



**Universitat Autònoma
de Barcelona**

Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS

Memoria del proyecto
de Ingeniería Técnica en
Informática de Gestión
realizado por
Javier Mena Galindo
y dirigido por
Felipe Lumbreras Ruiz

Escola Universitària d'Informàtica
Sabadell, "*septiembre*" de "2009"

El/la abajo firmante, *Felipe Lumbreras Ruiz*,
professor/a de l'Escola Universitària d'Informàtica de la UAB,

CERTIFICA:

Que el trabajo al que corresponde la presente memoria
ha sido realizado bajo su dirección
por *Javier Mena Galindo*

Y para que conste firma la presente.
Sabadell, "*septiembre*" de "*2009*"

Firmado: *Felipe Lumbreras Ruiz*

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Resumen

El proyecto se llama 'Desarrollo de un sistema de e-learning para Nintendo DS' y trata de crear un software que dinámicamente nos proporcione exámenes o pruebas dependiendo de nuestro nivel de conocimientos actual. Estos exámenes se cargarán a través de un fichero XML configurable, lo que nos permitirá poner a prueba nuestros conocimientos en el tema que deseemos.

El software se desarrollará en Nintendo DS, para aprovechar las prestaciones que nos ofrece de serie: doble pantalla, pantalla táctil, portabilidad... También es una gran oportunidad para probar un hardware diferente del utilizado durante la carrera.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Índice

Capítulo 1: Introducción.....	9
1.1 Descripción del proyecto.....	9
1.2 Motivación.....	9
1.3 Objetivos.....	10
1.4 Estado del arte.....	11
1.5 Estructura de la memoria.....	12
Capítulo 2: Estudio de viabilidad.....	15
2.1 Introducción.....	15
2.2 Objeto.....	15
2.2.1 Descripción de la situación a tratar.....	15
2.2.2 Perfiles de los usuarios.....	16
2.2.3 Objetivos.....	16
2.3 Descripción del sistema a realizar.....	17
2.4 Recursos.....	17
2.4.1 Personal.....	17
2.4.2 Software / Hardware.....	17
2.5 Análisis de costes.....	18
2.6 Presupuesto.....	19
2.7 Evaluación de riesgos.....	19
2.8 Organización del proyecto.....	20
2.8.1 Definición de etapas y metodología de desarrollo...	20
2.8.2 Definición de alternativas.....	20
2.8.3 Pautas para la entrega de la documentación.....	21
2.8.4 Características importantes a tener en cuenta.....	21
2.9 Modelo de desarrollo.....	22
2.10 Planificación del proyecto.....	23
2.11 Conclusiones.....	24
Capítulo 3: Análisis del proyecto.....	25
3.1 Introducción.....	25
3.2 Requerimientos funcionales.....	25
3.3 Requerimientos no funcionales.....	28
3.4 Diagramas de flujo.....	29
3.5 Reconocimiento de escritura.....	34
3.6 Sistema de ajuste dinámico de la dificultad.....	37

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Capítulo 4: Diseño.....	41
4.1 Introducción.....	41
4.2 Restricciones de diseño.....	41
4.3 Objetivos de diseño.....	42
4.4 Descripción de la tecnología utilizada.....	42
4.5 Interfaz de usuario.....	44
4.6 Estructura del proyecto.....	50
4.6.1 main.c / main.h.....	50
4.6.2 DS_Reco.c / DS_Reco.h.....	52
4.6.3 Estructura.c / Estructura.h.....	52
4.6.4 Graficos.c / Graficos.h.....	53
4.7 Formato del archivo test.XML.....	54
Capítulo 5: Implementación.....	55
5.1 Introducción.....	55
5.2 Reconocimiento de escritura.....	55
5.3 Sistema de ajuste dinámico de la dificultad.....	56
5.4 Implementación del proyecto.....	57
5.4.1 main.c / main.h.....	57
5.4.2 DS_Reco.c / DS_Reco.h.....	61
5.4.3 Estructura.c / Estructura.h.....	61
5.4.4 Graficos.c / Graficos.h.....	65
Capítulo 6: Pruebas.....	67
6.1 Introducción.....	67
6.2 Diseño de pruebas.....	67
6.3 Pruebas unitarias.....	67
6.3.1 Generales.....	68
6.3.2 Reconocimiento de escritura.....	68
6.3.3 Sistema de ajuste dinámico de la dificultad.....	69
Capítulo 7: Conclusiones.....	71
7.1 Consecución de los objetivos.....	71
7.2 Problemas encontrados y soluciones.....	71
7.3 Desviación respecto a la planificación inicial.....	72
7.4 Ampliaciones y mejoras.....	73
Bibliografía.....	75
Anexo A: Glosario.....	79
Anexo B: Manual de usuario.....	81
Anexo C: Sistema de ajuste dinámico de la dificultad.....	89

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Capítulo 1: Introducción

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este proyecto se creará un sistema de aprendizaje basado en preguntas separadas en niveles de dificultad que el usuario introducirá en un fichero XML, así de esta manera podrá estudiar cualquier tipo de tema o asignatura. Dependiendo de las preguntas acertadas y del nivel de conocimientos del usuario, el programa irá generando dinámicamente tests adaptados a él para así poder estudiar o practicar ejercicios de una manera más amena y dinámica. Para ayudar en el proceso de aprendizaje, se implementará un sistema de reconocimiento de escritura.

Este proyecto se implementará un sistema de aprendizaje o e-learning en un hardware distinto del habitual, ya que al ser implementado en Nintendo DS tenemos a nuestra disposición un display con dos pantallas, siendo una de ellas táctil. Al ser Nintendo DS un dispositivo portátil podremos hacer uso del programa en cualquier parte, ya sea en nuestra casa o viajando en el tren o autobús.

1.2 MOTIVACIÓN

A la hora de elegir el proyecto se ha buscado realizar uno que se apartase un poco de los más típicos como pueden ser el desarrollo de una página Web o de software para una plataforma Windows/Linux. De esta manera se pueden investigar maneras de desarrollar para un sistema poco usual como es una videoconsola y poner en práctica de manera creativa métodos de programación que se han ido aprendiendo a lo largo de la carrera.

Es también una forma de conocer nuevas áreas aparte de las que trato normalmente en mi trabajo (desarrollo de páginas Web) y de abrir nuevas opciones de cara al ámbito profesional.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



1.3 OBJETIVOS

En este proyecto es muy importante haber realizado una labor previa de investigación sobre el sistema de programación y posibles maneras de introducción de datos.

Un primer objetivo sería tener una buena documentación sobre la programación para Nintendo DS y también de métodos de aprendizaje o e-learning que existan ya y que podamos aplicar a nuestro proyecto.

La implementación a nivel de programación debería ser fácil de modificar para poder ir integrando los diferentes módulos (sonido, imágenes...) que conforman el desarrollo de un juego. En cuanto al interfaz de usuario, trataremos de realizar uno sencillo y amigable que permita darle al usuario final una herramienta sencilla de utilizar para conseguir una buena experiencia de aprendizaje. Para aprovechar las capacidades táctiles que nos ofrece la pantalla inferior de Nintendo DS, integraremos un reconocimiento de escritura basado en trazos.

Por otro lado tenemos el sistema de aprendizaje, así que otro objetivo sería analizar los distintos métodos que podemos utilizar para llevarlo a buen término y definir los diferentes ejercicios o pruebas que el software contemplará. Al implementar los tipos de pruebas, nos queda como siguiente objetivo hacer el seguimiento de los ejercicios realizados por el usuario para poder ofrecerle un buen feedback y crear tests adaptados a su nivel de conocimientos.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



1.4 ESTADO DEL ARTE

Sin duda el gran valuarte del software de aprendizaje en Nintendo DS es Brain Training y su secuela Más Brain Training, ambos desarrollados por Nintendo. Existen otros juegos comerciales como Mind Quiz o Big Brain Academy que también proporcionan un concepto de e-learning adaptado a conocimientos cotidianos, aunque generalmente el software comercial dirigido al aprendizaje suele tener una temática muy específica: idiomas, tests de autoescuela, matemáticas, crucigramas...

A nivel de programas homebrew (software creado sin el SDK oficial de Nintendo) existentes dedicados al aprendizaje, suelen estar por norma general centrados en idiomas, sobretodo japonés y chino. Esto se debe a que la pantalla táctil es ideal a la hora de aprender a dibujar los caracteres que conforman la escritura de estos dos idiomas. Sin embargo, un software que nos permita generar un sistema de aprendizaje adaptado a necesidades específicas no se ha llegado a desarrollar aún.

En cuanto al lenguaje de programación para desarrollar para Nintendo DS, existen varias librerías que nos permiten programar utilizando lenguajes de alto nivel. El lenguaje más utilizado y el que tiene mejor documentación es C/C++ utilizando las librerías PALib, aunque tenemos a nuestra disposición una variada gama de librerías para programar en otros lenguajes como pueden ser fpc4nds (FreePascal), MicroLua y DSLua (Lua) o DSPython (Python).

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



1.5 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

A continuación veremos como quedará estructurada la memoria y una breve descripción sobre cada capítulo:

Capítulo 1: Introducción

En el primer apartado de esta memoria se hace una pequeña presentación del proyecto y se explican los objetivos que se pretenden cumplir con el proyecto.

Capítulo 2: Estudio de viabilidad

El segundo capítulo será el estudio de viabilidad, calificado como fundamental para saber si el proyecto es viable realizarlo o no. En éste se describirán los medios disponibles, la tecnología a utilizar y el personal necesario para su desarrollo. Sin olvidar la planificación sobre el mismo y los aspectos económicos.

Capítulo 3: Análisis del proyecto

En este apartado se definen todos los requerimientos del proyecto y las funcionalidades necesarias. También se explicarán las condiciones y reglas de gestión para un buen funcionamiento de la aplicación y se analizaran los casos de uso.

Capítulo 4: Diseño

Este capítulo intenta dar a entender como funciona la aplicación creada para Nintendo DS. Se explicarán detalladamente los objetivos del diseño y las restricciones que se han tenido en cuenta para su creación, ya que en un proyecto para este dispositivo es importante saber qué se puede y qué no se puede implementar. También se muestran imágenes con la interfaz gráfica de la aplicación y se explican las partes más importantes sobre ella.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Capítulo 5: Implementación

En este capítulo se explica cómo se ha implementado la aplicación a nivel más técnico y de codificación, con cada una de las funcionalidades mencionadas en el capítulo 2.

Capítulo 6: Pruebas

Aquí se describen las pruebas hechas por el programador y por un equipo ajeno al proyecto, con los resultados obtenidos y las correcciones hechas en base a los errores detectados.

Capítulo 7: Conclusiones

En este capítulo se explica que objetivos se han conseguido y cuáles no en el desarrollo del proyecto, así como posibles mejoras y ampliaciones que se pueden hacer en esta aplicación. Al final de este capítulo se expone una valoración personal del proyecto y a las conclusiones a las que se ha llegado.

Bibliografía

En este apartado se recogen todos los documentos (Web, digitales y en papel) que se han usado para realizar el proyecto.

Apéndice A: Glosario

Este anexo es un glosario de los términos técnicos y/o específicos usados en esta memoria a nivel de programación o del desarrollo de aplicaciones para Nintendo DS.

Apéndice B: Manual de usuario

En este apartado se detallará el manual de instalación y uso que se le entregará al usuario final junto con el proyecto.

Apéndice C: Sistema de ajuste dinámico de la dificultad

Las tablas usadas para definir el sistema de ajuste dinámico de la dificultad están incluidas en este anexo.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Capítulo 2: Estudio de viabilidad

2.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto que se presenta es un trabajo de investigación y desarrollo para desarrollar un sistema de aprendizaje en la plataforma Nintendo DS, aprovechando las funcionalidades del hardware como son su pantalla táctil y la posibilidad de llevarla a cualquier parte al ser un dispositivo portátil. Este software lo desarrollaremos con herramientas alternativas al SDK de Nintendo y lo haremos funcionar mediante un cargador de código (flashcart) o en emuladores.

2.2 OBJETO

2.2.1 Descripción de la situación a tratar

Para realizar el proyecto deberemos primero estudiar métodos de e-learning o de aprendizaje mediante feedback al usuario. Paralelamente se investigará el desarrollo de software para Nintendo DS mediante las librerías PAlib para Visual C++.

Una vez concluida la parte de investigación, implementaremos un software que planteará diversas pruebas o test al usuario y que una vez éste las haya superado, mediante un feedback lograremos que mejore su capacidad de aprendizaje en el tema que hayamos planteado. Para complementar este software, se desarrollará un sistema de reconocimiento de escritura basado en trazos para realizar los tests.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



2.2.2 Perfiles de los usuarios

Al ser el mismo usuario quien creará los tests que la aplicación cargará solamente existirá un único perfil de usuario, ya que el software no estará destinado a un posterior mantenimiento por administradores.

Una misma consola es posible que sea utilizada por más de una persona (normalmente en un entorno familiar), así que al usuario se le permitirá guardar sus datos personales en varias partidas separadas para poder llevar cuenta de su progreso de forma individualizada.

2.2.3 Objetivos

Como primer objetivo nos marcaremos estudiar la manera de implementar código para Nintendo DS en Visual C++ mediante la librería PALib. Esta librería nos permite programar para el hardware de la DS en un lenguaje de alto nivel.

Otro objetivo será investigar métodos de e-learning o aprendizaje con feedback al usuario para poder analizar alguna implementación que nos permita crear tests adaptados dinámicamente a su nivel de conocimientos. También será nuestro objetivo crear un sistema de reconocimiento de escritura fiable y que sea fácilmente modificable por el usuario.

Otro objetivo será haber sido capaces de realizar un software para el usuario final que mediante una buena usabilidad e interfaz le permita mejorar sus conocimientos de una manera sencilla y dinámica.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA A REALIZAR

Se implementará un software que funcionará en un hardware Nintendo DS, el cual podrá a disposición del usuario diversos tests con diferentes ejercicios que deberá realizar. Estos tests aprovecharán las peculiaridades del hardware como son su pantalla táctil y las dos pantallas que dispone. De éstos se creará un registro para poder proporcionar un feedback adecuado al usuario y así mejorar la calidad de su aprendizaje.

2.4 RECURSOS

2.4.1 Personal

Necesitaremos un analista que investigará los diferentes métodos de e-learning que existen y creará un diseño del sistema que hará uso de ello en Nintendo DS. También contaremos con un desarrollador que implementará el programa, aunque antes deberá crearse una buena base de conocimientos sobre el lenguaje y las librerías a utilizar.

Para realizar las pruebas del software y afinar su implementación se contará con un equipo de pruebas totalmente ajenas al proyecto para que nos proporcionen información totalmente objetiva.

2.4.2 Software / Hardware

- **Software**
 - o Entorno de programación
 - Visual C++, librerías PALib y devkitPro
 - o Emuladores software Nintendo DS
 - No\$GBA, iDeaS
 - o Entorno de diseño multimedia
 - Paint.NET, Audacity
 - o Generación de la documentación
 - Microsoft Office 2003, GanttProject

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



- Hardware

- PC del programador
- Consola Nintendo DS
- Flashcart para poder ejecutar software homebrew



Fig. 2.1 Nintendo DS Lite y flashcart con tarjeta microSD

2.5 ANÁLISIS DE COSTES

Costes de personal

A continuación se detalla el análisis de los costes de personal y la relación del coste de los recursos disponibles.

Tarea	Trabajo (h)	Coste
Estudio de viabilidad	30	750€
Implementación librerías PAlib en Visual C++	10	250€
Análisis de requerimientos	30	750€
Investigación métodos de e-learning	20	500€
Investigación programación Nintendo DS	30	750€
Diseño de diferentes pruebas para el usuario	40	720€
Diseño de informes de progreso del usuario	15	270€
Diseño de la interfaz de usuario	30	540€
Programación de la aplicación	240	4.320€
Pruebas de compatibilidad	15	270€
Pruebas finales con usuarios	15	270€
Corrección de errores	15	270€
Memoria del proyecto	30	540€
Total	520	6.312€

Recurso	Coste (h)
Analista/Investigador	25,00 €
Técnico desarrollador	18,00 €

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Costes de material

El análisis de los costes de material es el siguiente:

Recurso	Coste Total
Nintendo DS	149,95 €
Flashcart para Nintendo DS	40,00 €
Amortización MSOffice 2003	30,00 €
Amortización PC programador	100,00 €
Total	319,95 €

2.6 PRESUPUESTO

- Consola Nintendo DS **149,95 €**
- Flashcart para Nintendo DS **40,00 €**
- Aplicación 'Sistema de e-learning para Nintendo DS **6.442,00 €**
 - o Investigación métodos e-learning
 - o Investigación librerías PALib en Visual C++
 - o Aplicación de problemas reales en ejercicios de aprendizaje
 - o Realización de informes de feedback para el usuario
 - o Compatibilidad con todo tipo de flashcarts

Total: **6.631,95 €**

2.7 EVALUACIÓN DE RIESGOS

A la hora de realizar el proyecto, debemos tener en cuenta que el software es posible que no funcione en todos los flashcarts para cargar código casero en Nintendo DS, así que es posible que se desarrollen a posteriori revisiones para mejorar la compatibilidad. El usuario final puede ser reacio a utilizar este tipo de método de carga de código.

Sobre la programación, es posible que la librería seleccionada ofrezca poca documentación y haya que dedicar más tiempo a probar código que a desarrollar el proyecto.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Otro tema a tener en cuenta es alertar al usuario final de que versiones más nuevas de Nintendo DS (como la anunciada DSi) pueden no reconocer los flashcarts actuales, con lo que se le debería proporcionar uno compatible.

También se deberá realizar un interfaz intuitivo que no genere dudas de usabilidad al usuario y un sistema de carga de datos para las preguntas que minimice la probabilidad de que se carguen mal.

2.8 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

2.8.1 Definición de etapas y metodología de desarrollo

- Investigar métodos de e-learning y de aprendizaje mediante feedback
- Estudiar casos concretos que queramos implementar en nuestro software aprovechando lo antes investigado
- Investigar la manera de implementar éstos casos en nuestro entorno de Visual C++ utilizando las librerías PALib
- Diseñar una interfaz sencilla y con alta usabilidad para el usuario final
- Crear bancos de pruebas para detectar errores y añadir mejoras
- Realizar el proyecto

2.8.2 Definición de alternativas

En cuanto a la elección del lenguaje de programación seleccionado, además de las librerías PALib existen varias más que en caso de que lo que queramos implementar nos sea muy costoso en ella podemos usarlas.

Existen otras alternativas comerciales a este software, pero lo que le diferencia de ellas es que lo podemos hacer tan específico como queramos (por ejemplo de asignaturas de la carrera, idiomas...).

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



2.8.3 Pautas para la entrega de la documentación

Primero de todo entregaremos documentación sobre los métodos de e-learning y de aprendizaje con feedback implementados. También se hará una síntesis de los métodos de programación que emplearemos de la librería PAlib en Visual C++.

Entregaremos los análisis de los problemas implementados en forma de diagrama para poder apreciar la síntesis que se ha hecho de ello. También se deberá proporcionar un informe sobre los diferentes tipos de correcciones que ha llevado el equipo de pruebas de software.

2.8.4 Características importantes a tener en cuenta

Para sacar nuevas versiones, es importante crear una buena estructura de datos que nos permita mantener los datos guardados entre ellas. En caso de necesitar revisiones a menudo se podría contemplar utilizar actualizaciones vía Wifi, mucho más eficiente que sacar una distribución nueva.

Como se pueden ir añadiendo diferentes métodos de e-learning, es posible que se haya de ir actualizando el software con nuevas implementaciones, siempre a gusto del usuario final. De cara a que éste pueda usar el software correctamente, se le proporcionará un pequeño manual de uso donde podrá ver las diferentes opciones que el software le ofrece.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



2.9 MODELO DE DESARROLLO

Debido a que el proyecto trata de investigación o desarrollo, nos decantaremos por un modelo de desarrollo en espiral, ya que se le irá proporcionando al equipo de pruebas diversos prototipos del programa final para que mediante su uso se puedan detectar errores y añadir mejoras.

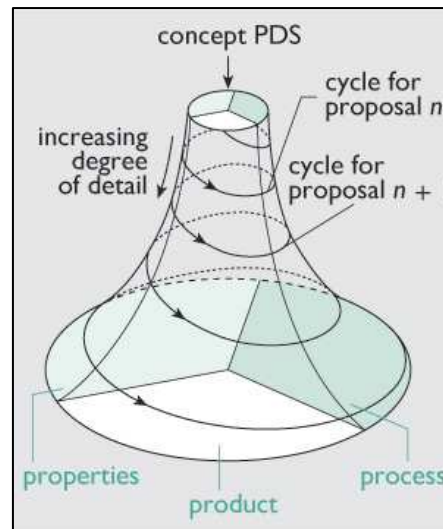


Fig. 2.2 Esquema del modelo de desarrollo en espiral

Así, de este tipo de pruebas iremos iterando por fases de creación de especificaciones, diseño, realización y de nuevo evaluación hasta que se consiga un resultado final óptimo. De esta manera tenemos un modelo de desarrollo que mientras reducimos riesgos en el proyecto incorpora objetivos de calidad. Por el contrario, es un modelo que genera mucho tiempo en el desarrollo del sistema como podremos ver en el siguiente punto de la memoria.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



2.10 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

A la hora de realizar el proyecto lo hemos separado en distintas tareas bien diferenciadas. En la siguiente tabla se puede apreciar un detalle de las tareas y su duración en horas:

Nº	Tarea	Duración (h)
1	Estudio de viabilidad	30
2	Implementación librerías PAlib en Visual C++	10
3	Análisis de requerimientos	30
4	Investigación métodos de e-learning	20
5	Investigación programación Nintendo DS	30
6	Diseño de diferentes pruebas para el usuario	40
7	Diseño de informes de progreso del usuario	15
8	Diseño de la interfaz de usuario	30
9	Programación de la aplicación	240
10	Pruebas de compatibilidad	15
11	Pruebas finales con usuarios y corrección de errores	30
12	Memoria del proyecto	30

Como podemos apreciar el tiempo de programación de la aplicación es muy superior al de las demás tareas. Esto se debe al modelo de desarrollo en espiral que hemos elegido, ya que durante la programación se integran otros elementos como son las pruebas para ir realizando los prototipos que añaden mucho tiempo extra:

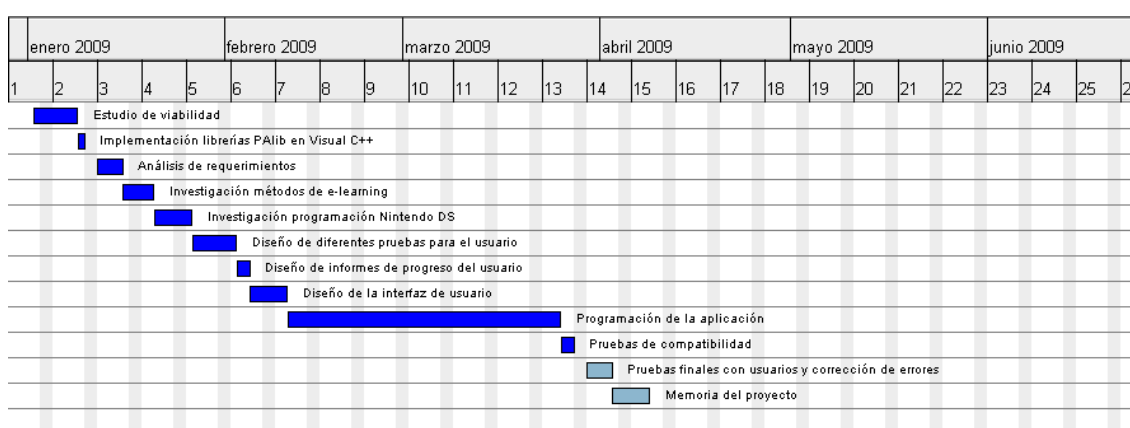


Fig. 2.3 Diagrama de Gantt

Este tiempo extra en la realización de los prototipos pueden dar lugar a desviaciones en las horas totales del proyecto.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



2.11 CONCLUSIONES

Nos encontramos ante un proyecto de investigación y desarrollo que nos permitirá iniciarnos en todo lo que se refiere a métodos de aprendizaje con feedback. Además, programar para un sistema diferente de lo acostumbrado siempre es estimulante a nivel de programador ya que nos plantea nuevos retos comparados con los que tenemos que afrontar durante la carrera. De esta manera, desarrollaremos un software que bien nos puede servir para ofrecerlo a modo de presentación o demo si algún día queremos hacer carrera en el sector lúdico de la programación informática.

Por el contrario, es un tipo de programación muy específica y no hay una manera de implementar este código oficial por parte de Nintendo, teniendo que valernos de hardware de terceros para poder utilizarlo.

Por tanto, viéndolo desde una perspectiva comercial nos sería muy difícil implementarlo, pero siendo un proyecto a modo de I+D resulta totalmente viable porque cumple con los objetivos que nos marcamos antes de realizarlo.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Capítulo 3: Análisis del proyecto

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realiza un estudio de la información previa al desarrollo del proyecto, realizándose un análisis de los requerimientos funcionales. Éste se analizará mediante los casos de usos que se describirán módulo por módulo.

3.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Cargar perfiles de datos del usuario

El programa deberá ser capaz de recuperar los datos guardados de los usuarios en un fichero auxiliar. Estos datos harán referencia al número de tests realizados o de preguntas contestadas, el nivel de conocimientos actual, nombre del usuario o de variables de configuración guardadas.

Guardar perfiles de datos del usuario

Los datos personales del usuario se deberán ir guardando automáticamente en un fichero auxiliar cuando sea necesario. Por ejemplo, cuando el usuario acabe de realizar un test se deberían guardar los datos actualizados respecto a su nivel de conocimientos o al número de preguntas contestadas correctamente. También se debería actualizar este archivo cuando el usuario realice cambios en las variables de configuración (nivel o progresión).

Cargar formas predeterminadas de escritura

El sistema de reconocimiento de escritura deberá por defecto reconocer las maneras más comunes de escribir una letra. Así, se realizará una carga previa de estas formas para evitar al usuario tener que introducirlas todas antes de comenzar a usar la aplicación. En caso de que quiera introducir alguna más se le ofrecerá la opción desde un menú de la aplicación.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Cargar preguntas de un archivo XML

El usuario habrá creado previamente un archivo XML con las preguntas que contendrán los tests. Este archivo contendrá la siguiente información para cada pregunta:

- **Enunciado**
- **Tipo:** MultipleChoice (A, B, C o D), numérica o texto
- **Dificultad:** Muy Fácil, Fácil, Normal, Difícil y Muy Difícil
- **Opciones:** texto para las opciones A, B, C y D si se trata de una pregunta MultipleChoice, sino serán un texto vacío
- **Opción correcta:** A, B, C o D. En caso de no ser una pregunta de tipo MultipleChoice, será igual a 0.
- **Respuesta correcta:** en caso de ser una pregunta de tipo numérica o de tipo texto será la contestación correcta, sino será un texto vacío.

Guardar formas de escritura

Las nuevas formas de escribir una letra que el usuario introduzca en tiempo de ejecución se guardarán en memoria.

Selección de perfiles de datos

Ofreceremos al usuario la opción de guardar su progreso en varias posiciones de memoria. Antes de comenzar a usar la aplicación, el usuario deberá elegir si cargar sus datos guardados anteriormente o crear unos nuevos.

Crear perfiles de datos

En el caso de que el usuario no quiera usar datos creados anteriormente o simplemente empezar desde cero, se le permitirá crear un perfil nuevo introduciendo su nombre de usuario. Este perfil nuevo contará con los parámetros por defecto.

Borrar datos de usuario

Si el usuario decide que no desea utilizar unos datos guardados y empezar desde cero o borrar datos antiguos que no usa, se le ofrecerá la opción de eliminarlos. El perfil antiguo será substituido por uno vacío.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Menús de navegación

Para que el usuario disfrute de una buena usabilidad, los menús creados tendrán que ser sencillos a la par que funcionales. Se crearan para ellos menús con pocas opciones pero que no ofrezcan dudas al usuario sobre como usarse. Se cuidará también que la estética de estos sea agradable.

Reconocimiento de escritura

Se implementará un módulo de reconocimiento de escritura para que el usuario pueda introducir las respuestas a las preguntas que se le planteen en el test. Más adelante se tratará en más profundidad el análisis de creación de este módulo.

Mostrar todo tipo de caracteres

Por defecto PAlib no muestra por pantalla ni acentos ni caracteres como ñ o ç, así que se deberá implementar por nuestra parte.

Reconocimiento de selección de opciones en pantalla táctil

La selección de los menús y de las opciones que se muestren por pantalla se realizará en la pantalla táctil. Se crearán funciones que gestionen la detección de cual de estos menús u opciones ha sido pulsado.

Generación de tests aleatorios

Existirá la opción de realizar tests sin tener en cuenta el nivel de conocimientos del usuario mediante la elección aleatoria de preguntas que consten en la base de datos.

Generación de tests dependiendo el nivel actual del usuario

Si el usuario elige realizar un test dependiendo de su nivel de conocimientos el sistema deberá realizar una elección de las preguntas del test en base a estos. Más adelante se tratará en más profundidad el análisis de creación de este módulo.

Modificar el nivel de conocimientos del usuario

El usuario podrá modificar su nivel de conocimientos directamente, ya sea porque prefiere que sea más elevado al que tiene actualmente o quiere seguir realizando los tests con un nivel más bajo.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Modificar el nivel de progresión en los niveles del usuario

Por defecto, el nivel de progresión entre niveles de usuario es de 50, lo que garantiza una progresión equilibrada entre lo rápido que se cambia de nivel. Aumentando este número, tendremos niveles más largos que permitirá al usuario reforzar más profundamente los conocimientos. En el caso de que el usuario quiera que el cambio entre niveles sea mucho más rápido, le bastará con disminuir este parámetro.

Mostrar datos del usuario

El usuario podrá ver sus progresos y datos personales globales desde una opción del menú principal. Al finalizar un test, se le mostrará una pantalla resumen con los resultados del test realizado.

Agregar formas de escritura

Es posible que las formas de escritura predeterminadas no se adapten a la forma de escritura del usuario, así que será posible introducir formas nuevas en tiempo de ejecución desde una opción del menú de opciones. De esta manera, el usuario podrá introducir hasta un máximo de 10 maneras de escribir una misma letra, ya sea un mayúsculas o minúsculas.

3.3 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

A continuación se describen los atributos de calidad del sistema, como pueden ser la seguridad, usabilidad, corrección, rendimiento, etc.:

- El usuario debe poder utilizar la aplicación con facilidad si previamente ha utilizado alguna aplicación parecida.
- Debe permitir al usuario poder guardar varias partidas de forma separada.
- El sistema debe ser estable, ofrecer el mínimo de fallos y que su funcionamiento sea correcto.
- Aprovechar al máximo los recursos que ofrece el hardware y ofrecer al usuario una interfaz lo más amigable posible.
- El sistema ha de ser fácilmente ampliable y estar bien estructurado para ofrecer una rápida respuesta en caso de aparecer cualquier fallo.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



3.4 DIAGRAMAS DE FLUJO

Estructura general de la aplicación

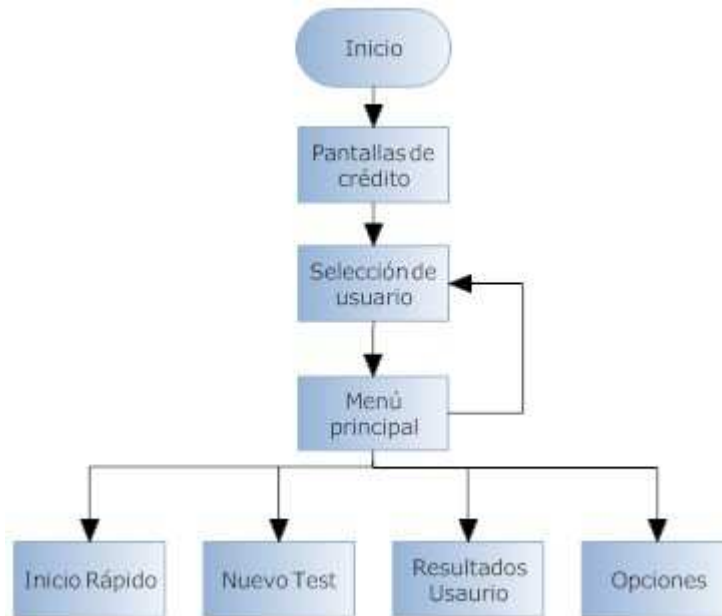


Fig. 3.1 Estructura general de la aplicación

En la figura anterior se muestra como será la estructura general de la aplicación. Primero se mostrarán las pantallas de crédito y darán paso a la selección de usuario. Con el usuario seleccionado, tendremos acceso al menú principal que nos permitirá navegar por todas las opciones disponibles.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Selección de usuario

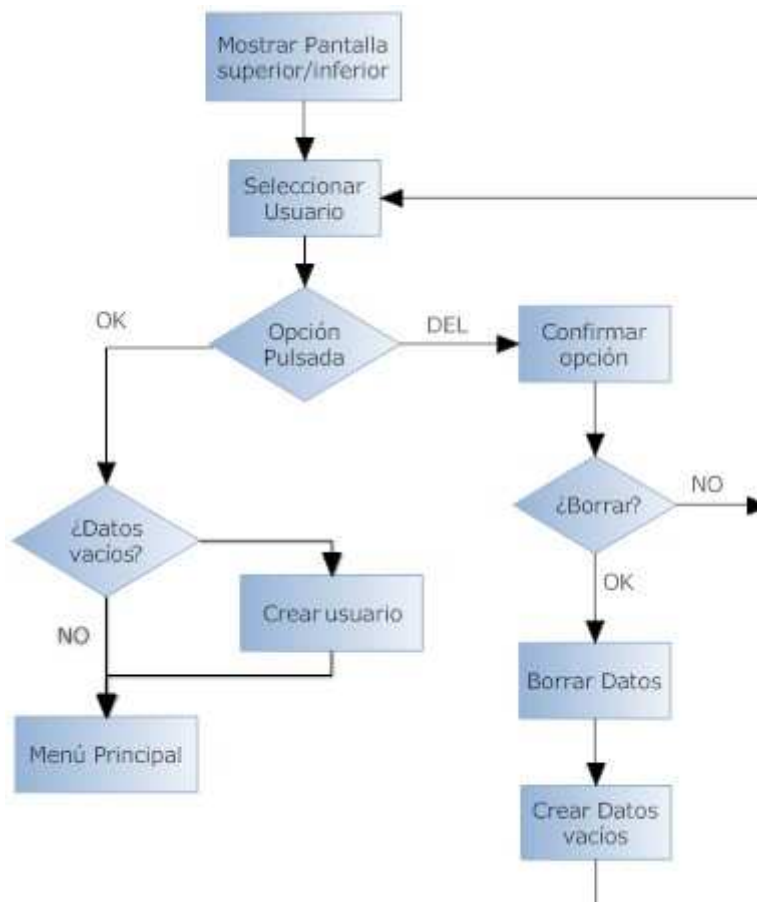


Fig. 3.2 Selección de usuario

En la pantalla de selección de usuario, tendremos la opción de crear usuarios nuevos, borrar datos existentes o entrar a la aplicación con el usuario seleccionado. En caso de querer borrar datos se nos pedirá confirmación y si seleccionamos datos de usuario vacíos la aplicación creará un nuevo perfil.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Menú principal

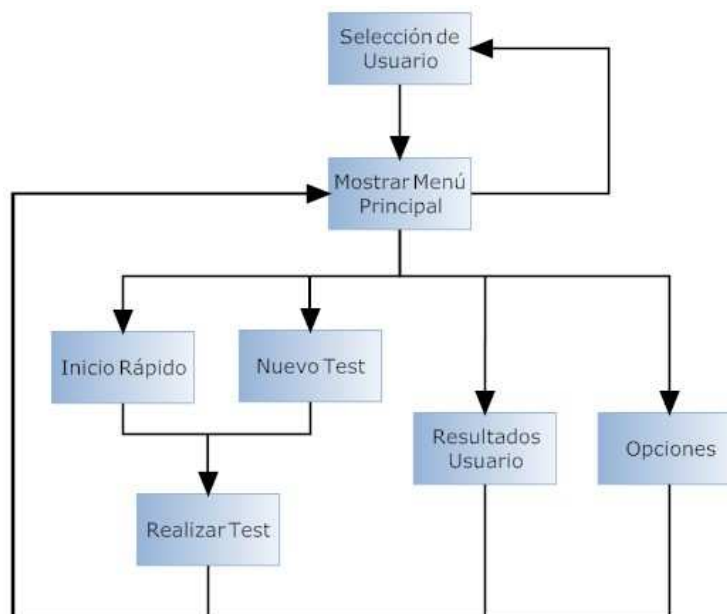


Fig. 3.3 Menú principal

Desde el menú principal se tiene acceso a todas las opciones que la aplicación ofrece. También nos permite volver a la pantalla anterior de selección de usuario y elegir otro diferente. Básicamente tendremos dos opciones para realizar tests (explicadas con más detalle a continuación), ver el progreso del usuario y configurar variables de la aplicación.

Resultados Usuario



Fig. 3.4 Resultados Usuario

Desde el menú principal será accesible la opción de mostrar los resultados globales del usuario, con datos sobre los tests realizados, preguntas contestadas, tasa de acierto...

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Realización de tests

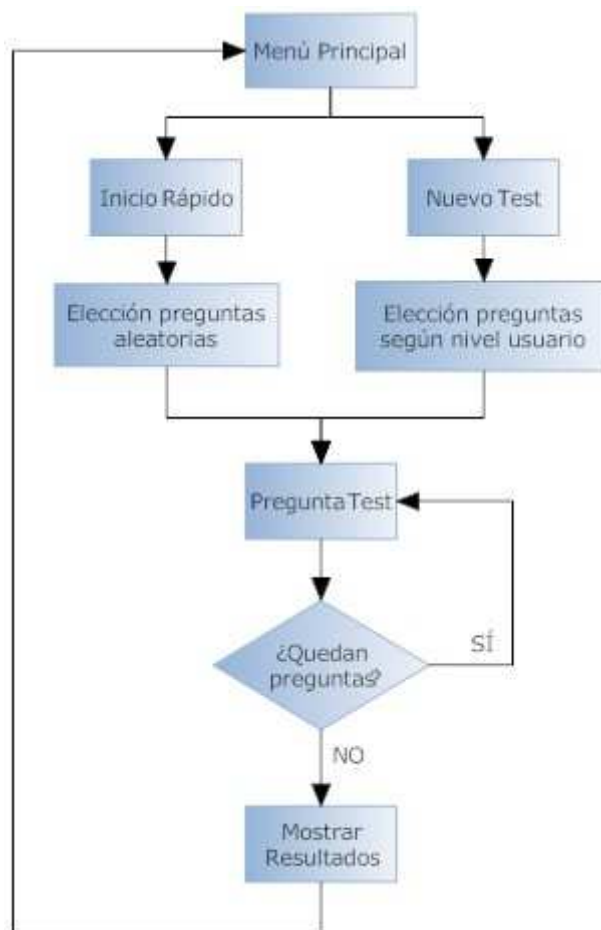


Fig. 3.5 Realización de tests

El sistema para realizar los tests es común para las dos opciones ofrecidas, ya que solamente varía cómo han sido seleccionadas las preguntas del test. Una opción elige diez preguntas aleatorias y la otra las elige mediante el sistema de adaptación dinámico de la dificultad.

Después, mientras queden preguntas por contestar se irán mostrando en ambas pantallas dependiendo del tipo que sean (MultipleChoice, Entero, Texto...). Una vez finalizado el test, se mostrarán los resultados de éste y volveremos al menú principal.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Opciones

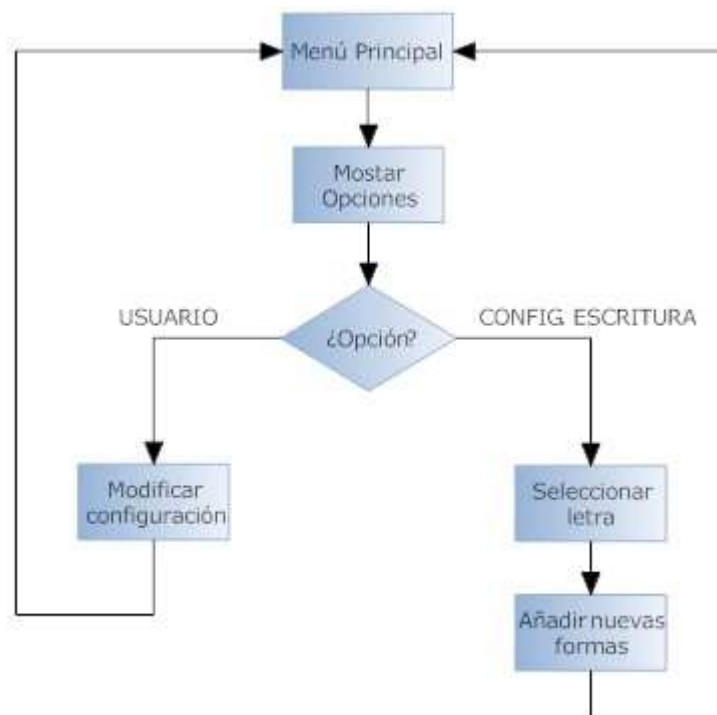


Fig. 3.6 Opciones

Desde el menú de opciones tendremos acceso a las pantallas de configuración de la escritura y a los parámetros configurables del usuario. El usuario podrá modificar su nivel de conocimientos actual y parametrizar la progresión entre niveles.

En la opción de configuración de escritura, podremos introducir hasta veinte formas diferentes de escribir una misma letra. Estas nuevas formas estarán disponibles en la próxima ejecución del programa ya que se guardarán en memoria.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



3.5 RECONOCIMIENTO DE ESCRITURA

La librería PALib nos proporciona un sistema de reconocimiento de escritura propio, llamado PA Graffiti. Este sistema se caracteriza por ser letras de la 'A' a la 'Z' (sin contemplar los números del 0 al 9), todas ellas realizadas de un solo trazo previamente definido en la pantalla inferior de la NDS con el stylus. Si necesitamos para nuestro proyecto una manera un poco más elaborada de trabajar con reconocimiento de formas, PALib nos ofrece la manera de trabajar con formas personalizadas.



Fig. 3.7 Sistema por defecto de escritura de PALib

Para cambiar la manera de escribir una letra o definir un nuevo carácter (por ejemplo un número o un símbolo especial), deberemos introducir las manualmente con un simple código, siempre y cuando estén realizadas con un solo trazo. De esta manera, una de las limitaciones que tiene es que solo podemos definir para cada carácter que queremos que sea reconocido un único código identificador. Veamos la sintaxis:

```
PA_RecoAddShape ('a', "AAAAAAAAAAAAAAAA");
```

Como podemos ver es bien sencilla, ya que solamente deberemos decir que carácter queremos redefinir como primer argumento y cuál es el trazo que la define como segundo. Para encontrar este código, dentro del proyecto

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



tendremos accesible un pequeño programa auxiliar que nos servirá de ayuda para crearlo.

Una vez introducidos todos los códigos para todos los caracteres que queramos controlar, podemos empezar a trabajar con la librería. La manera de trabajar de PA Graffiti por defecto es la siguiente:

- En un bucle infinito, se escanea la pantalla inferior.
- Cada vez que pulsamos y dibujamos un nuevo trazo, se nos genera un código de 15 caracteres que nos define el trazo que acabamos de hacer en la pantalla pequeña, conteniendo información sobre el punto inicial/final, la longitud del trazo o los ángulos que toma.
- Una vez un trazo ha sido introducido, se busca entre toda la información almacenada (en la estándar o en la introducida por nosotros) cual es el que es más similar al introducido, y nos devuelve el carácter que le pertenece.

PAlib nos ofrece herramientas muy útiles para la detección de formas simples, que nos permite añadir funcionalidades muy vistosas a nuestro proyecto. Sin embargo, también conlleva ciertas restricciones muy importantes.

Restricciones trabajando con PA Graffiti

Lo que más llama la atención es que la librería solo utiliza formas de un solo trazo para representar un carácter. Por defecto distingue la dirección en que se ha escrito un trazo, así por ejemplo hace que una línea horizontal de izquierda a derecha la considere diferente de una que sea de derecha a izquierda. A la hora de escribir un carácter en nuestro alfabeto no importa la dirección del trazo, así que es algo que deberíamos evitar. Además, aunque para algunos podría parecer trivial, intentar escribir por ejemplo una X, una T o incluso un 4 con un solo trazo puede ser muy complicado. Esto nos lleva a otra importante restricción.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Al trabajar con las librerías estándar y/o formas extendidas que hayamos añadido por código, nos encontramos con el mismo problema: le imponemos al futuro usuario como ha de escribir los caracteres. De esta manera, si el usuario escribe un carácter de manera muy diferente a como lo hemos definido previamente el sistema no lo reconocerá. Una vez más, algo que debemos evitar a toda costa.

También puede apreciarse que no soporta por defecto números, caracteres especiales o con acentos.

Alternativas a PA Graffiti

Para nuestro proyecto queremos una manera más eficiente de trabajar con el reconocimiento de escritura, así que antes de crear código nuevo nosotros buscaremos librerías alternativas que podamos usar.

Como principales librerías contamos con DSMerlin y CellWriterDS. Ambas consiguen otra manera de trabajar con los trazos introducidos, pero siguen adoleciendo de ciertas restricciones con las que contábamos antes. La segunda librería nos ofrece la opción de "entrenar" la manera de escribir los caracteres para afinar más la detección, pero sigue estando limitado a un solo trazo.

Buscando un enfoque que nos permita más de un trazo, nos encontramos con Kana DS, un homebrew para aprender a dibujar caracteres japoneses. A primera vista parece ser justo lo que necesitamos, ya que los caracteres japoneses suelen estar compuestos por más de un trazo. Sin embargo, un estudio más a consciencia del código nos muestra que utiliza trazos simples que han de introducirse en un orden establecido.

De esta manera, no hemos encontrado ninguna librería ya programada que nos solucione nuestro problema, pero hemos hallado ciertas ideas que nos vendrán muy bien a la hora de desarrollar la nuestra.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



3.6 SISTEMA DE AJUSTE DINÁMICO DE LA DIFICULTAD

Uno de los aspectos más básicos y a la vez más determinantes para el usuario final es la elección del tipo de dificultad. Para un jugador, es importante que el juego le plantee retos que deba superar, pero con un equilibrio entre algo que no le suponga ninguna dificultad y algo que sea un verdadero quebradero de cabeza.

Sistema clásico: varios niveles de dificultad propuestos

Un recurso muy válido es definir varios niveles de dificultad diferentes y dejar al usuario que elija el que más se ajuste a él. Normalmente, estos suelen no suelen ser más de tres (Fácil, Medio y Difícil), aunque es fácil encontrar ejemplos con muchos más, normalmente a modo de niveles extras una vez se finaliza el juego o se consiguen diversos objetivos específicos dentro de él.

El nivel Fácil se suele reservar para una versión simplificada del juego en la que el usuario no debería tener problemas para llegar al final de éste, mientras que el Difícil añade estructuras más complejas dentro del juego para presentar un nivel de reto mayor. Aunque nos pueda parecer extraño que nos presenten diversas formas de jugar a lo mismo, no deja de ser una buena estrategia para alargar la vida del juego, permitiéndonos superarnos a nosotros mismos.

El principal problema que nos presenta esta clásica estructura es que el usuario sin haber probado el juego no sabe en qué nivel se encuentra. De esta manera, si la primera vez empieza por un nivel muy fácil para él puede resultarle muy aburrido o si es muy difícil para él le pueda parecer frustrante, abandonando el juego a las primeras de cambio. También es posible que nos demos cuenta que hemos elegido un nivel que no se ajusta a nosotros demasiado tarde, con lo que habremos perdido parte de nuestro tiempo en una experiencia incompleta.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Otro problema que se nos plantea es la decisión de qué entendemos nosotros por “fácil” o “difícil”, porque en vez de solucionar un problema, pasamos a tener más. Si no logramos el ajuste adecuado para cada nivel, el juego quedará descompensado y no resultará atractivo para el usuario final.

Para nuestro proyecto, queremos encontrar la manera de que el jugador progrese en función de los logros que vaya consiguiendo, no marcándole nosotros que dificultades debe batir. Para ello, nos interesa que el propio juego cree sus propios niveles de dificultad dependiendo de la habilidad del jugador. Es aquí donde nos adentramos en el diseño de un sistema de ajuste dinámico de la dificultad.

Sistema de ajuste dinámico: el juego se adapta al usuario

El nivel ideal de dificultad sería aquel que a medida que un jugador avanza en el juego, la dificultad se fuese ajustando a él, manteniendo un ritmo de retos que siempre le resultase interesante. El sistema de ajuste dinámico de dificultad nos propone precisamente esto, analizar en tiempo real las acciones que realiza el jugador y hacer los ajustes automáticos en los parámetros del juego que sean necesarios para que le siga suponiendo un reto: velocidad de los enemigos, frecuencia en la que aparecen, la duración de la partida...

De este modo, es muy importante elegir una función heurística que tenga en cuenta los parámetros que seleccionaremos, como pueden ser la puntuación acumulada, el número de aciertos, el número de enemigos abatidos... Una mala elección a la hora de seleccionar nuestra función y la experiencia del jugador se resentirá.

Otra manera muy curiosa de implementar este sistema es a través de lo que se denomina un flujo de acciones (“flow” en el original). El sistema, en vez de ofrecernos un desarrollo lineal y estático del juego, nos presenta una especie de extenso árbol de estados donde las acciones del jugador hacen que nos movamos por él.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



De esta forma es el propio jugador quien se conduce a través de los distintos niveles de dificultad según sus propias habilidades. En la figura que se muestra a continuación podemos verlo de forma más clara:

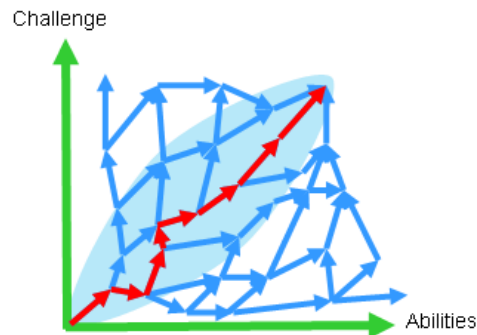


Fig. 3.8 Esquema de selección de dificultad mediante "flow"

Este tipo de sistema de ajuste de la dificultad se utiliza cada vez más en los videojuegos que salen al mercado actualmente, ya que nos ofrece una experiencia más acorde a nuestras habilidades y capacidades. Es muy difícil sentirse aburrido o frustrado con la dificultad porque inmediatamente esta se ajustará a lo que estemos demandando en ese preciso momento.

Como vemos, es una idea que se adapta muy bien a lo que estamos buscando para nuestro proyecto, ya que queremos que el software de aprendizaje se adapte a los conocimientos del jugador, no al revés.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Capítulo 4: Diseño

4.1 INTRODUCCIÓN

Este apartado explica las restricciones y objetivos del diseño realizado y la interfaz gráfica que se ha creado para el programa. También se incluye una síntesis con las funciones creadas para el programa y una pequeña explicación de que hace cada una dentro de la aplicación.

4.2 RESTRICCIONES DE DISEÑO

Al tratarse de una aplicación para Nintendo DS, hay que tener en cuenta la cantidad de memoria que estos dispositivos poseen. Por ello se ha decidido hacer la interfaz gráfica minimizando el tamaño de los fondos y los sonidos que usemos, ya que aunque éstos ocupan poca memoria del dispositivo están más limitados que otros módulos equivalentes que podríamos usar para una aplicación para PC.

También se ha intentado optimizar el código para hacer un buen uso del procesador y minimizar los tiempos de carga entre pantallas y procesos.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



4.3 OBJETIVOS DE DISEÑO

Los objetivos principales que se han tenido en cuenta durante la fase de diseño de la aplicación han sido:

- Una interacción sencilla entre usuario y aplicación. Cualquier usuario que haya usado una aplicación parecida debe poder utilizar esta nueva aplicación fácilmente.
- Debe ser una aplicación fácilmente modificable para poder introducir posteriores actualizaciones y/o ampliaciones.
- La aplicación debe mostrar una interfaz gráfica sencilla y comprensible para cualquier usuario así como colores y textos claramente visibles en la pantalla de Nintendo DS.
- La aplicación debe ser ágil y sencilla para tener un rápido y correcto funcionamiento en Nintendo DS.
- Hacer una aplicación compatible con la mayoría de flashcarts y emuladores existentes.

4.4 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA UTILIZADA

devkitPro

El entorno (toolchain) más popular para desarrollar para Nintendo DS e integrar estas librerías se llama devkitARM, y es el que utilizaremos en nuestro proyecto. devkitARM viene incluido en el paquete para desarrolladores devkitPro, que además de éste contiene otras librerías muy útiles:

- libnds: alternativa al SDK oficial de Nintendo
- libfat: nos permite gestionar el sistema de archivos
- dswifi: da acceso a las funciones WIFI del hardware
- Maxmod: permite reproducir archivos de sonido MOD, S3M, XM, e IT

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



PAlib

PAlib es una librería para programar juegos homwbrew en Nintendo DS. Está diseñada para ser utilizada fácilmente por cualquier tipo de programador. PAlib nos ofrece un sinfín de funciones que nos facilitan la programación en Nintendo DS. Además, la gran comunidad de programadores que las utilizan han contribuido con una gran cantidad de ejemplos y de documentación.

Visual C++ 2008 Express Edition

Visual C++ 2008 Express Edition es una aplicación que nos ofrece todo lo necesario para desarrollar aplicaciones en C/C++ de forma sencilla y fácil. Esta versión es ideal para estudiantes y para gente que está aprendiendo este lenguaje de programación ya que su carácter gratuito y su tamaño más moderado lo convierten en una herramienta ideal.

Teniendo en cuenta que programaremos en C/C++ y dado que ofrece una fácil integración con las librerías PAlib, esta aplicación es una excelente opción para poder desarrollar el proyecto cómodamente.

Paint.NET

Paint.NET es un editor gratuito de fotografías e imágenes para Windows. Contiene soporte para capas, efectos especiales y una amplia variedad de herramientas útiles. Es el editor escogido para editar las imágenes y gráficos que utilizaremos en los menús de la aplicación.

Audacity

Audacity es un programa libre y de código abierto para grabar y editar sonido. Está disponible para Mac OS X, Microsoft Windows, GNU/Linux y otros sistemas operativos. Los sonidos y efectos especiales usados en la aplicación han sido tratados con este editor.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



No\$GBA, iDeaS, DeSmuME

NO\$GBA (Nocash Game Boy Advance), iDeaS y DeSmuME son emuladores de Game Boy Advance y de Nintendo DS para Microsoft Windows y MS-DOS. Soportan la mayoría de homebrew para Nintendo DS y ROMs comerciales. Ambos incluyen una variedad de opciones para la emulación, entre ellas muchas formas de guardar, y leer varios cartuchos. Estos dos emuladores serán utilizados para ir probando el programa y poder ver si funciona correctamente.

4.5 INTERFAZ DE USUARIO

Pantalla de inicio



Fig. 4.1 Pantalla de inicio (superior e inferior) de la aplicación

Esta es la pantalla que veremos nada más iniciar la aplicación a modo de introducción. Haremos que se muestren durante un corto intervalo de tiempo para dar paso a las pantallas principales.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Selección de usuario



Fig. 4.2 Pantalla de selección de usuario (superior e inferior) de la aplicación

Desde esta pantalla el usuario podrá elegir entre tres perfiles diferentes, seleccionando unos datos previos, creando unos nuevos o borrando datos existentes anteriormente. Junto a la imagen para seleccionar usuario, se mostrará el nombre de éste y su nivel de conocimientos actual.

Selección de usuario (Borrar)

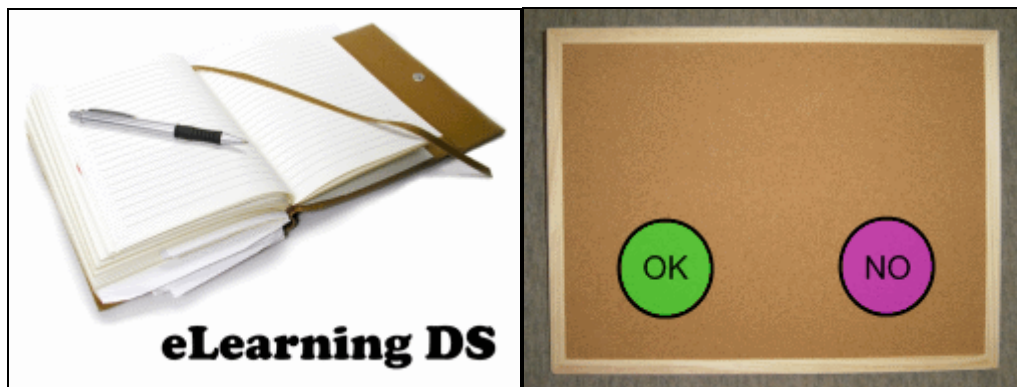


Fig. 4.3 Pantalla al borrar (superior e inferior) de la aplicación

En caso de que el usuario decida borrar datos existentes, se le pedirá confirmación de la acción a realizar. El texto de la pantalla inferior variará en función de la acción que estemos realizando.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Menú principal



Fig. 4.4 Pantalla del menú principal (superior e inferior) de la aplicación

Desde el menú principal se puede acceder a las diferentes opciones que trae el programa o volver a la selección de usuarios. Estas opciones son:

- **Inicio Rápido:** creará un test con 10 preguntas aleatorias, independientemente del nivel que sean.
- **Nuevo Test:** crea un test con 10 preguntas teniendo en cuenta el nivel de conocimientos actual del usuario.
- **Mis Notas:** veremos estadísticas y el progreso global del usuario.
- **Opciones:** aquí se pueden configurar parámetros del usuario y del sistema de reconocimiento de escritura.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Test (MultipleChoice)



Fig. 4.5 Pantalla superior e inferior de la aplicación

Las preguntas tipo MultipleChoice tendrán cuatro recuadros donde poder seleccionar la opción de manera táctil. En la pantalla superior se podrá ver el enunciado de la pregunta, el número de pregunta (el color del texto indica la dificultad) y el número de preguntas acertadas.

Test (escritura)

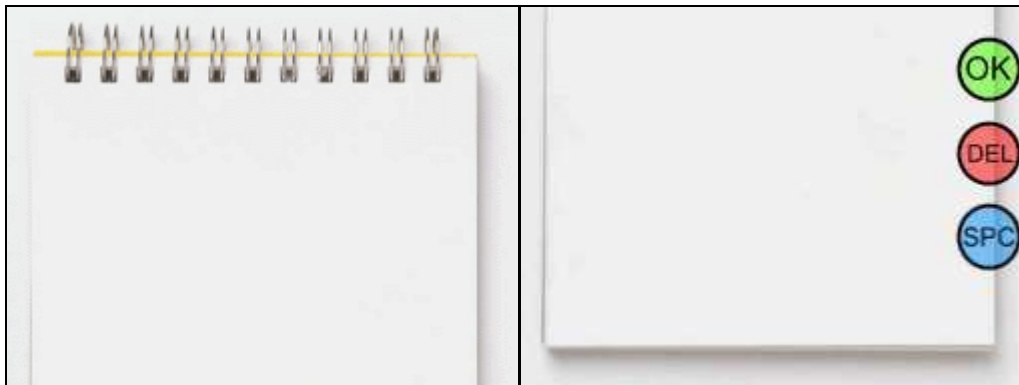


Fig. 4.6 Pantalla superior e inferior de la aplicación

En las preguntas de tipo escritura se escribirán las letras o números de la solución de una en una de manera táctil. En la pantalla superior se podrá ver el enunciado de la pregunta, el número de pregunta (el color del texto indica la dificultad) y el número de preguntas acertadas.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Seleccionar opciones

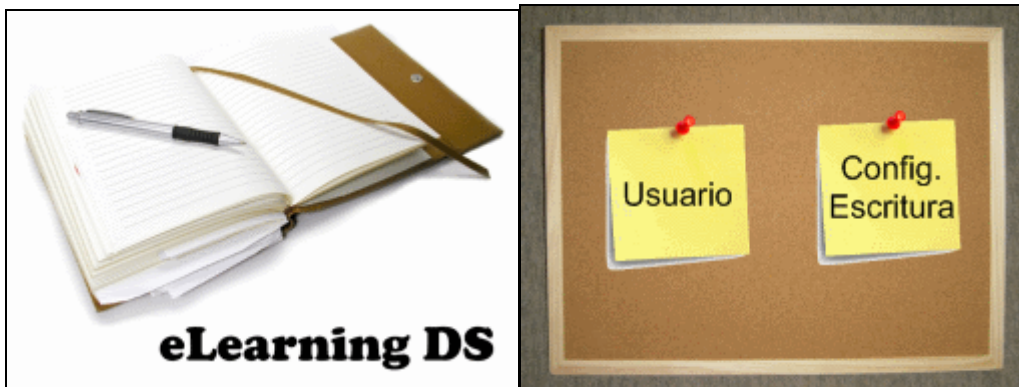


Fig. 4.8 Pantalla de selección de opciones (superior e inferior) de la aplicación

Dentro del menú de opciones podremos elegir entre modificar parámetros del usuario o del sistema de reconocimiento de escritura.

Opciones de usuario (Usuario)

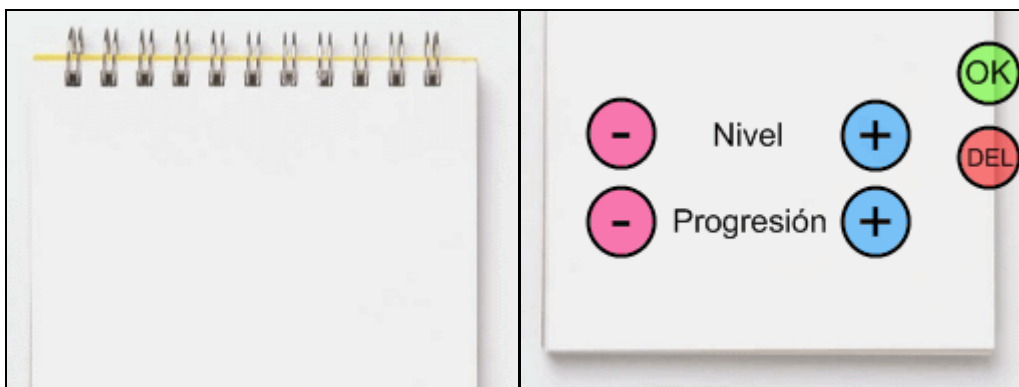


Fig. 4.9 Pantalla de opciones de usuario (superior e inferior) de la aplicación

Desde esta pantalla el usuario puede modificar los siguientes parámetros:

- **Nivel:** el nivel de conocimientos actual del usuario. Los niveles pueden ser Muy Fácil, Fácil, Normal, Difícil y Muy Difícil.
- **Progresión:** es el parámetro que regula cuanto se tarda en pasar entre niveles. Cuanto más alto sea más largos serán los niveles y cuanto más bajo más cortos.

En la pantalla superior se mostrarán los datos actuales de nivel y progresión.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Opciones de usuario (Configuración escritura)

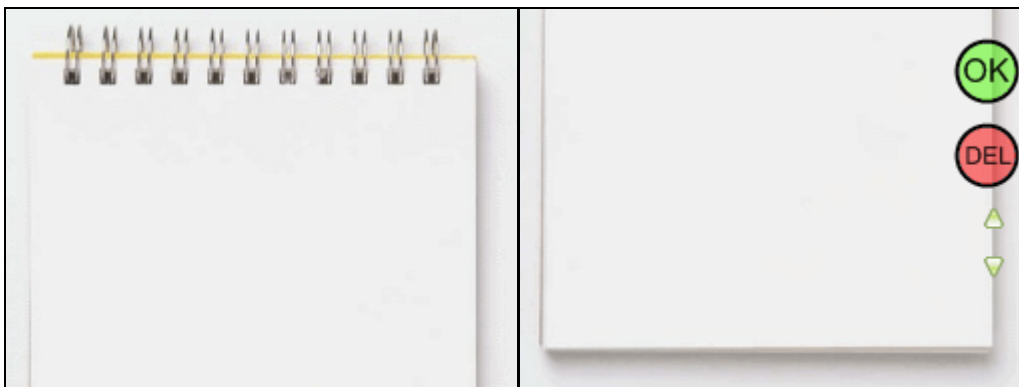


Fig. 4.10 Pantalla de opciones de usuario (superior e inferior) de la aplicación

En la pantalla de configuración de escritura se añade al diseño de pantalla básico botones para cambiar entre letras de una misma agrupación (acentos y caracteres asociados)

Otros aspectos del interfaz

Se han seleccionado dos archivos de música en formato .MOD para acompañar los menús de la aplicación. Uno de ellos sonará durante la navegación por la aplicación y el otro durante la realización de los tests. Para terminar con el aspecto sonoro se han seleccionado tres archivos de efectos en formato .RAW, que sonarán al seleccionar una opción en los menús o al acertar o fallar una pregunta.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



4.6 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

El proyecto se ha estructurado en cuatro ficheros .c y .h para hacerlo más modulado y ser más permeable a futuros cambios. A continuación se detalla la función general de cada uno de estos ficheros y sus funciones más importantes.

4.6.1 main.c / main.h

Este archivo contiene el programa principal y las funciones más importantes para el funcionamiento de la aplicación. Desde aquí se hacen los includes de los demás archivos que se usarán en el proyecto así como las variables globales principales. Como funciones más importantes podemos encontrar:

void cargar_nivel() / void cargar()

Estas dos funciones serán las encargadas de generar los tests con preguntas cargadas del archivo XML. La primera generará un test acorde con el nivel de conocimientos actual del usuario y la segunda un test con preguntas de dificultad aleatoria.

void mostrar_resultados_totales() / void mostrar_resultados()

Para mostrar al usuario su progreso actual, serán necesarias estas dos funciones. La primera mostrará los resultados globales desde el menú principal y la segunda los resultados del test realizado en ese momento.

void mostrar_arriba()

Esta función gestionará lo que se muestra en la pantalla superior durante un test. Contendrá datos tales como el enunciado, número de pregunta e información adicional.

void pregunta_input() / void LeerLetra()

La primera función gestionará las preguntas de tipo MultipleChoice, mientras que la segunda se encargará de todas aquellas en las que haya que escribir la respuesta correcta.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



void OpcionesUsuario() / void ModificarLetra()

Estas funciones gestionan los datos configurables por el usuario, tanto de variables globales o del sistema de reconocimiento de escritura.

void mostrar_opciones()

Esta opción del menú principal dará acceso a las pantallas de configuración de la aplicación.

void select_usuario() / void new_user()

La primera función se encargará de gestionar la selección de usuarios así como de borrar los que no se vayan a utilizar. En caso de utilizar datos vacíos, la segunda función los inicializará.

void cargar_datos() / void cargar_letras

La primera función cargará los datos del usuario que tengan que estén en memoria o los inicializará en caso contrario, mientras que la segunda cargará datos del sistema de reconocimiento de escritura en caso de no estar inicializados.

int main()

Contendrá el bucle principal de la aplicación así como la inicialización de las variables globales y de las librerías que serán usadas.

bool loadSavedata(void) / void saveSavedata(void)

Serán las encargadas de gestionar los datos que se guardarán en memoria

bool loadXML()

Esta función cargará los datos del fichero XML con las preguntas de los test en una estructura en memoria

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



4.6.2 DS_Reco.c / DS_Reco.h

Estos archivos son una modificación de los incluidos en las librerías para que hagan uso de las ampliaciones que se han programado. Como funciones destacables tenemos:

char DS_CheckLetter(void) / char DS_AnalyzeShape(void)

Son las dos funciones encargadas de gestionar el sistema de reconocimiento de escritura. Entre las dos recogen los trazos introducidos y los guardan en memoria.

4.6.3 Estructura.c / Estructura.h

En este archivo están contenidas las funciones auxiliares que necesitaremos para el programa principal así como las estructuras de datos que serán usadas. Las funciones y estructuras principales son las siguientes:

struct Trazo / struct Forma / struct Letra

Estas tres estructuras contendrán los datos de las letras del sistema de reconocimiento de escritura.

struct Datos / struct DatosSave

La primera estructura contendrá los datos de la sesión actual del usuario mientras que la segunda tendrá los datos del perfil de los usuarios.

struct Test

En esta estructura se guardarán las preguntas que se carguen desde el fichero XML creado por el usuario.

InitLetra / NewForma / NewTrazo / Match / GenerarLista / QueLetra / CharMirror

Estas funciones son las encargadas de hacer funcionar el sistema de reconocimiento de escritura junto con la librería mencionada en el punto anterior, desde la carga de nuevas formas de escritura a funciones auxiliares para saber con que letra estamos trabajando.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



get_respuesta / get_choice / get_option / get_command / get_usr / get_usuario / get_prompt

Al trabajar con pantalla táctil necesitaremos saber donde ha pulsado el usuario y que acción se deberá realizar, así que estas funciones se encargarán de gestionarlo.

float get_points, double randdouble, double probabilidad

Estas son funciones auxiliares que ayudarán con el proceso de calcular los test con el sistema dinámico de selección de dificultad.

4.6.4 Graficos.c / Graficos.h

Al hacer modulable la aplicación, tendremos por separado las funciones que se encargarán de los gráficos. He aquí las funciones más representativas:

void mySplash()

Esta función mostrará las pantallas de inicio que hayamos elegido.

void fadeIn() / void fadeOut()

Para mejorar la estética de la aplicación, usaremos estas dos opciones para realizar las transiciones entre pantallas y menús.

int mostrar_menu()

Esta será la función encargada de mostrar y gestionar el menú principal

mostrar_libreta() / mostrar_examen() / mostrar_examenopt() / mostrar_examenopt2() / mostrar_options() / mostrar_cfgkeys() / mostrar_usr() / mostrar_usuario() / mostrar_prompt()

Las funciones mencionadas anteriormente se harán cargo de mostrar los menús o gráficos según se vayan necesitando en la aplicación, ya sea en ambas pantallas o en una específicamente.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



4.7 FORMATO DEL ARCHIVO TEST.XML

Para facilitar la labor al usuario de introducir las preguntas en el archivo XML, se ha diseñado un formato de fichero fácilmente inteligible por usuarios sin conocimientos técnicos previos. El formato es el siguiente:

```
<?xml version="1.0"?>
<archivo>
  <test>
    <pregunta>
      <tipo>MultipleChoice</tipo>
      <dificultad>1-5</dificultad>
      <enunciado>...</enunciado>
      <opcionA>...</opcionA>
      <opcionB>...</opcionB>
      <opcionC>...</opcionC>
      <opcionD>...</opcionD>
      <correcta>A, B, C o D</correcta>
    </pregunta>
    <pregunta>
      <tipo>Texto</tipo>
      <dificultad>1-5</dificultad>
      <enunciado>...</enunciado>
      <respuesta>...</respuesta>
    </pregunta>
    <pregunta>
      <tipo>Entero</tipo>
      <dificultad>1-5</dificultad>
      <enunciado>...</enunciado>
      <respuesta>...</respuesta>
    </pregunta>
    <pregunta>
      <tipo>Decimal</tipo>
      <dificultad>1-5</dificultad>
      <enunciado>...</enunciado>
      <respuesta>...</respuesta>
    </pregunta>
  </test>
</archivo>
```

Los atributos básicos son:

- Tipo: MultipleChoice, Texto, Entero o Decimal
- Dificultad: puede ser Muy Fácil (1), Fácil (2), Normal (3), Difícil (4) o Muy Difícil (5)
- Enunciado
- Opciones (MultipleChoice)
- Opción correcta (MultipleChoice)
- Respuesta correcta (Texto, Entero, Decimal)

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Capítulo 5: Implementación

5.1 INTRODUCCIÓN

Toda la aplicación ha sido diseñada en el lenguaje C/C++. Para programar en Nintendo DS se han utilizado las librerías incluidas en el toolchain devkitPro y las librerías PALib para añadir funcionalidades extra.

Como entorno de trabajo se ha usado Visual C++ 2008 Express Edition ya que es muy completo, gratuito y de fácil comprensión para el programador.

5.2 RECONOCIMIENTO DE ESCRITURA

La estructura que nos ofrece de serie PALib nos resulta demasiado simple, así que ya que tenemos que desarrollar una propia que nos sirva para nuestro propósito, aprovecharemos e implementaremos funciones y conceptos que hemos visto en las aplicaciones que se contemplaban en el apartado anterior. De esta manera, queremos una estructura que contemple estos puntos importantes:

- Queremos que el programa nos permita tener más de una manera de dibujar una letra.
- Cada manera de escribir una letra puede escribirse en varios trazos independientes.
- La dirección en la que escribamos un trazo ha de ser indiferente.

Los dos primeros puntos los hemos conseguido definiendo las siguientes estructuras:

```
typedef struct{char trazo[16];} Trazo;
typedef struct{int ntrazos;Trazo trazos[m];}Forma;
typedef struct{char letra;int nformas;Forma formas[n];}Letra;
```

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Así obtenemos que una letra tenga n formas de escribirse, y que cada forma consista en m trazos, solucionando nuestros dos primeros puntos. Para poder usar esta estructura que se adecua más a nuestros propósitos, hemos modificado el código para que haga uso de ella. El tercer punto se ha solucionado con una pequeña función que nos calcula el modo "espejo" de un trazo, por lo que comparando un trazo y su reflejo se evita esa distinción entre dirección del trazo.

De esta manera, aprovechando estas modificaciones y el sistema de reconocimiento de trazos de PALib se busca dentro de la estructura la letra que se corresponda con los trazos introducidos por el usuario.

5.3 SISTEMA DE AJUSTE DINÁMICO DE LA DIFICULTAD

Para implementar el sistema de ajuste dinámico de la dificultad, se ha hecho un estudio previo para ver cómo deberían generarse los tests dependiendo de los conocimientos actuales del usuario. En ese estudio se han calculado cuales deberían ser las probabilidades de que una pregunta salga en un test según el nivel del usuario. En la siguiente figura puede verse como se distribuyen siguiendo una aproximación a una distribución normal:

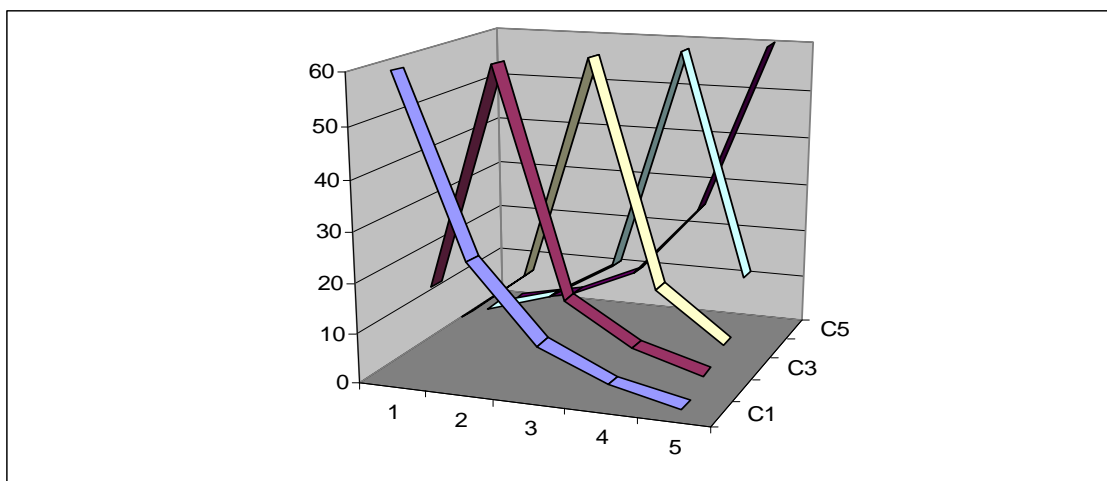


Fig. 5.1 Evolución de las probabilidades según el nivel de la pregunta/usuario

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Para calcular el nivel de conocimientos del usuario, la aplicación hace uso de una variable interna que lleva la cuenta de la puntuación del usuario respondiendo preguntas. Al acertar o fallar la contestación de una pregunta, a esta puntuación se le aplica una bonificación o penalización que hace que la cifra vaya aumentando o disminuyendo. De esta manera, acertar una pregunta de nivel muy superior al actual tendrá mayor bonificador que acertar una del mismo nivel. A la hora de aplicar un penalizador se hace uso del mismo baremo. Las tablas con las puntuaciones se pueden consultar en el Anexo C.

Al llegar a cierta puntuación determinada por la variable global llamada **progresión** (configurable en el menú de opciones de la aplicación), se calcula el nuevo nivel del usuario.

5.4 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

A continuación se detallarán en más profundidad las funciones más importantes especificadas en el capítulo de diseño, estando estructuradas en los cuatro módulos que componen el proyecto.

5.4.1 main.c / main.h

void cargar()

Si elegimos la opción de Inicio Rápido desde el menú principal, esta será la función encargada de generarnos un test con diez preguntas aleatorias independientemente del nivel de conocimientos actual del usuario. Para ello, haremos una desordenación de las preguntas existentes y elegiremos las diez primeras. Si en el archivo hay menos de diez preguntas, se cargarán tantas como existan.

void cargar_nivel()

Esta función genera un test acorde con el nivel de conocimientos actual del usuario. Para llevarlo a cabo, primero calcularemos cuantas preguntas de cada nivel deben salir en el test de cada dificultad según el nivel del

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



usuario. Una vez hecho esto, desordenaremos las preguntas existentes e iremos añadiendo al test tantas preguntas de cada dificultad como hayamos calculado. Si no existen suficientes preguntas para crear el test, se pasará a llamar a la función anterior.

void mostrar_resultados_totales() / void mostrar_resultados()

Mostraremos al usuario su progreso actual mediante estas dos funciones. La primera muestra los resultados globales desde el menú principal y la segunda los resultados del test realizado en ese momento. Los datos que se muestran son:

- Nombre del usuario (resultados globales)
- Tests realizados (resultados globales)
- Preguntas contestadas
- Respuestas acertadas / Respuestas incorrectas / Tasa de acierto
- Nivel actual

void mostrar_arriba()

Esta función muestra la pantalla superior durante un test. Contiene los siguientes datos:

- Enunciado
- Preguntas contestadas correctamente
- Número de pregunta: el color de este texto indica la dificultad
- Dificultad: Muy Fácil (verde), Fácil (celeste), Normal (amarillo), Difícil (violeta) y Muy Difícil (rojo)
- Opciones (si es de tipo MultipleChoice)

void pregunta_input()

Las preguntas de tipo MultipleChoice se gestionan con esta función. Al seleccionar con la pantalla táctil una opción de las cuatro posibles, se verá en la pantalla superior la opción seleccionada. En caso de fallar la respuesta, se mostrará cual era la opción correcta.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



void LeerLetra()

Los tests que se contestan mediante el sistema de reconocimiento de escritura se realizan con esta función. El sistema va analizando las letras introducidas y crea un texto que será el que se compare con la respuesta correcta. En el caso de preguntas de números enteros o decimales se ha afinado el sistema de reconocimiento para solventar las dificultades con letras que son muy parecidas a números.

void OpcionesUsuario()

Dentro de Opciones de Usuario, el usuario puede configurar los siguientes parámetros:

- Nivel: Muy Fácil, Fácil, Normal, Difícil o Muy Difícil. A nivel interno también se modifica al usuario la puntuación que se utiliza para calcular estos niveles.
- Progresión: dependiendo del valor de esta variable, variará el tiempo que se necesita para cambiar de nivel. Si el valor es muy alto, más tiempo se necesitará y cuanto más pequeño sea menos tiempo será requerido. Por defecto el valor establecido es de 50 (asegura una buena media), mientras que el mínimo es de 1 y el máximo de 1000.

void ModificarLetra()

Esta función gestiona la configuración del sistema de reconocimiento de escritura. Seleccionando una letra desde un teclado táctil en la pantalla inferior, podemos proceder a insertar hasta 20 maneras diferentes de escribir cada letra mediante la pantalla táctil. En caso de que queramos borrar las ya existentes, el botón de borrar nos elimina la última introducida. Una vez acabado el proceso, guardará en memoria todas las nuevas formas introducidas para la próxima ejecución del programa.

void select_usuario()

Nada más iniciar la aplicación, esta función se encarga de gestionar la selección de usuario. Podemos elegir entre tres perfiles diferentes para guardar los datos, donde en cada cual se muestra el nombre del usuario y

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



su nivel de conocimientos. Se nos da la posibilidad de borrar datos que no queramos continuar usando y empezar una partida con datos nuevos.

void new_user()

En caso de utilizar datos vacíos, esta función los inicializa y nos permite introducir el nombre de usuario mediante un teclado táctil que aparece en la pantalla inferior.

void cargar_datos()

La función carga los datos del usuario (referentes a los perfiles o al sistema de reconocimiento de escritura) que estén en memoria o los inicializa en caso contrario.

void cargar_letras()

Carga datos por defecto del sistema de reconocimiento de escritura en caso de no estar inicializados. Contiene las formas de escribir con un solo trazo así como un las formas más comunes de escribir una letra o un número.

bool loadSavedata(void) / void saveSavedata(void)

Son las encargadas de gestionar los datos que se guardarán en memoria. Utilizan el sistema de archivos FAT de Nintendo DS para guardar los datos en un fichero llamado **savegame.sav**.

bool loadXML()

Mediante el parser incluido en la librería ezXML, esta función cargará los datos del fichero XML con las preguntas de los test en la estructura Test en memoria. En caso de no encontrar el archivo "test.xml" muestra un mensaje de error.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



5.4.2 DS_Reco.c / DS_Reco.h

Estos archivos son una modificación de los incluidos en las librerías para que hagan uso de las ampliaciones que se han programado. Como funciones destacables tenemos:

char DS_CheckLetter(void) / char DS_AnalyzeShape(void)

Estas dos funciones crean un array de caracteres de 16 posiciones donde guarda la información sobre el trazo introducido (longitud, X inicial, X final...) dentro de una variable global de las librerías. Una vez se ha acabado de analizarlo, esta información será usada por la función Match que será explicada más adelante.

5.4.3 Estructura.c / Estructura.h

En este archivo están contenidas las funciones auxiliares que necesitaremos para el programa principal así como las estructuras de datos que serán usadas. Las funciones y estructuras principales son las siguientes:

struct Trazo

```
typedef struct{
    char trazo[16];
} Trazo;
```

Esta estructura contiene un array de 16 caracteres con la información que nos genera la librería PALib. Contiene información sobre la longitud del trazo, punto inicial y punto final.

struct Forma

```
typedef struct{
    int ntrazos;
    Trazo trazos[20];
}Forma;
```

Una forma de escribir una letra estará formada de n trazos. Se ha limitado la cantidad total de trazos de una misma forma a 20 por delimitaciones de memoria del hardware.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



struct Letra

```
typedef struct{
    char letra;
    int nformas;
    Forma formas[20];
}Letra;
```

Un carácter tendrá asignadas n formas de escribirse. Se ha limitado la cantidad total de formas de escritura de un mismo carácter a 20 por delimitaciones de memoria del hardware.

struct Datos

```
typedef struct{
    int tests;
    int preguntas;
    int bien;
    int nivel;
    float puntuacion;
    int progresion;
}Datos;
```

Esta estructura contiene datos sobre la sesión actual del usuario.

struct DatosSave

```
typedef struct{
    int tests[3];
    int preguntas[3];
    int bien[3];
    int nivel[3];
    float puntuacion[3];
    int progresion[3];
    char nombre1[255];
    char nombre2[255];
    char nombre3[255];
    int vacio[3];
}DatosSave;
```

Esta estructura contiene datos sobre los perfiles del usuario. Se guardan los tres perfiles en la misma estructura para simplificar el proceso de guardar en memoria los datos.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



struct Test

```
typedef struct{
    char pregunta[255];
    char option1[255];
    char option2[255];
    char option3[255];
    char option4[255];
    int correcta;
    char str_correcto[255];
    int tipo;
    int dificultad;
}Test;
```

En esta estructura se guardaran los datos correspondientes a las preguntas del test que estarán contenidas en el archivo XML que proporcionará el usuario.

struct LetraRel

```
typedef struct{
    int nletras;
    char letras[20];
}LetraRel;
```

Para poder modificar la forma de escribir de caracteres que no aparecen en el teclado por defecto de Palib, asociaremos las letras recién añadidas relacionándolas con las ya existentes.

void InitLetra (Letra* l, char c, char t[16])

Todas las letras se inicializan mediante esta función, que proporciona a una letra una manera de escribirse mediante un solo trazo.

void NewForma (Letra* l) / void NewTrazo (Forma* f, char t[16])

La primera función se utiliza para añadir nuevas formas a una letra y la segunda para añadir nuevos trazos a las formas ya creadas.

int Match (Forma* fIntro, Forma fForma)

Esta función retorna 1 si las dos formas coinciden o son muy similares y retorna 0 si no se parecen. Para ello, primero mira que ambas formas tengan igual número de trazos. Si coinciden, busca las diferencias existentes entre los arrays de caracteres que conforman los trazos y si la coincidencia es muy significativa retornará 1.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



char GenerarLista (Forma* f, Letra* l)

La función retorna el carácter que está asociado a la forma de escribir que se le pasa como parámetro o retorna 0 si no encuentra ningún carácter asociado.

int QueLetra (char l)

Función auxiliar para saber que posición ocupa la letra que se pasa por argumento dentro del array donde están guardadas todas.

char CharMirror (char c)

Función auxiliar que permite evaluar una misma letra en ambas direcciones de escritura, ya que por defecto la librería PALib hace distinción sobre hacia donde se ha escrito un trazo.

get_respuesta / get_choice / get_option / get_command / get_usr / get_usuario / get_prompt

Estas funciones evalúan en que región de la pantalla táctil ha habido una pulsación y devuelven la acción a realizar. Cada función suele estar asociada a los botones de un solo fondo de pantalla.

float get_points (float puntuacion, int dificultad, int acierto, int progresion)

Esta función devuelve el modificador a aplicar a la puntuación del usuario dependiendo de los parámetros indicados. Estas puntuaciones se pueden consultar en el Anexo C.

double probabilidad (int level, double points, int progr)

Según la progresión, la puntuación y el nivel indicado nos indica la probabilidad que tiene una pregunta de cierto nivel de salir en un test mediante la generación dinámica de ajuste de dificultad. Las tablas con estas probabilidades se pueden consultar en el Anexo C.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



5.4.4 Graficos.c / Graficos.h

Al hacer moduable la aplicación, tendremos por separado las funciones que se encargarán de los gráficos. He aquí las funciones más representativas:

void mySplash()

La función muestra las pantallas de crédito al iniciar la aplicación.

void fadeIn() / void fadeOut()

Para hacer un mejor efecto visual entre las transiciones de pantalla en los menús, estas dos opciones juegan con el nivel de brillo de la pantalla para crear el efecto de un fundido en negro.

int mostrar_menu()

Esta función se encarga de mostrar el menú principal y de gestionar que opción ha sido seleccionada desde la pantalla táctil en él.

mostrar_libreta() / mostrar_examen() / mostrar_examenopt() / mostrar_examenopt2() / mostrar_options() / mostrar_cfgkeys() / mostrar_usr() / mostrar_usuario() / mostrar_prompt()

Estas funciones son las encargadas de mostrar los fondos que se mostrarán en las diferentes pantallas y menús. Por lo general muestran la pantalla superior e inferior, aunque hay algunas más específicas que solo muestran el fondo de una sola pantalla en concreto.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Capítulo 6: Pruebas

6.1 INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del plan de pruebas es comprobar el correcto funcionamiento de los distintos componentes y su correcta integración. Nos aseguraremos de que los cambios en un componente no introducen errores en el resto de componentes. También garantizaremos y validaremos con el usuario que el sistema cumple con la funcionalidad esperada.

6.2 DISEÑO DE PRUEBAS

Para diseñar las pruebas, previamente tiene que haberse cerrado los requisitos funcionales, a partir de éstos se puede diseñar los casos de pruebas esperados y el curso en caso de error. Se tendrá en cuenta que las pruebas serán realizadas tanto por los desarrolladores como por un equipo de pruebas totalmente ajeno al proyecto.

6.3 PRUEBAS UNITARIAS

A continuación se describen las pruebas separadas en varios grupos realizadas para comprobar la correcta funcionalidad del sistema. Estas pruebas se han diseñado para comprobar toda la funcionalidad del programa, desde la funcionalidad más básica hasta situaciones forzosas y extrañas para la aplicación.

Toda esta lista de pruebas se ha confeccionado con la ayuda de miembros ajenos al proyecto. Se ha hecho de esta manera para forzar situaciones en las que sabemos que debe fallar y así comprobar que esta preparado para posibles errores que pueda cometer el cliente y pueda seguir funcionando evitándolos.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



6.3.1 Generales

En este apartado se describen las pruebas que se han realizado a nivel general de la aplicación, tanto en implementación como en diseño.

Acción	✓ / ✗
Se cumplen las especificaciones reflejadas en el diseño.	✓
Las pantallas muestran los menús correctos	✓
Se sigue el flujo general de ejecución	✓
Se cargan desde un archivo las preguntas de los tests	✓
Se pueden recuperar los datos guardados del usuario	✓
Funciona en distintos emuladores	✓
Funciona en distintos flashcarts	✓
No existe el archivo XML	✓
Hay menos de 10 preguntas en el archivo XML	✓
Las opciones táctiles son reconocidas con precisión	✓

6.3.2 Reconocimiento de escritura

Las pruebas realizadas para ver si funciona correctamente el sistema de reconocimiento de escritura se describen a continuación.

Acción	✓ / ✗
Se cumplen las especificaciones reflejadas en el diseño.	✓
Añadir nuevas formas de escritura	✓
Reconoce las nuevas formas añadidas	✓
Diferenciación entre letras parecidas	✓
Formas más comunes de escribir introducidas previamente	✓
Múltiples manera de escribir una misma letra	✓
Se adapta a la escritura de personas diferentes	✓
Acepta tanto mayúsculas como minúsculas	✓
Reconoce tanto letras como números	✓
Reconoce caracteres adicionales (ñ, ç, acentos...)	✓
Reconoce maneras de escribir de distintos usuarios	✓

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



6.3.3 Sistema de ajuste dinámico de la dificultad

El módulo de sistema de ajuste dinámico de la dificultad ha sido probado con las siguientes acciones:

Acción	✓ / ✗
Se cumplen las especificaciones reflejadas en el diseño.	✓
Los tests se crean acorde el nivel actual del usuario	✓
Distribución correcta de la dificultad en las preguntas	✓
El nivel del usuario varia en función de sus aciertos	✓
Es modificable la progresión entre niveles	✓
No hay preguntas para crear el test del archivo XML	✓
Al cambiar el nivel desde el menú de opciones se tiene en cuenta	✓

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Capítulo 7: Conclusiones

7.1 CONSECUCIÓN DE LOS OBJETIVOS

Como primer objetivo nos marcamos estudiar la manera de programar para un hardware poco común como es Nintendo DS y utilizar librerías para ello. Dado que el proyecto ha llegado a buen término, este objetivo se ha cumplido

También como objetivo cumplido ha sido investigar métodos de e-learning o aprendizaje con feedback al usuario para poder crear tests adaptados dinámicamente a su nivel de conocimientos. No solo el programa los crea sino que mediante la edición de un simple XML por parte del usuario le permite modificar las preguntas de la aplicación.

En cuanto al sistema de reconocimiento de escritura, hemos conseguido realizar uno que es intuitivo para el usuario y a la vez muy potente ya que soporta lectura de letras formadas por más de un trazo y que además es fácilmente configurable.

Otro objetivo cumplido ha sido ser capaces de realizar un software que tenga para el usuario final una buena usabilidad y una interfaz intuitiva. Mediante las pruebas a grupos de usuarios se ha visto como se movían por la aplicación sin problemas.

7.2 PROBLEMAS ENCONTRADOS Y SOLUCIONES

Se encontraron problemas a la hora de implementar el reconocimiento de escritura ya que la manera estándar que ofrece la librería era muy limitada. Se ha solucionado implementando métodos adicionales sobre los ya existentes.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



A la hora de cargar archivos externos se ha tenido que realizar mucho trabajo extra ya que la documentación no era muy clara y el sistema de archivos del hardware es muy complejo. La implementación de librerías externas como el parser XML ha sido costosa también debido a la manera de programar para Nintendo DS.

La gestión de los fondos de pantalla no se hacía correctamente y había conflictos a la hora de cargar varios y mostrar texto a la vez, pero se ha podido implementar correctamente.

Otro problema que hemos tenido que resolver ha sido que la librería PALib por defecto utiliza un tipo de fuente que no contiene acentos ni caracteres que se usan en castellano y catalán, así que si hay alguna letra que queramos modificar (ñ, ç, ä, etc.) no podíamos hacerlo desde el teclado táctil que se muestra para ello. Para solucionarlo, hemos relacionado estas letras adicionales a las ya existentes y en la pantalla de modificación son seleccionables mediante flechas.

7.3 DESVIACIÓN RESPECTO A LA PLANIFICACIÓN INICIAL

Respecto a la planificación inicial, ha habido una desviación de 60 horas, determinada por un aumento en 40 horas de programación de la memoria y de 20 horas de redacción de la memoria.

El aumento en las horas de programación ha sido debido a complicaciones en la integración del reconocimiento de escritura y el trabajo con el sistema de archivos. La documentación de la memoria ha tardado más de la cuenta debido a la dificultad en encontrar la información sobre las librerías implementadas.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Respecto a la duración del proyecto estimada y la fecha de entrega final, se había hecho una valoración basada en una dedicación diaria al proyecto de 8 horas, pero debido a que en este tiempo he pasado a trabajar más horas en la empresa donde trabajo no he podido dedicarle ese tiempo y las horas diarias dedicadas han sido entre 4 y 5.

Tarea	Previsto(h)	Realizadas(h)	Desviación(h)
Estudio de viabilidad	30	30	0
Implementación librerías PALib en Visual C++	10	10	0
Análisis de requerimientos	30	30	0
Investigación métodos de e-learning	20	20	0
Investigación programación Nintendo DS	30	30	0
Diseño de diferentes pruebas para el usuario	40	40	0
Diseño de informes de progreso del usuario	15	15	0
Diseño de la interfaz de usuario	30	30	0
Programación de la aplicación	240	280	40
Pruebas de compatibilidad	15	15	0
Pruebas finales con usuarios y corrección de errores	30	30	0
Memoria del proyecto	30	50	20
Totales	520	580	60

En la tabla anterior podemos ver un detalle de las horas previstas y las desviaciones que han surgido.

7.4 AMPLIACIONES Y MEJORAS

A continuación se detallan posibles ampliaciones y mejoras que se han quedado fuera del proyecto final por falta de tiempo:

Carga de múltiples archivos

Actualmente la aplicación solo es capaz de cargar un solo archivo con preguntas, así que se podría implementar la selección entre varios que se encuentren en la tarjeta de memoria.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Actualizaciones vía Wifi

Aprovechando las capacidades de conexión a Internet vía Wifi de Nintendo DS, podría ofrecerse un servicio de conexión a un servidor desde donde bajarse diferentes archivos con preguntas. Se aprovecharía así la carga de múltiples archivos expuesta en el anterior punto.

Programa auxiliar para crear tests en el PC

Se trataría de un programa para poder usar en el PC (preferiblemente multiplataforma) que genere el archivo XML con los tests que se usará en Nintendo DS. Actualmente este proceso ha de hacerse manualmente.

Mostrar imágenes y sonidos especificados por el usuario

En los tests podrían mostrarse imágenes y sonidos que acompañen la pregunta del test. De esta manera se pueden hacer preguntas sobre la imagen como por ejemplo en preguntas de medicina o sobre sonidos de animales en preguntas a niños pequeños.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Bibliografía

Este capítulo recoge varios documentos, libros e información online utilizada durante el proyecto para la realización de la aplicación que se ha diseñado.

Fuentes

Antonio Ruiz Fernández: "Cómo programar videojuegos en Windows". Ra-ma, 2001.

Harry J. Brown: "Videogames and Education". M.E. Sharpe, 2008.

Varios Autores: "The Videogame style guide and reference manual". Lulu.com, 2007.

Varios Autores: "Videojuegos. Manual para diseñadores gráficos". Gustavo gili, 2008.

Referencias electrónicas: Diseño

Casual Game Design

<http://www.casualgamedesign.com/?p=39>

Flow in games: a Jenova Chen MFA Thesis

<http://www.jenovachen.com/flowingames/implementfig.htm>

Wikipedia: Dynamic game difficulty balancing

http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_game_difficulty_balancing

Referencias electrónicas: Programación

CellWriter DS

<http://www.object65.it/CellWriterDS.aspx>

C++ Reference

<http://www.cplusplus.com/reference/>

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



DSMerlin

<http://ds.crmx.us/dsmerlin>

ElOtroLado.net: Nintendo DS Scene

http://www.elotrolado.net/foro_nds-scene_130

ezXML

<http://ezxml.sourceforge.net>

Kana DS

<http://kanads.blogspot.com>

OSDL - A guide to homebrew development for the Nintendo DS

<http://osdl.sourceforge.net/main/documentation/misc/nintendo-DS/homebrew-guide/HomebrewForDS.html>

PALib

<http://forum.palib.info>
<http://www.palib.info/wiki/doku.php>

Wikipedia: Desarrollo de videojuegos

http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_de_videojuegos

Wikipedia: Nintendo DS Homebrew

http://en.wikipedia.org/wiki/Palib#Programming_homebrew

Referencias electrónicas: e-Learning

eLearning, conocimiento en red y web colectiva

<http://e-learning-teleformacion.blogspot.com>

elearningpapers

<http://www.elearningpapers.eu/index.php?lng=es&page=home>

eLearning Workshops

<http://www.elearningworkshops.com>

Wikipedia: e-Learning

<http://es.wikipedia.org/wiki/E-learning>

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Referencias electrónicas: Audio

Audacity

<http://audacity.sourceforge.net/?lang=es>

The Mod Archive

<http://modarchive.org/>

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Anexo A: Glosario

e-learning

Es un sistema de educación a distancia en el que se integra el uso de las tecnologías de la información y otros elementos pedagógicos (didácticos) para la formación, capacitación y enseñanza de los usuarios o estudiantes en línea, es decir, se puede entender como una modalidad de aprendizaje dentro de la educación a distancia. Literalmente e-learning es aprendizaje con medios electrónicos: enseñanza dirigida por la tecnología.

Feed-back

Retroalimentación, reacciones o respuestas que manifiesta un tutor a un alumno respecto a la situación del alumno, lo que es tenido en cuenta por éste para cambiar.

Flashcart

Sistema de Almacenamiento pensado inicialmente para la Scene de GameBoy Advanced que en la actualidad se esta usando como base para la Scene de DS. Existen diversos modelos y tipos ya que algunos incorporan una memoria limitada mientras que otros utilizan tarjetas de memoria como las usadas en las cámaras de foto digitales.

Homebrew

Se suele denominar homebrew (software casero no oficial) a las aplicaciones y juegos creados por programadores -aficionados y expertos- para cualquier plataforma, generalmente consolas de videojuegos propietarias. Recientemente, se han desarrollado consolas diseñadas específicamente para la ejecución de software homebrew, el cual se caracteriza por ser gratuito y en su mayoría abierto.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Parser

El analizador sintáctico o parser convierte el texto de entrada en otras estructuras (comúnmente árboles), que son más útiles para el posterior análisis y capturan la jerarquía implícita de la entrada. En este proyecto se ha utilizado para leer el fichero XML con las preguntas de los test y trabajar sobre él.

Stylus

Un stylus es lo que se utiliza para usar pantallas táctiles, sobretodo de PDAs o en este caso Nintendo DS. Suelen ser una especie de lápices o bolígrafos de plástico que hacen que sea más preciso acceder a las opciones táctiles o escribir en este tipo de pantallas.

Scene

Movimiento alternativo popular que busca el aprovechamiento de un sistema más allá del determinado por su fabricante. De la scene se pueden sacar aplicaciones como emuladores de consolas antiguas, reproductores de video o audio, aplicaciones, juegos caseros, etc.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Anexo B: Manual de usuario

1. INSTALACIÓN Y PREPARACIÓN PREVIA DE LA APLICACIÓN

El sistema consiste en un fichero llamado **eLearning.nds** que contiene la aplicación y un fichero llamado **test.xml** que contendrá las preguntas que queramos cargar.

El fichero **test.xml** se deberá crear mediante las especificaciones que se mencionan en el capítulo 4.7 de la memoria. Para poder editarlo, bastará cualquier editor de texto o código y guardarlo con el mismo nombre y extensión.

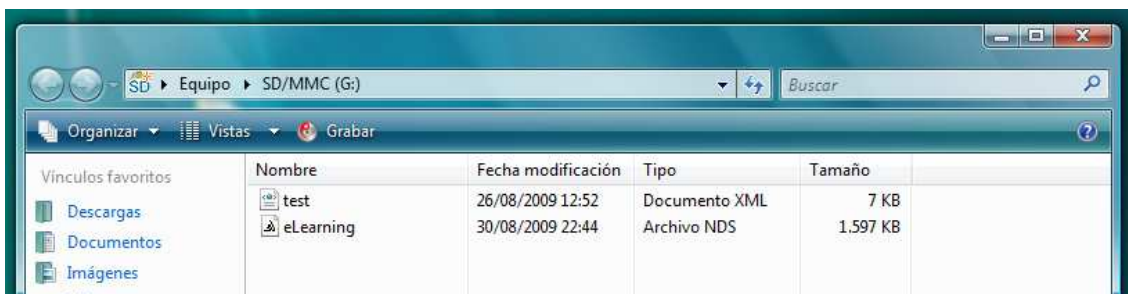


Fig. 1 Los archivos han de copiarse al mismo directorio

Para hacer funcionar la aplicación mediante un flashcart, deberemos introducir los dos archivos en la tarjeta de la memoria en el mismo directorio y una vez ahí ejecutarlo desde el menú de aplicaciones del flashcart que estemos usando. Si preferimos ejecutarlo mediante un emulador, antes deberemos asegurarnos que permite lectura/escritura de archivos en FAT.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



2. MANUAL DE USO DE LA APLICACIÓN

2.1 Pantallas de crédito

Al iniciar la aplicación, veremos aparecer las pantallas de crédito. Tras un corto periodo de tiempo desaparecen y nos muestran la pantalla de selección de usuario. Podemos acelerar este proceso pulsando sobre la pantalla táctil.

2.2 Selección de usuario

En el menú de selección de usuario, se muestran tres perfiles de datos distintos donde poder guardar nuestros datos. Pulsando sobre el icono de usuario podremos elegir cual es el que queremos usar, y el usuario seleccionado se verá resaltado por una pequeña flecha que aparecerá a su lado. Al lado de este icono veremos el nombre del usuario y su nivel de conocimientos actual.

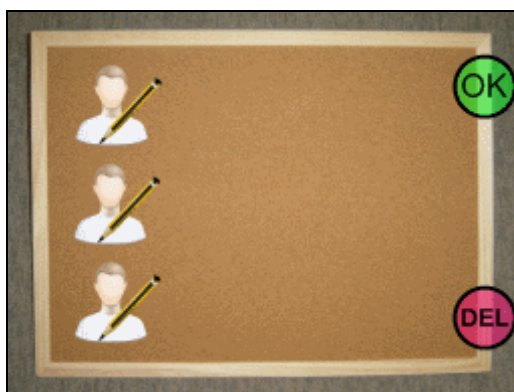


Fig. 2 Selección de usuario (pantalla inferior)

Si tenemos un usuario seleccionado y queremos borrar esos datos, pulsaremos sobre el botón rojo que está en la parte inferior derecha de la pantalla táctil. Se nos pedirá confirmación sobre esta acción y si seleccionamos que queremos continuar se borrarán estos datos creando un perfil de usuario vacío en su lugar.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Una vez tengamos seleccionado el usuario que usaremos en la aplicación, pulsaremos el botón verde que aparece en la parte superior derecha de la pantalla táctil y nos aparecerá el menú principal de la aplicación. Si los datos eran vacíos, pasaremos por una pantalla previa donde introduciremos nuestro nombre de usuario mediante un teclado táctil en la pantalla inferior.

2.3 Menú principal

Desde el menú principal se nos ofrecen las cuatro opciones siguientes que deberemos seleccionar pulsando en la pantalla táctil:

- **Inicio Rápido:** La aplicación generará un test con diez preguntas de dificultad aleatoria de las que se encuentran en el archivo XML, ideal para probar el programa o para poner a prueba los conocimientos del usuario nada más empezar.
- **Nuevo Test:** La aplicación generará un test con dificultad adaptada al nivel actual de conocimientos del usuario con diez preguntas que se encuentran en el archivo XML. Por ejemplo, si el nivel del usuario es Muy Fácil, generará un test con 4 o 5 preguntas de ese nivel, 2 o 3 de nivel Fácil y alguna de nivel Difícil o Muy Difícil. Esta opción es la recomendada para progresar mediante los conocimientos que vaya adquiriendo el usuario.
- **Mis Notas:** En esta pantalla el usuario verá datos correspondientes a su nivel de aprendizaje tales como número de tests realizados, respuestas acertadas, tasa de acierto...
- **Opciones:** Desde esta opción tendremos acceso a las pantallas de configuración de la aplicación. Podremos parametrizar el nivel de conocimientos del usuario y aplicar cambios al sistema de reconocimiento de escritura.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



También podremos volver a la pantalla de selección de usuario finalizando la sesión mediante el icono que aparece en la esquina superior derecha de la pantalla. Se nos pedirá confirmación de este paso y se guardarán los datos del usuario.



Fig. 3 Menú principal (pantalla inferior)

2.4 Inicio Rápido / Nuevo Test

Ambas opciones llevan al modo de realización de tests, cambiando la manera de generarlos. La primera genera un test con diez preguntas aleatorias y el segundo uno con diez preguntas adaptadas al nivel del usuario.

En la pantalla superior se nos mostrará la siguiente información, que es común a todos los tipos de test:

- **Número de pregunta:** el color del texto también nos indica la dificultad de esta (**Muy Fácil**, **Fácil**, **Normal**, **Difícil**, **Muy Difícil**)
- **Número de respuestas correctas**
- **Enunciado**

En caso de que la pregunta sea de tipo MultipleChoice, en la pantalla superior se mostrarán las cuatro opciones posibles. Si la pregunta es de cualquier otro tipo, se mostrará el texto con la respuesta que estemos introduciendo.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Para responder a la pregunta si es de tipo MultipleChoice se nos mostrarán en la pantalla táctil cuatro opciones donde deberemos seleccionar la correcta pulsando en ella. Una vez seleccionada la que creamos correcta, pulsaremos el botón verde. Si deseamos borrar la selección, se puede hacer con el botón rojo.

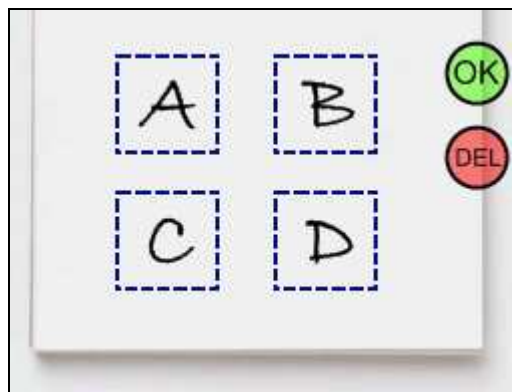


Fig. 4 Pregunta con respuesta de tipo MultipleChoice (pantalla inferior)

En caso de que la pregunta sea de otro tipo, deberemos responderla escribiendo letra a letra la solución en la pantalla táctil. Si el sistema reconoce la letra introducida, al desaparecer de la pantalla inferior los trazos se nos mostrará en la pantalla superior la letra reconocida. En caso contrario, no se mostrará ninguna letra y el sistema esperará a que se introduzca otra. Si deseamos borrar la última letra introducida la podemos borrar pulsando en el botón rojo. Si damos por correcta la respuesta introducida, pulsaremos sobre el botón verde. Si queremos añadir un espacio, pulsaremos sobre el texto [SPC] que está debajo de los botones.

Una vez pulsemos el botón verde, el sistema mirará si la respuesta introducida es la correcta. En caso de las preguntas MultipleChoice, marcará la respuesta en verde si es correcta o mostrará en rojo cuál debería haberse introducido. En las demás preguntas, recibiremos un mensaje de confirmación si la respuesta era correcta o veremos un mensaje indicándonos cuál era en realidad.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



En cualquier momento podemos pulsar el botón Start para volver al menú principal. Se nos pedirá confirmación de esta acción en la pantalla táctil.

Una vez terminado el test, se nos mostrará una pantalla resumen de cómo ha ido el test y volveremos al menú principal de nuevo.

2.5 Opciones

En el menú de opciones podemos configurar la aplicación. La opción de la izquierda nos permite modificar parámetros globales y la de la derecha acceder al sistema de modificación de escritura.

Opciones Usuario

Desde esta opción configuraremos los siguientes parámetros:

- **Nivel:** indica el nivel de conocimientos del usuario
- **Progresión:** indica cuánto se tarda en progresar entre niveles. Cuanto más alto es el número más se tardará en pasar de nivel y cuanto más pequeño sea menos se tardará.



Fig. 5 Opciones de usuario (pantalla inferior)

Para modificar estos parámetros, se hace pulsando en los círculos que aparecen a izquierda y derecha de la opción requerida. Si deseamos restablecer los parámetros a su valor por defecto, pulsaremos el botón rojo.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Si hemos acabado de hacer las modificaciones y queremos salir guardando los cambios, pulsaremos el botón verde y regresaremos al menú principal.

Configuración de la escritura

Esta opción hará que se nos muestre en la pantalla inferior un teclado táctil donde seleccionaremos el carácter que queremos modificar. Una vez seleccionado, accederemos a la pantalla de introducción de nuevas formas de escritura donde podemos definir hasta veinte maneras distintas de escribir cada letra.

Al introducir una nueva forma, el sistema la guardará en memoria y nos mostrará un mensaje para indicarlo. Si queremos borrar la última forma introducida pulsaremos el botón rojo. Una vez hayamos introducido todas las nuevas formas deseadas, pulsaremos el botón verde y retornaremos al menú principal.

2.6 Mis Notas

Desde esta opción del menú principal, podemos ver los datos globales del perfil tales como el nivel de conocimientos actual, tests realizados, tasa de acierto... Pulsando en la pantalla táctil volveremos al menú principal.

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Anexo C: Sistema de ajuste dinámico de la dificultad

En este anexo se detallarán los cálculos que se realizan a nivel interno para implementar el sistema de ajuste dinámico de dificultad de los tests.

Probabilidades

La probabilidad que tiene una pregunta de cierto nivel según el nivel que tiene el usuario se detalla en la siguiente tabla:

Nivel Usuario	Nivel Pregunta				
	1	2	3	4	5
1	60	25	10	4	1
2	15	60	15	7	3
3	5	15	60	15	5
4	3	7	15	60	15
5	1	4	10	25	60

Puntuación

A continuación se detalla el sistema de puntuación interno del ajuste dinámico de la dificultad. Dependiendo del nivel actual del usuario y del nivel de la pregunta tendrá un bonificador o penalizador diferente según si acierta o no la pregunta.

Nivel Usuario	Pregunta Nivel 1	
	Acierto	Error
1	+1	-0,5
2	+0,5	-1
3	+0,25	-2
4	+0,13	-3
5	+0,06	-4

Nivel Usuario	Pregunta Nivel 2	
	Acierto	Error
1	+2	-0,13
2	+1	-0,5
3	+0,5	-1
4	+0,25	-2
5	+0,13	-3

Proyecto	Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS		
Autor	Javier Mena Galindo	NIU	2132889



Pregunta Nivel 3		
Nivel Usuario	Acierto	Error
1	+3	-0,06
2	+2	-0,13
3	+1	-0,5
4	+0,5	-1
5	+0,25	-2

Pregunta Nivel 4		
Nivel Usuario	Acierto	Error
1	+4	-0,03
2	+3	-0,06
3	+2	-0,13
4	+1	-0,5
5	+0,5	-1

Nivel Pregunta 5		
Nivel Usuario	Acierto	Error
1	+5	-0,01
2	+4	-0,03
3	+3	-0,06
4	+2	-0,13
5	+1	-0,5

Como podemos observar en las tablas anteriores, en niveles más bajos se premia el acertar preguntas de niveles superiores y en cambio fallarlas casi no se tiene en cuenta. Por el contrario, en niveles altos acertar preguntas de nivel bajo no tienen casi incidencia pero fallarlas hace que la puntuación interna baje mucho.

El/la abajo firmante, *Javier Mena Galindo*
alumno/a de l'Escola Universitària d'Informàtica de la UAB,

CERTIFICA:

Que ha realizado la presente memoria y el proyecto
"Desarrollo de un sistema de e-Learning para Nintendo DS"

Y para que conste firma la presente.
Sabadell, "*septiembre*" de "2009"

Firmado: *Javier Mena Galindo*