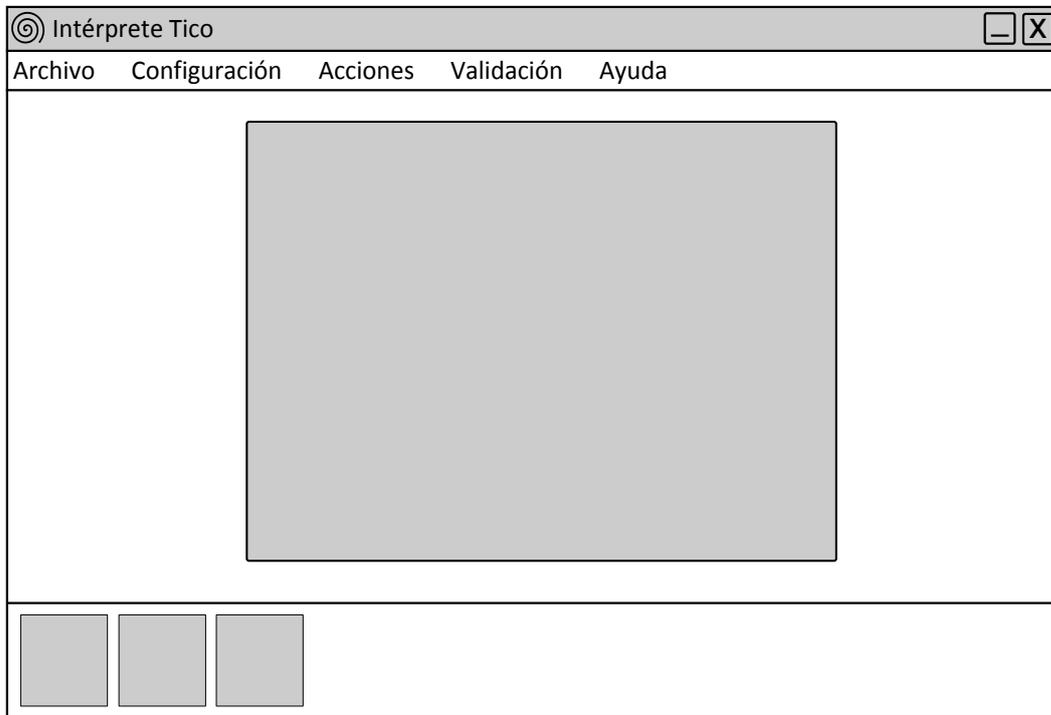


Figura A.16: Prototipo de la ventana del Intérprete

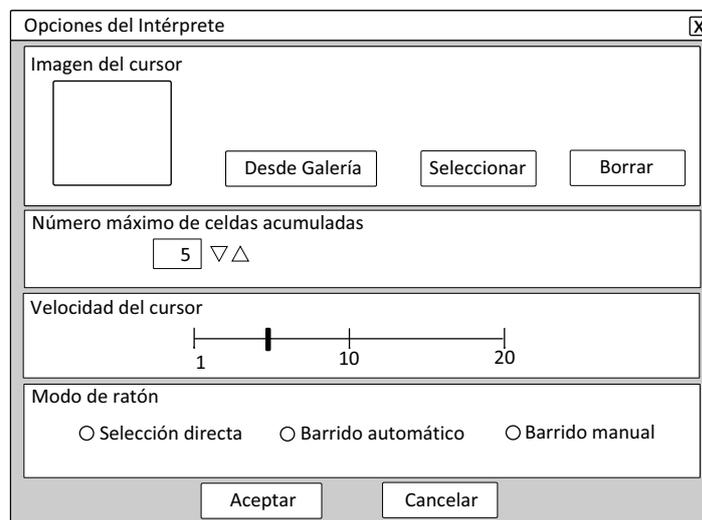


Figura A.17: Prototipo de la ventana de configuración de las opciones del Intérprete

Como consecuencia de los cambios introducidos en el Intérprete con las celdas de control se realizaron varios bocetos que permitieran definir sus propiedades cuando se insertaran en el Editor. En las figura A.18 se muestran los bocetos finales.

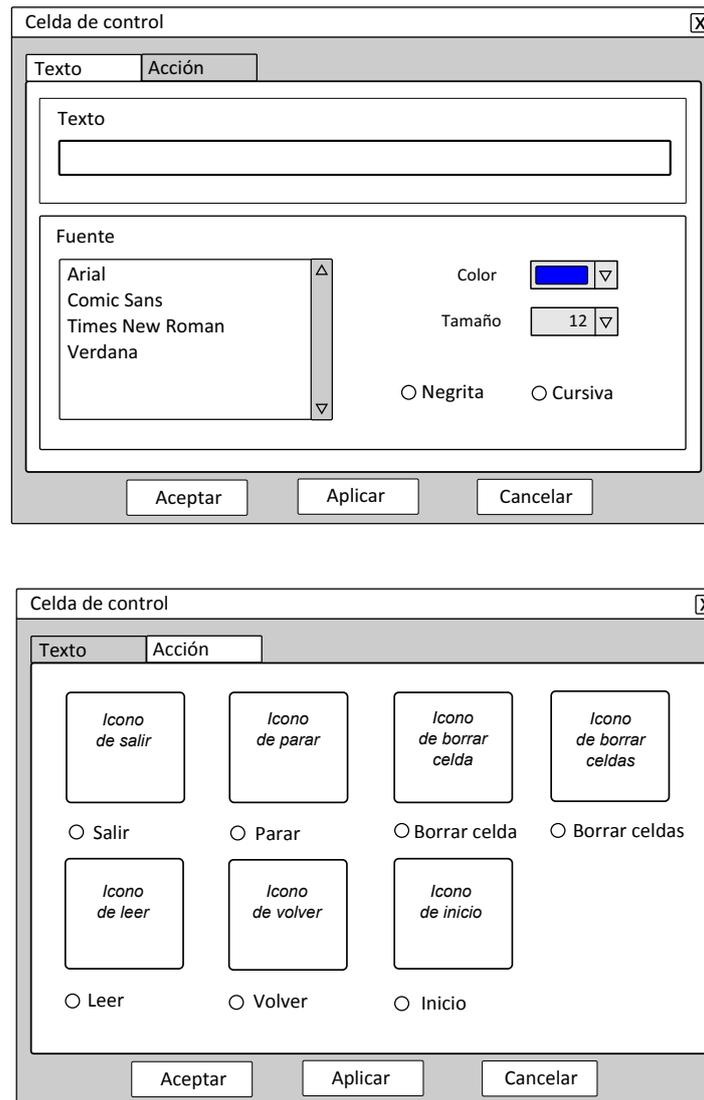


Figura A.18: Prototipos de la ventanas de configuración de una celda de control

### A.4.3. Ventanas relacionadas con la Galería de pictogramas

Los cambios realizados en la Galería de pictogramas también requirieron modificar los menús del Editor y realzar esquemas de las ventanas que dan acceso a las nuevas funcionalidades o a los cambios en las ya existentes. La figura A.19 muestra la ventana que da acceso a la nueva funcionalidad que permite eliminar grupos de imágenes de la Galería.

Las figuras A.20 y A.21 representan las ventanas que dan acceso a la importación y exportación de pictogramas a la Galería. En la ventana de importación se ha añadido la opción de elegir si las imágenes repetidas deben ser reemplazadas o añadidas en la Galería. La ventana de exportación actualmente permite realizar búsquedas de imágenes para ser importadas.

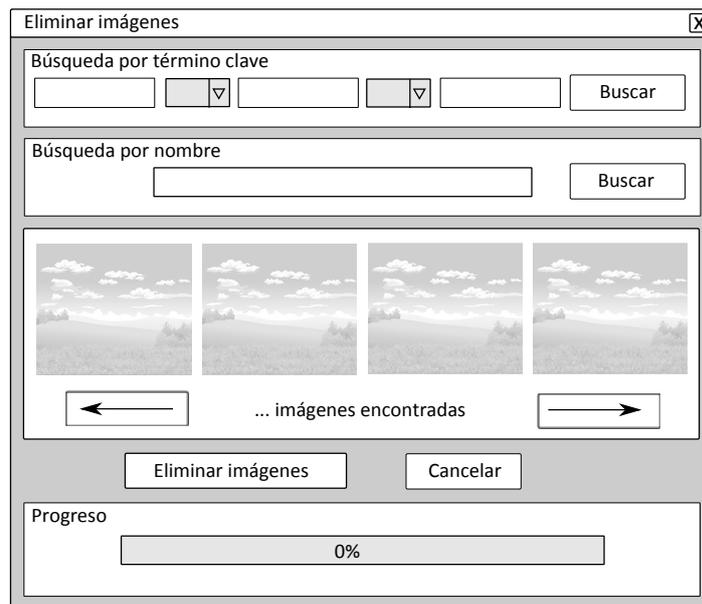


Figura A.19: Prototipo de la ventana de eliminar imágenes

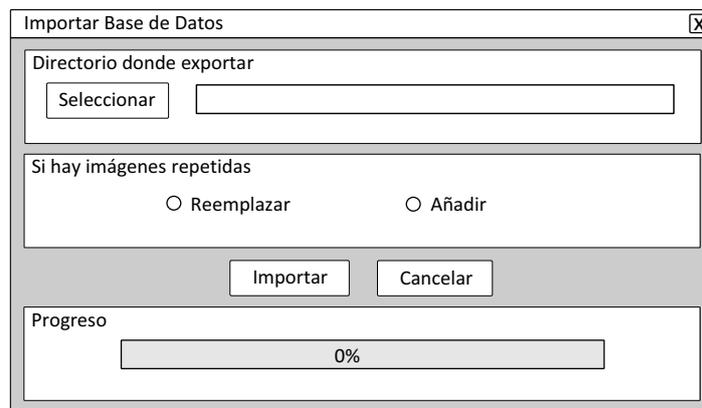


Figura A.20: Prototipo de la ventana para importar la Galería de pictogramas

Por último, la ventana de acceso a la inserción de una imagen en la Galería fue modificada para que, al igual que en la importación de imágenes, si la imagen se encontraba en la Galería se pudiese elegir entre reemplazar la existente o añadirla de nuevo. El prototipo de esta ventana se muestra en la figura A.22.

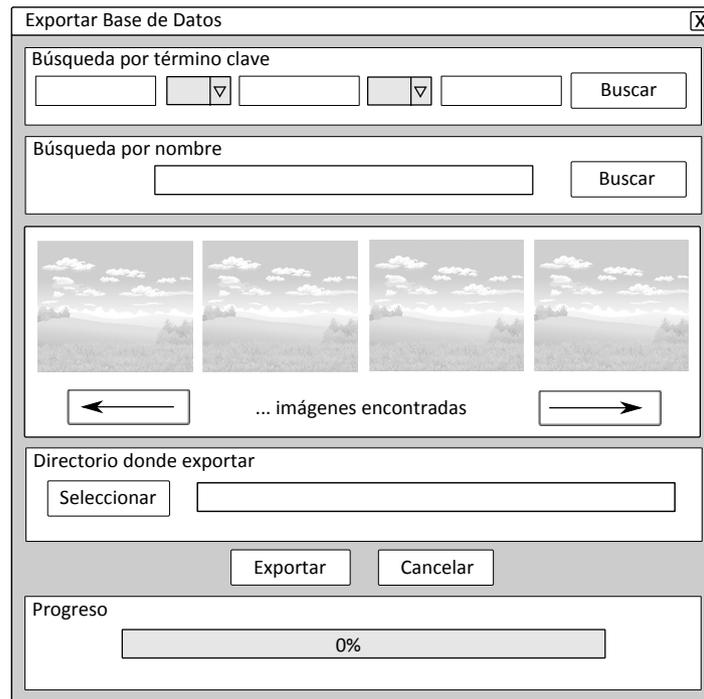


Figura A.21: Prototipo de la ventana para exportar imágenes de la Galería

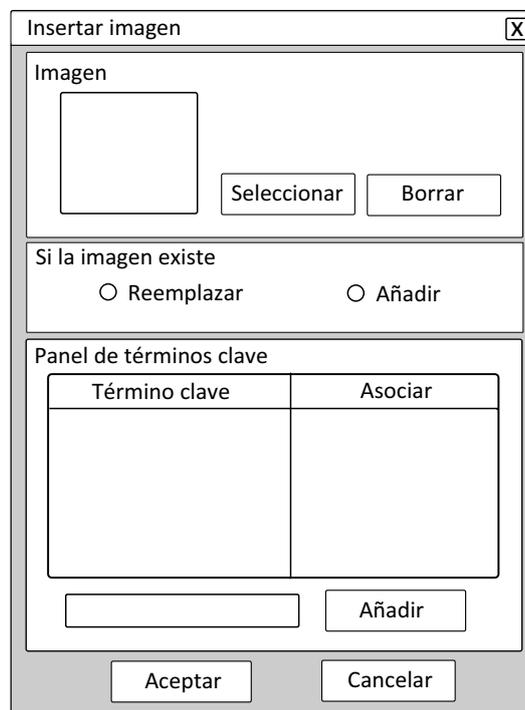


Figura A.22: Prototipo de la ventana de insertar una imagen en la Galería

## A.5. Estructura de un proyecto TICO

Los proyectos TICO generados con el Editor para utilizarse en el Intérprete representan los datos intercambiados en el sistema. Se pueden definir como grupos de tableros interactivos de comunicación que a su vez contienen diversos componentes. El diagrama de clases mostrado en la figura A.23 refleja el diseño de los proyectos TICO.

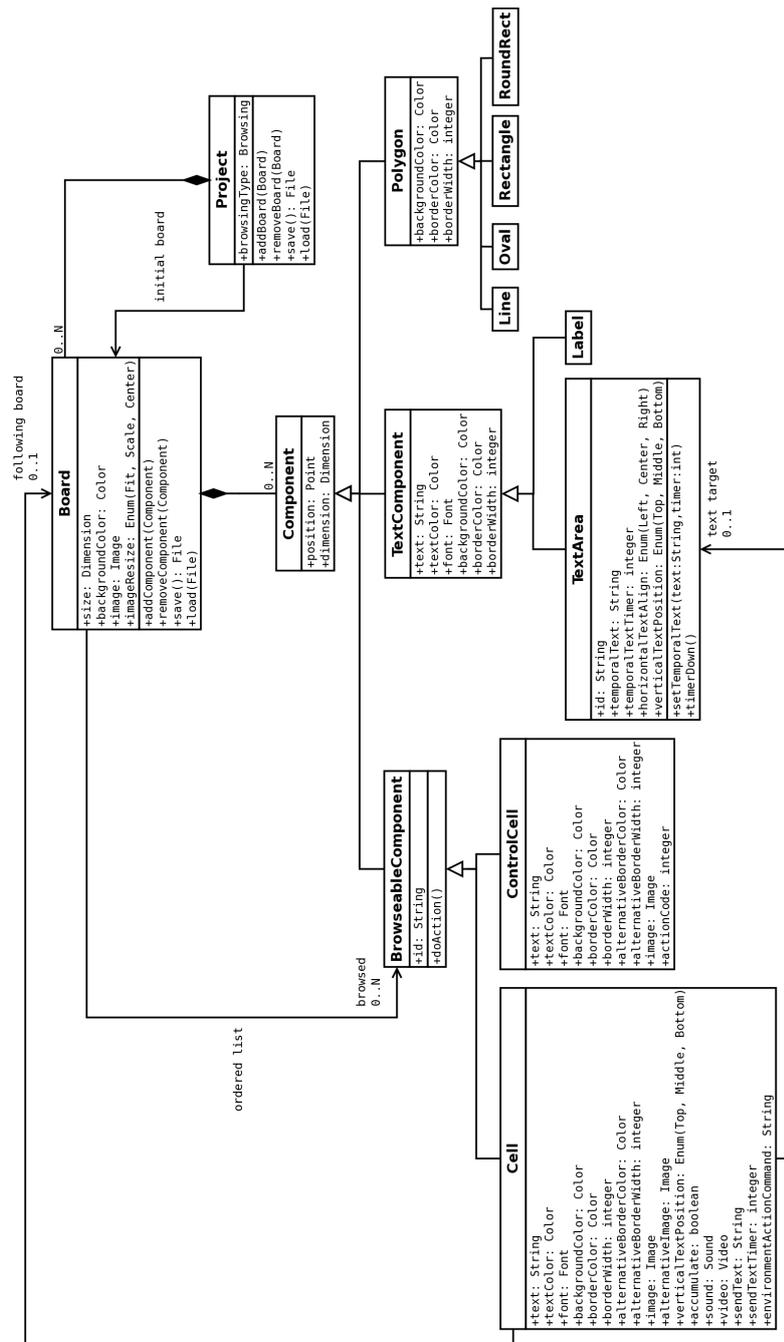


Figura A.23: Diagrama de clases de los datos que se utilizan en el sistema

Los proyectos creados con el Editor se almacenan sobre un único fichero con extensión *.tco*. En él se almacena la descripción de cada uno de los tableros y sus componentes sobre un fichero XML denominado *project*, y todos los ficheros de sonido, imagen y vídeo que se utilizan en el proyecto. La figura A.24 muestra con un ejemplo la estructura de un proyecto TICO.

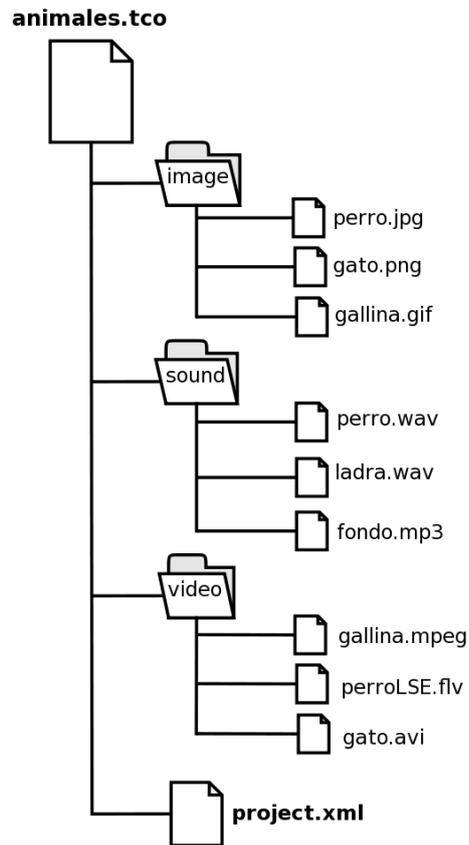


Figura A.24: Ejemplo de la estructura de un proyecto TICO

Para una mejor comprensión de la descripción de los proyectos almacenada en el fichero *project.xml* se definió mediante la Descripción de Tipo de Documento (DTD) de la tabla A.1 el formato de los mismos. Su función básica es definir el formato de datos, de manera que sea común y mantenga la consistencia entre todos los documentos que utilicen la misma DTD.

```
<!ELEMENT project (initial_board board*)>
<!ATTLIST project
  name CDATA #REQUIRED>

<!ELEMENT initial_board (#PCDATA)>

<!ELEMENT board (model)>
<!ATTLIST board
  name CDATA #REQUIRED>

<!ELEMENT model (attributes component*)>

<!ELEMENT component (attributes)>
<!ATTLIST component
  type (cell | controllerCell | label | textArea |
        oval | line | rectangle | roundRect) #REQUIRED>

<!ELEMENT attributes (attribute*)>

<!ELEMENT attribute (family size | x y width height | element* | #PCDATA)>
<!ATTLIST attribute
  key CDATA #REQUIRED
  type CDATA #REQUIRED>

<!ELEMENT element (#PCDATA)>
<!ELEMENT family (#PCDATA)>
<!ELEMENT size (#PCDATA)>
<!ELEMENT x (#PCDATA)>
<!ELEMENT y (#PCDATA)>
<!ELEMENT width (#PCDATA)>
<!ELEMENT height (#PCDATA)>
```

Tabla A.1: DTD de los ficheros XML de los proyectos TICO

## A.6. Pruebas

Las pruebas de un producto *software* son los procesos que permiten verificar su calidad se han utilizado para identificar posibles fallos de implementación o usabilidad. Se han realizado durante todo el proceso de desarrollo del proyecto y no solamente al final, para poder solucionar el mayor número de errores en cada etapa, y no ir arrastrándolos con el avance del proyecto.

En esta sección se explican los diferentes tipos de *test* empleados y la finalidad de cada uno de ellos.

### A.6.1. Pruebas unitarias

Este tipo de pruebas se utilizan para probar cada módulo de código desarrollado y permiten asegurar que cada uno de ellos funciona correctamente por separado. Una de las principales ventajas de este tipo de pruebas es que simplifican la integración de los módulos, ya que proporcionan un alto nivel de garantía de que el código funciona de la manera esperada.

Estas pruebas se han realizado para el reproductor de vídeo, para cada una de las funcionalidades del Intérprete conforme se iban desarrollando y para cada opción añadida o modificada sobre la Galería de pictogramas.

### A.6.2. Pruebas de integración

Después de realizar las pruebas unitarias de cada uno de los componentes, estas pruebas sirven para verificar que las distintas partes del *software* funcionan correctamente cuando se integran entre sí. De esta forma se prueba que cada parte desarrollada y verificada de forma individual se comporta de igual manera al integrarse con las demás funcionalidades.

Este tipo de pruebas se han realizado para verificar la correcta integración del reproductor de vídeo en TICO, el comportamiento del nuevo Intérprete desarrollado con las distintas funcionalidades añadidas y las nuevas opciones que ofrece la Galería de pictogramas. Así, tanto las mejoras añadidas como las modificaciones sobre la versión anterior de TICO, se han probado para asegurar su buen funcionamiento de forma global.

### A.6.3. Pruebas de sistema

Este tipo de pruebas permite comprobar el funcionamiento y el rendimiento global de la aplicación. El *software* ya validado con las pruebas de integración se probó con el resto del sistema para verificar los siguientes aspectos:

- **Rendimiento:** Se han realizado diferentes pruebas para determinar el tiempo de respuesta de determinadas operaciones que ofrece la aplicación. Algunas de ellas han sido las operaciones de importar, exportar y eliminar imágenes de la Galería. Otro aspecto evaluado ha sido el tiempo de respuesta de las celdas del Intérprete para asegurar que con el nuevo diseño se resolvían los problemas de la versión anterior.
- **Resistencia:** Estas pruebas sirven para determinar hasta dónde puede soportar el programa determinadas condiciones extremas. Sobre todo se ha probado la carga de proyectos

de gran tamaño por parte del Editor y del Intérprete y las operaciones de la Galería de pictogramas con un número elevado de imágenes.

- Robustez: Las pruebas realizadas tenían por objetivo determinar la capacidad del programa para soportar entradas incorrectas y asegurar que la aplicación era capaz de responder sin fallos.

#### **A.6.4. Pruebas de usuario**

Con este tipo de pruebas se mide el nivel de adaptación del sistema a las necesidades del usuario. Es importante tener en cuenta la facilidad de uso durante todo el desarrollo del proyecto para conseguir unos resultados satisfactorios para la mayoría de los futuros usuarios.

Son esenciales para el tipo de programa desarrollado debido a los usuarios a los que va dirigida la aplicación. Algunas de los aspectos evaluados con este tipo de pruebas son los siguientes:

- Facilidad de aprendizaje: Se ha buscado en todo momento que la aplicación sea sencilla y manejable por los usuarios, realizando para ello interfaces gráficas intuitivas y similares entre sí. Esto facilita al usuario el aprendizaje de la aplicación de manera que pueda manejar la aplicación sin necesidad de tener unos conocimientos de informática elevados. Con estas pruebas se comprobó el tiempo empleado en la configuración y utilización de la aplicación por personas que no la conocían.
- Memoria: Un aspecto importante en el uso de la aplicación es que su manejo sea fácil de recordar aunque haya pasado bastante tiempo sin utilizarla. Para lograrlo se aseguró que la interfaz fuera intuitiva y sencilla.
- Satisfacción del usuario: Se determina la calidad de la experiencia de un usuario en su interacción con el programa. Para evaluar este aspecto se han realizado distintas pruebas en las aulas del colegio CPEE Alborada, donde actualmente la aplicación ya está en uso. La satisfacción en el uso de la aplicación es consecuencia de la facilidad de uso del programa y el cumplimiento de los objetivos previamente establecidos.

## A.7. Herramientas utilizadas

A lo largo del desarrollo del proyecto se han utilizado distintas herramientas y tecnologías que han servido de apoyo en el desarrollo de las distintas tareas realizadas. Se recogen en esta sección explicando brevemente en algunos casos el uso que se ha hecho de ellas.

- **Desarrollo y pruebas**

- Eclipse 3.5: Entorno de desarrollo.
- Subversion: Control de versiones. Subclipse 1.6: *plugin* para Eclipse que permite trabajar con el sistema de control de versiones desde el entorno de desarrollo.
- Java SDK 1.6: Máquina virtual Java.
- Any Video Converter 2.7.6
- VideoPad Video Editor 2.0.1
- Black Cat 8.17: Gestor de bases de datos SQLite3.
- YourKit Java Profiler 8.0.24
- XAMPP 1.7.3: servidor web Apache 2.2, MySQL 5.1 y PHP 5.3.1
- FileZilla FTP Client 3.3.2
- VMWare Workstation 7.0: Software de virtualización.

- **Sistemas operativos**

- Windows XP, Windows Vista y Windows 7 (32 y 64 bits)
- Ubuntu GNU/Linux Jaunty Jackalope 9.04, Ubuntu GNU/Linux Karmic Koala 9.10 y Debian GNU/Linux squeeze

- **Generación de ejecutables e instaladores**

- Nullsoft Scriptable Install System 2.45
- Xenoage Java Exe Starter 2.0

- **Documentación**

- MiKTeX 2.8 (Compilador de  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ) y  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ nicCenter 1.0 (Editor de  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ): Elaboración de la memoria y apéndices.
- JavaDoc: Utilidad para la generación de documentación en formato HTML a partir de código fuente Java.
- Gantt Project 2.0.10: Editor de diagramas de Gantt.
- Dia 0.97.1: Generador de diagramas.
- Inkscape 0.47: Herramienta de dibujo libre y multiplataforma para gráficos vectoriales SVG.

- **Propósito general**

- Mozilla Firefox 3.6.3: Navegador web.
- Notepad++ 5.6.8: Editor de texto y código fuente que soporta varios lenguajes de programación.



## Apéndice B

# Distribución temporal del proceso

Este apéndice tiene por objetivo explicar cómo se ha distribuido el tiempo para llevar a cabo cada una de las distintas partes de este PFC. Comienza en septiembre de 2009 y finaliza en junio de 2010 realizándose a tiempo completo. La figura B.1 muestra el Diagrama de Gantt donde se reflejan las diferentes tareas realizadas y el tiempo real dedicado al desarrollo de cada una de ellas.

La primera fase de este PFC se dedicó a la lectura sobre los sistemas aumentativos y alternativos de comunicación para obtener conocimientos sobre ese campo y así comprender mejor el objetivo de la aplicación TICO. Una vez adquiridos y para tener una visión de conjunto del programa, se invirtió tiempo en la lectura de la documentación de los PFC previos. De esta manera se conoció el trabajo de cada uno de los proyectos anteriores, lo que resultaría útil a la hora de realizar cambios en el *software*.

La siguiente etapa de este proyecto fue el estudio y desarrollo de un reproductor de vídeo que pudiese ser integrado de forma robusta en la aplicación existente. Se establecieron los requisitos que debía cumplir y, para satisfacerlos, se realizó un estudio de diversas tecnologías y bibliotecas compatibles con el lenguaje de programación Java. Esta es una de las fases más extensas del proyecto, ya que se probaron varias tecnologías para implementar el reproductor, realizando un prototipo con cada una de ellas e integrándolo en la aplicación para comprobar su funcionamiento. Las distintas alternativas estudiadas y los resultados obtenidos con cada una de ellas están detallados en el apéndice C. El final de esta fase se solapa con la siguiente en la que se rediseñó y reimplementó el Intérprete.

Para el desarrollo del Intérprete se recogieron los requisitos que debía cumplir, así como los distintos cambios y ampliaciones que debían introducirse en la nueva versión. Junto con el director del proyecto se elaboró un diseño y se establecieron varios hitos cronológicos donde se debía tener distintas versiones de prueba de la aplicación, en las que se iban añadiendo funcionalidades. Estas versiones de prueba se proporcionaban a los profesores del CPEE Alborada, para que con el uso detectaran posibles errores y pudiesen ser corregidos durante la implementación de la aplicación. Desde la primera versión de prueba ya se encontraba integrado el reproductor de vídeo desarrollado en la fase anterior. En esta etapa se implementaron las distintas ampliaciones y mejoras detalladas en el capítulo 3.

Además de los errores detectados en las distintas funcionalidades y corregidos durante el desarrollo, se realizaron pruebas en distintos sistemas operativos. No sólo se debía comprobar

que la aplicación funcionaba de la misma forma en todos ellos, sino que los proyectos TICO generados eran compatibles entre diferentes plataformas. Una vez finalizada la fase de pruebas, el instalador de la aplicación se reemplazó por su versión anterior en la página que el Proyecto TICO tiene en SourceForge, de forma que quedaba disponible para su descarga.

Posteriormente, y en paralelo a la fase de pruebas de la aplicación, se elaboró el sitio web del Proyecto TICO pensado para dar una mayor difusión al programa. Se pensó la estructura con el director del proyecto y se contrastó con los profesores del CPEE Alborada. También fue necesario rehacer el manual de usuario de la aplicación con los nuevos cambios introducidos.

En la última etapa del tiempo que ha durado este proyecto y a la vez que se elaboraba la documentación del mismo, se han realizado una serie de mejoras en la aplicación en su mayor parte sugeridas por personas que ya están utilizando el programa.

La fase de documentación de este PFC comenzó al final de la segunda etapa y se ha extendido hasta la finalización del mismo.

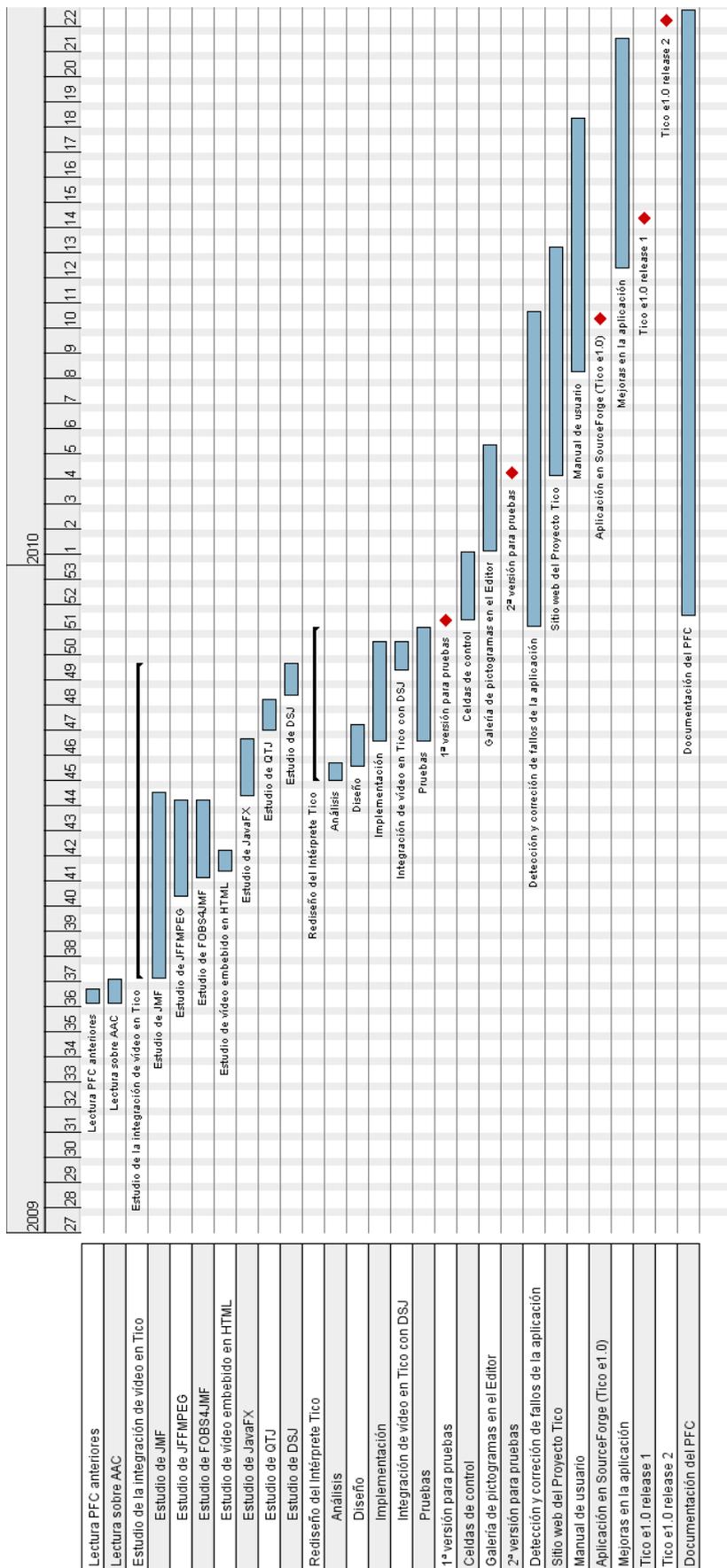


Figura B.1: Diagrama de Gantt



## Apéndice C

# Tecnologías para la reproducción de contenidos multimedia en Java

Con el objetivo de incorporar la reproducción de vídeos en TICO, la primera fase del proyecto consistió en el estudio de diferentes alternativas que permitían la reproducción de vídeos en una aplicación Java. Este estudio duró más de lo previsto ya que inicialmente no se estimó correctamente la dificultad de esta tarea. En este apéndice se recogen las distintas alternativas estudiadas, sus características y los motivos por los que se eligieron o descartaron.

Es importante recordar que, a la hora de reproducir un vídeo, no sólo es necesario conocer el formato del contenedor multimedia para poder separar las pistas de audio y vídeo, sino que también es necesario poder decodificarlas para su reproducción. Esto significa que nuestro reproductor deberá reconocer el formato del archivo multimedia, así como disponer de los *códecs* necesarios para reproducir las pistas de audio y vídeo. De esta manera se buscaba que fuese capaz de reproducir los formatos de vídeo más comunes y robusto frente a diferentes codificaciones.

Antes de comenzar se utilizó la versión de prueba un programa de pago similar a TICO que usan en el CPEE Alborada cuando necesitan usar vídeo en un tablero de comunicación. Este programa permite visualizar vídeos con extensiones WMV, AVI, MPG y MPEG/MPG que fueron las tomadas inicialmente como referencia. Además los profesionales del CPEE Alborada nos propusieron la visualización de vídeos con formato FLV debido a que disponen de una galería de vídeos en este formato que muestran el lenguaje de signos y que utilizan con personas que necesitan este tipo de comunicación. El último requisito fue que el vídeo debía poder incluirse como parte de una celda o elemento indicable de un tablero interactivo de comunicación TICO y se tendría que poder interrumpir su reproducción en cualquier momento.

### C.1. Java Media Framework

El objetivo inicialmente planteado fue desarrollar un reproductor de vídeo íntegramente en Java. Se pretendía que el reproductor fuera independiente del sistema operativo para que esta nueva funcionalidad no se viera limitada en este aspecto. Por esto inicialmente se estudió la

versión 2.1.1e de Java Media Framework<sup>1</sup> (JMF), API de Java que permite el tratamiento de datos multimedia [Kur01] [PdV01] [Mál03] [New]. Esta API lleva varios años sin soporte y mantenimiento por parte de *Sun Microsystems*, pero se decidió estudiarla en primer lugar por ser la herramienta que proporcionan los desarrolladores de Java para la reproducción de contenidos multimedia, y en segundo lugar por estar disponible para los sistemas operativos Windows y Linux.

JMF proporciona herramientas para la captura, procesamiento y almacenamiento de datos multimedia y permite su transmisión y recepción a través de internet. Además provee codificadores y decodificadores para algunos formatos multimedia. La siguiente tabla, extraída de la documentación de JMF, muestra los distintos contenedores y codificaciones soportados por esta API para sus diferentes versiones.

Media Type	Cross Platform Version	Solaris/Linux	Windows
<b>AVI (.avi)</b>	<b>read<sup>a</sup>/write<sup>b</sup></b>	<b>read/write</b>	<b>read/write</b>
Audio: 8-bit mono/stereo linear	D <sup>c</sup> ,E <sup>d</sup>	D,E	D,E
Audio: 16-bit mono/stereo linear	D,E	D,E	D,E
Audio: DVI ADPCM compressed	D,E	D,E	D,E
Audio: G.711 (U-law)	D,E	D,E	D,E
Audio: A-law	D	D	D
Audio: GSM mono	D,E	D,E	D,E
Audio: ACM	-	-	D,E
Video: Cinepak	D	D,E	D
Video: MJPEG (422)	D	D,E	D,E
Video: RGB	D,E	D,E	D,E
Video: YUV	D,E	D,E	D,E
Video: VCM	-	-	D,E
<b>MPEG-1 Video (.mpg)</b>	<b>-</b>	<b>read</b>	<b>read</b>
Multiplexed System stream	-	D	D
Video-only stream	-	D	D
<b>QuickTime (.mov)</b>	<b>read/write</b>	<b>read/write</b>	<b>read/write</b>
Audio: 8 bits mono/stereo linear	D,E	D,E	D,E
Audio: 16 bits mono/stereo linear	D,E	D,E	D,E
Audio: G.711 (U-law)	D,E	D,E	D,E
Audio: A-law	D	D	D
Audio: GSM mono	D,E	D,E	D,E
Audio: IMA4 ADPCM	D,E	D,E	D,E
Video: Cinepak	D	D,E	D
Video: H.261	-	D	D
Video: H.263	D	D,E	D,E
Video: JPEG (420, 422, 444)	D	D,E	D,E
Video: RGB	D,E	D,E	D,E

<sup>a</sup>indica que el formato de contenedor multimedia puede usarse como entrada (leerse de un fichero)

<sup>b</sup>indica que el formato de contenedor multimedia puede usarse como salida (escribirse en un fichero)

<sup>c</sup>indica que el formato puede ser decodificado y reproducido

<sup>d</sup>indica que los datos recibidos por *streaming* pueden ser codificados en el formato

Tabla C.1: Formatos de vídeo soportados por Java Media Framework

<sup>1</sup><http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/media/jmf>

Como se observa en la tabla los formatos y *códecs* soportados por la versión 2.1.1e de JMF son reducidos y bastante antiguos, por lo que por sí solo JMF no soluciona todas las necesidades del reproductor a desarrollar en este PFC, pero existen complementos que pueden ampliar y mejorar la funcionalidad del reproductor a desarrollar. Se optó por complementar JMF con una serie de *plugins* libres que son:

- **JFFmpeg<sup>2</sup>**: *Plugin* para JMF que permite la reproducción de un cierto número de formatos de audio y vídeo. Está basado en una traducción del proyecto FFmpeg<sup>3</sup> al lenguaje Java, soportando varios *códecs* en código Java puro. Para aquellos *códecs* que no han sido portados, existe un adaptador JNI que permite llamar directamente al código de FFmpeg. Está disponible para Linux y Windows.
- **Fobs4JMF<sup>4</sup>**: *Plugin* que permite la utilización de un amplio rango de *códecs* y formatos de FFmpeg en aplicaciones Java. Utiliza la API Fobs<sup>5</sup> desarrollada en C++ y JNI. Se integra en JMF permitiendo que las aplicaciones Java puedan abrir y editar ficheros de audio y vídeo. Algunos de los *códecs* y formatos que soporta son DivX, XviD, H264, .m4a, .ogg, .mp3, .mov, y .avi. Está disponible para MacOS X, Linux y Windows de 32 bits.

Para cada sistema operativo estos *plugins* proporcionan una biblioteca nativa por lo que la aplicación ya no estaría únicamente desarrollada en código Java.

Las siguientes tablas muestran los *códecs* soportados por estos dos *plugins*:

<i>Códec</i>	JFFmpeg	Fobs4JMF
WMV1	✓	✓
WMV2	✓	✓
MPEG-1	✓	✓
MPEG-2	✓	✓
MPEG-3	x	✓
MPEG-4	✓	✓
MJPG	✓	✓
MP4V	x	✓
DivX	✓	✓
DX50	✓	✓
XviD	✓	✓
H264	x	✓
H263	✓	✓
Cvid	x	✓
MPG4	✓	✓
MP42	✓	✓
MP43	x	✓
DIV3	✓	✓

Tabla C.2: *Códecs* de vídeo soportados por JFFmpeg y Fobs4JMF

<sup>2</sup><http://jffmpeg.sourceforge.net>

<sup>3</sup><http://ffmpeg.org>

<sup>4</sup>[http://fobs.sourceforge.net/f4jmf\\_first.html](http://fobs.sourceforge.net/f4jmf_first.html)

<sup>5</sup><http://fobs.sourceforge.net>

<i>Códec</i>	JFFmpeg	Fobs4JMF
MP3	✓	✓
AC3	✓	✗
Vorbis	✓	✗
TWOS	✗	✓
U-law	✗	✓
A-law	✗	✓
IMA4	✗	✓
MP4A	✗	✓
ALAC	✗	✓

Tabla C.3: *Códecs* de audio soportados por JFFmpeg y Fobs4JMF

Para analizar la idoneidad de estas herramientas se programó un reproductor de vídeo con JMF al que se añadieron los *plugins* de tal manera que se podía ver el comportamiento del reproductor sin *plugins* y con cada uno de ellos por separado. Este reproductor se muestra en la figura C.1.

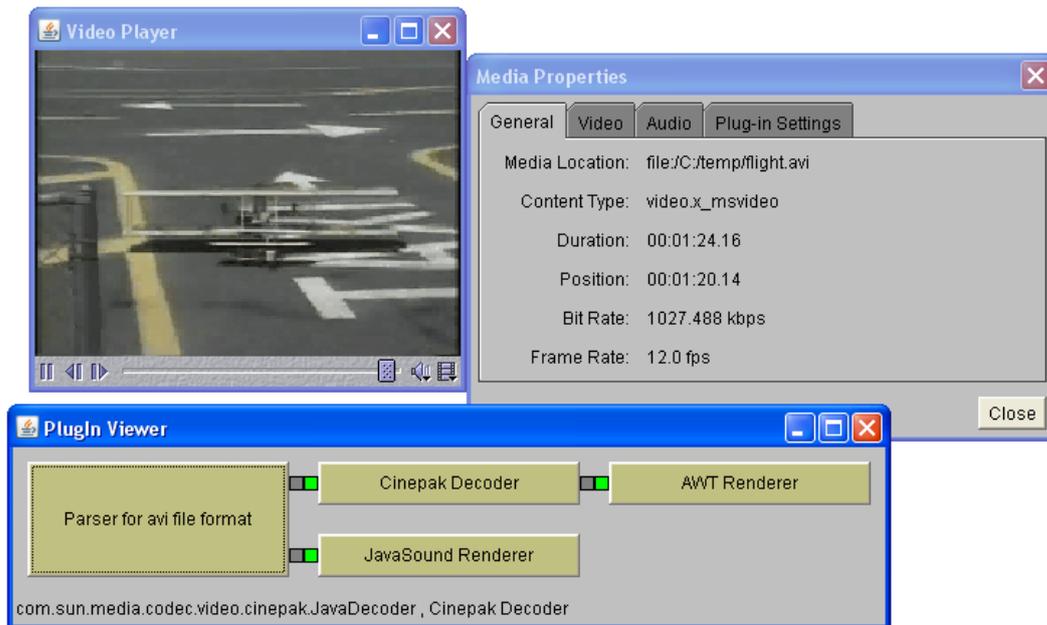


Figura C.1: Reproductor de vídeo programado con Java Media Framework

Se sometió a una serie de pruebas con distintos vídeos haciendo combinaciones de diferentes contenedores multimedia con varios *códecs* de audio y vídeo. Además los profesores del CPEE Alborada nos proporcionaron varios vídeos pensados para usarse en los tableros de comunicación generados por TICO. Los resultados se muestran de forma conjunta en la tabla C.4.

En estos resultados se comprueba la escasez de formatos comunes de vídeo que JMF es capaz de reproducir y que los dos *plugins* aumentan el número de formatos soportados. Estos dos *plugins* deben utilizarse de forma conjunta ya que, en la práctica, hay formatos que uno visualiza correctamente y el otro no. El siguiente paso fue incluir el reproductor desarrollado hasta el momento en la aplicación TICO y una vez allí se realizaron pruebas de integración

para comprobar si funcionaba correctamente. Después de un periodo de prueba los resultados no fueron satisfactorios por lo siguiente:

- El reproductor no era robusto frente a reproducciones sucesivas del mismo o diferentes vídeos causando con bastante frecuencia fallos en la aplicación.
- En algunos casos se producían inconsistencias ya que el programa no se comportaba de la misma manera frente a distintos vídeos codificados de la misma forma.
- Se producían algunos errores en el código nativo por lo que no podían controlarse.
- La integración con la aplicación TICO no se realizaba correctamente, dejando en ocasiones procesos sin terminar al finalizar la ejecución de la aplicación.

Contenedor	Código Audio	Código Vídeo	JMF		JFFmpeg		Fobs4JMF			
			audio	video	audio	video	audio	video		
AVI	mp3	XviD	no	no	si	si	no	si		
	mp3	WMV1	no	no	no	no	no	si		
	WMAv2	WMV1	no	no	no	no	no	si		
	ac3	WMV1	no	no	no	no	no	si		
	linear PCM	cvid (cinepak)	div3(DivX)	si	si	si	si	si	si	
			DX50(DivX)	no	no	si	si	no	si	
			MJPEG	no	no	si	no	no	si	
			WMV2	no	no	si	no	no	no	
			h263	no	no	si	no	no	no	
			h264	no	no	si	no	no	si	
			ffv1	no	no	si	no	no	no	
	mp3	DIVX	IYUV	no	no	si	si	no	si	
			MPG1	no	no	si	no	no	si	
			MPG2	no	no	si	no	no	si	
			MPG4	no	no	si	no	no	si	
			MP42	no	no	si/no	si/no	si	si	
			MOV	linear	QDM2	si	si	no	no	si
h263					no	si	no	no	no	si
rgb	si	si			si	si	si	si		
MPEG/MPG	mpeg1 layer2	mpeg-1	si	no	si	si	si	saltos		
		mpeg-1	si	no	si	si	si	saltos		

Tabla C.4: Resultados del estudio de JMF, JFFmpeg y Fobs4JMF para la reproducción de vídeos

Con estos resultados se concluyó que JMF es una buena solución cuando se manejan archivos multimedia en los que se puede controlar su formato y codificación y que no es apto para el desarrollo de un reproductor de vídeo de propósito general. Tampoco se considera bueno utilizar como base JMF debido a que no es consistente entre diferentes plataformas. Windows soporta formatos que no están disponibles para Linux y viceversa.

Por todo esto se decidió descartar esta opción y estudiar algunas de las alternativas existentes a JMF.

## C.2. Alternativas a Java Media Framework estudiadas

A continuación se presentan las distintas alternativas a JMF estudiadas para reproducir vídeo en una aplicación Java. La mayoría de estas alternativas ofrecen acceso a las diferentes API multimedia disponibles para cada sistema operativo por lo que, en caso de tener que usarlas, sería necesario diseñar una solución para cada sistema operativo en vez de un reproductor multimedia multiplataforma. Primero se estudiaría la solución para sistemas operativos Microsoft Windows, en segundo lugar GNU/Linux y finalmente Apple Macintosh. Este orden se estableció según el número de usuarios de la aplicación que usan cada sistema operativo.

### C.2.1. JavaFX

Como primera alternativa a JMF se decidió estudiar JavaFX<sup>6</sup> debido a que está desarrollado por *Sun Microsystems* y en varias páginas web consultadas se propone como alternativa a JMF. Además está disponible para MacOS, Linux y Windows. Es una familia de productos y tecnologías para la creación de *Rich Internet Applications*, aplicaciones web que tienen las características y capacidades de aplicaciones de escritorio, incluyendo aplicaciones multimedia interactivas. El usuario puede ejecutar las aplicaciones JavaFX en un navegador o arrastrarlas y colocarlas en el escritorio del ordenador.

Con esta tecnología se llegó a programar el reproductor de vídeo que se muestra en la figura C.2, sin embargo el uso de esta tecnología requiere que las aplicaciones se ejecuten como aplicaciones JavaFX y nuestro objetivo es incluirlo en una aplicación Java tradicional. La complicación para integrarlo en la aplicación existente y las dificultades añadidas que conllevaba a los futuros usuarios a la hora de instalar el programa, ocasionó que se descartase esta opción.



Figura C.2: Reproductor de vídeo programado con JavaFX

---

<sup>6</sup><http://javafx.com>

### C.2.2. QuickTime for Java

Como siguiente alternativa decidió estudiarse QuickTime for Java<sup>7</sup> (QTJ). Es una biblioteca que permite a las aplicaciones desarrolladas en Java proveer una serie de funcionalidades multimedia mediante llamadas al sistema nativo QuickTime. Está disponible para sistemas operativos MacOS, MacOS X y Windows permitiendo la captura, edición, reproducción y exportación de contenidos multimedia con diferentes formatos y *códecs*.

El estudio de esta biblioteca conllevaba el cambio de los formatos multimedia a reproducir pasando a estudiar los contenedores MOV, QT, MP4 y manteniendo MPEG/MPG. Se programó el reproductor multimedia mostrado en la figura C.3 que se probó con distintos vídeos y fue integrado posteriormente en la aplicación TICO. Los resultados de estas pruebas se reflejan en la tabla C.5 .



Figura C.3: Reproductor de vídeo programado con QuickTime for Java

Contenedor	Código Audio	Código Vídeo	QTJ	
			audio	video
MOV	mp4a: MPEG-4 AAC LC QDM2: QDesign v2 MPEG-2 Layer 3 twos: 16-bit signed big-endian	mp4v ISO MPEG-4	si	si
		h263 ITU H.263	si	si
		avc1 H.264	si	si
		cvid Cinepak	si	si
		raw Uncompressed RGB	si	si
		mpeg MPEG-1	si	no
MP4	mp4a: MPEG-4 AAC LC  mp4a: MPEG-1	avc1 H.264/MPEG-4 AVC	si	si
		mp4v MPEG-4 Video	si	si
			error	
MPEG / MPG	MPEG-1 Layer 2	MPEG1 MPEG-1	si	si
		MPEG2 MPEG-2	error	

Tabla C.5: Resultados del estudio de QTJ para la reproducción de vídeos

Esta alternativa se descartó principalmente por dos motivos. El primero es que no se consiguió el objetivo fundamental de poder detener la reproducción de un vídeo al ocurrir un evento como puede ser el clic de ratón. El segundo fue que en la misma página de los

<sup>7</sup><http://developer.apple.com/quicktime/qtjava/installation.html>

desarrolladores se indica que algunas funciones en Windows dan problemas, por lo que el reproductor no era robusto frente a fallos. Además, el hecho de utilizar estos contenedores multimedia requeriría para la mayor parte de los usuarios el uso de conversores de formatos vídeo.

### C.2.3. Freedom for Media in Java

Posteriormente se estudió Freedom for Media in Java<sup>8</sup> (FMJ). Es un proyecto de código abierto que tiene por objetivo proveer una alternativa a JMF siendo a la vez compatible con él, mediante el desarrollo de un API para la captura, reproducción, procesamiento y *streaming* de contenido multimedia sobre diferentes plataformas (Mac, Linux y Windows). Actualmente varias áreas del proyecto todavía están en desarrollo.

Se trató de programar un reproductor de vídeo con esta alternativa y la calidad de los resultados obtenidos fueron muy inferiores a los de las alternativas anteriores. Por esta razón se descartó rápidamente.

### C.2.4. Xuggler

El proyecto Xuggler<sup>9</sup> consta de un conjunto de bibliotecas Java y bibliotecas nativas, con dos APIs diferentes:

- API MediaTools: Permite codificar/decodificar audio y vídeo.
- API Xuggler: API más avanzada, accesible desde MediaTools.

Se distribuye bajo licencia GNU LGPL versión 3 y utiliza FFmpeg para codificar y decodificar los archivos multimedia.

Se llegó a programar el reproductor de vídeo mostrado en la figura C.4, pero no llegó a integrarse en la aplicación TICO. Esta alternativa requería la instalación de las bibliotecas nativas en el ordenador por lo que, o bien el usuario debía instalarlas previamente a la aplicación, o bien habría que incluirlo en el instalador aumentando considerablemente su tamaño. Ninguna de estas dos opciones se consideró viable, motivo por el que se descartó esta opción.

### C.2.5. DirectShow<>Java *wrapper*

Finalmente se estudió el *wrapper* DirectShow<>Java<sup>10</sup> (DSJ). Es un proyecto de bastante calidad para trabajar con multimedia en Java, pero sólo en Windows. Proporciona una capa de abstracción Java en torno a la API de Microsoft DirectShow (incluida en los sistemas operativos Windows XP, Vista y 7). Esta API permite realizar operaciones con archivos multimedia o *streaming*. El instalador de DSJ provee una biblioteca Java y otra biblioteca

---

<sup>8</sup><http://fmj-sf.net>

<sup>9</sup><http://www.xuggle.com>

<sup>10</sup><http://www.humatic.de/htools/dsj.htm>



Figura C.4: Reproductor de vídeo programado con Xuggler

nativa para Windows, tanto de 32 como de 64 bits. Si bien no es *software* libre de código abierto, el uso de estas bibliotecas es gratuito para fines no comerciales.

Al igual que con las alternativas anteriores se programó un reproductor de vídeo con el que poder hacer pruebas de distintos formatos de archivo y *códecs*. Hay que destacar que DSJ permite, a través de una interfaz con múltiples funcionalidades, gran variedad de operaciones sobre un archivo de vídeo. Tras las distintas pruebas realizadas con esta opción los puntos fuertes de esta alternativa son:

- No requiere instalar aplicaciones adicionales, sino únicamente incluir dos bibliotecas a la aplicación. Esto evita que se complique la instalación de la aplicación TICO.
- La integración con la aplicación TICO no originó ningún problema adicional sino que el reproductor se comportaba de la misma manera, tanto integrado en la aplicación, como fuera de ella.
- Se consigue controlar la visualización del vídeo pudiendo interrumpir su reproducción en cualquier momento.
- Se logra la reproducción de los contenedores multimedia inicialmente planteados: WMV, AVI y MPEG/MPG.
- Tenemos la seguridad de que los vídeos que se reproducen en el Reproductor de Windows Media se reproducen correctamente en TICO.
- Existen paquetes de *códecs* libres que permiten la reproducción de vídeos con formato FLV en el Reproductor de Windows, por lo que instalándolos, se consigue el objetivo planteado por el CPEE Alborada.

Sin embargo hay que señalar que, con esta solución, se resuelve parcialmente el problema ya que no sirve para otros sistemas operativos. Dada su sencillez decidimos decantarnos por ella teniendo en cuenta que el 95 % de las descargas de TICO provienen de usuarios con sistemas operativo tipo Windows.

El reproductor programado con esta alternativa se muestra, integrado en el Intérprete e1.0, en la figura C.5.



Figura C.5: Reproductor de vídeo integrado en TICO programado con DirectShow<>Java *wrapper*

### C.3. Otras alternativas

A continuación se presentan algunas alternativas encontradas que no se estudiaron en profundidad, pero se consideran interesantes con vistas al desarrollo o modificación de la parte de vídeo de TICO.

#### C.3.1. Gstreamer-Java

Esta alternativa funciona sobre GStreamer<sup>11</sup>, *framework* multimedia libre multiplataforma escrito en el lenguaje de programación C. Permite reproducir música, vídeo o realizar tareas más complejas como mezclar audio y vídeo. Basa su funcionamiento en *plugins*, los cuales pueden proveer *códecs* o más funcionalidades. El propio proyecto GStreamer no ofrece el instalador para sistemas operativos Windows, aunque existen algunas alternativas, como por ejemplo GStreamer WinBuilds<sup>12</sup>. Lo mismo sucede para sistemas operativos Mac donde debe recurrirse al uso de MacPorts<sup>13</sup>. En Linux la mayoría de las distribuciones, si no todas, proporcionan paquetes de GStreamer. Los paquetes se pueden encontrar en el repositorio de la distribución.

<sup>11</sup><http://gstreamer.freedesktop.org>

<sup>12</sup><http://www.gstreamer-winbuild.ylatuya.es>

<sup>13</sup><http://www.macports.org>

Gstreamer-Java<sup>14</sup> es una interfaz Java para GStreamer. La versión actual está disponible para sistemas operativos MacOSX, Linux y Windows.

### C.3.2. Cortado

Es una solución de código abierto para la reproducción de vídeo a través de un navegador web basado en la tecnología Java. Cortado, aprovechando la instalación de Java, permite la visualización de contenido multimedia que use el *códec* Theora o Vorbis embebido en una página web. Es independiente del navegador web, del sistema operativo y de los reproductores de vídeo instalados en la máquina cliente. Originalmente era distribuido por Fluendo<sup>15</sup>, pero las últimas versiones son mantenidas por la Fundación Xiph.org<sup>16</sup>. Esta es una organización sin fines de lucro dedicada a la producción de herramientas de dominio público para el manejo de archivos multimedia.

Xiph.org ha desarrollado Ogg, formato de archivo contenedor multimedia nativo para los *códecs* multimedia que también desarrolla, Theora para vídeo y Vorbis para audio. Vorbis es un formato libre de audio diseñado para competir con los formatos propietarios como MP3, WMA y AAC. Actualmente la fundación está trabajando en Theora, formato libre de vídeo, que al igual que Vorbis, fue diseñado para competir con los formatos propietarios, en este caso MPEG-4, RealVideo, y Windows Media Video.

---

<sup>14</sup><http://code.google.com/p/gstreamer-java>

<sup>15</sup><http://www.fluendo.com>

<sup>16</sup><http://www.xiph.org>



## Apéndice D

# Sitio web del Proyecto TICO

Este apéndice tiene por objetivo explicar la tecnología utilizada para la elaboración del sitio web del Proyecto TICO, creado para dar una mayor difusión y soporte a la aplicación. Además, con vistas a facilitar el mantenimiento del sitio web, se explica cómo realizar las tareas más habituales.

### D.1. Tecnología utilizada

Para el desarrollo del sitio web del Proyecto TICO se decidió utilizar el *software* MediaWiki<sup>1</sup> versión 1.15.1. Es un motor para *wikis* bajo licencia GNU, programado en PHP. Fue creado y desarrollado para Wikipedia y otros proyectos de la fundación Wikimedia<sup>2</sup>. Puede ser instalado sobre servidores Web Apache o IIS y puede usar como motor de base de datos MySQL o PostgreSQL. Para la instalación del servidor web y la base de datos se utilizó XAMPP 1.7<sup>3</sup>. Es un servidor independiente de la plataforma, *software* libre, que consiste principalmente en la base de datos MySQL, el servidor Web Apache y los intérpretes para lenguajes de *script*: PHP y Perl. Al utilizar la tecnología *wiki* no se pretendía que fuese un sitio web colaborativo, sino aprovechar las ventajas que ofrece a la hora de actualizar las distintas páginas que componen el sitio.

Antes de instalar MediaWiki es necesario crear la base de datos que se utilizará para almacenar toda la información del sitio web. En la página web de este *software* se pueden encontrar instrucciones más detalladas sobre la instalación.

Una vez instalado existen dos ficheros importantes para la configuración y aspecto del sitio. Uno de ellos es el fichero `LocalSettings.php` que guarda la configuración del sitio web. Este fichero debe copiarse de la carpeta `config` a la carpeta raíz y hacer modificaciones sobre este último. De lo contrario, si se actualiza la versión de MediaWiki, se perderán los cambios realizados. El otro fichero es `Monobook.php` desde el que se puede modificar la apariencia del web. La instalación de MediaWiki ofrece distintos aspectos para los *wikis* y se encuentran almacenados en la carpeta `skins`. Para el sitio web de TICO se ha dejado el aspecto que viene por defecto denominado *Monobook*.

---

<sup>1</sup><http://www.mediawiki.org>

<sup>2</sup><http://wikimedia.org>

<sup>3</sup><http://www.apachefriends.org/es/xampp.html>

## D.2. Administración del sitio web

Para la completa administración del sitio web se deben conocer los usuarios y contraseñas del sitio web, de la base de datos que utiliza, de la cuenta FTP creada para acceder al servidor donde está alojado y, por último, del correo electrónico del Proyecto TICO.

A continuación se explica cómo realizar las tareas que pueden ser más frecuentes para el mantenimiento del sitio.

### D.2.1. Permisos de usuarios

Para configurar los permisos de usuarios del sitio debe abrirse el fichero `LocalSettings.php`. En la parte final se encuentran los permisos para cada grupo de usuarios. A continuación se muestra un extracto del contenido del fichero. En él se observa que los usuarios que visiten el sitio únicamente tienen permisos de lectura y tienen deshabilitada la creación de cuentas. De esta manera se consigue que no sea un sitio web colaborativo aunque es lo que promueve la filosofía *wiki*.

```
// Implicit group for all visitors
$wgGroupPermissions['*']['createaccount'] = false;
$wgGroupPermissions['*']['read'] = true;
$wgGroupPermissions['*']['edit'] = false;
$wgGroupPermissions['*']['createpage'] = false;
$wgGroupPermissions['*']['createtalk'] = false;
$wgGroupPermissions['*']['writeapi'] = false;

// Implicit group for all logged-in accounts
$wgGroupPermissions['user']['move'] = true;
$wgGroupPermissions['user']['move-subpages'] = true;
$wgGroupPermissions['user']['move-rootuserpages'] = true;
$wgGroupPermissions['user']['read'] = true;
$wgGroupPermissions['user']['edit'] = true;
$wgGroupPermissions['user']['createpage'] = true;
```

### D.2.2. Idioma del sitio web

El idioma del sitio web se puede configurar en el fichero `LocalSettings.php` donde basta con asignarle a una variable el código del idioma deseado. En nuestro caso está configurado al español:

```
$wgLanguageCode = 'es';
```

Los códigos de idioma disponibles, un total de 53, también resultan útiles para la traducción de las páginas a distintos idiomas. Se encuentran disponibles en la web de MediaWiki y en la sección D.2.6 se encuentra el enlace directo.

### D.2.3. Habilitar la subida de ficheros

La subida de ficheros a la *wiki* por defecto se encuentra deshabilitada. Para modificar esta configuración, debe añadirse en el fichero `LocalSettings.php` la siguiente línea:

```
$wgEnableUploads = true;
```

De esta forma, cuando el usuario administrador haya iniciado sesión, aparecerá en el menú de herramientas de la parte izquierda un enlace que permite subir archivos para ser usados en la *wiki*.

### D.2.4. Extensiones de ficheros que pueden subirse a la *wiki*

Cuando un usuario se registra para administrar el sitio web, en la parte izquierda aparece un menú de herramientas que permiten su gestión. Una de las opciones disponible es la subida de archivos que primeramente debe ser habilitada como explica la sección D.2.3. La instalación de MediaWiki determina qué tipos de ficheros pueden subirse al sitio web pero éstos se pueden ampliar añadiendo nuevas extensiones de fichero. En nuestro caso fue necesario añadir las extensiones `.pdf` para permitir la subida del manual de usuario y `.tco` que es la utilizada por los proyectos TICO.

Para esto, en el fichero `LocalSettings.php`, se incluyeron las siguientes líneas:

```
$wgFileExtensions[] = 'tco';  
$wgFileExtensions[] = 'pdf';
```

Otra opción para subir archivos al sitio web es a través de la cuenta FTP.

### D.2.5. Añadir un nuevo artículo

Para añadir un nuevo artículo en el sitio web, una vez registrado, basta con escribir al final de la siguiente dirección `http://www.proyectotico.es/wiki/index.php/`, el nombre que tendrá la nueva página. Al no existir se nos dará la posibilidad de crearla.

### D.2.6. Añadir una traducción de un artículo

Para la traducción de los distintos artículos del sitio web a otros idiomas se ha utilizado la extensión *Languages*<sup>4</sup>. Consiste en una plantilla que al detectar varios artículos en diferentes idiomas genera un menú con los diferentes lenguajes para poder elegir el idioma deseado. Para crear un artículo en otro idioma debe hacerse como se ha explicado en la sección D.2.5, donde el nombre del nuevo artículo debe ser el nombre del artículo seguido del símbolo `/` y el código del nuevo idioma.

---

<sup>4</sup><http://www.mediawiki.org/wiki/Template:Languages>

Una vez creado el nuevo artículo, tanto en el original como en el traducido debe añadirse la siguiente línea:

```
{{Languages|Nombre del artículo original}}
```

De esta forma aparecerá en cada uno de ellos una barra que permite la selección entre los distintos idiomas disponibles.

Actualmente se está trabajando en la traducción, no sólo de los artículos sino del *wiki* completo, a distintos idiomas.

### D.2.7. Añadir una nueva sección

Para añadir una nueva sección en el sitio web y que aparezca enlazada en el menú de la izquierda, una vez registrado, se debe acceder a la siguiente dirección:

```
http://www.proyectotico.es/wiki/index.php/MediaWiki:Sidebar
```

Esta página contiene una lista ordenada de las secciones que aparecen en la parte izquierda de la página. La nueva sección debe añadirse respetando el orden usando la siguiente sintaxis:

```
** Nombre del artículo | Texto del enlace
```

### D.2.8. Modificar la página inicial

Para modificar la página inicial del *wiki*, una vez registrado, se debe acceder a la siguiente dirección:

```
http://www.proyectotico.es/wiki/index.php/MediaWiki:Mainpage
```

Esta página contiene el nombre del artículo inicial por lo que se debe editar y escribir en su lugar el nombre del artículo que debe cargarse al acceder a la *wiki*.

### D.2.9. Estadísticas del sitio web

Para obtener información real acerca del uso del sitio web se decidió utilizar Google Analytics<sup>5</sup>. Es un servicio gratuito de estadísticas de sitios web que tiene una interfaz muy completa de informes con gráficos. Para poder utilizarlo fue necesario añadir en el fichero `Monobook.php` un código, al que se denomina GATC (*Google Analytics Tracking Code*), que permite la recogida de datos del sitio web. Ofrece información sobre el número de visitas al sitio web, los países de procedencia, el porcentaje de visitas nuevas, el tiempo medio en el sitio, el contenido más visitado, las fuentes de tráfico o los sitios web de referencia, entre otras muchas opciones.

---

<sup>5</sup><http://www.google.com/intl/es/analytics>

### D.3. Aspecto del sitio web

La figura D.1 muestra el aspecto que tiene actualmente el sitio web del Proyecto TICO.

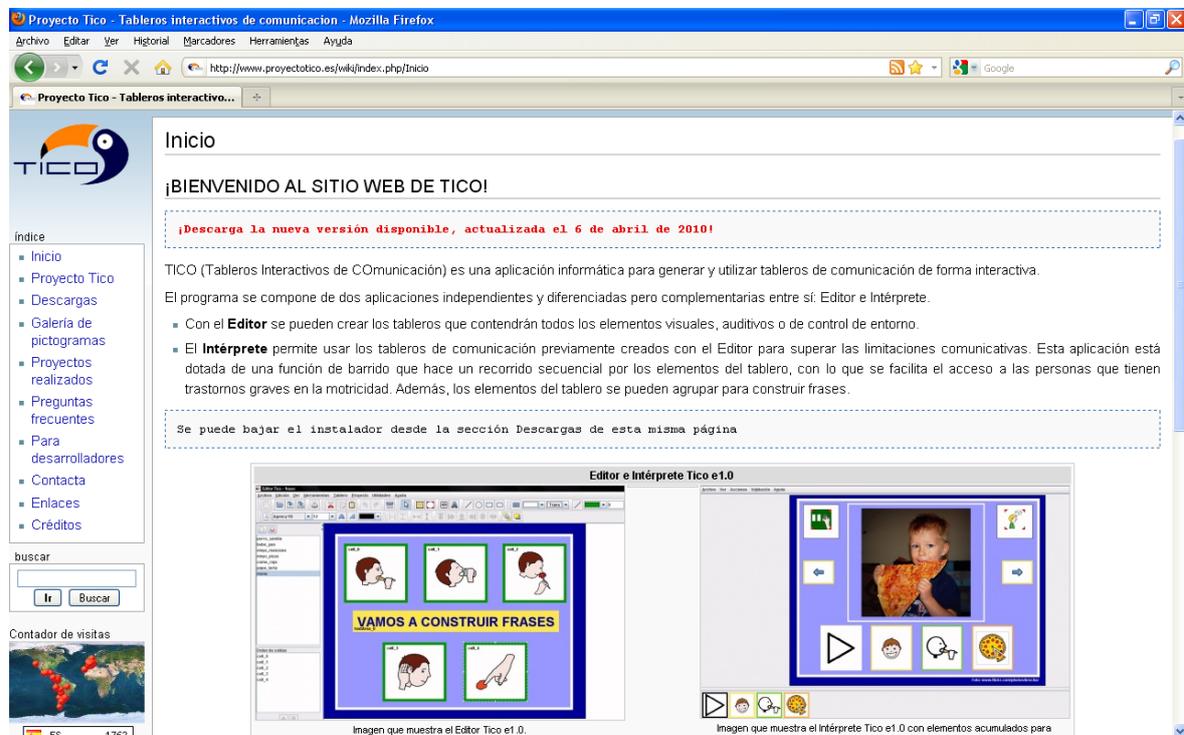


Figura D.1: Página de inicio del sitio web del Proyecto TICO



## Apéndice E

# Manual de usuario

Este apéndice recoge el manual de usuario elaborado para la aplicación TICO e1.0. Está publicado bajo licencia *Creative Commons Attribution - Non Commercial - Share Alike 3.0*. Para más información, dirigirse a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es>.

### E.1. Introducción

Este es el manual de usuario de TICO, para su **versión e1.0**. En él se explica el funcionamiento de la aplicación, su aspecto y las formas de realizar cada una de las posibles acciones.

### E.2. Instalación y ejecución de la aplicación

La aplicación se distribuye en dos ficheros diferentes, que corresponden con su instalación en diferentes sistemas operativos, y otro que corresponde con el código fuente de la aplicación.

#### E.2.1. En Windows

Para instalar TICO en *Windows* hay que ejecutar el instalador que se distribuye con la aplicación (`tico-bin-w32-e1.0.exe`) y seguir las instrucciones que ahí se indican.

El instalador crea automáticamente dos ejecutables, uno para el Editor y otro para el Intérprete dentro de la carpeta de instalación seleccionada. También crea los accesos directos correspondientes en el *Escritorio* y el *Menú Inicio*. Como argumento de cualquiera de los dos ejecutables, se puede pasar la dirección de un fichero de proyecto de TICO para que sea abierto nada más ejecutar la aplicación.

#### E.2.2. En otros sistemas operativos

Para instalar TICO en cualquier otro sistema operativo hay que descomprimir el archivo comprimido `tico-bin-other-e1.0.zip` en la carpeta elegida para ello.

Para ejecutar la aplicación en otros sistemas operativos se proveen dos ejecutables diferentes. Uno para sistemas operativos *Windows* (`tico.bat`), por si alguien no quiere utilizar el instalador, y otro para sistemas operativos tipo *Unix* (`tico.sh`). Ambos ejecutables sirven tanto para el Intérprete como para el Editor según los argumentos con los que se invoquen. Para ejecutar el Intérprete o el Editor hay que utilizar, como primer parámetro, la opciones `-i` y `-e` respectivamente, ejecutándose el Editor en caso de que no se utilice ninguna. Como segundo argumento se puede utilizar la dirección de un fichero de proyecto de TICO, que será abierto al inicio de la ejecución de la aplicación correspondiente.

### **E.2.3. Aplicaciones requeridas**

Para que la aplicación se pueda ejecutar es necesario tener instalada, en el ordenador en el que se va a utilizar, una versión de la Máquina Virtual de Java igual o superior a la 1.6. Se puede obtener desde la dirección web <http://www.java.com/es/download>, siendo la descarga gratuita.

La reproducción de archivos de vídeo únicamente está disponible para sistemas operativos tipo *Microsoft Windows* y es necesario tener instalado el Reproductor de Windows Media 9 o superior, de tal manera que los vídeos que se reproduzcan correctamente con este programa se reproducirán correctamente en el Intérprete TICO.

## **E.3. Formatos soportados**

A continuación se detallan los distintos formatos de imagen, sonido y vídeo que son reconocidos por la aplicación.

### **E.3.1. Formatos de imagen**

Los formatos de imagen reconocidos por la aplicación son: GIF, JPEG, JPG y PNG.

### **E.3.2. Formatos de audio**

Los formatos de audio reconocidos por la aplicación son: MP3 y WAV.

### **E.3.3. Formatos de vídeo**

Los formatos de vídeo reconocidos por la aplicación son: AVI, MPG, MPEG y WMV.

## **E.4. Manual del Editor**

### **E.4.1. Elementos del Editor**

En esta sección se muestra la aplicación del Editor junto con su aspecto, elementos y funcionalidades. También se explica cómo se pueden realizar y qué opciones ofrece para editar

proyectos y tableros.

## Ventana del Editor

La figura E.1 muestra el aspecto de la ventana principal del Editor. En ella se pueden distinguir los siguientes elementos:

1. **Barra de menú:** Permite realizar la mayoría de las acciones aplicables a un tablero.
2. **Barras de herramientas:** Conjunto de barras de herramientas móviles dirigidas a la edición de tableros y las propiedades de sus componentes.
3. **Lista de tableros del proyecto:** Lista con los tableros pertenecientes al proyecto actual. Permite seleccionar cual es el tablero que se quiere editar en cada momento.
4. **Orden de barrido del proyecto seleccionado:** Muestra y permite editar el orden de barrido de las celdas mostradas en un determinado momento.
5. **Área de edición:** Elemento del Editor a través del cual se pueden editar los tableros y sus componentes.

## Barra de menú

La barra de menú de la aplicación contiene los siguientes submenús que permiten realizar todo tipo de acciones sobre el Editor. Las acciones concretas se mostrarán en los lugares correspondientes según la función que realicen. Los submenús son los siguientes:

- **Archivo:** Acciones a realizar sobre un proyecto. Permite crear un proyecto nuevo, cargarlo, guardarlo, exportarlo a diferentes formatos, importarlo, imprimirlo y salir de la aplicación.
- **Edición:** Acciones básicas de edición. Permite deshacer y rehacer, cortar, copiar y pegar componentes, borrar los componentes seleccionados, seleccionar todo y editar las preferencias de la aplicación.
- **Ver:** Permite mostrar y ocultar las barras de herramientas de la aplicación.
- **Herramientas:** Especifica la herramienta de edición actual, una por cada componente que se puede insertar en un tablero y otra para seleccionar componentes, moverlos y redimensionarlos.
- **Tablero:** Contiene las acciones a realizar sobre un tablero.
- **Proyecto:** Contiene las acciones a realizar sobre un proyecto.
- **Ayuda:** Contiene el indispensable “Acerca de...” que muestra información sobre la aplicación.

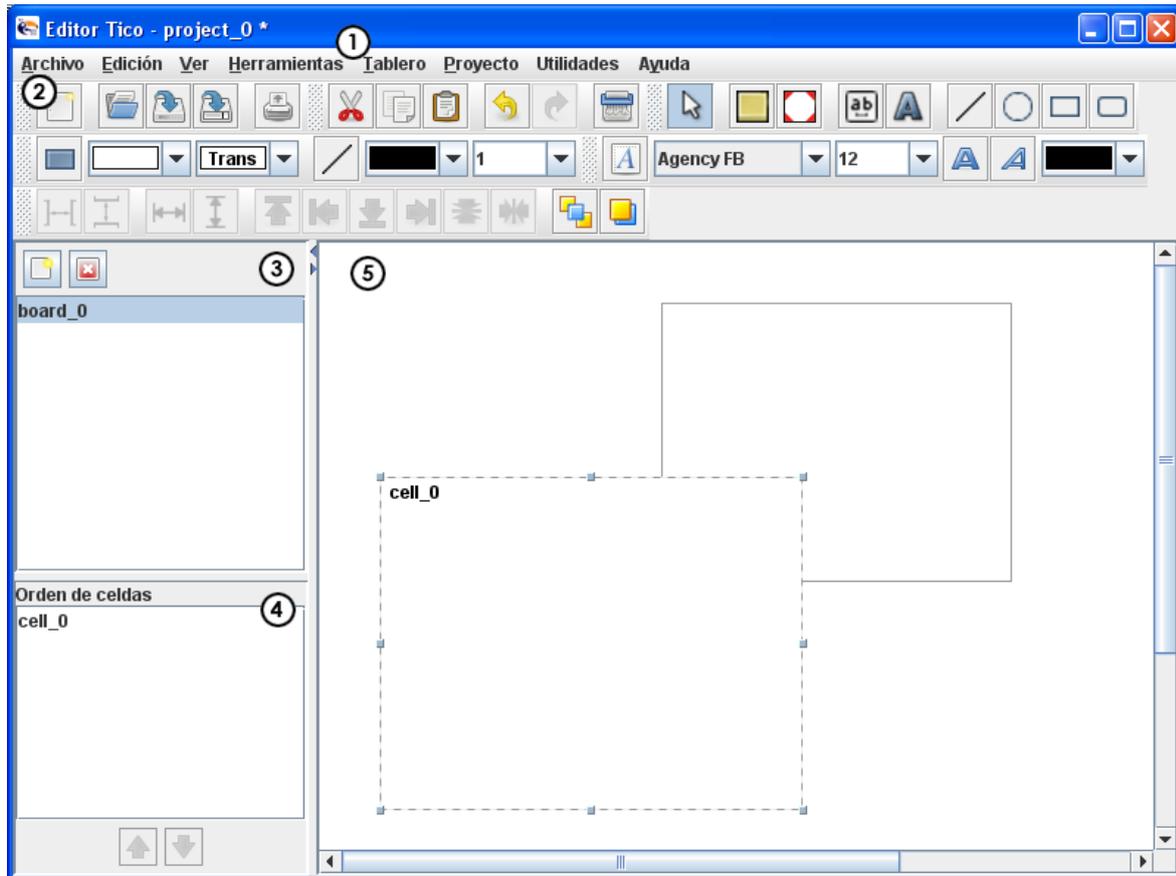


Figura E.1: Ventana del Editor



Figura E.2: Barras de herramientas

## Barras de herramientas

La ventana del Editor contiene una serie de barras de herramientas independientes para realizar diferentes tipos de acciones sobre el proyecto que se está editando. Estas barras se muestran en la figura E.2 y su función es:

1. **Archivo:** Acciones que se pueden realizar sobre un proyecto.

 **Nuevo proyecto:** Crea un nuevo proyecto.

 **Abrir proyecto:** Carga un proyecto desde un fichero de proyecto.

 **Guardar proyecto:** Graba el proyecto en un fichero con el nombre actual o pregunta el nombre si aún no ha sido especificado.

 **Guardar proyecto como:** Graba el proyecto en un fichero preguntando el nombre del mismo.

 **Imprimir proyecto:** Imprime el proyecto de forma que cada tablero queda en una página diferente.

## 2. **Acciones:** Acciones que se pueden realizar sobre el tablero en edición.

 **Cortar:** Corta los elementos del área de edición que estén seleccionados en el porta papeles.

 **Copiar:** Copia los elementos del área de edición que estén seleccionados en el porta papeles.

 **Pegar:** Pega en el tablero que se está editando el contenido del porta papeles.

 **Deshacer:** Deshace la última modificación realizada en el tablero en edición.

 **Rehacer:** Rehace la última modificación deshecha en el tablero en edición.

 **Borrar:** Borra los elementos seleccionados en el área de edición.

## 3. **Herramientas:** Selecciona la herramienta que se va a utilizar para interactuar con el área de edición. Las herramientas se utilizan pulsando con el ratón sobre el área de edición y arrastrando hasta conseguir el tamaño deseado. Cuando se haya insertado un componente, la herramienta activada cambiará automáticamente a la de selección. El botón que corresponde con la herramienta seleccionada en el momento actual está siempre resaltado.

 **Selección:** Permite seleccionar, redimensionar y mover componentes o conjuntos de ellos. Realizando doble clic sobre cualquier componente se muestran sus propiedades y pulsando con el botón derecho ofrece una serie de acciones a realizar relacionadas con el componente.

 **Celda:** Herramienta para crear celdas.

 **Celda de control:** Herramienta para crear celdas de control.

 **Área de texto:** Herramienta para crear áreas de texto.

 **Etiqueta:** Herramienta para crear etiquetas.

 **Línea:** Herramienta para crear líneas.

 **Óvalo:** Herramienta para crear óvalos.

-  **Rectángulo:** Herramienta para crear rectángulos.
  -  **Rectángulo redondeado:** Herramienta para crear rectángulos redondeados.
4. **Formato:** Determina las propiedades del fondo y borde que tendrán los nuevos componentes. Cuando se selecciona algún componente en el área de edición, esta barra de herramientas se actualiza automáticamente para reflejar las propiedades de fondo y borde de ese componente. Si se quieren cambiar las propiedades del fondo y borde de todos los componentes seleccionados en el área de edición hay que modificar los parámetros correspondientes y pulsar sobre el botón que corresponda a las propiedades que se quieren modificar.
-  **Aplicar fondo:** Modifica las propiedades del fondo de los componentes seleccionados a los elegidos en el resto de elementos de la barra de herramientas a la que pertenece.
  -  **Aplicar borde:** Modifica las propiedades del borde de los componentes seleccionados a los elegidos en el resto de elementos de la barra de herramientas a la que pertenece.
5. **Texto:** Determina la fuente de texto que tendrán todos los nuevos componentes. Cuando se selecciona algún componente en el área de edición, esta barra de herramientas se actualiza automáticamente para reflejar la fuente de ese componente. Si se quiere cambiar la fuente de todos los componentes seleccionados en el área de edición, hay que modificar los parámetros correspondientes y pulsar sobre el botón *Aplicar fuente*.
-  **Aplicar fuente:** Modifica la fuente de los componentes seleccionados a los elegidos en el resto de elementos de la barra de herramientas a la que pertenece.
6. **Alineación:** Opciones de alineación entre grupos de componentes seleccionados de un tablero.
-  **Separación horizontal:** Distribuye los componentes seleccionados horizontalmente de forma que los de los extremos se queden en su sitio y el resto se distribuyan para que el espacio que los separe sea idéntico para todos ellos.
  -  **Separación vertical:** Distribuye los componentes seleccionados verticalmente de forma que los de los extremos se queden en su sitio y el resto se distribuyan para que el espacio que los separe sea idéntico para todos ellos.
  -  **Ajustar anchura:** Asigna a todos los elementos seleccionados la anchura del primero que se seleccionó.
  -  **Ajustar altura:** Asigna a todos los elementos seleccionados la altura del primero que se seleccionó.
  -  **Alinear arriba:** Alinea todos los elementos seleccionados de forma que sus lados superiores queden en línea con el del primero que se seleccionó.

 **Alinear izquierda:** Alinea todos los elementos seleccionados de forma que sus lados izquierdos queden en línea con el del primero que se seleccionó.

 **Alinear abajo:** Alinea todos los elementos seleccionados de forma que sus lados inferiores queden en línea con el del primero que se seleccionó.

 **Alinear derecha:** Alinea todos los elementos seleccionados de forma que sus lados derechos queden en línea con el del primero que se seleccionó.

 **Alinear centro horizontal:** Alinea todos los elementos seleccionados de forma que sus ejes horizontales queden en línea con el del primero que se seleccionó.

 **Alinear centro vertical:** Alinea todos los elementos seleccionados de forma que sus ejes verticales queden en línea con el del primero que se seleccionó.

 **Enviar al frente:** Envía al frente todos los objetos seleccionados de forma que se muestran por encima de los demás.

 **Enviar al fondo:** Envía al fondo todos los objetos seleccionados de forma que se muestran debajo de los demás.

Todas ellas pueden ser mostradas u ocultadas a través del menú *Ver* de la aplicación. Por defecto se sitúan en la parte superior de la ventana del Editor, pero pueden ser desplazadas a cualquier punto de la pantalla pulsando y arrastrando en la parte punteada situada a la izquierda de cada una de ellas.

Si las acciones que corresponden a cada uno de los elementos de una barra de herramientas no se pueden realizar, esta será deshabilitada y el botón que la invoca se mostrará en blanco y negro.

## Preferencias del Editor

Las preferencias del Editor se pueden modificar pulsando *Editar - Preferencias*. Las preferencias son:

- **Idioma:** Especifica el idioma de ejecución de la aplicación. Para que el cambio surta efecto hay que reiniciar la aplicación.

### E.4.2. Edición de proyectos

La aplicación del Editor está diseñada para editar proyectos y los tableros que los componen. Para añadir y borrar tableros a un proyecto se utiliza la *lista de tableros*, la cual también permite seleccionar qué tablero se va a mostrar en el área de edición.

## Acciones sobre un proyecto

A través de la barra de menú y en algunos casos de su correspondiente botón en la barra de herramientas, se pueden realizar las siguientes acciones sobre el proyecto actual:

- **Guardar:** Guarda el proyecto en un fichero para que pueda ser abierto, ya sea para ser interpretado o seguir siendo editado posteriormente.
- **Imprimir:** Imprime el proyecto entero de forma que cada tablero se imprima en una hoja diferente.
- **Importar un proyecto:** Importa un proyecto guardado previamente y añade todos sus tableros a la lista de tableros del proyecto manteniendo las relaciones de navegación entre ellos.
- **Importar un tablero:** Importa un tablero exportado previamente y lo añade a la lista de tableros del proyecto.
- **Exportar el tablero seleccionado:** Exporta el tablero seleccionado a un fichero para que pueda ser importado y reutilizado posteriormente en otro proyecto.
- **Exportar el tablero seleccionado a una imagen:** Exporta el tablero seleccionado a un fichero de imagen en formato *JPG* o *PNG*.
- **Modificar sus propiedades:** Las propiedades de un proyecto se pueden modificar a través de una ventana que se abre ejecutando *Proyecto - Propiedades*.

## Lista de tableros

La lista de tableros se muestra en la figura E.3. Tiene dos botones que permiten añadir y borrar tableros del proyecto y una lista en la cual se selecciona el tablero que se quiere editar en cada momento. El botón  añade un nuevo tablero vacío al proyecto y el botón  borra el tablero seleccionado. La acción de borrar un tablero no se puede deshacer, así que antes de realizarla habrá que cerciorarse de que el tablero seleccionado no se necesita.

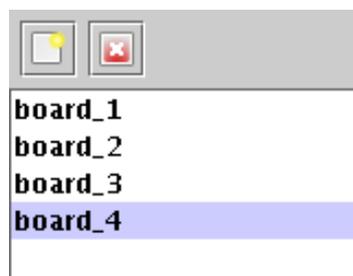


Figura E.3: Lista de tableros

## Propiedades de un proyecto

Las propiedades de el proyecto actual se pueden modificar pulsando *Proyecto - Propiedades*. Estas propiedades son:

- **Tablero inicial:** Determina el primer tablero que se abrirá cuando se inicie la interpretación del proyecto.

### E.4.3. Edición de tableros

Para editar un tablero se proveen una serie de herramientas que permiten al usuario interactuar con el *área de edición*. Su funcionamiento se explica en los siguientes apartados.

#### Área de edición

El área de edición muestra el tablero seleccionado en la *lista de tableros* del proyecto actual. Para interactuar con ella hay que elegir la herramienta que se quiere utilizar, ya sea a través del submenú *Herramientas* de la aplicación o de la barra de herramientas del mismo nombre.

Las herramientas se pueden dividir en dos grupos:

- **Herramientas que sirven para insertar nuevos componentes en el tablero.** Dentro de este grupo existe una herramienta diferente para cada tipo de componente, pero todas ellas funcionan de manera similar. Una vez seleccionada, se pulsa con el ratón en un punto del tablero y se arrastra hasta haber obtenido el tamaño deseado.
- **Herramientas para interactuar con el tablero.** Dentro de este grupo únicamente está la herramienta de selección. Las utilidades de esta herramienta son muchas:
  - **Seleccionar componentes:** Permite seleccionar componentes y grupos de ellos. Esto se puede realizar de varias formas. Pulsando con el botón derecho del ratón sobre un componente, lo seleccionas y deseleccionas todos los demás. Si además estás pulsando la tecla *control*, añades el nuevo componente a la selección actual. Lo mismo se puede realizar pulsando y arrastrando, en este caso se seleccionaran todos los componentes que se encuentren dentro del cuadrado de selección.
  - **Redimensionar componentes:** Los componentes individuales seleccionados se pueden redimensionar pulsando y arrastrando en cualquiera de las pequeñas marcas que aparecen en las esquinas del rectángulo de selección y en el centro de cualquiera de sus lados. El icono que aparece al poner el ratón sobre ellas muestra las direcciones en las que permiten redimensionar.
  - **Mover componentes:** Un componente o conjunto de componentes seleccionados se puede desplazar en el tablero pulsando sobre cualquiera de ellos y arrastrándolo hasta situarlo en el lugar deseado.
  - **Mostrar ventana de propiedades de componentes:** Haciendo doble clic con el ratón sobre cualquier componente del tablero se abre la ventana que permite editar las propiedades de ese componente.

- **Mostrar menús desplegables:** Pulsando el botón derecho del ratón sobre cualquier punto del tablero o cualquiera de sus componentes se muestra un menú desplegable que permite realizar diferentes acciones relacionadas con el tablero o con el componente pulsado.

## Orden de barrido

Determina el orden de barrido de las celdas del tablero actual. Cuando una de ellas se añade a un tablero también se añade automáticamente al final del orden de barrido del mismo. Se puede modificar el orden seleccionando el componente que se quiere mover y pulsando sobre los botones  o  para adelantarlo o retrasarlo en el orden respectivamente.

## Propiedades de un tablero

Para mostrar la ventana de propiedades del tablero se puede pulsar *Tablero - Propiedades* o, con la herramienta de selección activada, pulsar el botón derecho sobre el fondo del tablero en el área de edición y seleccionar *Propiedades*.

Las propiedades de un tablero son:

- **Nombre:** Nombre del tablero que se mostrará en la lista de tableros.
- **Tamaño:** Tamaño del tablero en píxeles.
- **Color de fondo:** Color de fondo del tablero. También se puede seleccionar un color de gradiente para hacer un degradado en el tablero.
- **Sonido de fondo:** Sonido que se reproducirá al cargar el tablero en el Intérprete durante la interpretación del mismo.
- **Imagen de fondo:** Imagen de fondo del tablero. Para seleccionar cómo se ajusta la imagen al tamaño del tablero se ofrecen tres opciones:
  - **Centrada:** La imagen se centra dentro del tablero. Si la imagen es mayor que el tablero se reduce, pero sin perder sus proporciones.
  - **Redimensionada:** La imagen se redimensiona para que se ajuste al ancho o al alto del tablero de forma que no pierda sus proporciones.
  - **Ajustada:** La imagen se redimensiona de forma que cubra todo el fondo del tablero.
- **Orden de barrido:** Determina el orden de barrido de las celdas del tablero. Esta lista es la misma que se permite editar a través de la ventana principal del Editor. El interfaz que permite modificarlo se muestra en la figura E.4. La parte superior contiene las celdas que no se quiere que sean barridas. Para moverlas de una lista a otra se utilizan los botones  y  que permiten añadir a la lista inferior el elemento seleccionado de la superior y viceversa.

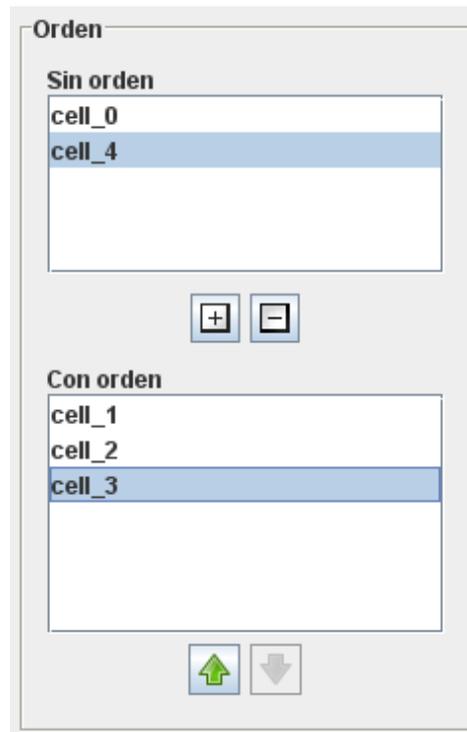


Figura E.4: Interfaz de edición de orden de barrido

#### E.4.4. Componentes de un tablero

En esta sección se definen todos los posibles componentes de un tablero y sus propiedades. Como ya se ha explicado en la sección E.4.3, para insertar un nuevo componente hay que utilizar la herramienta correspondiente al tipo de componente que se quiere insertar. En la figura E.5 se puede ver un ejemplo de cada tipo de componente.

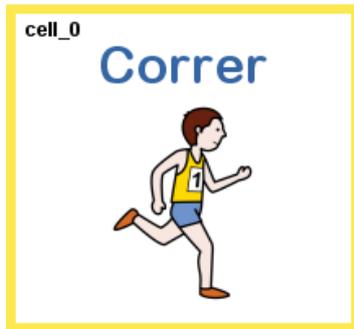
Para mostrar la ventana de propiedades de un componente, con la herramienta de selección activada, hay que hacer doble clic o pulsar el botón derecho y seleccionar *Propiedades* sobre el componente que se quiere modificar. Las ventanas de propiedades de los distintos elementos son muy similares. Todas ellas están formadas por un componente en el que las propiedades están agrupadas por solapas, tres botones que permiten aceptar, aplicar o cancelar respectivamente las propiedades elegidas y, en algunos casos, un campo de texto que permite especificar el identificador del componente. La figura E.6 muestra un ejemplo de la ventana de propiedades de una celda.

#### Celdas

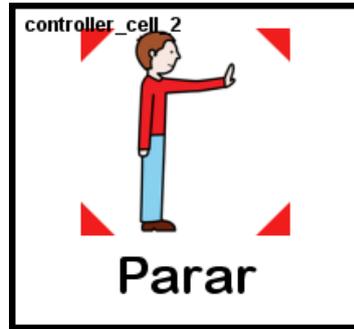
Las celdas son los componentes principales de un tablero. Junto con las celdas de control son los elementos con los que el usuario puede interactuar directamente durante la interpretación.

Las propiedades de una celda son:

- **Identificador:** Identificador único que determina la celda y que se muestra en todos



Celda



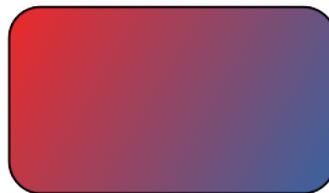
Celda de control



Etiqueta



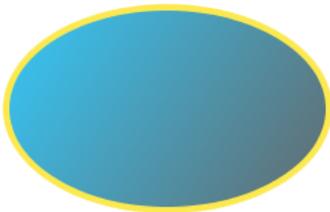
Área de texto



Rectángulo redondeado



Línea



Óvalo



Rectángulo

Figura E.5: Ejemplos de componentes

los interfaces donde ésta puede ser seleccionada.

- **Texto:** Texto que se muestra centrado verticalmente.
- **Fuente:** Fuente que se aplica al texto de la celda.
- **Borde:** Anchura y color del borde rectangular que rodea la celda.
- **Efectos de barrido:** Anchura y color del borde rectangular que rodea la celda en el momento del barrido en el Intérprete.
- **Fondo:** Color del fondo de la celda. También se puede seleccionar un color de gradiente para hacer un degradado en el fondo de la celda.
- **Imagen:** Imagen que se mostrará dentro de la celda. Puede seleccionarse una imagen existente en el ordenador o bien desde la Galería de pictogramas (sección E.4.6). Si la celda también tiene texto se ofrecen tres opciones de posicionamiento de ambos:
  - **Imagen arriba:** La imagen se sitúa encima del texto dejando un margen entre ambos.
  - **Imagen abajo:** La imagen se sitúa debajo del texto dejando un margen entre ambos.
  - **Texto centrado:** Ambos elementos se centran en la celda superponiéndose el texto encima de la imagen.
- **Acciones de interpretación:** Estas propiedades determinan las acciones dinámicas que realiza la celda durante la interpretación:
  - **Acumular:** Cuando la celda es pulsada se añade a una lista que se muestra en la ventana del Intérprete (ver sección E.5). Esta opción permite la construcción de frases.
  - **Ir a otro tablero:** Cuando la celda es pulsada se termina la interpretación del tablero actual y se comienza la del tablero seleccionado. Ambos tableros deberán pertenecer al mismo proyecto.
  - **Imagen alternativa:** Imagen que se muestra cuando el barrido está sobre la celda.
  - **Sonido:** Sonido que se reproduce cuando se pulsa la celda.
  - **Texto a enviar:** Cuando la celda es pulsada el texto que contiene se envía al área de texto seleccionada durante el tiempo especificado. Este texto se mostrará en el área en vez del suyo propio original.
  - **Vídeo:** Vídeo que se reproduce cuando se pulsa la celda durante el barrido.
- **Entorno:** Esta propiedad determina la acción de control de entorno que debe realizarse al pulsar la celda durante el barrido.

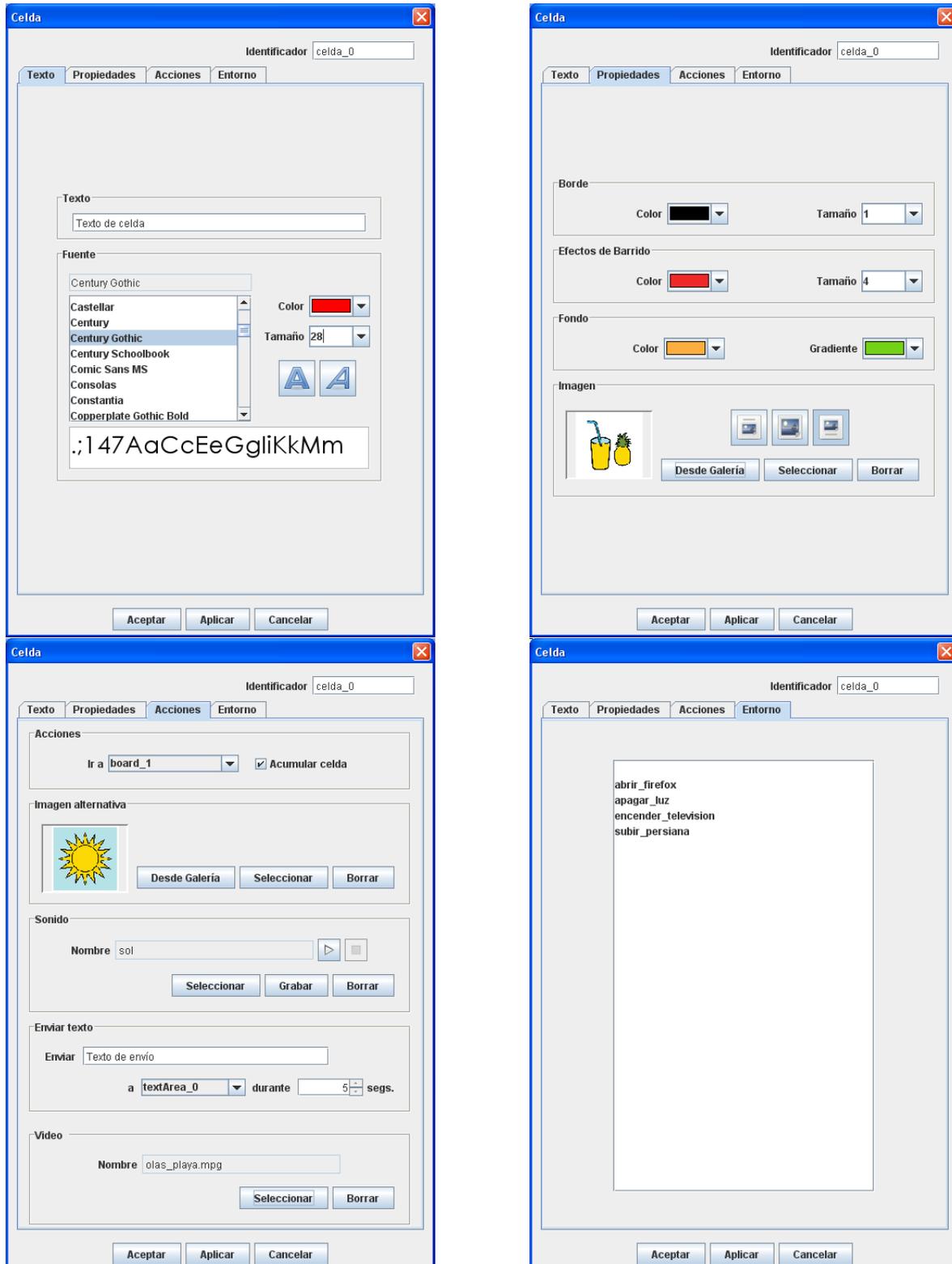


Figura E.6: Ventanas de propiedades de una celda

## Celdas de control

Las celdas de control son un tipo específico de celdas. Junto con las celdas son los elementos con los que el usuario puede interactuar directamente durante la interpretación y permiten controlar las acciones a realizar en el Intérprete. La figura E.7 muestra la ventana a través de la que se configura una celda de control.

Las propiedades de una celda de control son:

- **Identificador:** Identificador único que determina la celda de control y que se muestra en todos los interfaces donde ésta puede ser seleccionada.
- **Texto:** Texto que se muestra en la parte inferior de la celda de control. Este texto no se puede modificar y se corresponde con la acción de la celda de control.
- **Fuente:** Fuente que se aplica al texto de la celda de control.
- **Acción:** Acción que realiza la celda de control cuando es pulsada durante la interpretación de un proyecto. Las acciones que se pueden realizar son:
  - **Leer:** Realiza una lectura de las celdas acumuladas en el área de acumulación del Intérprete TICO (ver sección E.5). La lectura consiste en reproducir por orden el sonido de las celdas acumuladas si lo tienen.
  - **Volver:** Vuelve al tablero que se interpretó de forma inmediatamente anterior al tablero actual.
  - **Inicio:** Vuelve al tablero inicial del proyecto que se está interpretando.
  - **Borrar celda:** Borra la última celda acumulada en el área de acumulación.
  - **Borrar celdas:** Borra todas las celdas acumuladas en el área de acumulación.
  - **Parar:** Termina la interpretación del proyecto actual.
  - **Salir:** Cierra el Intérprete TICO.

## Áreas de texto

Las áreas de texto son componentes rectangulares que pueden contener varias líneas de texto con diferentes alineaciones. Durante la interpretación de un tablero pueden recibir un texto temporal que se mostrará durante un tiempo determinado.

Las propiedades de una área de texto son:

- **Identificador:** Identificador único que determina el área de texto y que se muestra en todos los interfaces donde ésta puede ser seleccionada.
- **Texto:** Texto que se muestra en el área de texto.
- **Alineación:** Determina la alineación vertical y horizontal del texto.
- **Fuente:** Fuente que se aplica al texto.
- **Borde:** Anchura y color del borde rectangular que rodea el área de texto.

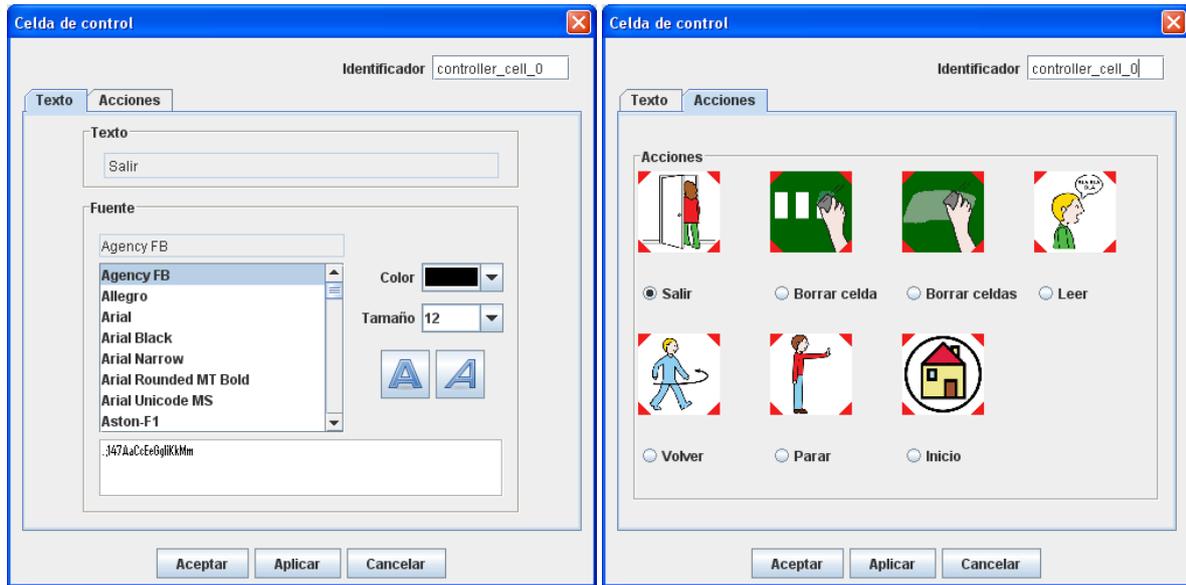


Figura E.7: Ventanas de propiedades de una celda de control

- **Fondo:** Color del fondo de el área de texto. También se puede seleccionar un color de gradiente para hacer un degradado en el fondo del área de texto.

## Etiquetas

Las etiquetas son componentes de texto cuyo tamaño se ajusta automáticamente. Las propiedades de una etiqueta son:

- **Texto:** Texto que se muestra en la etiqueta.
- **Fuente:** Fuente que se aplica al texto de la etiqueta.
- **Borde:** Anchura y color del borde rectangular que rodea la etiqueta.
- **Fondo:** Color del fondo de la etiqueta. También se puede seleccionar un color de gradiente para hacer un degradado en el fondo de la etiqueta.

## Líneas

Las líneas son componentes visuales cuya representación es una línea que une dos de las esquinas del componente.

Las propiedades de una línea son:

- **Color:** Color de dibujo de la línea.
- **Anchura:** Anchura de la línea.

## Polígonos

Dentro de este grupo se incluyen todos los componentes visuales que tienen idénticas propiedades y que únicamente varía su forma de representación. Los posibles polígonos son: rectángulo, rectángulo redondeado y óvalo, teniendo cada uno la forma que su nombre indica.

Las propiedades de un polígono son:

- **Borde:** Anchura y color del borde rectangular que rodea el polígono.
- **Fondo:** Color del fondo del polígono. También se puede seleccionar un color de gradiente para hacer un degradado en el fondo del polígono.

### E.4.5. Utilidad de Validación

Esta opción del menú valida tableros y proyectos y administra los elementos relacionados con la validación. La figura E.8 muestra la integración de la herramienta en el Editor.



Figura E.8: Menú Validación en el Editor

Dentro de esta opción se encuentran las distintas alternativas a las que se puede acceder para manejar la información que proporciona esta herramienta:

- **Administrar:** Facilita el acceso al módulo de administración para la edición de los distintos elementos de que está compuesto (figura E.9).
  - **Usuarios:** Añade, modifica o borra usuarios.
  - **Limitaciones:** Crea o borra limitaciones y permite editar los atributos propios dentro de cada una de ellas.
  - **Reglas:** Crea, modifica y borra reglas de validación para posteriores validaciones.

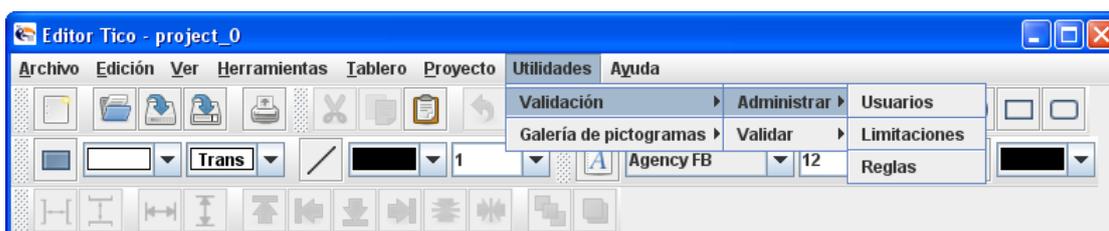


Figura E.9: Menú de administración

- **Validar:** Esta opción da paso a la validación completa de tableros y proyectos (figura E.10).
  - **Tablero:** Hace una validación de los elementos que componen el tablero.
  - **Proyecto:** Valida el conjunto de tableros de los que está formado el proyecto y cada tablero por separado.



Figura E.10: Menú de validación

## Administración de usuarios

La opción de administrar usuarios permite al usuario intermedio introducir, modificar o borrar alumnos junto con sus características. Accediendo a través del menú *Utilidades - Validación - Administrar - Usuarios* se alcanzan las opciones de la ventana de la figura E.11:

- **Guardar usuario:** Esta opción permite:
  - **Añadir:** Se añade un nuevo alumno dando valores a las distintas limitaciones que se muestran en pantalla dentro del rango permitido, escribiendo su nombre en el cuadro editable de la derecha y pulsando el botón *Guardar usuario*.
  - **Modificar:** Se modifica un alumno que ya se encuentra en la base de datos. Para esto hay que dar valores a las distintas limitaciones dentro del rango permitido, eligiendo en la lista desplegable de la derecha un nombre de entre los que se muestran y pulsando el botón *Guardar usuario*. Como resultado se mostrará un mensaje informativo si se ha guardado correctamente (figura E.12) o un mensaje de error en caso contrario.
- **Cargar usuario:** En este caso se cargan los datos de un alumno. Los valores de las limitaciones que aparecen en pantalla se actualizarán con los que posee el alumno

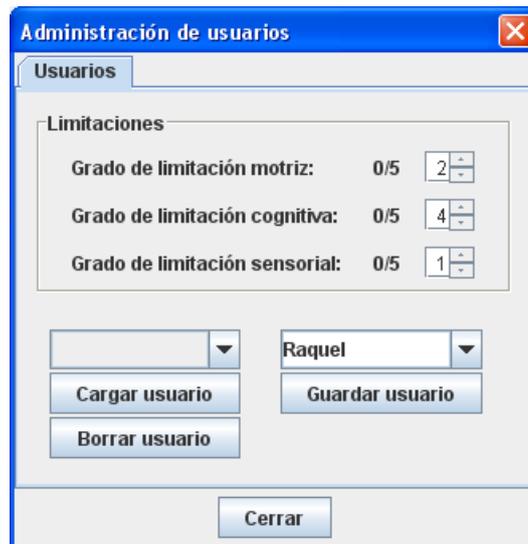


Figura E.11: Ventana para la administración de usuarios

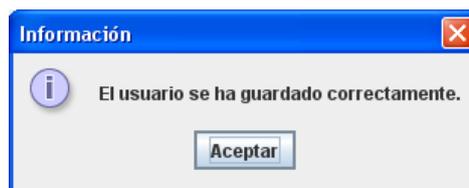


Figura E.12: Usuario guardado

elegido de la lista desplegable de la parte izquierda al pulsar este botón (figura E.13). Esto permite ver las características de un usuario concreto y, si creemos conveniente, modificarlo en base a los valores que ya poseía tal y como se ha explicado anteriormente.

- **Borrar usuario:** Eligiendo un alumno de la lista desplegable izquierda y pulsando el botón se puede eliminar definitivamente. Antes de eliminarlo el sistema muestra un mensaje de confirmación como el de la figura E.14.

### Administración de limitaciones

Esta ventana, mostrada en la figura E.15, permite al usuario visualizar y modificar las limitaciones y sus propiedades. Está compuesta de distintas listas con los nombres de cada limitación y una tabla con los valores dentro de éstas.

Esta ventana permite:

En la sección *Limitaciones*.

- **Añadir limitación:** La nueva limitación queda almacenada escribiendo su nombre en el cuadro editable y pulsando el botón.

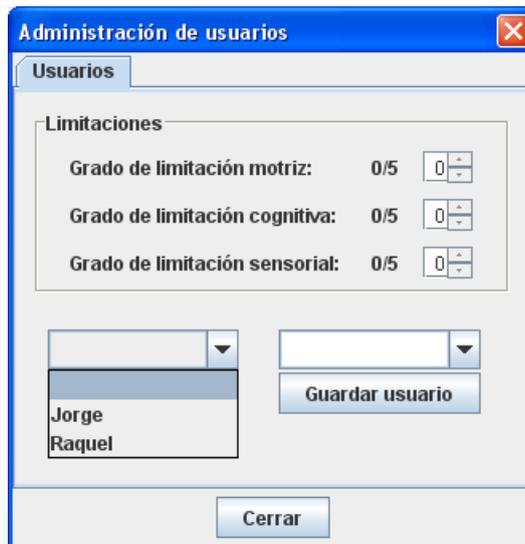


Figura E.13: Cargar un usuario

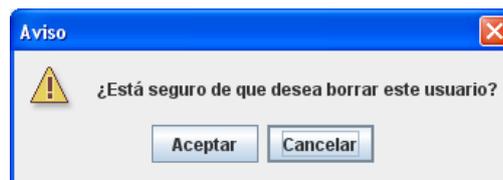


Figura E.14: Mensaje de confirmación al borrar un usuario

- **Borrar limitación:** Permite borrar una limitación seleccionada de entre las que se encuentran en la lista desplegable al pulsar el botón. Inmediatamente aparece un mensaje confirmación como el de la figura E.16.

En la sección *Parámetros*.

- **Añadir parámetro:** Se ha de elegir a través de la lista desplegable situada a la izquierda, la limitación en la que se quiere añadir un parámetro (figura E.17); después se escribe en el cuadro editable el nombre del nuevo parámetro y se elige el tipo de dato que va a guardar (numérico o verdadero/falso); finalmente se pulsa el botón.
- **Borrar parámetro:** De la misma forma que para añadir, se elige la limitación, se busca el parámetro de la lista desplegable contigua que se desea borrar y se pulsa el botón.

La sección *Requisitos a cumplir* muestra en una tabla los parámetros que contiene cada limitación, cuando en la sección *Parámetros* se selecciona alguna de ellas. También refleja los cambios que se producen al añadir o borrar parámetros. La tabla permite modificar el valor de los parámetros y aumentar o disminuir el rango de la limitación.

- **Añadir una fila:** En el caso de querer añadir un nuevo grado al rango de la limitación

**Administración de limitaciones**

Limitaciones

Limitación:

Parámetros

Limitación:  Parámetro:

Tipo numérico  
 Tipo verdadero/falso

Requisitos a cumplir

rango	sin imagen C	texto C	mayúscula C	número tableros P	sin imagen T	palabras acumuladas I
0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100	<input type="checkbox"/>	10
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15	<input checked="" type="checkbox"/>	9
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10	<input checked="" type="checkbox"/>	8
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5	<input checked="" type="checkbox"/>	7
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	<input checked="" type="checkbox"/>	6
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	5

Figura E.15: Ventana para la administración de limitaciones

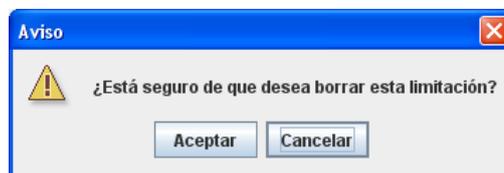


Figura E.16: Mensaje de confirmación al borrar una limitación

se ha de pulsar el botón *Añadir fila* con lo que, automáticamente, aparecerá una nueva fila en la tabla, la cual habrá que rellenar completamente con nuevos datos.

- **Borrar una fila completa:** A la hora de disminuir el número de grados de la limitación puede seleccionarse una fila completa, pinchando sobre ella y pulsando el botón *Borrar fila completa*.
- **Guardar modificaciones:** Una vez modificados los valores de la tabla se pueden guardar pulsando el botón. Si se ha añadido una nueva fila y no se ha completado aparece el mensaje de aviso de la figura E.18 y el mensaje de error de la figura E.19.
- **Cargar valores predeterminados:** Los parámetros y los valores que poseía cada una de las limitaciones que existían al inicio de la instalación y que todavía se encuentran disponibles, son cargados mediante el botón *Cargar valores predeterminados* en la tabla para su visualización o para ser guardados.

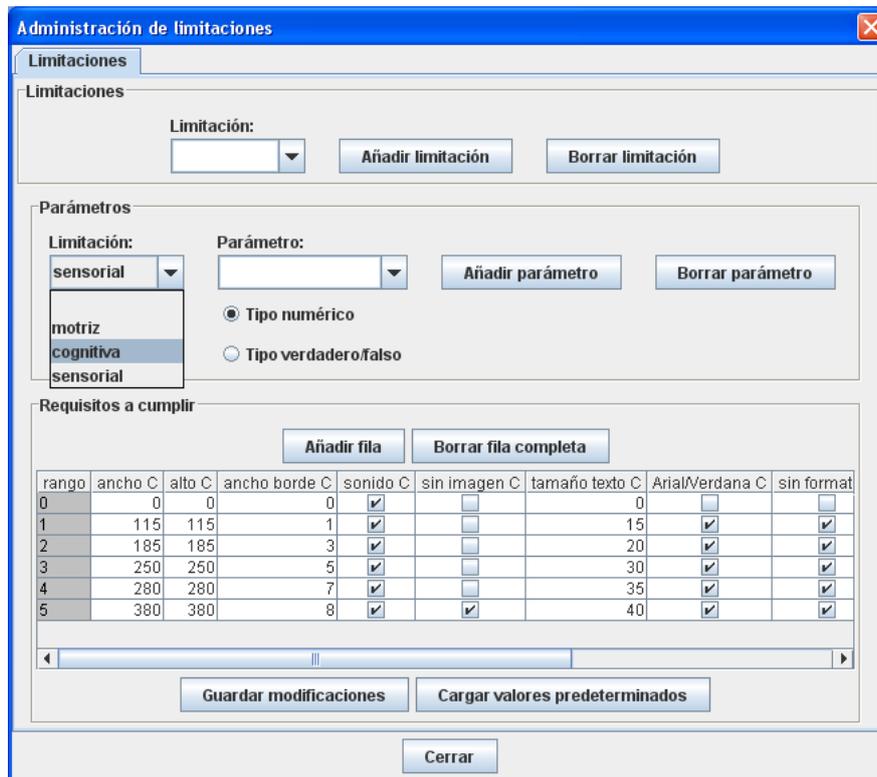


Figura E.17: Cargar una limitación



Figura E.18: Mensaje de aviso para completar todas las filas



Figura E.19: Error al guardar requisitos

## Administración de reglas

La figura E.20 muestra la ventana que da acceso a la opción encargada de administrar las reglas que servirán para la validación de proyectos. Permite al usuario lo siguiente:

- **Modificar regla:** Se puede editar la regla seleccionada mediante la lista desplegable, que puede mostrar todas o sólo las clasificadas por: reglas para celdas, para tableros o para proyectos mediante los botones de selección. Se muestran sus atributos, parámetros, función utilizada y mensaje a mostrar en sus correspondientes posiciones. Además, para cada una de estas propiedades de la regla se da la opción de cambiar cada una de ellas y guardar la regla modificada pulsando el botón.

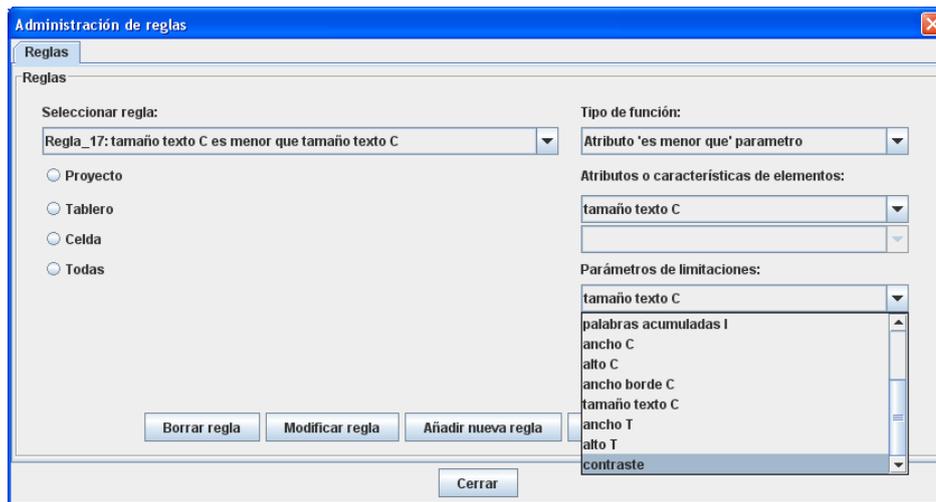


Figura E.20: Ventana para la administración de reglas

- **Borrar regla:** Permite borrar una regla, seleccionando la regla a eliminar de la lista desplegable y pulsando el botón.
- **Añadir nueva regla:** Se puede insertar una nueva regla pulsando esta opción, la cual da paso a una nueva ventana para crear reglas. Como se muestra en la figura E.21 existen listas desplegables para elegir el tipo de función, el/los atributo/s relacionado/s con las características de los componentes del tablero o proyecto que se quieren comprobar, el parámetro con el que se va a hacer la comparación y el mensaje que se quiere mostrar por pantalla. La nueva regla quedará guardada pulsando el botón *Guardar regla* de esta última ventana.
- **Cargar reglas predeterminadas:** Se cargarán automáticamente las reglas iniciales (y se borrarán las añadidas posteriormente a la instalación de la aplicación) con sólo pulsar el botón, avisando al usuario mediante el mensaje de la figura E.22 si desea continuar con la operación.

## Validación de tableros

La opción de validación de tableros, analiza el tablero en sí y todos los componentes dentro de él. Mediante la figura E.23 se muestra el aspecto de la ventana.

Para comenzar a validar es necesario dar valor a cada limitación o cargar estos valores de alguno de los usuarios que se encuentran en la base de datos, seleccionándolos desde la lista desplegable y cargándolos mediante el botón *Cargar usuario*. Seguidamente se puede validar

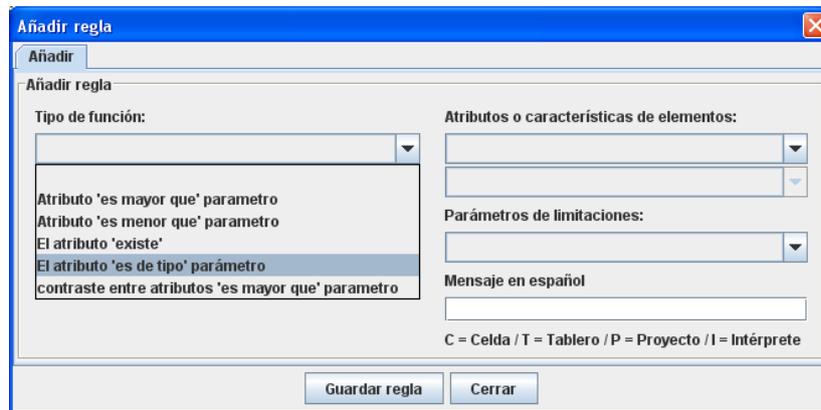


Figura E.21: Ventana para añadir nuevas reglas



Figura E.22: Mensaje de confirmación al cargar las reglas predeterminadas

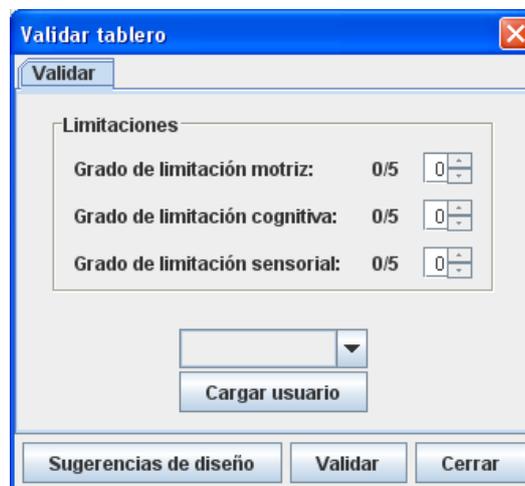


Figura E.23: Ventana de validación de tableros

el tablero mediante el botón *Validar*. Se mostrará una nueva ventana con los resultados del análisis, como en la figura E.24. También se puede pedir al sistema un conjunto de sugerencias de diseño de tableros para poder adaptar nuestro diseño a los requisitos mostrados. La figura E.25 muestra esta última opción.

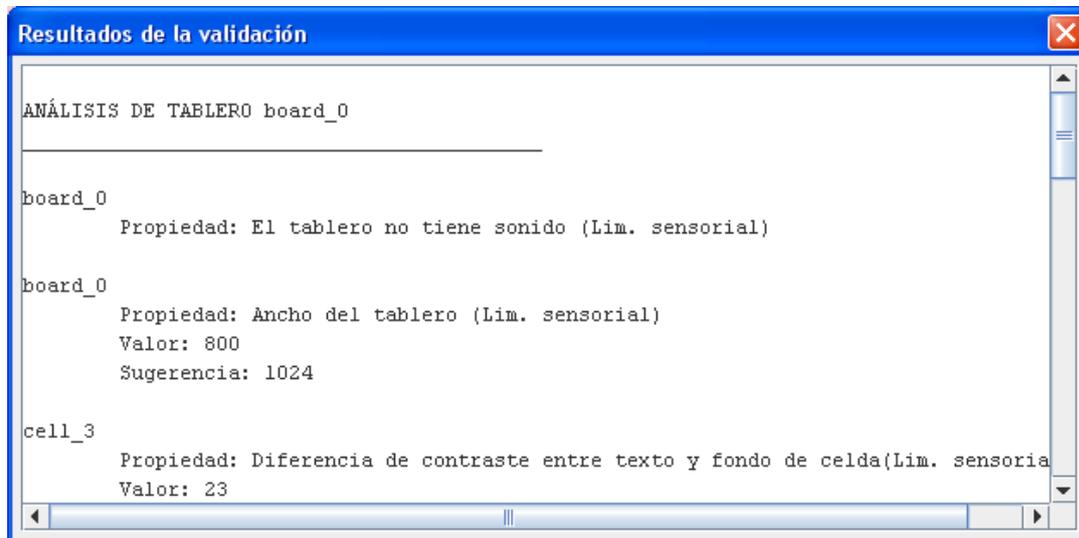


Figura E.24: Ventana de resultados para tableros

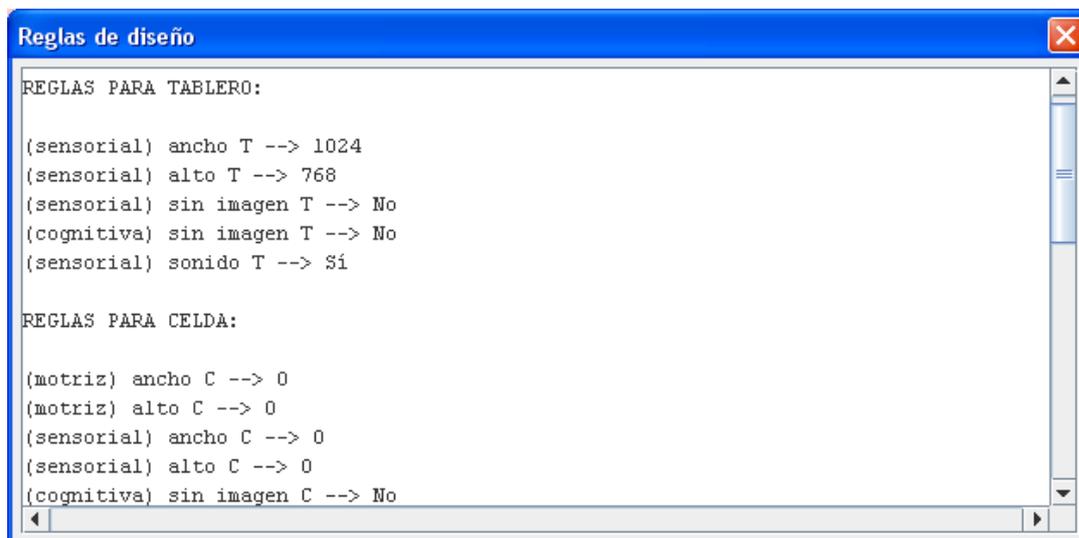


Figura E.25: Ventana de sugerencias de diseño para tableros

## Validación de proyectos

La validación de proyectos se realiza de la misma manera que la validación de tableros, sólo que en esta ocasión se analiza el proyecto en general y cada uno de los distintos tableros que lo componen en particular. La ventana de validación, que puede verse en la figura E.26, es muy similar a la de validación de tableros, con las mismas opciones disponibles. Las figuras E.27 y E.28 muestran los resultados de validar un proyecto y mostrar sugerencias de diseño respectivamente.

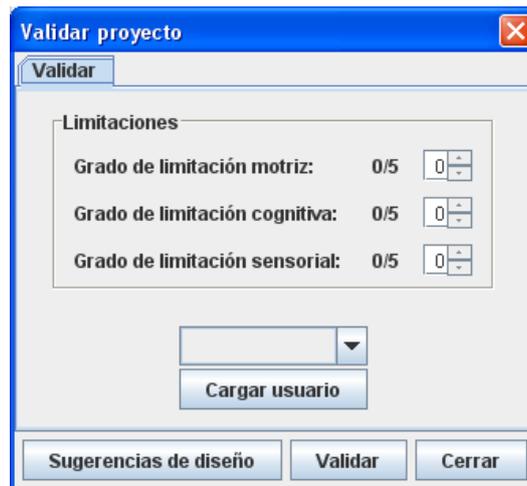


Figura E.26: Ventana de validación de proyecto

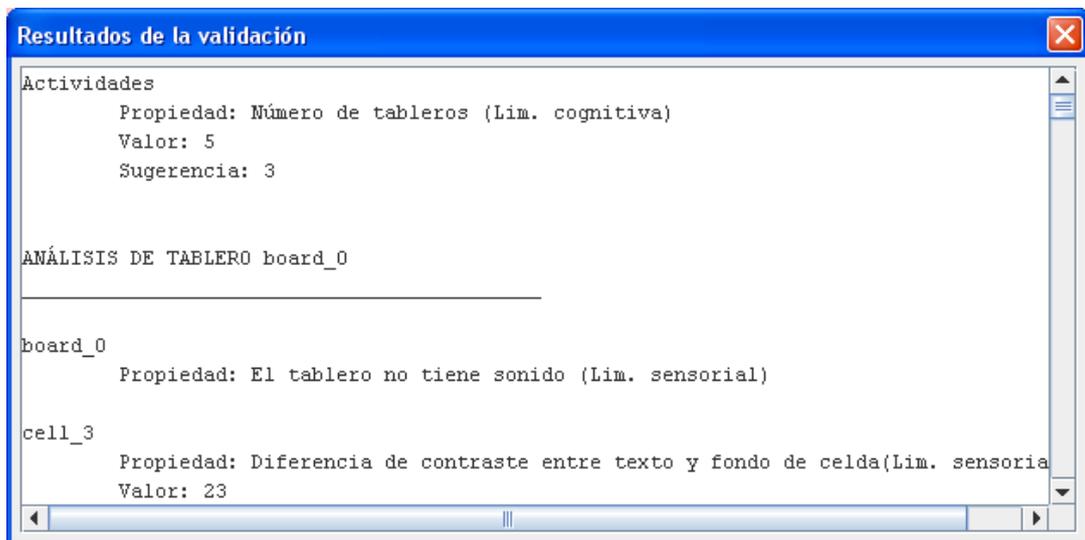


Figura E.27: Ventana de resultados para proyectos

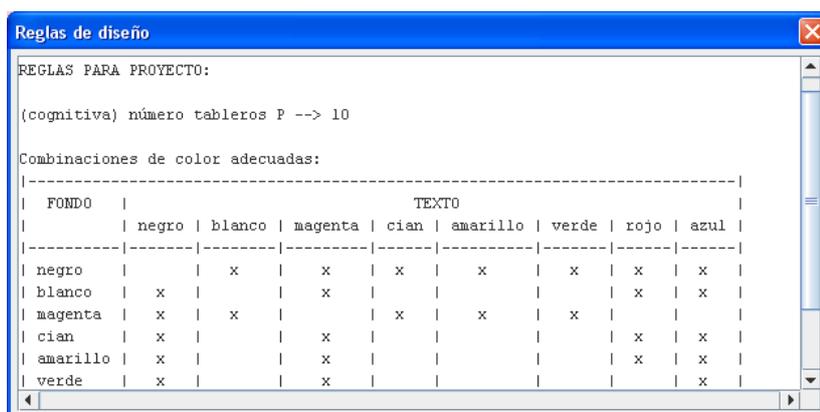


Figura E.28: Ventana de sugerencias de diseño para proyectos

#### E.4.6. Utilidad Galería de pictogramas

Este menú permite la gestión de la Galería de pictogramas a través de diferentes opciones. La figura E.29 muestra la integración de esta opción en el Editor. **La Galería no va incluida en la instalación de TICO, sino que debe descargarse desde la página web del Proyecto TICO<sup>1</sup> e incorporarse una vez instalado el programa.** La incorporación de la Galería de pictogramas a la aplicación TICO se explica en la sección E.4.6 de este manual.

Los pictogramas incluidos en la Galería son elaborados por ARASAAC<sup>2</sup>- CATEDU<sup>3</sup> con la colaboración de los profesionales del Colegio Público de Educación Especial Alborada de Zaragoza y la financiación del Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno de Aragón y el programa Teruel Digital. Estos pictogramas se distribuyen bajo licencia de Creative Commons (BY-NC-SA).

También pueden añadirse imágenes propias a la Galería. De esta forma se pueden encontrar rápidamente para usarlas en los tableros de comunicación generados con TICO.

<sup>1</sup><http://www.proyectotico.es>

<sup>2</sup><http://www.catedu.es/arasaac>

<sup>3</sup><http://www.catedu.es>

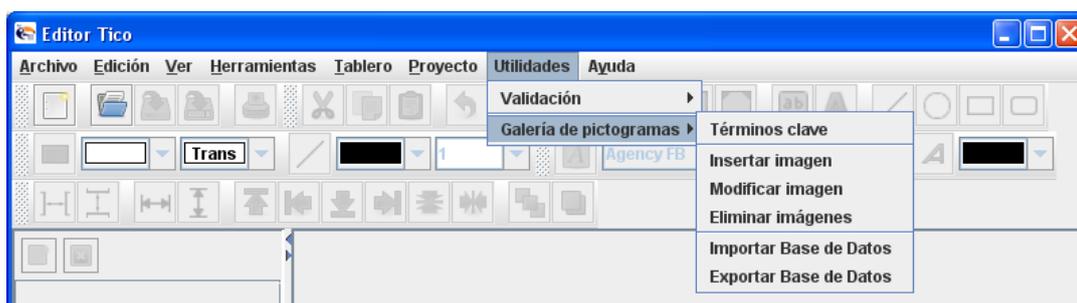


Figura E.29: Menú Galería de pictogramas en el Editor

### Cómo importar la Galería de pictogramas en el Editor

A continuación se explican los pasos a realizar para importar la Galería de pictogramas en el Editor TICO.

1. Descargar la Galería desde la página web de TICO (<http://www.proyectotico.es>), que se puede encontrar en la sección Galería de pictogramas. Guardar el archivo en una ubicación conocida de su equipo, por ejemplo, en el Escritorio.
2. Descomprimir el archivo *Pictogramas.zip* que se habrá descargado. Se generará la carpeta *Pictogramas* que debe contener las imágenes.
3. Abrir el Editor TICO. Acceder al menú *Utilidades - Galería de pictogramas - Importar Base de Datos*.
4. Pulsar el botón *Seleccionar* que abrirá una ventana desde la que podremos seleccionar la carpeta que contiene las imágenes. Debemos navegar hasta seleccionar la carpeta *Pictogramas*.
5. Si nuestra Galería de pictogramas no contiene imágenes antes de importar, pulsamos el botón *Importar* y esperamos a que finalice de importar las imágenes.
6. Si ya teníamos imágenes en la Galería y vamos a importarla de nuevo puede ser que haya imágenes que se repitan o tengan el mismo nombre. En este caso podemos elegir entre reemplazar las imágenes que teníamos por las nuevas, o añadir las nuevas imágenes a la Galería. Una vez seleccionada la opción que queremos pulsamos el botón *Importar* y esperamos a que finalice de importar las imágenes.

Una vez importada la Galería se podrán realizar búsquedas para incorporar imágenes a los tableros de comunicación.

### Búsqueda de imágenes en la Galería

Dado que el número de pictogramas es muy elevado y sigue en crecimiento, la Galería permite la búsqueda de imágenes, tanto por términos clave asociados a las mismas, como

por nombre de la imagen. Estos términos clave, que caracterizan una imagen, pueden ser definidos y modificados desde el Editor y son, en principio, los conceptos representados por las imágenes: sinónimos, traducciones a otros idiomas, etc.

La figura E.30 muestra la ventana de búsqueda de imágenes. En ella se pueden distinguir los siguientes elementos:

1. **Panel de búsqueda por términos clave:** Permite introducir la combinación de términos clave que se quiere buscar y pulsando el botón se realiza la búsqueda.
2. **Panel de búsqueda por nombre:** Permite introducir el nombre de la imagen que se quiere buscar y pulsando el botón se realiza la búsqueda.
3. **Panel de imágenes:** Muestra el resultado de las diferentes búsquedas en grupos de cuatro. Para ver el resto de las imágenes se pueden usar las flechas situadas en la parte inferior o las flechas izquierda y derecha del teclado.



Figura E.30: Ventana de búsqueda de imágenes

Antes de realizar búsquedas es importante saber que:

- Cuando se quieren realizar búsquedas de los pictogramas de la Galería, éstas deben hacerse por términos clave, no por nombre de la imagen. Esto se debe a que el nombre de la imagen es un código numérico que la identifica en la Galería de pictogramas. De esta forma pueden hacerse búsquedas en los diferentes idiomas disponibles.
- La búsqueda por nombre de imagen es útil cuando se han incorporado imágenes externas a la Galería.
- Se puede utilizar el carácter '\*' como comodín introduciendo tantos asteriscos como se quiera, y en todas las posiciones. La búsqueda por '\*' mostrará como resultado todas las imágenes de la Galería.

- **Búsqueda por términos clave**

Permite buscar hasta por tres términos clave.

Cuenta con tres cuadros de texto donde se pueden introducir los términos a buscar y dos menús desplegables donde se puede elegir entre las opciones 'y' y 'o'. Si se elige 'y' se mostrarán como resultado las imágenes que pertenezcan a todos los términos clave introducidos. Si se elige 'o', se mostrarán como resultado las imágenes que pertenezcan a alguno de los términos clave introducidos. Estas opciones se pueden combinar para realizar búsquedas más complejas.

Se puede utilizar el símbolo '\*' para seleccionar los términos clave que empiezan, acaban o contienen la letra o conjunto de letras introducido. La figura E.31 muestra dos ejemplos de búsquedas en la Galería por término clave.

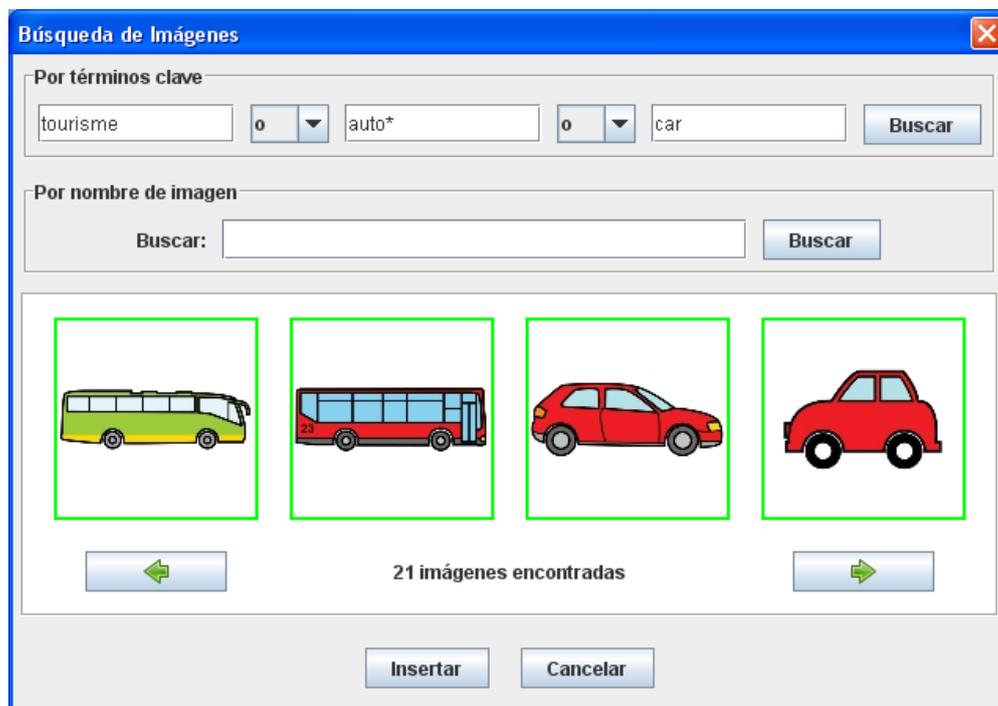


Figura E.31: Ejemplos de búsquedas de imágenes por término clave

- **Búsqueda por nombre de imagen**

Permite buscar imágenes distintas a los pictogramas de ARASAAC que hayan sido insertadas en la Galería de la siguiente manera:

- **Por nombre exacto de la imagen:** basta con poner el nombre de la imagen que queremos buscar y pulsar en Buscar.
- **Por nombres que empiecen por una letra o conjunto de letras:** si queremos todos los instrumentos musicales buscaremos por instrumento\* y si queremos todas las imágenes que empiecen por la letra 'a' buscaremos a\*.
- **Por nombres que finalicen por una letra o conjunto de letras:** si queremos todas las palabras que finalicen en 'tor' buscaremos \*tor y si queremos todas las palabras que acaban en la letra 'e' buscaremos \*e.
- **Por nombres que contengan una letra o conjunto de letras:** si queremos todas las palabras que contengan la sílaba 'de' buscaremos \*de\* y si queremos todas las palabras que contengan una letra 'y' buscaremos por \*y\*.

Las figuras E.32 y E.33 muestran dos ejemplos de búsquedas en la Galería por término clave.



Figura E.32: Ejemplo de búsqueda de imagen por nombre

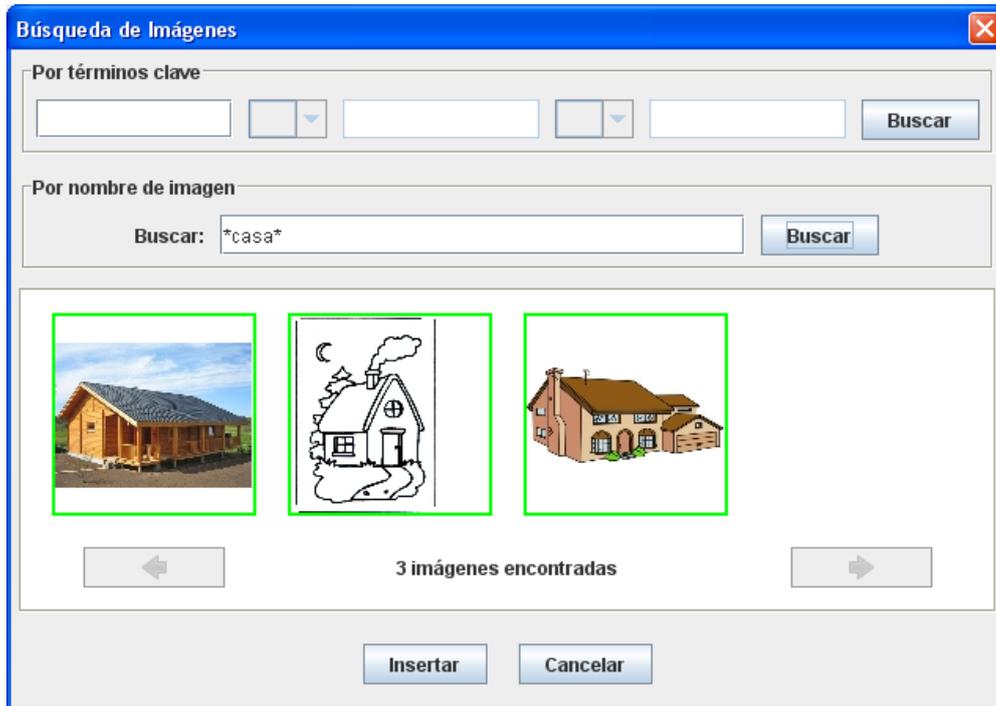


Figura E.33: Ejemplo de búsqueda de imagen por nombre

### Términos clave

Esta ventana, mostrada en la figura E.34 permite gestionar los términos clave existentes en la Galería de pictogramas. Las acciones que se pueden realizar son:

- **Añadir:** Se pueden introducir nuevos términos clave escribiéndolos en el cuadro de texto separados por comas y pulsando después el botón *Añadir*.
- **Modificar:** Permite modificar un término clave. Para esto hay que seleccionarlo previamente en la lista lo que provocará que aparezca escrito en el cuadro de texto. Después de modificarlo en el cuadro de texto pulsamos el botón *Modificar*.
- **Eliminar:** Permite eliminar el término clave que se seleccione en la lista. El programa pedirá confirmación de que se desea eliminar el término.

### Insertar imagen

Esta opción permite añadir una imagen en la Galería de pictogramas. La figura E.35 muestra la ventana que permite realizarlo. En ella se pueden distinguir los siguientes elementos:

1. **Panel de selección de imagen:** Permite seleccionar la imagen que se desea añadir a la Galería.

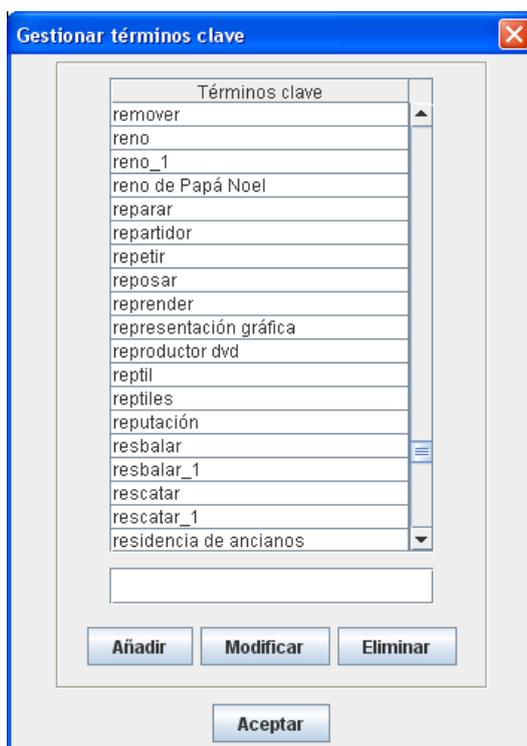


Figura E.34: Ventana para la gestión de términos clave

2. **Opciones de inserción:** Al añadir una imagen a la Galería puede ser que ya exista otra con el mismo nombre. Este panel permite seleccionar qué hacer en este caso. Las opciones disponibles son:
  - **Reemplazar imagen:** Elimina la imagen que había en la Galería con sus términos clave y añade la nueva imagen con sus términos clave.
  - **Añadir imagen:** Añade a la Galería la nueva imagen con sus términos clave renombrándola. El renombrado de la imagen consiste en añadir un número al final del nombre de la imagen.
3. **Panel de términos clave:** Permite seleccionar los términos clave que queremos que se asocien con la imagen que vamos a insertar. Además permite añadir nuevos términos escribiéndolos en el cuadro de texto separados por comas y pulsando en el botón *Añadir*.

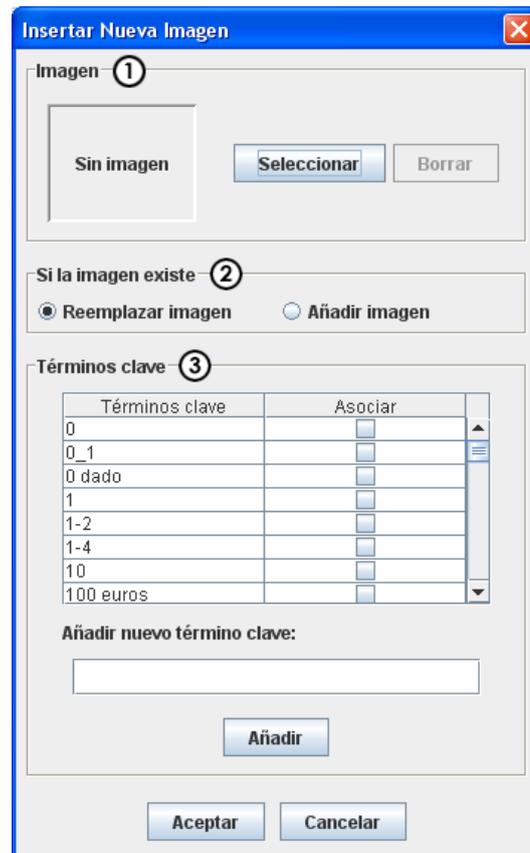


Figura E.35: Ventana para insertar una imagen en la Galería

## Modificar imagen

Esta opción permite modificar una imagen de la Galería de pictogramas. La figura E.36 muestra la ventana que permite realizarlo. A través de ella se pueden realizar búsquedas de imágenes tal y como se explica en la sección E.4.6. Los resultados de las búsquedas se muestran en el panel de imágenes y pinchando sobre ellas se pueden seleccionar para su modificación.

Las opciones existentes son:

1. **Modificar imagen:** La figura E.37 muestra la ventana que se abre al pulsar sobre esta opción. A través de ella se pueden modificar los términos clave que están asociados a la imagen seleccionando o deseleccionando de la lista de términos. Además se pueden introducir nuevos términos a través del cuadro de texto escribiéndolos separados por comas y pulsando el botón *Añadir*.
2. **Eliminar imagen:** Pulsando sobre este botón se puede eliminar una imagen de la Galería. El programa pide confirmación al usuario.

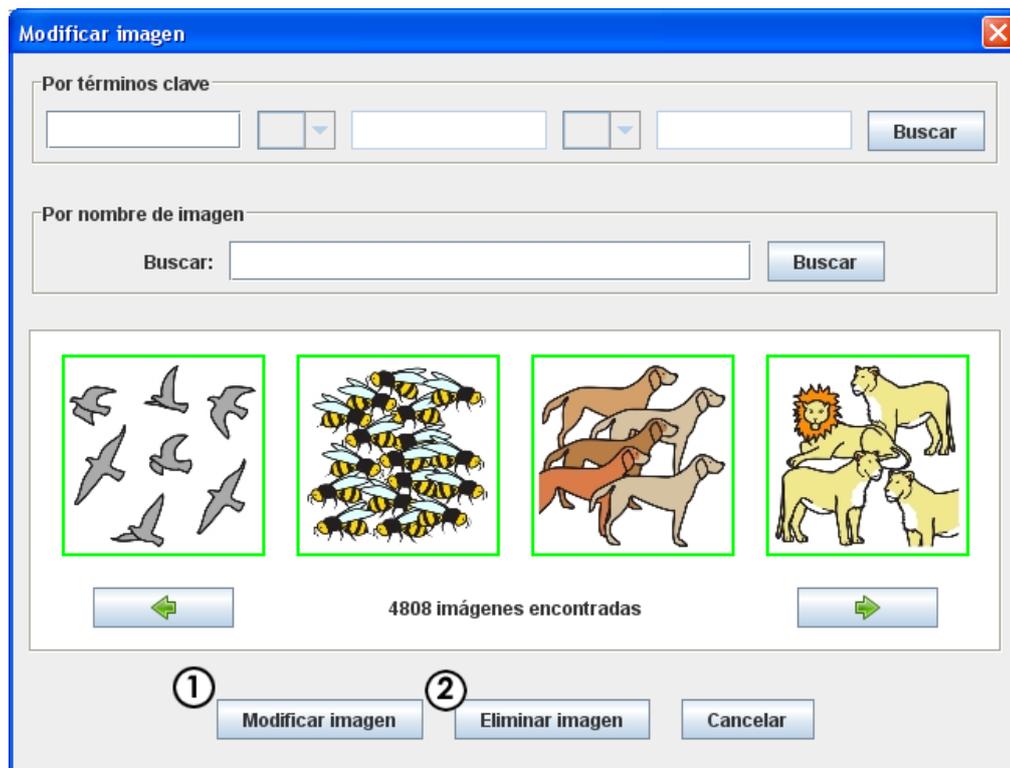


Figura E.36: Ventana para modificar imágenes de la Galería



Figura E.37: Ventana para modificar una imagen de la Galería

## Eliminar imágenes

Esta opción permite eliminar varias imágenes de la Galería de pictogramas habiendo realizado previamente una búsqueda. La figura E.38 muestra la ventana que permite realizarlo. A través de ella se pueden realizar búsquedas de imágenes tal y como se explica en la sección E.4.6 para ser eliminadas.

En esta ventana se distinguen los siguientes elementos:

1. **Panel de búsqueda de imágenes:** Este panel permite la búsqueda de imágenes por término clave o por nombre de imagen para eliminarlas.
2. **Panel de imágenes:** Este panel permite la visualización de los resultados de las búsquedas.
3. **Barra de progreso:** La ventana incorpora una barra de progreso para saber en cada momento la evolución del borrado de imágenes.

Las imágenes se eliminan pulsando sobre el botón *Eliminar imágenes*.

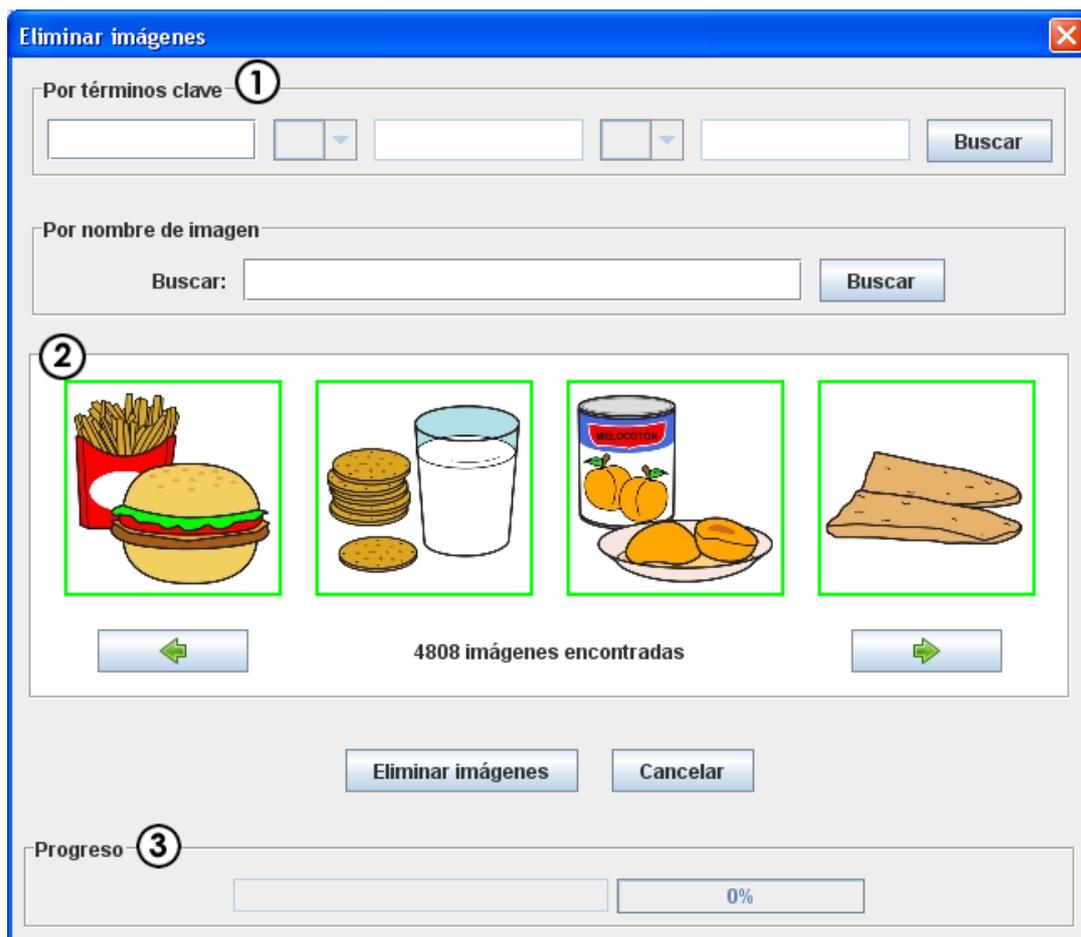


Figura E.38: Ventana para eliminar imágenes de la Galería

## Importar Base de Datos

Esta opción permite importar una base de datos con el formato adecuado para TICO. Esta base de datos se puede obtener o bien de la página web de TICO (ver sección E.4.6) o exportando la Galería de pictogramas del Editor (ver sección E.4.6). La figura E.39 muestra la ventana que permite realizarlo.

En esta ventana se distinguen los siguientes elementos:

1. **Panel de selección de directorio:** Este panel permite la selección del directorio donde se encuentra la base de datos a importar.
2. **Opciones de importación:** Al importar la base de datos de imágenes en la Galería puede ser que ya existan imágenes con el mismo nombre. Este panel permite seleccionar qué hacer en este caso. Las opciones disponibles son:
  - **Reemplazar imagen:** Elimina la imagen que había en la Galería con sus términos clave y añade la nueva imagen con sus términos clave.
  - **Añadir imagen:** Añade a la Galería la nueva imagen con sus términos clave renombrándola. El renombrado de la imagen consiste en añadir un número al final del nombre de la imagen.
3. **Barra de progreso:** La ventana lleva incorporada una barra de progreso para que el usuario conozca en cada momento el estado de la importación.

Pulsando el botón *Importar* comienza la importación de la base de datos.

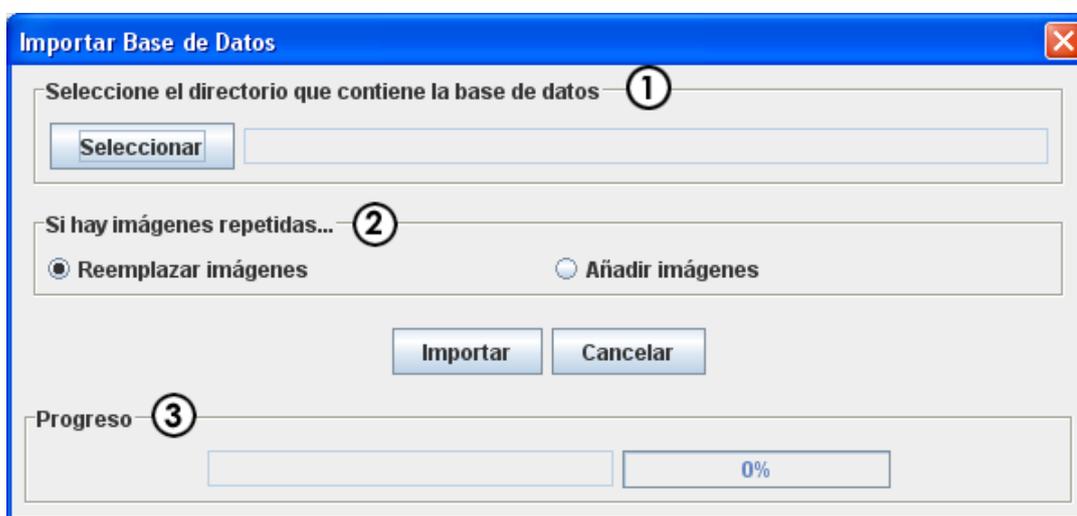


Figura E.39: Ventana para importar la Galería de pictogramas

## Exportar Base de Datos

Esta opción permite realizar búsquedas de imágenes tal y como se explica en la sección E.4.6. para exportarlas a una base de datos que podrá ser importada posteriormente. La figura

E.40 muestra la ventana que permite realizarlo.

En esta ventana se distinguen los siguientes elementos:

1. **Panel de búsqueda de imágenes:** Este panel permite la búsqueda de imágenes por término clave o por nombre de imagen. Es necesario realizar una búsqueda que indique las imágenes a exportar. En el panel de imágenes se muestran los resultados de las búsquedas.
2. **Panel de selección de directorio:** Este panel permite la selección del directorio donde se guardará la Galería de pictogramas exportada.
3. **Barra de progreso:** La ventana lleva incorporada una barra de progreso para que el usuario conozca en cada momento el estado de la exportación.

Pulsando el botón *Exportar* comienza la exportación de la base de datos.

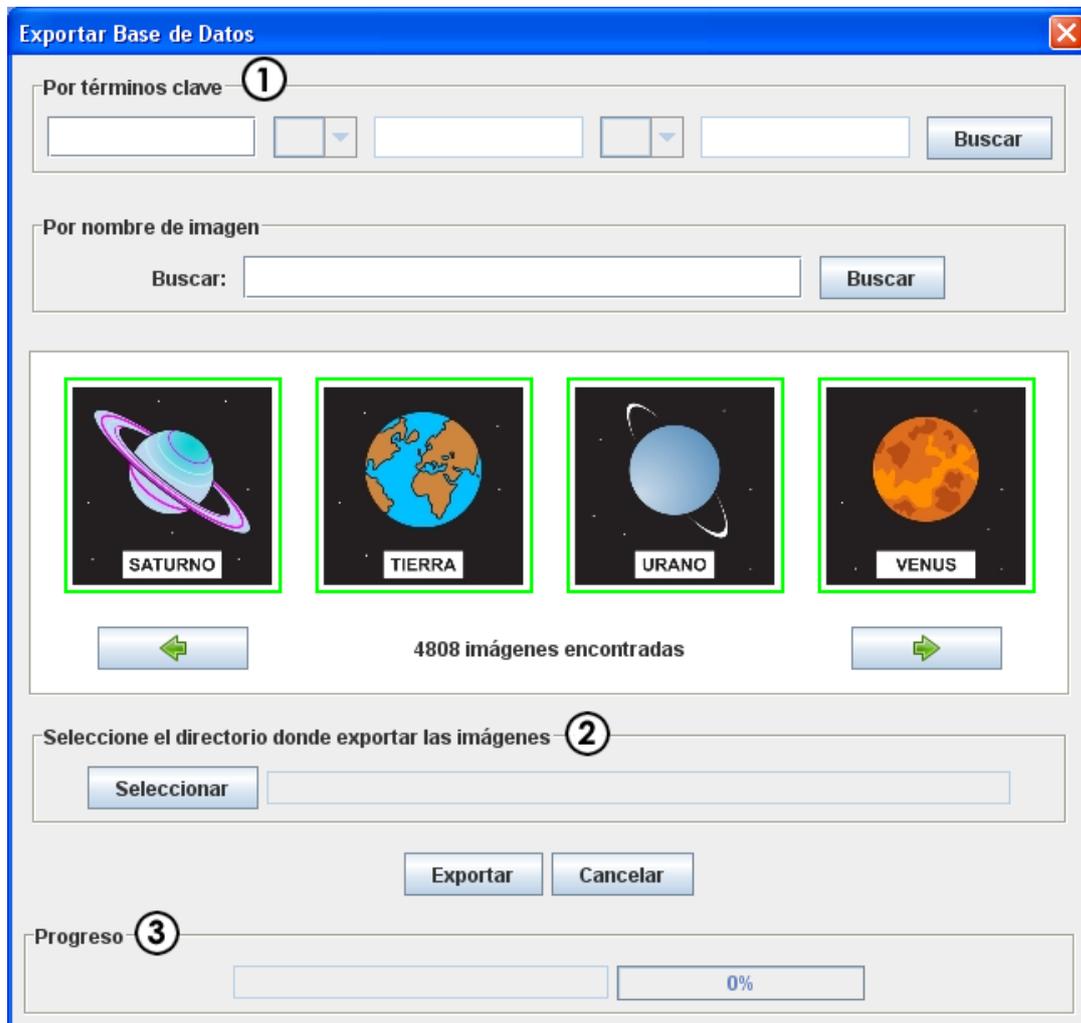


Figura E.40: Ventana para exportar la Galería de pictogramas

## E.5. Manual del Intérprete

### E.5.1. Elementos del Intérprete

En esta sección se muestra la aplicación del Intérprete junto con su aspecto y funcionalidades. También se explican las opciones de configuración para su uso.

#### Ventana del Intérprete

La figura E.41 muestra el aspecto de la ventana principal del Intérprete. En ella se pueden distinguir los siguientes elementos:



Figura E.41: Ventana del Intérprete

1. **Barra de menú:** Permite configurar las opciones del Intérprete para la interpretación de los proyectos y acceder a la mayoría de sus funcionalidades.
2. **Área de interpretación:** Lugar donde se colocan los distintos tableros de un proyecto TICO cuando es cargado para la interpretación.
3. **Área de acumulación:** Lugar donde se colocan las celdas acumulables que han sido seleccionadas por el usuario.

## Barra de menú

La barra de menú de la aplicación contiene los siguientes submenús que permiten realizar todo tipo de acciones sobre el Intérprete:

1. **Archivo:** Acciones a realizar sobre un proyecto. Permite la carga de un proyecto ya creado en el Editor, así como salir de la aplicación.
2. **Configuración:** Permite configurar las opciones de la aplicación: imagen del cursor durante el barrido, número máximo de celdas a acumular, espera del cursor durante el barrido automático y el tipo de barrido. Además se pueden configurar las preferencias de la aplicación.
3. **Acciones:** Acciones de interpretación sobre un proyecto. Entre estas acciones se encuentran el comienzo de la interpretación, el fin de la interpretación, la lectura de la zona acumulada, el borrado de la última celda acumulada y el borrado de todas las celdas acumuladas.



Figura E.42: Detalle del Intérprete donde se muestra el menú Acciones

4. **Validación:** Permite realizar la validación de la configuración del Intérprete de acuerdo con las limitaciones específicas de los usuarios.
5. **Ayuda:** Contiene el indispensable “Acerca de...” que muestra información sobre la aplicación.

## Preferencias del Intérprete

Las preferencias del Intérprete se pueden modificar pulsando *Configuración - Preferencias*. Las preferencias son:

- **Idioma:** Especifica el idioma de ejecución de la aplicación. Para que el cambio surta efecto hay que reiniciar la aplicación.

### E.5.2. Configuración del Intérprete

La figura E.43 muestra las opciones que se pueden configurar en el Intérprete a través del menú *Configuración - Opciones del intérprete* que son:

1. **Imagen del cursor:** Permite seleccionar la imagen para el cursor del ratón durante la interpretación del proyecto. Si no se configura se utilizará una imagen por defecto.
2. **Número máximo de celdas acumuladas:** Indica el número máximo de celdas que pueden acumularse en el área de acumulación hasta un máximo de 10. El valor que viene por defecto es 5.
3. **Espera del cursor en segundos:** Si se selecciona como modo de ratón el barrido automático, indica el número de segundos que debe esperar el cursor antes de saltar al siguiente elemento del tablero. El valor por defecto es 1.
4. **Modo de ratón:** Permite seleccionar entre tres modos diferentes de realizar la interpretación del proyecto que son:
  - **Selección directa:** La interpretación del tablero se realiza utilizando el ratón convencional.
  - **Barrido automático:** El programa realiza un barrido secuencial de las celdas del tablero. Las celdas se seleccionan con el clic izquierdo del ratón. Para esta opción se puede configurar el tiempo que el ratón debe permanecer sobre una celda antes de saltar a la siguiente.
  - **Barrido manual:** Permite realizar un barrido controlado de las celdas del tablero. El clic derecho del ratón cambia de celda y con el clic izquierdo se selecciona una celda.

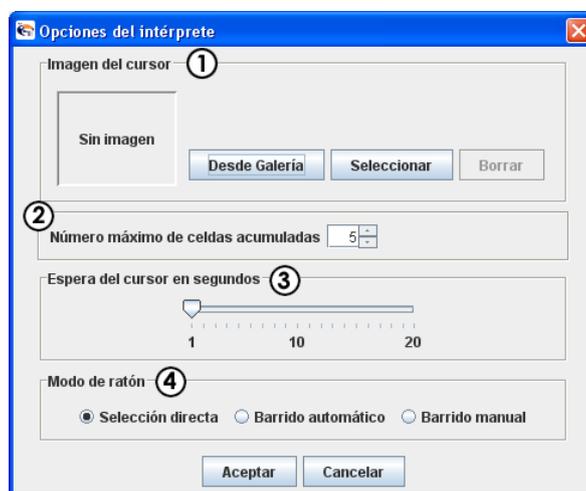


Figura E.43: Ventana de configuración de las opciones del Intérprete

### E.5.3. Validación del Intérprete

Esta opción permite la validación de las propiedades del Intérprete para ver si se adaptan a las características del alumno. La figura E.44 muestra el menú en la ventana del Intérprete a través del que se accede a esta funcionalidad.



Figura E.44: Ventana del Intérprete

Este menú da paso a la validación de la configuración del Intérprete mediante la ventana que aparece en la figura E.45. Se deben introducir a mano los valores de las limitaciones del usuario o cargar un usuario de la base de datos, seleccionándolo desde la lista desplegable y pulsando el botón *Cargar usuario*.

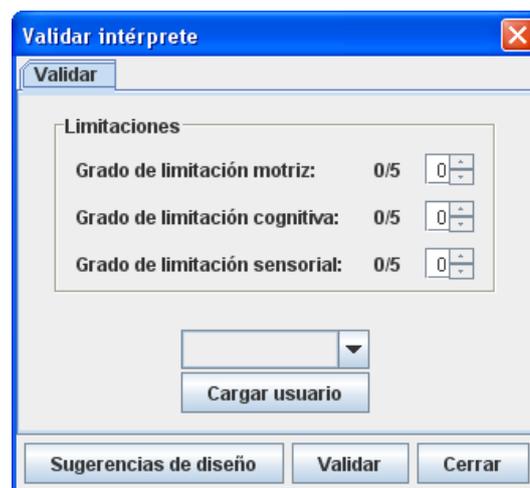


Figura E.45: Ventana de validación del Intérprete

A continuación se puede optar por realizar la validación mediante el botón *Validar* o mostrar las sugerencias de diseño para el Intérprete mediante el botón *Sugerencias de diseño*, mostrando la información en ambos casos de la misma manera que se muestra en el caso del

Editor.

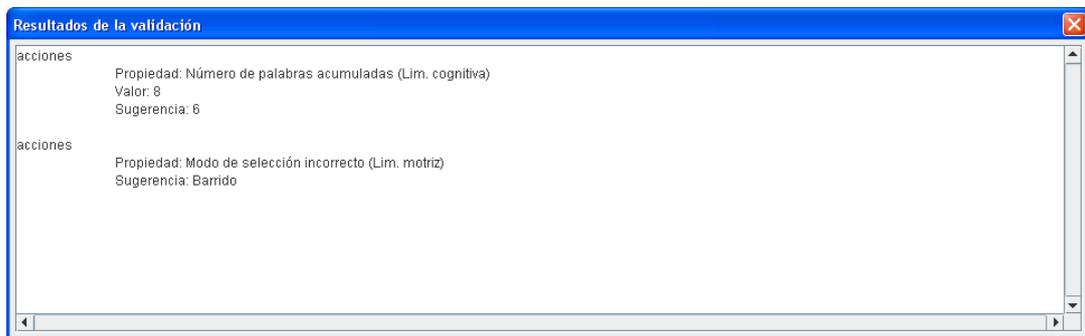


Figura E.46: Ventana de resultados para el Intérprete

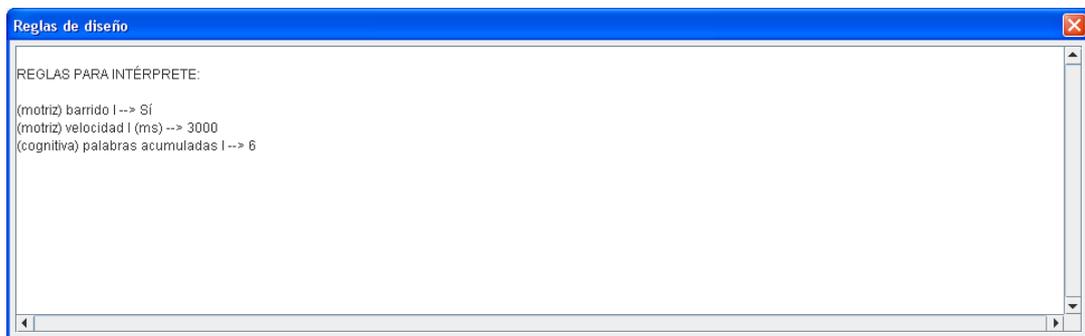


Figura E.47: Ventana de sugerencias para el Intérprete

## E.6. Créditos

TICO es fruto de una serie de Proyectos Fin de Carrera de Ingeniería Informática del Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza. Todos se han desarrollado bajo la dirección del Dr. Joaquín Ezpeleta Mateo, profesor de esta Universidad, junto con la colaboración de César Canalís Casasús y José Manuel Marcos Rodrigo, profesores del Colegio Público de Educación Especial Alborada de Zaragoza.

- **Desarrollo de herramientas para la creación y utilización de tableros de comunicación en el ámbito de la educación especial**, desarrollado por Fernando Negré Ramos y David Ramos Siguín. Noviembre de 2005.
- **Tico 2.0: Modificación y extensión de una herramienta para la edición y ejecución de tableros interactivos de comunicación**, por Pablo Muñoz Orbañanos. Noviembre 2006.
- **Intérprete Tico 2.0: Herramienta para la ejecución de tableros interactivos de comunicación y control del entorno**, por Antonio Rodríguez Villanueva. Agosto 2007.
- **Validación automática, basada en reglas, de la accesibilidad de los proyectos Tico**, por Beatriz Mateo Mendaza. Junio 2008.
- **Integración de *plugins* en la aplicación Tico. Desarrollo e integración de un *plugin* para la gestión de una galería de imágenes**, por Patricia Martínez Jaray. Septiembre 2008.
- **TICO e1.0: mejora y extensión de la aplicación TICO para su primera distribución estable**, por Carolina Palacio Julián. Junio 2010.

Para cualquier sugerencia o duda puede consultar la página web o enviar un correo electrónico a la dirección [ticoproyecto@gmail.com](mailto:ticoproyecto@gmail.com).

## Apéndice F

# The GNU General Public License

Version 3, 29 June 2007

Copyright © 2007 Free Software Foundation, Inc. <http://fsf.org/>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

### Preamble

The GNU General Public License is a free, copyleft license for software and other kinds of works.

The licenses for most software and other practical works are designed to take away your freedom to share and change the works. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change all versions of a program--to make sure it remains free software for all its users. We, the Free Software Foundation, use the GNU General Public License for most of our software; it applies also to any other work released this way by its authors. You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for them if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs, and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to prevent others from denying you these rights or asking you to surrender the rights. Therefore, you have certain responsibilities if you distribute copies of the software, or if you modify it: responsibilities to respect the freedom of others.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must pass on to the recipients the same freedoms that you received. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

Developers that use the GNU GPL protect your rights with two steps: (1) assert copyright on the software, and (2) offer you this License giving you legal permission to copy, distribute

and/or modify it.

For the developers' and authors' protection, the GPL clearly explains that there is no warranty for this free software. For both users' and authors' sake, the GPL requires that modified versions be marked as changed, so that their problems will not be attributed erroneously to authors of previous versions.

Some devices are designed to deny users access to install or run modified versions of the software inside them, although the manufacturer can do so. This is fundamentally incompatible with the aim of protecting users' freedom to change the software. The systematic pattern of such abuse occurs in the area of products for individuals to use, which is precisely where it is most unacceptable. Therefore, we have designed this version of the GPL to prohibit the practice for those products. If such problems arise substantially in other domains, we stand ready to extend this provision to those domains in future versions of the GPL, as needed to protect the freedom of users.

Finally, every program is threatened constantly by software patents. States should not allow patents to restrict development and use of software on general-purpose computers, but in those that do, we wish to avoid the special danger that patents applied to a free program could make it effectively proprietary. To prevent this, the GPL assures that patents cannot be used to render the program non-free.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

## TERMS AND CONDITIONS

### 0. Definitions.

“This License” refers to version 3 of the GNU General Public License.

“Copyright” also means copyright-like laws that apply to other kinds of works, such as semiconductor masks.

“The Program” refers to any copyrightable work licensed under this License. Each licensee is addressed as “you”. “Licensees” and “recipients” may be individuals or organizations.

To “modify” a work means to copy from or adapt all or part of the work in a fashion requiring copyright permission, other than the making of an exact copy. The resulting work is called a “modified version” of the earlier work or a work “based on” the earlier work.

A “covered work” means either the unmodified Program or a work based on the Program.

To “propagate” a work means to do anything with it that, without permission, would make you directly or secondarily liable for infringement under applicable copyright law, except executing it on a computer or modifying a private copy. Propagation includes copying, distribution (with or without modification), making available to the public, and in some countries other activities as well.

To “convey” a work means any kind of propagation that enables other parties to make or receive copies. Mere interaction with a user through a computer network, with no transfer of a copy, is not conveying.

---

An interactive user interface displays “Appropriate Legal Notices” to the extent that it includes a convenient and prominently visible feature that (1) displays an appropriate copyright notice, and (2) tells the user that there is no warranty for the work (except to the extent that warranties are provided), that licensees may convey the work under this License, and how to view a copy of this License. If the interface presents a list of user commands or options, such as a menu, a prominent item in the list meets this criterion.

## 1. Source Code.

The “source code” for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. “Object code” means any non-source form of a work.

A “Standard Interface” means an interface that either is an official standard defined by a recognized standards body, or, in the case of interfaces specified for a particular programming language, one that is widely used among developers working in that language.

The “System Libraries” of an executable work include anything, other than the work as a whole, that (a) is included in the normal form of packaging a Major Component, but which is not part of that Major Component, and (b) serves only to enable use of the work with that Major Component, or to implement a Standard Interface for which an implementation is available to the public in source code form. A “Major Component”, in this context, means a major essential component (kernel, window system, and so on) of the specific operating system (if any) on which the executable work runs, or a compiler used to produce the work, or an object code interpreter used to run it.

The “Corresponding Source” for a work in object code form means all the source code needed to generate, install, and (for an executable work) run the object code and to modify the work, including scripts to control those activities. However, it does not include the work’s System Libraries, or general-purpose tools or generally available free programs which are used unmodified in performing those activities but which are not part of the work. For example, Corresponding Source includes interface definition files associated with source files for the work, and the source code for shared libraries and dynamically linked subprograms that the work is specifically designed to require, such as by intimate data communication or control flow between those subprograms and other parts of the work.

The Corresponding Source need not include anything that users can regenerate automatically from other parts of the Corresponding Source.

The Corresponding Source for a work in source code form is that same work.

## 2. Basic Permissions.

All rights granted under this License are granted for the term of copyright on the Program, and are irrevocable provided the stated conditions are met. This License explicitly affirms your unlimited permission to run the unmodified Program. The output from running a covered work is covered by this License only if the output, given its content, constitutes a covered work. This License acknowledges your rights of fair use or other equivalent, as provided by copyright law.

You may make, run and propagate covered works that you do not convey, without conditions so long as your license otherwise remains in force. You may convey covered

works to others for the sole purpose of having them make modifications exclusively for you, or provide you with facilities for running those works, provided that you comply with the terms of this License in conveying all material for which you do not control copyright. Those thus making or running the covered works for you must do so exclusively on your behalf, under your direction and control, on terms that prohibit them from making any copies of your copyrighted material outside their relationship with you.

Conveying under any other circumstances is permitted solely under the conditions stated below. Sublicensing is not allowed; section 10 makes it unnecessary.

### 3. Protecting Users' Legal Rights From Anti-Circumvention Law.

No covered work shall be deemed part of an effective technological measure under any applicable law fulfilling obligations under article 11 of the WIPO copyright treaty adopted on 20 December 1996, or similar laws prohibiting or restricting circumvention of such measures.

When you convey a covered work, you waive any legal power to forbid circumvention of technological measures to the extent such circumvention is effected by exercising rights under this License with respect to the covered work, and you disclaim any intention to limit operation or modification of the work as a means of enforcing, against the work's users, your or third parties' legal rights to forbid circumvention of technological measures.

### 4. Conveying Verbatim Copies.

You may convey verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice; keep intact all notices stating that this License and any non-permissive terms added in accord with section 7 apply to the code; keep intact all notices of the absence of any warranty; and give all recipients a copy of this License along with the Program.

You may charge any price or no price for each copy that you convey, and you may offer support or warranty protection for a fee.

### 5. Conveying Modified Source Versions.

You may convey a work based on the Program, or the modifications to produce it from the Program, in the form of source code under the terms of section 4, provided that you also meet all of these conditions:

- a) The work must carry prominent notices stating that you modified it, and giving a relevant date.
- b) The work must carry prominent notices stating that it is released under this License and any conditions added under section 7. This requirement modifies the requirement in section 4 to "keep intact all notices".
- c) You must license the entire work, as a whole, under this License to anyone who comes into possession of a copy. This License will therefore apply, along with any applicable section 7 additional terms, to the whole of the work, and all its parts, regardless of how they are packaged. This License gives no permission to license

---

the work in any other way, but it does not invalidate such permission if you have separately received it.

- d)* If the work has interactive user interfaces, each must display Appropriate Legal Notices; however, if the Program has interactive interfaces that do not display Appropriate Legal Notices, your work need not make them do so.

A compilation of a covered work with other separate and independent works, which are not by their nature extensions of the covered work, and which are not combined with it such as to form a larger program, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an “aggregate” if the compilation and its resulting copyright are not used to limit the access or legal rights of the compilation’s users beyond what the individual works permit. Inclusion of a covered work in an aggregate does not cause this License to apply to the other parts of the aggregate.

## 6. Conveying Non-Source Forms.

You may convey a covered work in object code form under the terms of sections 4 and 5, provided that you also convey the machine-readable Corresponding Source under the terms of this License, in one of these ways:

- a)* Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by the Corresponding Source fixed on a durable physical medium customarily used for software interchange.
- b)* Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by a written offer, valid for at least three years and valid for as long as you offer spare parts or customer support for that product model, to give anyone who possesses the object code either (1) a copy of the Corresponding Source for all the software in the product that is covered by this License, on a durable physical medium customarily used for software interchange, for a price no more than your reasonable cost of physically performing this conveying of source, or (2) access to copy the Corresponding Source from a network server at no charge.
- c)* Convey individual copies of the object code with a copy of the written offer to provide the Corresponding Source. This alternative is allowed only occasionally and noncommercially, and only if you received the object code with such an offer, in accord with subsection 6b.
- d)* Convey the object code by offering access from a designated place (gratis or for a charge), and offer equivalent access to the Corresponding Source in the same way through the same place at no further charge. You need not require recipients to copy the Corresponding Source along with the object code. If the place to copy the object code is a network server, the Corresponding Source may be on a different server (operated by you or a third party) that supports equivalent copying facilities, provided you maintain clear directions next to the object code saying where to find the Corresponding Source. Regardless of what server hosts the Corresponding Source, you remain obligated to ensure that it is available for as long as needed to satisfy these requirements.

- e) Convey the object code using peer-to-peer transmission, provided you inform other peers where the object code and Corresponding Source of the work are being offered to the general public at no charge under subsection 6d.

A separable portion of the object code, whose source code is excluded from the Corresponding Source as a System Library, need not be included in conveying the object code work.

A “User Product” is either (1) a “consumer product”, which means any tangible personal property which is normally used for personal, family, or household purposes, or (2) anything designed or sold for incorporation into a dwelling. In determining whether a product is a consumer product, doubtful cases shall be resolved in favor of coverage. For a particular product received by a particular user, “normally used” refers to a typical or common use of that class of product, regardless of the status of the particular user or of the way in which the particular user actually uses, or expects or is expected to use, the product. A product is a consumer product regardless of whether the product has substantial commercial, industrial or non-consumer uses, unless such uses represent the only significant mode of use of the product.

“Installation Information” for a User Product means any methods, procedures, authorization keys, or other information required to install and execute modified versions of a covered work in that User Product from a modified version of its Corresponding Source. The information must suffice to ensure that the continued functioning of the modified object code is in no case prevented or interfered with solely because modification has been made.

If you convey an object code work under this section in, or with, or specifically for use in, a User Product, and the conveying occurs as part of a transaction in which the right of possession and use of the User Product is transferred to the recipient in perpetuity or for a fixed term (regardless of how the transaction is characterized), the Corresponding Source conveyed under this section must be accompanied by the Installation Information. But this requirement does not apply if neither you nor any third party retains the ability to install modified object code on the User Product (for example, the work has been installed in ROM).

The requirement to provide Installation Information does not include a requirement to continue to provide support service, warranty, or updates for a work that has been modified or installed by the recipient, or for the User Product in which it has been modified or installed. Access to a network may be denied when the modification itself materially and adversely affects the operation of the network or violates the rules and protocols for communication across the network.

Corresponding Source conveyed, and Installation Information provided, in accord with this section must be in a format that is publicly documented (and with an implementation available to the public in source code form), and must require no special password or key for unpacking, reading or copying.

## 7. Additional Terms.

“Additional permissions” are terms that supplement the terms of this License by making exceptions from one or more of its conditions. Additional permissions that are applicable to the entire Program shall be treated as though they were included in this License, to

the extent that they are valid under applicable law. If additional permissions apply only to part of the Program, that part may be used separately under those permissions, but the entire Program remains governed by this License without regard to the additional permissions.

When you convey a copy of a covered work, you may at your option remove any additional permissions from that copy, or from any part of it. (Additional permissions may be written to require their own removal in certain cases when you modify the work.) You may place additional permissions on material, added by you to a covered work, for which you have or can give appropriate copyright permission.

Notwithstanding any other provision of this License, for material you add to a covered work, you may (if authorized by the copyright holders of that material) supplement the terms of this License with terms:

- a)* Disclaiming warranty or limiting liability differently from the terms of sections 15 and 16 of this License; or
- b)* Requiring preservation of specified reasonable legal notices or author attributions in that material or in the Appropriate Legal Notices displayed by works containing it; or
- c)* Prohibiting misrepresentation of the origin of that material, or requiring that modified versions of such material be marked in reasonable ways as different from the original version; or
- d)* Limiting the use for publicity purposes of names of licensors or authors of the material; or
- e)* Declining to grant rights under trademark law for use of some trade names, trademarks, or service marks; or
- f)* Requiring indemnification of licensors and authors of that material by anyone who conveys the material (or modified versions of it) with contractual assumptions of liability to the recipient, for any liability that these contractual assumptions directly impose on those licensors and authors.

All other non-permissive additional terms are considered “further restrictions” within the meaning of section 10. If the Program as you received it, or any part of it, contains a notice stating that it is governed by this License along with a term that is a further restriction, you may remove that term. If a license document contains a further restriction but permits relicensing or conveying under this License, you may add to a covered work material governed by the terms of that license document, provided that the further restriction does not survive such relicensing or conveying.

If you add terms to a covered work in accord with this section, you must place, in the relevant source files, a statement of the additional terms that apply to those files, or a notice indicating where to find the applicable terms.

Additional terms, permissive or non-permissive, may be stated in the form of a separately written license, or stated as exceptions; the above requirements apply either way.

## 8. Termination.

You may not propagate or modify a covered work except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to propagate or modify it is void, and will automatically

terminate your rights under this License (including any patent licenses granted under the third paragraph of section 11).

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, you do not qualify to receive new licenses for the same material under section 10.

#### 9. Acceptance Not Required for Having Copies.

You are not required to accept this License in order to receive or run a copy of the Program. Ancillary propagation of a covered work occurring solely as a consequence of using peer-to-peer transmission to receive a copy likewise does not require acceptance. However, nothing other than this License grants you permission to propagate or modify any covered work. These actions infringe copyright if you do not accept this License. Therefore, by modifying or propagating a covered work, you indicate your acceptance of this License to do so.

#### 10. Automatic Licensing of Downstream Recipients.

Each time you convey a covered work, the recipient automatically receives a license from the original licensors, to run, modify and propagate that work, subject to this License. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

An “entity transaction” is a transaction transferring control of an organization, or substantially all assets of one, or subdividing an organization, or merging organizations. If propagation of a covered work results from an entity transaction, each party to that transaction who receives a copy of the work also receives whatever licenses to the work the party’s predecessor in interest had or could give under the previous paragraph, plus a right to possession of the Corresponding Source of the work from the predecessor in interest, if the predecessor has it or can get it with reasonable efforts.

You may not impose any further restrictions on the exercise of the rights granted or affirmed under this License. For example, you may not impose a license fee, royalty, or other charge for exercise of rights granted under this License, and you may not initiate litigation (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that any patent claim is infringed by making, using, selling, offering for sale, or importing the Program or any portion of it.

#### 11. Patents.

---

A “contributor” is a copyright holder who authorizes use under this License of the Program or a work on which the Program is based. The work thus licensed is called the contributor’s “contributor version”.

A contributor’s “essential patent claims” are all patent claims owned or controlled by the contributor, whether already acquired or hereafter acquired, that would be infringed by some manner, permitted by this License, of making, using, or selling its contributor version, but do not include claims that would be infringed only as a consequence of further modification of the contributor version. For purposes of this definition, “control” includes the right to grant patent sublicenses in a manner consistent with the requirements of this License.

Each contributor grants you a non-exclusive, worldwide, royalty-free patent license under the contributor’s essential patent claims, to make, use, sell, offer for sale, import and otherwise run, modify and propagate the contents of its contributor version.

In the following three paragraphs, a “patent license” is any express agreement or commitment, however denominated, not to enforce a patent (such as an express permission to practice a patent or covenant not to sue for patent infringement). To “grant” such a patent license to a party means to make such an agreement or commitment not to enforce a patent against the party.

If you convey a covered work, knowingly relying on a patent license, and the Corresponding Source of the work is not available for anyone to copy, free of charge and under the terms of this License, through a publicly available network server or other readily accessible means, then you must either (1) cause the Corresponding Source to be so available, or (2) arrange to deprive yourself of the benefit of the patent license for this particular work, or (3) arrange, in a manner consistent with the requirements of this License, to extend the patent license to downstream recipients. “Knowingly relying” means you have actual knowledge that, but for the patent license, your conveying the covered work in a country, or your recipient’s use of the covered work in a country, would infringe one or more identifiable patents in that country that you have reason to believe are valid.

If, pursuant to or in connection with a single transaction or arrangement, you convey, or propagate by procuring conveyance of, a covered work, and grant a patent license to some of the parties receiving the covered work authorizing them to use, propagate, modify or convey a specific copy of the covered work, then the patent license you grant is automatically extended to all recipients of the covered work and works based on it.

A patent license is “discriminatory” if it does not include within the scope of its coverage, prohibits the exercise of, or is conditioned on the non-exercise of one or more of the rights that are specifically granted under this License. You may not convey a covered work if you are a party to an arrangement with a third party that is in the business of distributing software, under which you make payment to the third party based on the extent of your activity of conveying the work, and under which the third party grants, to any of the parties who would receive the covered work from you, a discriminatory patent license (a) in connection with copies of the covered work conveyed by you (or copies made from those copies), or (b) primarily for and in connection with specific products or compilations that contain the covered work, unless you entered into that arrangement, or that patent license was granted, prior to 28 March 2007.

Nothing in this License shall be construed as excluding or limiting any implied license or other defenses to infringement that may otherwise be available to you under applicable patent law.

12. No Surrender of Others' Freedom.

If conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot convey a covered work so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not convey it at all. For example, if you agree to terms that obligate you to collect a royalty for further conveying from those to whom you convey the Program, the only way you could satisfy both those terms and this License would be to refrain entirely from conveying the Program.

13. Use with the GNU Affero General Public License.

Notwithstanding any other provision of this License, you have permission to link or combine any covered work with a work licensed under version 3 of the GNU Affero General Public License into a single combined work, and to convey the resulting work. The terms of this License will continue to apply to the part which is the covered work, but the special requirements of the GNU Affero General Public License, section 13, concerning interaction through a network will apply to the combination as such.

14. Revised Versions of this License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies that a certain numbered version of the GNU General Public License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that numbered version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of the GNU General Public License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

If the Program specifies that a proxy can decide which future versions of the GNU General Public License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Program.

Later license versions may give you additional or different permissions. However, no additional obligations are imposed on any author or copyright holder as a result of your choosing to follow a later version.

15. Disclaimer of Warranty.

THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR

PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. Limitation of Liability.

IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MODIFIES AND/OR CONVEYS THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

17. Interpretation of Sections 15 and 16.

If the disclaimer of warranty and limitation of liability provided above cannot be given local legal effect according to their terms, reviewing courts shall apply local law that most closely approximates an absolute waiver of all civil liability in connection with the Program, unless a warranty or assumption of liability accompanies a copy of the Program in return for a fee.

## END OF TERMS AND CONDITIONS

### How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively state the exclusion of warranty; and each file should have at least the “copyright” line and a pointer to where the full notice is found.

```
<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>
```

```
Copyright (C) <textyear> <name of author>
```

```
This program is free software: you can redistribute it and/or modify
it under the terms of the GNU General Public License as published by
the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
(at your option) any later version.
```

```
This program is distributed in the hope that it will be useful,
but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
GNU General Public License for more details.
```

```
You should have received a copy of the GNU General Public License
along with this program. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.
```

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program does terminal interaction, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

```
<program> Copyright (C) <year> <name of author>
```

```
This program comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type 'show w'.  
This is free software, and you are welcome to redistribute it  
under certain conditions; type 'show c' for details.
```

The hypothetical commands `show w` and `show c` should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, your program's commands might be different; for a GUI interface, you would use an "about box".

You should also get your employer (if you work as a programmer) or school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary. For more information on this, and how to apply and follow the GNU GPL, see <http://www.gnu.org/licenses/>.

The GNU General Public License does not permit incorporating your program into proprietary programs. If your program is a subroutine library, you may consider it more useful to permit linking proprietary applications with the library. If this is what you want to do, use the GNU Lesser General Public License instead of this License. But first, please read <http://www.gnu.org/philosophy/why-not-lgpl.html>.

# Glosario

## A

**API** Una interfaz de programación de aplicaciones (del inglés *Application Programming Interface*) es el conjunto de funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.

## C

**Códec** Acrónimo de codificador/decodificador. Es un *software* que consta de una serie de algoritmos que permiten codificar y decodificar contenidos multimedia como vídeo y audio. Algunos códecs muy utilizados son DivX, XviD, MPEG-1, MPEG-2, MP3 o AC3.

**Contenedor multimedia** Es un tipo de archivo que almacena información de vídeo, audio, subtítulos, capítulos, meta-datos e información de sincronización, siguiendo un formato preestablecido en su especificación. El vídeo y el audio se organizan en pistas que suelen ir comprimidas, siendo distintos los *códecs* utilizados dentro de cada uno de los contenedores los que se encargan de descomprimir la información para su reproducción. Algunos ejemplos de contenedores multimedia son .avi, .mpg, .mov o .mp4.

## D

**Diagrama de Gantt** Herramienta gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

## F

**FFmpeg** Es una colección de *software* libre desarrollado en el lenguaje C que puede grabar, convertir y hacer *streaming* de audio y vídeo, que se distribuye bajo licencia GNU GPL o LGPL, según las características que ofrece. Incluye *libavcodec*, una biblioteca de *códecs* con licencia GNU LGPL. Está desarrollado en GNU/Linux, pero se puede compilar en la mayoría de los sistemas operativos, incluyendo Windows.

**FLV (Flash Video)** Es un formato de archivo propietario usado para transmitir vídeo sobre internet usando Adobe Flash Player, *plugin* extensamente disponible para navegadores web. También puede ser visto en la mayoría de los sistemas operativos mediante programas de terceros como MPlayer, VLC Media Player, o cualquier reproductor que use filtros DirectShow (tales como Media Player Classic, Windows Media Player, y Windows Media Center) cuando el filtro ffdshow está instalado.

**FOBS (FFmpeg Objects)** Es un conjunto de APIs orientadas a objetos desarrollado en C++ para el tratamiento de contenidos multimedia. Se basa en la biblioteca FFmpeg, y proporciona a los desarrolladores una interfaz de programación muy sencilla.

## G

**GPL (General Public License)** Es una licencia creada por la *Free Software Foundation*, y está orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de *software*. Su propósito es declarar que el *software* cubierto por esta licencia es *software* libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a los usuarios.

## J

**Java** Lenguaje de programación orientado a objetos, desarrollado por *Sun Microsystems*, que permite desarrollar aplicaciones que sean independientes de la plataforma en la que se van a ejecutar.

**JGraph** Biblioteca implementada en Java, publicada bajo licencia GPL, que proporciona una serie de clases para la edición, visualización y análisis de grafos. Está basada en *Swing* e implementa el patrón Modelo-Vista-Controlador.

**JNI (Java Native Interface)** Es un *framework* de programación que permite que un programa escrito en Java ejecutado en la Máquina Virtual Java pueda interactuar con programas escritos en otros lenguajes como C, C++ y ensamblador.

## L

**LGPL (Lesser General Public License)** Es una licencia de software muy similar a la GPL. El *software* libre licenciado bajo LGPL puede distribuirse conjuntamente con otro *software* que se publique con otras licencias, también licencias de *software* propietario. Al igual que en GPL, se pueden realizar modificaciones pero únicamente el *software* que derive del licenciado como LGPL debe mantener las características de *software* libre.

## P

**Plugin** También llamado complemento o extensión es una aplicación que se relaciona con otra para aportarle una función nueva y generalmente muy específica.

**S**

**Streaming** Tecnología de distribución de vídeo bajo demanda a través de internet. Los contenidos distribuidos son leídos, examinados y procesados mientras se van descargando, de forma que es posible ir reproduciendo estos contenidos mientras el resto se va descargando. Hace posible escuchar música o ver vídeos sin necesidad de ser descargados previamente.

**Swing** Es una biblioteca gráfica que forma parte de JFC (*Java Foundation Classes*), un API para proporcionar interfaces gráficas de usuario a los programas Java.

**T**

**Transacción SQL** Es un conjunto de consultas SQL que se ejecutan formando una unidad de trabajo, es decir, de forma indivisible o atómica.

**X**

**XML (Extensible Markup Language)** Es un lenguaje desarrollado por el *World Wide Web Consortium* (W3C) que permite al usuario definir información como estructuras de datos y contenido en un documento de una manera estándar. Facilita el intercambio de datos entre diferentes máquinas.



# Índice de figuras

2.1. Ejemplos de tablero de comunicación . . . . .	7
3.1. Interfaz del Editor en la versión anterior . . . . .	10
3.2. Interfaz del Intérprete en la versión anterior . . . . .	11
4.1. Gráficas en las que se observa la reducción del tiempo de ejecución de las operaciones <i>Importar Base de Datos</i> y <i>Eliminar imágenes</i> sobre la base de datos de pictogramas . . . . .	21
4.2. Gráfica que muestra el tiempo de la operación <i>Eliminar</i> y la mejora de la operación <i>Importar Base de Datos</i> utilizando el paquete de pictogramas creado para distribuir con la aplicación . . . . .	22
A.1. Diagrama de casos de uso del Intérprete . . . . .	33
A.2. Diagrama de casos de uso de la interpretación de un proyecto TICO . . . . .	33
A.3. Diagrama de clases simplificado del Intérprete . . . . .	36
A.4. Diagrama de clases de las componentes de un tablero en el Intérprete . . . . .	37
A.5. Diagrama de clases de la componente que gestiona el comportamiento de los distintos tipos de celdas . . . . .	37
A.6. Diagrama de clases de la componente que agrupa los diferentes <i>threads</i> que se usan en el sistema . . . . .	37
A.7. Resultados obtenidos con el perfilador antes de las mejoras al importar el paquete de pictogramas . . . . .	38
A.8. Detalle de la función <code>TIGImportTask</code> . . . . .	39
A.9. Resultados obtenidos con el perfilador después de las mejoras al importar el paquete de pictogramas . . . . .	39
A.10. Comparativa de los resultados obtenidos con el perfilador antes y después de las mejoras realizadas sobre la operación de importar un paquete de pictogramas . . . . .	40
A.11. Resultados obtenidos con el perfilador antes de las mejoras al eliminar todas las imágenes . . . . .	40

A.12.Resultados obtenidos con el perfilador después de la mejora al eliminar todas las imágenes . . . . .	41
A.13.Comparativa de los resultados obtenidos con el perfilador antes y después de la mejora realizada sobre la operación de eliminar los pictogramas . . . . .	41
A.14.Arquitectura de sistema en capas . . . . .	42
A.15.Prototipo de la ventana de propiedades de una celda donde se incluye la opción de asociar un fichero de vídeo . . . . .	43
A.16.Prototipo de la ventana del Intérprete . . . . .	44
A.17.Prototipo de la ventana de configuración de las opciones del Intérprete . . . . .	44
A.18.Prototipos de la ventanas de configuración de una celda de control . . . . .	45
A.19.Prototipo de la ventana de eliminar imágenes . . . . .	46
A.20.Prototipo de la ventana para importar la Galería de pictogramas . . . . .	46
A.21.Prototipo de la ventana para exportar imágenes de la Galería . . . . .	47
A.22.Prototipo de la ventana de insertar una imagen en la Galería . . . . .	47
A.23.Diagrama de clases de los datos que se utilizan en el sistema . . . . .	48
A.24.Ejemplo de la estructura de un proyecto TICO . . . . .	49
B.1. Diagrama de Gantt . . . . .	57
C.1. Reproductor de vídeo programado con Java Media Framework . . . . .	62
C.2. Reproductor de vídeo programado con JavaFX . . . . .	64
C.3. Reproductor de vídeo programado con QuickTime for Java . . . . .	65
C.4. Reproductor de vídeo programado con Xuggler . . . . .	67
C.5. Reproductor de vídeo integrado en TICO programado con DirectShow<>Java wrapper . . . . .	68
D.1. Página de inicio del sitio web del Proyecto TICO . . . . .	75
E.1. Ventana del Editor . . . . .	80
E.2. Barras de herramientas . . . . .	80
E.3. Lista de tableros . . . . .	84
E.4. Interfaz de edición de orden de barrido . . . . .	87
E.5. Ejemplos de componentes . . . . .	88
E.6. Ventanas de propiedades de una celda . . . . .	90
E.7. Ventanas de propiedades de una celda de control . . . . .	92
E.8. Menú Validación en el Editor . . . . .	94

---

E.9. Menú de administración . . . . .	95
E.10. Menú de validación . . . . .	95
E.11. Ventana para la administración de usuarios . . . . .	96
E.12. Usuario guardado . . . . .	96
E.13. Cargar un usuario . . . . .	97
E.14. Mensaje de confirmación al borrar un usuario . . . . .	97
E.15. Ventana para la administración de limitaciones . . . . .	98
E.16. Mensaje de confirmación al borrar una limitación . . . . .	98
E.17. Cargar una limitación . . . . .	99
E.18. Mensaje de aviso para completar todas las filas . . . . .	99
E.19. Error al guardar requisitos . . . . .	99
E.20. Ventana para la administración de reglas . . . . .	100
E.21. Ventana para añadir nuevas reglas . . . . .	101
E.22. Mensaje de confirmación al cargar las reglas predeterminadas . . . . .	101
E.23. Ventana de validación de tableros . . . . .	101
E.24. Ventana de resultados para tableros . . . . .	102
E.25. Ventana de sugerencias de diseño para tableros . . . . .	102
E.26. Ventana de validación de proyecto . . . . .	103
E.27. Ventana de resultados para proyectos . . . . .	103
E.28. Ventana de sugerencias de diseño para proyectos . . . . .	104
E.29. Menú Galería de pictogramas en el Editor . . . . .	105
E.30. Ventana de búsqueda de imágenes . . . . .	106
E.31. Ejemplos de búsquedas de imágenes por término clave . . . . .	108
E.32. Ejemplo de búsqueda de imagen por nombre . . . . .	109
E.33. Ejemplo de búsqueda de imagen por nombre . . . . .	110
E.34. Ventana para la gestión de términos clave . . . . .	111
E.35. Ventana para insertar una imagen en la Galería . . . . .	112
E.36. Ventana para modificar imágenes de la Galería . . . . .	113
E.37. Ventana para modificar una imagen de la Galería . . . . .	113
E.38. Ventana para eliminar imágenes de la Galería . . . . .	114
E.39. Ventana para importar la Galería de pictogramas . . . . .	115
E.40. Ventana para exportar la Galería de pictogramas . . . . .	116
E.41. Ventana del Intérprete . . . . .	117

E.42. Detalle del Intérprete donde se muestra el menú Acciones . . . . .	118
E.43. Ventana de configuración de las opciones del Intérprete . . . . .	119
E.44. Ventana del Intérprete . . . . .	120
E.45. Ventana de validación del Intérprete . . . . .	120
E.46. Ventana de resultados para el Intérprete . . . . .	121
E.47. Ventana de sugerencias para el Intérprete . . . . .	121

# Índice de tablas

A.1. DTD de los ficheros XML de los proyectos TICO . . . . .	50
C.1. Formatos de vídeo soportados por Java Media Framework . . . . .	60
C.2. <i>Códecs</i> de vídeo soportados por JFFmpeg y Fobs4JMF . . . . .	61
C.3. <i>Códecs</i> de audio soportados por JFFmpeg y Fobs4JMF . . . . .	62
C.4. Resultados del estudio de JMF, JFFmpeg y Fobs4JMF para la reproducción de vídeos . . . . .	63
C.5. Resultados del estudio de QTJ para la reproducción de vídeos . . . . .	65



# Bibliografía

- [ADV09] Dolores Abril, Clara I. Delgado y Ángela Vígara. Comunicación aumentativa y alternativa. Guía de referencia, 2009.
- [DSJ] Documentación de DirectShow<>Java *wrapper*. Se puede consultar en la dirección <http://www.humatic.de/htools/dsj.htm>.
- [FMJ] Documentación de Freedom for Media in Java. Se puede consultar en la dirección <http://fmj-sf.net>.
- [Fob] Documentación del proyecto Fobs4JMF. Se puede consultar en la dirección [http://fobs.sourceforge.net/f4jmf\\_first.html](http://fobs.sourceforge.net/f4jmf_first.html).
- [JFF] Documentación del proyecto JFFmpeg. Se puede consultar en la dirección <http://jffmpeg.sourceforge.net>.
- [JFX] Documentación de JavaFX. Se puede consultar en la dirección <http://javafx.com>.
- [JGr] Documentación de JGraph. Se puede consultar en la dirección <http://www.jgraph.com>.
- [JMF] Documentación de Java Media Framework. Se puede consultar en la dirección <http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/media/jmf>.
- [Kur01] Budi Kurniawan. Program multimedia with JMF, 2001.
- [Mar08] Patricia Martínez. Integración de *plugins* en la aplicación Tico. Desarrollo e integración de un *plugin* para la gestión de una galería de imágenes. Proyecto Fin de Carrera, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza, 2008.
- [Mat08] Beatriz Mateo. Validación automática, basada en reglas, de la accesibilidad de los proyectos Tico. Proyecto Fin de Carrera, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza, 2008.
- [Mál03] Universidad de Málaga. <http://www.lcc.uma.es/~pinilla/TutorialJMF/Index.htm>, 2003.
- [MSM05] Miriam Martínez, Pedro J. Sanz y Raúl Marín. La Comunicación Alternativa y Aumentativa: Estado del Arte. Informe Técnico, Universitat Jaume I, Castellón, 2005.

- [Muñ06] Pablo Muñoz. Tico 2.0: Modificación y extensión de una herramienta para la edición y ejecución de tableros interactivos de comunicación. Proyecto Fin de Carrera, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza, 2006.
- [New] Jan Newmarch. <http://jan.newmarch.name/internetdevices/jmf/lecture.html>.
- [NR05] Fernando Negré y David Ramos. Desarrollo de herramientas para la creación y utilización de tableros de comunicación en el ámbito de la educación especial. Proyecto Fin de Carrera, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza, 2005.
- [PC02] Jordi Peña-Casanova. *Manual de logopedia*. Elsevier - Masson, 3ª edición, 2002.
- [PdV01] Carlos Prades del Valle. Tratamiento multimedia en Java con JMF, 2001.
- [QTJ] Documentación de QuickTime for Java. Se puede consultar en la dirección <http://developer.apple.com/quicktime/qtjava/packages.html>.
- [Rod07] Antonio Rodríguez. Intérprete Tico 2.0: Herramienta para la ejecución de tableros interactivos de comunicación y control del entorno. Proyecto Fin de Carrera, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza, 2007.
- [SQL] Documentación de SQLite. Se puede consultar en la dirección <http://www.sqlite.org>.
- [TG01] Santiago Torres y María Victoria Gallardo. *Sistemas alternativos de comunicación. Manual de comunicación aumentativa y alternativa: sistemas y estrategias*. Aljibe, 1ª edición, 2001.
- [Xug] Documentación del proyecto Xuggler. Se puede consultar en la dirección <http://www.xuggle.com>.