UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LA LECTURA MUSICAL UTILIZANDO UN "GAMEPAD" DE SIETE NOTAS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO EN INFORMÁTICA

REALIZADO POR	Zambrano Miguelena, Luis E.
	Arrieta Camacho, Carlos A.
PROFESOR GUIA	Porras González, Ramón C.
FECHA	Octubre de 2010

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LA LECTURA MUSICAL UTILIZANDO UN "GAMEPAD" DE SIETE NOTAS

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: Dieciseis (16)

JURADO EXAMINADOR

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: BIAGIO CARTE	Nombre: Ramon Porras G.	Nombre: Ricardo Casanova.

REALIZADO POR	Zambrano Miguelena, Luis E.
	Arrieta Camacho, Carlos A.
PROFESOR GUIA	Porras González, Ramón C.
FECHA	Octubre de 2010

ÍNDICE GENERAL

SINOPSIS..... xi
INTRODUCCIÓN..... 1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 2
I.1 Objetivo general..... 3
I.2 Objetivos específicos..... 3
I.3 Alcance..... 3
I.4 Limitaciones..... 4
I.5 Justificación..... 5
II. MARCO REFERENCIAL..... 8
II.1 Elemento en el aprendizaje de la lectura musical..... 9
II.1.1 Pentagrama..... 9
II.1.2 Armaduras de claves..... 9
II.1.3 Notas..... 9
II.1.4 Pulsación o "tempo"..... 9
II.1.5 Compás..... 10
II.1.6 Intervalo..... 10
II.1.7 Escalas..... 10
II.1.8 Figuras rítmicas..... 10
II.2 Gamepad..... 10
II.3 Arduino..... 11
II.4 Adobe Flash..... 11
II.5 ActionScript..... 12
II.6 Edutaiment..... 12
II.7 Extensible Markup Language..... 12
III. METODOLOGÍA..... 13
III.1 Determinación de la metodología..... 13
III.2 Metodología de desarrollo de Materiales Educativos Computarizados..... 13

III.3 Aplicación de la metodología de desarrollo de Materiales Educativos Computarizados 14
IV. DESARROLLO 15
IV.1 Introducción 15
IV.2 Fase 1: Análisis 15
IV.2.1 Levantamiento de información 16
IV.2.2 Análisis de la información recolectada 18
IV.2.3 Propuesta de solución 20
IV.3 Fase 2: Diseño de la alternativa 21
IV.3.1 Entorno para el diseño del Material Educativo Computarizado (MEC) 21
IV.3.1.1 Población objetivo 21
IV.3.1.2 Área de contenido 22
IV.3.1.3 Necesidad educativa 22
IV.3.1.4 Limitaciones y recursos para los usuarios 22
IV.3.1.5 Equipo y soporte lógico necesario 23
IV.3.2 Diseño educativo 23
IV.3.2.1 ¿Qué aprender con el Material Educativo Computarizado? 23
IV.3.2.2 Ambiente o Micromundo 23
IV.3.2.3 ¿Cómo saber que el aprendizaje se está logrando? 24
IV.3.2.4 Motivar y mantener motivados 24
IV.3.3 Diseño de la comunicación 25
IV.3.3.1 Dispositivos de entrada y salida 25
IV.3.3.1.1. Dispositivo Arduino y programa serializador 26
IV.3.3.2 Zonas de comunicación 27
IV.4 Fase 3: Diseño de interfaces 28
IV.4.1 Interfaz de usuario 28
IV.5 Fase 4: Diseño computacional 29
IV.5.1 Funciones de apoyo para el estudiante 29
IV.5.2 Estructura lógica 30

IV.6 Fase 5: Desarrollo..... 30
IV.6.1 Lenguajes de programación..... 30
IV.6.2 Desarrollo de la aplicación..... 31
IV.6.2.1 Módulos de la aplicación..... 33
IV.6.2.1.1 Módulo teórico del lenguaje musical..... 33
IV.6.2.1.1.1 Ventana de menú para teorías 33
IV.6.2.1.1.2 La música..... 34
IV.6.2.1.1.3 El pentagrama..... 35
IV.6.2.1.1.4 Las notas..... 35
IV.6.2.1.1.5 Líneas adicionales..... 35
IV.6.2.1.1.6 Las claves..... 35
IV.6.2.1.1.7 Los silencios..... 36
IV.6.2.1.1.8 Los intervalos..... 36
IV.6.2.1.1.9 Menú de selección de ejemplos..... 36
IV.6.2.1.1.10 Ejemplo de lectura de redondas..... 36
IV.6.2.1.1.11 Ejemplo de lectura de silencio de redondas..... 37
IV.6.2.1.1.12 Ejemplo de lectura de blancas..... 37
IV.6.2.1.1.13 Ejemplo de lectura de silencio de blancas..... 37
IV.6.2.1.1.14 Ejemplo de lectura de negras..... 38
IV.6.2.1.1.15 Ejemplo de lectura de silencio de negras..... 38
IV.6.2.1.1.16 Ejemplo de lectura de corcheas..... 38
IV.6.2.1.1.17 Ejemplo de lectura de silencio de corcheas..... 38
IV.6.2.1.1.18 Ejemplo de lectura de semicorcheas..... 38
IV.6.2.1.1.19 Ejemplo de lectura de silencio de semicorcheas..... 38
IV.6.2.1.2 Módulo práctico..... 39

IV.6.2.1.2.1 Practicar con ejercicios..... 39
IV.6.2.1.2.2 Realizar examen..... 40
IV.6.2.1.2.3 Partida juego..... 41
IV.6.2.1.3 Módulo de áreas comunes..... 43
IV.6.2.1.3.1 Inicio de sesión..... 43
IV.6.2.1.3.2 Registro de usuarios..... 44
IV.6.2.1.3.3 Menú principal..... 44
IV.6.2.1.3.4 Puntuación..... 45
IV.6.2.1.3.5 Ayuda sobre el uso del Gamepad..... 46
IV.7 Programación del Arduino..... 46
IV.8 Construcción del Gamepad..... 47
IV.9 Pruebas..... 48
IV.9.1 Pruebas de expertos..... 48
IV.9.1.1 Prueba con experto en la enseñanza de lectura musical..... 49
IV.9.1.1.1 Planificación y diseño de la prueba..... 49
IV.9.1.1.2 Ejecución de la prueba..... 50
IV.9.1.1.3 Resultados..... 50
IV.9.1.2 Prueba con experto en tecnología educativa (evaluación metodológica)..... 50
IV.9.1.2.1 Planificación y diseño de la prueba..... 50
IV.9.1.2.2 Ejecución de la prueba..... 51
IV.9.1.2.3 Resultados..... 51
IV.9.1.3 Prueba con experto en informática..... 52
IV.9.1.3.1 Planificación y diseño de la prueba..... 52
IV.9.1.3.2 Ejecución de la prueba..... 52
IV.9.1.3.3 Resultados..... 53
IV.9.2 Prueba de campo..... 53
IV.9.2.1 Planificación y diseño de la prueba..... 53
IV.9.2.2 Ejecución de la prueba..... 54
IV.9.2.3 Resultados de la prueba 57

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 59
APÉNDICES 62
APÉNDICE A. COMPLEJIDAD DE MENOR A MAYOR EN EJERCICIOS 62
APÉNDICE B. RELACIÓN DE NOTAS Y ESTRUCTURA DE ARCHIVO XML 63
APÉNDICE C. MODIFICACIÓN DEL CONTENIDO DEL ARCHIVO XML 64
APÉNDICE D. ALGORITMO DE POSICIONAMIENTO DE NOTAS EN EL PENTAGRAMA 65
APÉNDICE E. CAMBIO SUGERIDO POR EXPERTOS EN TECNOLOGÍA EDUCATIVA 66
APÉNDICE F. CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA SERIALIZADOR 67
APÉNDICE G. COMUNICACIÓN Y VALIDACIÓN DE LAS NOTAS EJECUTADAS 68
APÉNDICE H. FORMATO EMEC-02. FORMULARIO PARA LA VALORACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO POR EXPERTO EN CONTENIDO 70
APÉNDICE I. FORMATO EMEC-03. FORMULARIO PARA LA VALORACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO POR EXPERTO EN METODOLOGÍA 75
APÉNDICE J. FORMATO EMEC-04. FORMULARIO PARA LA VALORACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO POR EXPERTO EN INFORMÁTICA 79
APÉNDICE K. INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS DE LECTURA MUSICAL 84
APÉNDICE L. FOTOS DE PRUEBA PILOTO INSTITUTO EDUCACIONAL PLAZA SÉSAMO 86
APÉNDICE M. FOTOGRAFÍAS DEL GAMEPAD 87
APÉNDICE N. VENTANAS DEL SOFTWARE EDUCATIVO 88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Figuras musicales..... 10
Tabla 2. Resultados obtenidos de la recolección de información para la identificación de problemas en el proceso de aprendizaje de la lectura musical..... 18
Tabla 3. Resultados obtenidos de la recolección de información para la identificación de las causas de problemas en el proceso de aprendizaje de la lectura musical..... 19
Tabla 4. Identificación y descripción de placas Arduino según sus características..... 24
Tabla 5. Funciones de apoyo para el estudiante del software educativo para el aprendizaje musical..... 29
Tabla 6. Aspectos fundamentales según la evaluación de la experta en metodología..... 51
Tabla 7. Actividades de la prueba de campo de alumnos del Instituto Educacional Plaza Sésamo 54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Armaduras de claves..... 9
Gráfico 2. Principales pilares de la metodología utilizada..... 14
Gráfico 3. Etapas de la aplicación de la Metodología de Desarrollo de Materiales Educativos Computarizados..... 14
Gráfico 4. Instrumento de recolección de información para la identificación de problemas en el proceso de aprendizaje de la lectura musical..... 17
Gráfico 5. Representación gráfica de la vista superficial del Gamepad.. 25
Gráfico 6. Distribución de la pantalla 28
Gráfico 7. Flujograma de estructura del software educativo para el aprendizaje musical 30
Gráfico 8. Personaje Danhauser, asistente de la aplicación 32
Gráfico 9. Representación gráfica de la estructura que caracteriza a aplicaciones en Flash 32
Gráfico 10. Circuito de siete (7) pulsadores y Arduino nano 48

SINOPSIS

El presente trabajo de grado tiene como objetivo desarrollar un software educativo que apoye a cualquier persona interesada en el aprendizaje de la lectura musical.

Para detectar la necesidad de desarrollo de este software se realizó una investigación bibliográfica y de campo, lo cual resultó en el descubrimiento de desmotivación, falta de tiempo para practicar lo aprendido y dificultad en aprender el componente teórico del tema. Por lo tanto se procedió al desarrollo del software haciendo uso de la metodología de Desarrollo de Software Educativo propuesta por Álvaro Galvis (1992), basada principalmente en la visión del proyecto como un trayecto compuesto por varias fases (análisis, diseño, desarrollo y pruebas) que tienen como resultado final un software educativo eficiente y eficaz.

La implementación del software se realizó bajo el lenguaje ActionScript, el cual está directamente asociado a Adobe Flash. Adicionalmente, se construyó un Gamepad que cuenta con 7 botones, cada uno representando las notas musicales; adicionalmente se utilizó la placa interfaz Arduino Nano que usa un lenguaje de programación basado en C/C++ y el programa serializador Serproxy para permitir la conexión al computador vía cable USB.

Desarrollada la aplicación se realizó una división analítica de la misma en tres módulos: teórico, práctico y áreas comunes; las mismas componen los principales rasgos que apoyan al estudiante durante el proceso de aprendizaje: aprender la teoría de forma dinámica, visualizar ejemplos, realizar ejercicios y exámenes y observar su puntuación en relación a su propio desempeño y el de otros usuarios.

Posterior al desarrollo, se realizaron tres (3) pruebas con expertos y estos concluyeron que hay coherencia del software desarrollado con el objetivo que persigue. Al mismo tiempo se realizó una (1) prueba de campo con niños de 10 a 15 años para evaluar el software, y esta prueba reflejó un incremento en el conocimiento teórico de la música, y solo los que mostraron mayor interés en la parte práctica lograron acertar parcialmente las prácticas y exámenes iniciales que el software dispone.

INTRODUCCIÓN

La lectura musical es uno de los aspectos que presenta mayor dificultad dentro del proceso de aprendizaje en el área. Se encuentran grandes obstáculos en la motivación e interés de los estudiantes de música para aprender, comprender, interpretar y ejercitar el conocimiento vinculado la lectura musical. Así, se detectó la necesidad de crear un software educativo que se utilice como herramienta de apoyo para el aprendizaje del tema. De esta manera, este Trabajo Especial de Grado tiene como principal objetivo el desarrollo de una aplicación para el aprendizaje de la lectura musical permitiendo la interacción del estudiante con el computador a través de un Gamepad construido especialmente para tal fin. El documente hace un recorrido a través del proceso de planteamiento, análisis, desarrollo y evaluación del software, estructurándose en cinco grandes secciones:

I. Sección I. Planteamiento del problema: se describe la problemática detectada alrededor de la lectura musical, objetivos, alcance, limitaciones y justificación.

II. Sección II. Marco referencial: se hace una revisión de los principales conceptos y definiciones que debieron tenerse en cuenta para el desarrollo del concepto y del software como tal.

III. Sección III. Metodología: se identifica la metodología utilizada para el desarrollo del software, planteada por Álvaro Galvis (1992).

IV. Sección IV. Desarrollo: se hace una descripción de los elementos utilizados durante el desarrollo del software, sus partes y funcionalidades. Posteriormente se exponen los resultados obtenidos en las pruebas realizadas al software por expertos y por un grupo de estudiantes.

V. Sección V. Conclusiones y recomendaciones: con base en la experiencia de desarrollo del software educativo y las pruebas realizadas al mismo se precisan aspectos concluyentes del proyecto culminado y las posibles opciones a tomar en cuenta que permitirían un incremento en los impactos del software en los estudiantes de lectura musical.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aprendizaje de la lectura musical es por lo general una actividad rigurosa, disciplinada y en muchos de los casos tediosa, ya que para lograr leer partituras con fluidez se deben repetir ejercicios de forma prolongada.

A través de los años, todo estudiante o cualquier persona interesada en ejecutar un instrumento musical debe algún día toparse con una partitura, y pasar por el riguroso proceso de la lectura y el "pulsado" o "marcado" manual, que consiste en llevar el "tempo" de una melodía, notas, y cantar su tonalidad. Esto generalmente es conocido como "Teoría y Solfeo".

A pesar de los avances de hoy en día, todavía en las escuelas de música se sigue el método tradicional de aprendizaje, que es el "marcado" o "pulsación" que debe ser estrictamente supervisado de la mano de un profesor de música y será éste quién dictamine el progreso del alumno; este profesor corregirá al estudiante, le dará instrucciones y lo preparará para la siguiente lección, de esta manera se establece una relación de dependencia del estudiante hacia el profesor.

En la actualidad, se pueden encontrar muy pocos juegos que pudieran tener un enfoque musical, entre ellos se encuentra "Guitar Hero"; sin embargo, éste último sólo se limita al desarrollo del área mecánica y de entretenimiento dejando de lado el área musical propiamente dicha, es decir, solamente se ejecutan las "rítmicas" que allí se colocan y el jugador no aprende ni interpreta aspectos musicales, por lo tanto, podría decirse que es un juego enfocado al entretenimiento más no al área académica.

En este sentido, se considera necesario crear una aplicación que facilite el aprendizaje de la música de forma autónoma, incorporando e integrando innovaciones tecnológicas de hardware y software.

I.1 Objetivo general.

Desarrollar un software educativo para el aprendizaje de la lectura musical que permita la interacción entre el jugador y la aplicación mediante un "Gamepad" o circuito de siete notas.

I.2 Objetivos específicos.

- Diseñar los módulos para el aprendizaje de la lectura musical utilizando la metodología de la obra "Ingeniería de Software Educativo" del Profesor Álvaro Galvis (1992).
- Desarrollar los módulos de aprendizaje integrándolos en una aplicación que permita la comunicación con el Gamepad.
- Identificar y seleccionar la placa-interfaz para que el circuito genere señales reconocibles al computador.
- Programar la placa-interfaz seleccionada.
- Construir un circuito o Gamepad que será el control de mando del Software Educativo.
- Seleccionar un programa serializador.
- Evaluar el Software Educativo desarrollado mediante el juicio de expertos y una prueba piloto en el "Instituto Educacional Plaza Sésamo".

I.3 Alcance.

- Este software educativo proporciona información didáctica al estudiante sobre la ejecución y lectura de una nota, rítmica y valores; el mismo se divide en niveles de dificultad, cada nivel contendrá un módulo de aprendizaje teórico y sus respectivos ejercicios. El Software Educativo posee características que permite evaluar, corregir y motivar al estudiante en el transcurso de cada uno de los ejercicios, considerando el método de enseñanza musical de Danhauser. El software ha sido desarrollado con la supervisión y orientación de la Coordinación de Tecnología Educativa de la Escuela

de Educación de la Universidad Católica Andrés Bello, de manera que se garantice la existencia de los aspectos pedagógicos que requiere el juego.

- Este software también cuenta con un módulo de "guardado" que se ejecuta una vez finalizada la partida, en donde se lleva un registro del nivel alcanzado, puntuación, récords y ranking del estudiante y el resto de los usuarios que hayan usado la aplicación anteriormente.

- Se construyó un Gamepad (que sirve como interfaz entre la aplicación y el usuario) con botones de colores y relieve indicando su nota que representa; el principal objetivo de esto es lograr que el Gamepad sea amigable e interactivo.

- Se programó la placa "Arduino" para que interprete el circuito y genere señales que puedan ser entendidas por el computador via USB.

- Para la evaluación del software educativo se utilizó la metodología del profesor Álvaro Galvis haciendo uso de un diseño experimental en estudiantes con edades comprendidas entre 10 y 15 años; en el mismo se evaluó el aprendizaje de lectura musical de dos grupos: el primero de ellos está compuesto por estudiantes que utilizaron el software en un período de tiempo determinado y otro grupo control (que durante el mismo período de tiempo trabajaron con el método convencional de aprendizaje musical).

- Se realizó la prueba del Software a través de cuatro (4) vias. Tres de ellas mediante el Juicio de Expertos que evaluarán tres aspectos distintos del software educativo, así se cuenta con la opinión de los siguientes evaluadores: un especialista en Contenido Musical, un especialista en Software Educativo y un especialista en Informática. Cada uno de ellos utilizó un instrumento de evaluación que les permitió evaluar y recomendar posibles modificaciones para la mejora del software.

I.4 Limitaciones.

- Teniendo en cuenta que la base principal del aprendizaje musical es el entendimiento de partituras, escalas, notas, y la existencia de una gran variedad de armaduras de claves y figuras con distintos niveles de complejidad; el Software Educativo limita su ejecución a la escala de "Do" mayor con armadura de clave en

"Sol". Asimismo, se utilizaron notas con valores de "Redonda", "Blanca", "Negra", "Corchea", "Semicorchea" con sus respectivos silencios, así como de un "tempo" de 80 pulsaciones por minuto.

El Software Educativo desarrollado es monousuario, es decir, puede ser utilizado por un sólo usuario al momento de su ejecución.

- Para el "módulo de guardado" del Software Educativo y todo lo relacionado con datos y archivos se utilizó "Extensible Markup Language" (XML) o lenguaje de etiquetas.
- Para identificar y seleccionar la placa-interfaz se utilizaron las variantes de Hardware Libre "Arduino".
- El Gamepad contiene siete (7) botones, cada uno de ellos corresponde a una nota musical, es decir, "Do", "Re", "Mi", "Fa", "Sol", "La", "Si"; y cada uno de estos pulsadores tiene grabado en forma de relieve estas notas musicales con el color que corresponde al visualizado en las ventanas del software.
- En la construcción del Gamepad se implementó la placa base de Hardware Libre "Arduino" adicional al circuito anterior.
- Se utilizó un programa serializador para interpretar como Sockets las señales que viajan vía USB.
- Para la evaluación del Software Educativo participarán estudiantes de la Cátedra de Música del "Instituto Educacional Plaza Sésamo" bajo la supervisión del Profesor Gustavo Ardila.

1.5Justificación.

Se desea ampliar la forma del estudio de la música y el aprendizaje de la lectura musical mediante un software educativo interactivo en 2D por computadora, donde estudiantes de música, aficionados o cualquier persona interesada en el tema, lo utilice como una herramienta adicional y guía para practicar y perfeccionar su lectura musical de forma autodidacta, sin horarios y sin la presencia de un profesor de música.

Este software educativo está enfocado al aprendizaje de la lectura musical, es decir, contempla explicaciones previas sobre música, notas, valores, tonalidad, y la forma como deben ser ejecutadas para luego mostrar por pantalla una partitura con una melodía o ejercicio ajustado al nivel y elección del estudiante, en el cual, éste debe acertar las notas mostradas, tanto en su tonalidad como en su métrica.

Para el desarrollo de este software educativo se utilizó como base de desarrollo Flash y Actionscript, porque toda la parte visual requiere de movimiento, animaciones, y consideraciones visuales que ayuden, estimulen e incrementen la interactividad del estudiante.

Para añadir mayor interactividad al software educativo se construyó un dispositivo tipo "Gamepad" o circuito con siete (7) botones que será el "control para el juego" y éste está adaptado a una Placa Base de Hardware Libre (conocida como "Arduino") con puerto USB que hace de interfaz de comunicación entre el circuito y la computadora.

Este dispositivo tiene como funcionalidad principal estimular el aprendizaje musical del usuario del software, ya que los botones contienen las siete (7) notas musicales en colores y en relieve; además, esto último tiene el beneficio del aprovechamiento de los distintos sentidos del usuario, ya que no sólo puede interactuar con el software de manera visual y auditiva sino que también puede usar el sentido del tacto. Todo esto implicará que se logré un incremento de la experiencia del usuario.

También se busca que el Gamepad tenga un bajo costo ya que no contiene mayores implementos que los requeridos por el software; pues el circuito cuenta sólo con siete (7) pulsadores que representan cada una de las notas de la escala de "Do" Mayor utilizadas en esta aplicación. Por lo tanto, se descarta el uso del teclado de computador o cualquier dispositivo tipo teclado para las principales funcionalidades del software, ya que éstos no cuentan con las características anteriormente mencionadas.

El software educativo desarrollado está orientado al área académica y se pretende que funcione como una herramienta que facilite el aprendizaje de la lectura

musical, convirtiéndose en una actividad divertida, transparente, motivadora y educativa, logrando que cualquier persona que sienta interés juegue y logre leer y ejecutar notas musicales tanto en su rítmica como en su tonalidad, proporcionándole un valor agregado a la persona que interactúe con el mismo.

En síntesis, desde el punto de vista educativo este software:

1. Ofrece la opción de manipular un control, visualizar la partitura y escuchar las notas musicales mientras se ejecutan.
2. Estimula el aprendizaje de las notas musicales, al contar con un Gamepad que permite identificar las notas mediante su nombre, a la vez que asocia cada una a un color.
3. Apoya el proceso de enseñan y aprendizaje de la música con un enfoque educativo y de entretenimiento (Edutaiment).

Desde el punto de vista tecnológico-informático:

1. Se desarrolla e implementa con aplicaciones y hardware libre, lo que ofrece un abanico de posibilidades, pues existe abundante documentación, fácil acceso a las fuentes de desarrollo y alta adaptabilidad para proyectos emergentes y de bajo costo.
2. Descarta el uso de dispositivos adicionales; hace uso de un circuito de siete (7) pulsadores.
3. Desarrolla una interfaz que promueve la interacción usuario-máquina.

CAPITULO II
MARCO REFERENCIAL

La música, tal como explica Ana Lucía Frega, es un medio de expresión fundamental para los individuos y los sistemas sociales que ellos componen. A partir de la música se logra expresar un sentimiento tanto individual como cultural.

Los elementos básicos de la música son el hecho sonoro y el silencio; ambos, en relación, permiten la inteligibilidad e identificación de las formas musicales.

Para lograr sistematizar y replicar la música que se ha creado a lo largo del tiempo, los seres humanos crearon un lenguaje dedicado específicamente a la música, y por ende se acudió a un tipo de lectura especial denominada "lectura musical".

La estructura del lenguaje musical se basa en cuatro elementos principales: la altura, la duración, la intensidad y el timbre. A partir de la relación entre ellos, resulta lo que técnicamente se define como melodía, armonía y ritmo. A continuación se definen cada uno de estos elementos:

a) Ritmo: es un componente básico debido a que determina el ordenamiento del tiempo, éste define el tiempo de los sonidos y sus relaciones.

b) Melodía: es una serie de sonidos y silencios con una sucesión lógica, que poseen una identidad y significados propios dentro de un hecho sonoro.

c) Armonía: es aquella que busca dar orden, proporción, simetría, unidad y claridad a los hechos sonoros.

Teniendo en cuenta todos los elementos mencionados anteriormente, se debe resaltar la importancia de la lectura musical para lograr traducir el hecho sonoro al lenguaje universal de la música. Así, la lectura musical es un método por medio del cual los individuos logran transmitir, comprender y aprender el hecho musical, la música en general y los elementos que éstos implican. De igual forma, permite que el hecho musical replicable y perdurable sin estar atado a su creador o interprete.

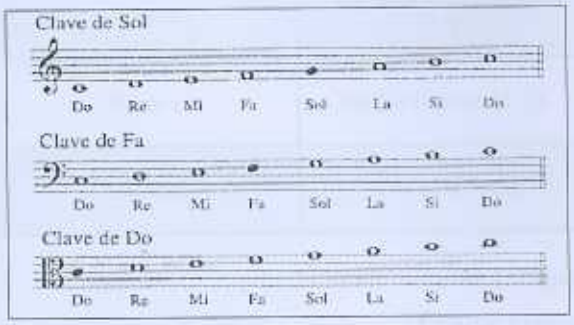
Existen diversas maneras por medios de las cuales se logra el entendimiento y lectura del lenguaje musical, entre los métodos que se utilizan para la enseñanza de la lectura musical se encuentran.

II.1 Elementos en el aprendizaje de la lectura musical.

La lectura musical implica el aprendizaje de diversos elementos que deben ser explicados en el presente proyecto, ya que han sido utilizados tanto para el software desarrollado como para el hardware que se construyó.

II.1.1 Pentagrama: se basa en la utilización de cinco líneas paralelas horizontales en las cuales se ordenan cada uno de los sonidos según la posición que estos tengan.

II.1.2 Armaduras de claves: las claves más utilizadas son la clave de "Sol", la de "Fa" y la de "Do". La diferencia entre cada una de ellas se basa en la posición (sobre la línea del pentagrama) en la cual se encuentra la nota respectiva, es decir, la clave de "Sol" comienza con la nota "Sol" en la línea numero dos del pentagrama; esto da como punto de referencia la posición del resto de las notas en el pentagrama.



Fuente: Castro Lobo, Manuel (2003). Musica para todos, una introducción al estudio de la música. Editorial de la Universidad de Costa Rica, Costa Rica. pag. 35.

Gráfico 1. Armaduras de claves.

II.1.3 Notas: este término se refiere a la representación de un sonido en el pentagrama, este varía según la posición en la que se dibuje la figura musical en el pentagrama, las notas son "Do", "Re", "Mi", "Fa", "Sol", "La" y "Si".

II.1.4 Pulsación o "tempo": se refiere a una serie de golpes regulares, muy semejante al pulso cardiaco; este pulso debe ser constante.

II.1.5 Compás: las pulsaciones se agrupan en cantidad de tiempos, las cuales pueden ser dos, tres o cuatro tiempos; a estas agrupaciones de pulsaciones se les denomina compás.

II.1.6 Intervalo: un intervalo es la distancia que existe entre una nota musical y otra.

II.1.7 Escala: son agrupaciones de sonidos ordenados y pueden ser de tipo: diatónicas, cromática, de tonos completos, pentatónica, entre otras.

II.1.8 Figuras Rítmicas: representan los tiempos que duran las notas; el significado de esta nota (Do, Sol, Fa) se traduce a través de sus posiciones en el pentagrama. A continuación se definen las figuras (con sus respectivos tiempos y silencios) que han sido utilizadas en el presente proyecto:

Nombre	Duración	Figuras	Silencios
Semicorchea	Un diez y seisavo de tiempo (1/16)		
Corchea	Un octavo de tiempo (1/8)		
Negra	Un cuarto de tiempo (1/4)		
Blanca	Medio tiempo (1/2).		
Redonda	Un (1) tiempo		

Tabla 1. Figuras musicales.

Fuente: Elaboración propia.

II. 2 Gamepad.

Un Gamepad es un dispositivo de entrada usado para interactuar con un videojuego ya sea para consola o PC. El Gamepad o control de mando permite interactuar con los elementos del juego para realizar las diversas acciones necesarias para cumplir los objetivos.

Los Gamepad's originalmente nacieron para las consolas pero al llegar los videojuegos a las computadoras personales estos llegaron a ser también un dispositivo indispensable como el mismo teclado o el ratón. Un Gamepad se caracteriza por ser un tablero con una o varias palancas o crucetas que pueden ser analógicas o digitales diseñadas para usarse con el dedo pulgar y una serie de botones generalmente colocados de su lado derecho cada uno con una función específica.

II.3 Arduino.

Arduino es una plataforma open-hardware basada en una sencilla placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales, y en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. Su corazón es el chip Atmega8, un chip sencillo y de bajo costo que permite el desarrollo de múltiples diseños.

Al ser open-hardware tanto su diseño como su distribución es libre. Es decir, puede utilizarse libremente para desarrollar cualquier tipo de proyecto sin tener que adquirir ningún tipo de licencia.

Arduino puede utilizarse en el desarrollo de objetos interactivos autónomos o puede conectarse a un PC a través del puerto serie utilizando lenguajes como Flash, Processing, MaxMSP, etc.

II.4 Adobe Flash.

Adobe Flash (anteriormente llamado Macromedia Flash) es una aplicación en forma de estudio de animación que trabaja sobre "Fotogramas" destinado a la producción y entrega de contenido interactivo para diferentes audiencias alrededor del mundo sin importar la plataforma. Es actualmente escrito y distribuido por Adobe Systems, y utiliza gráficos vectoriales e imágenes ráster, sonido, código de programa, flujo de vídeo y audio bidireccional (el flujo de subida sólo está disponible si se usa conjuntamente con Macromedia Flash Communication Server). En sentido estricto, Flash es el entorno y Flash Player es el programa de máquina virtual utilizado para ejecutar los archivos generados con Flash.

II.5 ActionScript.

ActionScript es un lenguaje de programación orientado a objetos (OOP), utilizado en especial en aplicaciones web animadas realizadas en el entorno Adobe Flash, la tecnología de Adobe para añadir dinamismo al panorama web. Fue lanzado con la versión 4 de Flash, y desde entonces ha ido ampliándose poco a poco, hasta llegar a niveles de dinamismo y versatilidad muy altos en la versión 10 (Adobe Flash CS4). ActionScript es un lenguaje de script, esto es, no requiere la creación de un programa completo para que la aplicación alcance los objetivos.

II.6 Edutaiment.

El Edutaiment es en la actualidad el recurso emergente más destacado y con mayor potencial en el marco de la formación y de la educación apoyada en entorno telemático.

Uno de los objetivos más relevantes que justifican el desarrollo del Edutaiment es la necesidad de acrecentar la motivación de los alumnos hacia cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje, en sus vertientes colectiva e individual.

II.7 Extensible Markup Language.

XML, siglas en inglés de Extensible Markup Language (lenguaje de marcas extensible), es un metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C). Es una simplificación y adaptación del SGML y permite definir la gramática de lenguajes específicos (de la misma manera que HTML es a su vez un lenguaje definido por SGML). Por lo tanto XML no es realmente un lenguaje en particular, sino una manera de definir lenguajes para diferentes necesidades.

XML no ha nacido sólo para su aplicación en Internet, sino que se propone como un estándar para el intercambio de información estructurada entre diferentes plataformas. Se puede usar en bases de datos, editores de texto, hojas de cálculo y casi cualquier cosa imaginable.

CAPITULO III
METODOLOGÍA

En este capítulo se hace una descripción y recopilación de la metodología utilizada para el desarrollo y construcción del presente proyecto.

III.1 Determinación de la metodología.

Teniendo en cuenta que el presente proyecto tiene como principal objetivo el desarrollo de un software de aprendizaje de la lectura musical y un dispositivo para llevar a cabo el mismo, se consideró adecuada la selección de una metodología de desarrollo adaptada a un contexto educativo.

De esta manera se hace necesaria la aplicación de la metodología de desarrollo denominada "Metodología de Desarrollo de Materiales Educativos Computarizados" (MECs), ya que la misma es recomendada para proyectos en los que los requerimientos tienen como base fundamental un aporte educativo.

III.2 Metodología de Desarrollo de Materiales Educativos Computarizados.

Metodología de Desarrollo de Materiales Educativos Computarizados (MECs) es una metodología que se fundamenta en identificar las situaciones problemáticas, analizar dicha situación y buscar una solución desde el punto de vista pedagógico pero utilizando como herramienta los medios computarizados.

Una de sus principales ventajas es que permite al grupo de desarrollo enfocarse desde un comienzo en desarrollar una solución orientada principalmente a generar el aporte de una herramienta pedagógica educativa.

El origen de esta metodología se remonta al año 1992, momento en el cual el profesor Álvaro H. Galvis Panquea publica la misma en su libro "Ingeniería del Software Educativo". Desde ese entonces, esta metodología ha sido utilizada en gran cantidad de proyectos desarrollados con la finalidad de generar una solución informática educativa.

La base fundamental de esta metodología consiste en cuatro pilares principales:

Gráfico 2. Principales pilares de la metodología utilizada.

Fuente: Elaboración propia.

III.3 Aplicación de la Metodología de Desarrollo de Materiales Educativos Computarizados.

Tomando en cuenta la bibliografía especializada en esta metodología se pueden definir las siguientes etapas:

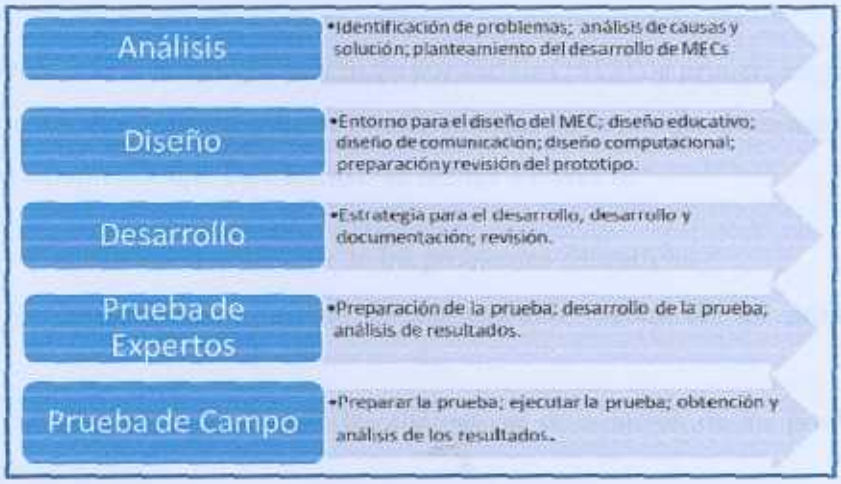


Gráfico 3. Etapas de la aplicación de la Metodología de Desarrollo de Materiales Educativos Computarizados.

Fuente: Elaboración propia basándose en la metodología propuesta por Galvis (1992).

CAPITULO IV
DESARROLLO

IV.1 Introducción.

Este capítulo tiene como principal objetivo explicar cada uno de los procesos asociados al desarrollo del software educativo para la lectura del aprendizaje musical. Como se menciona en el capítulo previo, se utilizó la metodología del profesor Álvaro Galvis planteada en su trabajo denominado Ingeniería de Software educativo (1992).

A lo largo de este apartado se hace referencia a cada una de las fases en las que incurrió el desarrollo del software anteriormente señalado de acuerdo a la metodología planteada por Galvis (1992), a saber: análisis, diseño, desarrollo, prueba de expertos y prueba de campo.

De manera que, a continuación se presenta la descripción de las actividades asociadas a cada fase y su desarrollo.

IV.2 Fase uno: Análisis.

De acuerdo a la metodología propuesta por Galvis (1992), la primera etapa en el desarrollo de cualquier software educativo es el análisis de la problemática asociada a algún proceso de aprendizaje. Este análisis se realiza a través de:

1. Identificación y análisis de los problemas educativos.
2. Identificación y análisis de las posibles causas de los problemas educativos.
3. Análisis y propuesta de las alternativas de solución de los problemas educativos identificados.
4. Análisis de aplicaciones como herramientas para la solución de los problemas educativos.
5. Consulta y valoración de involucrados en el proceso de aprendizaje de la problemática planteada.

El principal objetivo de esta fase es determinar los problemas en el proceso de aprendizaje, evaluar las causas de estos problemas y así plantear una o varias alternativas para dar solución a los problemas identificados.

IV.2.1 Levantamiento de la información.

Teniendo en cuenta la propuesta de Galvis (1992), la fase inicial del presente trabajo se comenzó con la identificación de los problemas asociados al aprendizaje de la lectura musical. Esta identificación se hizo a través de dos vías principalmente: consulta a actores involucrados en el proceso de aprendizaje de lectura musical y revisión bibliográfica sobre el tema.

Para realizar el levantamiento de información, en primer lugar, se hizo una revisión bibliográfica sobre el proceso de enseñanza musical y el análisis de dicho proceso para conocer cada uno de los pasos que se siguen para transmitir el conocimiento de un profesor de música a un estudiante.

Luego de conocer suficiente sobre el proceso de enseñanza de música se realizó una evaluación de campo sobre los posibles problemas de aprendizaje de la lectura musical a través de la utilización de un instrumento de identificación especializado en el área. Dicho instrumento consta de dos partes: la identificación de los posibles problemas y la identificación de las posibles causas.

El "Instrumento de recolección de información" (ver Gráfico 4) fue aplicado a nueve (09) estudiantes de música con edades comprendidas entre diez (10) y quince (15) años y además, con la colaboración de un (1) profesor especializado en enseñanza de música, todos éstos forman parte del Instituto de Educacional Plaza Sésamo.

Es importante destacar que los estudiantes y el profesor que fueron entrevistados no han hecho uso de recursos tecnológicos para transmitir conocimiento musical, siempre se ha manejado con el método tradicional de enseñanza de la lectura musical. El instrumento de recolección de información está conformado por las siguientes preguntas:

INSTRUMENTOS PARA LA FASE DE ANALISIS DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
"DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LA LECTURA MUSICAL UTILIZANDO UN "GAMEPAD" DE SIETE NOTAS"

Por favor marque con una X los puntos que usted considera son más difíciles de realizar o enseñar.

Objetivos pedagógicos de teoría y solfeo:

Descripción del objetivo problema	Identificación del problema
Realizar una correcta lectura sobre intervalos en notas.	
Realizar ejercicios de lectura con notas de distinta duración (Blancas con corcheas , Negras con redondas, entre otras)	
Realizar ejercicios de lectura con notas de una misma duración. (Solo blancas, Solo negras, etc.)	
Realizar una correcta interpretación de los símbolos que puede contener una partitura (Signos de repetición, alteraciones, etc.)	
Realizar la correcta construcción de escalas musicales	
Realizar una correcta ejecución instrumental	
Realizar una correcta ejecución instrumental basándose en la lectura de una partitura	
Realizar una identificación correcta de la nota en el pentagrama	
Realizar una identificación correcta del tiempo de la nota en el pentagrama	

Identificación de las causas de las dificultades:

Causas de las dificultades en el aprendizaje	Marque con una X la que considere oportuna
Dificultad y mala utilización de los conceptos	
Deficiencia en el análisis e interpretación de los ejercicios propuestos	
Falta de ejercitación y práctica	
Falta de claridad en las unidades teóricas	
Falta de tiempo para comprender y ejercitar lo aprendido	
Falta de motivación	
Falta de materiales didácticos para el aprendizaje	
No se cuenta con el ambiente o las instalaciones adecuadas	

Gráfico 4. Instrumento de recolección de información para la identificación de problemas en el proceso de aprendizaje de la lectura musical.

Fuente: Elaboración propia basándose en la metodología propuesta por Galvis (1992).

IV.2.2 Análisis de la información recolectada.

Como resultado del proceso de levantamiento de información se determinaron los siguientes problemas en el proceso asociado al aprendizaje de la lectura musical:

Objetivos pedagógicos de Teoría y Solfeo	
Descripción del objetivo del problema	**Frecuencia**
Realizar ejercicios de lectura con notas de una misma duración.	0
Realizar una identificación correcta de la nota en el pentagrama.	1
Realizar una correcta ejecución instrumental.	2
Realizar la correcta construcción de escalas musicales.	4
Realizar ejercicios de lectura con notas de distinta duración.	5
Realizar una identificación correcta del tiempo de la nota en el pentagrama.	5
Realizar una correcta interpretación de los símbolos que puede contener una partitura.	6
Realizar una correcta ejecución instrumental basándose en la lectura de una partitura.	7
Realizar una correcta lectura sobre intervalos en notas.	9

Tabla 2. Resultados obtenidos de la recolección de información para la identificación de problemas en el proceso de aprendizaje de la lectura musical.

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del proceso de diagnóstico se encuentra que las principales dificultades en el aprendizaje de la lectura musical están asociadas a tres focos:

1. Realizar una correcta lectura sobre los intervalos en notas.
2. Realizar una correcta ejecución instrumental basándose en la lectura de la partitura.
3. Realizar una correcta interpretación de los símbolos que puede contener una partitura (signos de repetición, alteraciones, etc).

Así, se observa que los principales problemas manifestados por los entrevistados se relacionan propiamente con la interpretación, comprensión y ejecución de la lectura musical. Por lo tanto, no se encuentran mayores dificultades con la identificación e interpretación de las notas, el tiempo y el pentagrama y los ejercicios de práctica asociados a ellos.

Posterior a la identificación de las dificultades que se encuentran relacionados con los objetivos pedagógicos de la teoría y solfeo, se consultó con los

entrevistados sobre las posibles causas de tales problemas. A continuación se muestran los resultados obtenidos:

Identificación de las causas de las dificultades	
Causas de las dificultades en el aprendizaje	**Frecuencia**
Carencia de materiales didácticos para el aprendizaje	1
Deficiencia en el análsisi e interpretación de los ejercicios propuestos	2
Mala utilización de los conceptos.	3
No se cuenta con el ambiente o las instalaciones adecuadas	3
Desmotivación	4
Falta de ejercitación y práctica	5
Dificultad en las unidades teóricas.	5
Ausencia de tiempo para comprender y ejercitar lo aprendido	6

Tabla 3. Resultados obtenidos de la recolección de información para la identificación de las causas de problemas en el proceso de aprendizaje de la lectura musical.
Fuente: elaboración propia.

Las tres principales causas a las que los entrevistados atribuyen los problemas en la interpretación, comprensión y ejecución de la lectura musical son: la falta de tiempo para la práctica y ejecución del conocimiento y dificultad en aprender el componente teórico del tema.

Puede asumirse así que ambas causas están estrechamente relacionadas entre sí; mientras el estudiante no aplique, ejercite y ejecute el contenido que le fue impartido en clases difícilmente podrá aprender el conocimiento asociado a la lectura musical.

Por lo tanto, se puede concluir que las principales causas de estos problemas es la falta de materiales y métodos que estimulen el interés de los estudiantes de música a estudiar y practicar el contenido teórico de la música.

Por otra parte, se encuentra que los materiales utilizados en el proceso de enseñanza es probable que no sean interactivos o no faciliten el aprendizaje, por

ejemplo el lenguaje utilizado es difícil de comprender, falta de elemento multimedia para captar la atención del estudiante, ejercicios para hacer dinámica la etapa de ejercitación de la lectura musical, entre otros.

Y por último, se encuentra que la metodología utilizada es fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje; por lo general, no se cuenta con el uso eficiente de un ambiente educativo interactivo eficaz en el proceso de aprendizaje, uso de un lenguaje sencillo y accesible al estudiante en los materiales usados para transmitir el aspecto teórico asociado a la lectura musical Asimismo, pueden encontrarse subjetividades y sesgos en las técnicas de evaluación, los cuales podrían terminar influyendo en el estimulo y motivación del estudiante.

Teniendo en cuenta el diagnostico del contexto del entorno, el método y la dinámica tradicional del aprendizaje de la lectura musical, se concluye que se hace necesario un sistema y método de aprendizaje dinámico que estimule y motive al estudiante a aprender los componentes teóricos de la lectura musical a través de visualización de manera atractiva y evaluación objetiva.

IV.2.3 Propuesta de solución.

A partir del análisis de problemas y sus causas se determinó que era sumamente importante desarrollar un sistema que contribuya a solventar los principales problemas en el aprendizaje de la lectura musical. Este sistema debía ser de tipo tutorial[1] pues, para este caso, es conveniente transferir la información o conocimiento al alumno buscando que este a su vez lo incorpore o afiance mediante la ejercitación y práctica.

En la actualidad no se tienen suficientes materiales educativos computarizados para el reforzamiento del aprendizaje de la lectura musical, por lo general las aplicaciones o software que se pueden encontrar son principalmente para

---

[1] "Un sistema tutorial se amerita cuando, siendo conveniente brindar el conocimiento al alumno, también interesa que lo incorpore y lo afiance, todo esto dentro de un mundo amigable y ojalá entretenido" (Galvis, 1992, p. 134)

entretenimiento por lo que éstas no cuentan con un sustento o un apoyo en la formación educativa del individuo que lo utiliza.

Por esta razón se propone el desarrollo de un software para apoyar el proceso de aprendizaje de la lectura musical.

IV.3 Fase dos: Diseño de la alternativa.

Esta fase se basa en el diseño del software educativo que se desea desarrollar, en ella se deben determinar los diseños: educativos, comunicacional, de interfaces gráficas y computacional.

Lo más importante es definir cada una de las características que debe tener dicho software, todo esto con el fin de visualizar cómo será el producto final del presente trabajo especial de grado.

IV.3.1 Entorno para el diseño del Material Educativo Computarizado (MEC).

IV.3.1.1 Población objetivo.

El software desarrollado tiene como población objetivo a niños con edades comprendida entre diez (10) y quince (15) años, sin importar su grado educativo, con un nivel educativo básico (alfabeto) y sin ningún tipo de limitación auditiva ni visual para poder hacer una correcta utilización del software.

La realización del software para niños entre estas edades no impide la utilización del mismo por personas de mayor o menor edad, solo deben cumplir con los requisitos antes mencionados para poder interactuar con el software de la manera esperada y así, aprovechar el recurso como una herramienta de apoyo educativo.

Los individuos que utilicen este software deben tener un interés por el aprendizaje de la lectura musical, las expectativas que deben tener es poder utilizar la aplicación para reforzar sus conocimientos en esta área.

Entre público de interés para el uso del software se encuentran personas que tengan algún conocimiento básico en música, ya sea porque sean estudiantes regulares de música o porque en alguna oportunidad han participado en actividades

relacionadas al tema; sin embargo, el software ha sido desarrollado para poder ser utilizado por individuos que no tienen experiencias previas en el tema, pero es importante aclarar que para éstos últimos podrían encontrar mayores dificultades en la utilización de la herramienta computarizada.

IV.3.1.2 Área de contenido.

Este software tiene como objetivo fundamental el apoyo en la enseñanza de la música, basándose principalmente en el aprendizaje de la lectura musical, en él se desarrolla teoría y práctica relacionadas con dicho tema y el objetivo primordial es que las personas que utilicen la herramienta puedan leer las notas y los tiempos de alguna partitura en Clave de Sol o reforzar el conocimiento que han obtenido de la formación tradicional de lectura musical.

IV.3.1.3 Necesidad educativa.

Este software busca que los estudiantes de música cuenten con una herramienta para practicar la lectura de una partitura, su función es ser una herramienta de apoyo en la enseñanza de la lectura de música a los individuos que lo utilicen. Actualmente, no se cuenta con suficientes materiales educativos computarizados que apoyen esta área de conocimiento, es sumamente importante que el sistema retroalimente al estudiantes para que él mismo se sienta motivado por lo que está realizando pues la falta de motivación es uno de los principales problemas que se determinaron en la enseñanza de la lectura musical.

IV.3.1.4 Limitaciones y recursos para los usuarios.

El sistema puede ser utilizado por un estudiante a la vez, el mismo no cuenta con la característica de poder ser utilizado por parejas. El software fue desarrollado para ser utilizado sin contar con la ayuda de un tutor o profesor al momento de realizar los ejercicios, sin embargo, no se limita la presencia del mismo como apoyo a los estudiantes al momento de utilizar la herramienta tecnológica.

Este software consta de una parte teórica en la cual el estudiante puede tomar nota o apuntes de cada una de las lecciones que se le van presentando; también

puede consultar otras fuentes de información como libros, manuales, entre otros. Sin embargo, al momento de realizar los ejercicios prácticos no debería apoyarse en dichos materiales pues el ejercicio es a tiempo real y el sistema estará esperando la interacción del estudiante de manera automática, para así validar la correcta selección de la nota y su tiempo, y además la comprensión de la teoría.

IV.3.1.5 Equipo y soporte lógico necesario.

Para poder hacer la instalación y ejecución del sistema desarrollado se necesita de un equipo de cómputo que cuente con las siguientes características mínimas:

- Sistema operativo: Windows. Software: Flash Player 9.0.
- Procesador: Pentium 4. Memoria: 512 MB.
- Periféricos: Teclado, mouse, Monitor SVGA.

IV.3.2 Diseño educativo.

IV.3.2.1 ¿Qué aprender con el Material Educativo Computarizado?

El usuario luego de culminar todo el proceso de aprendizaje con la utilización del MEC debe ser capaz de leer una partitura en Clave de Sol identificando correctamente cada una de las notas, así como sus tiempos.

IV.3.2.2 Ambiente o Micromundo.

"Un micromundo, como el nombre lo dice, es un ambiente de trabajo reducido, tan simple o tan complejo como amerite lo que se desea aprender, donde suceden o pueden suceder cosas relevantes a lo que interesa aprender, dependiendo de lo que el usuario realice." (Galvis, 1992, 148).

De acuerdo a la metodología propuesta por el profesor Galvis existen cuatro (4) tipos de ambientes o Micromundos y estos pueden ser de tipo descriptivo, gráfico, numérico y sonoro. El software desarrollado en este trabajo es de tipo Micromundo gráfico donde la máquina interpretara cada una de las variables que

manipule el aprendiz y ejecuta una u otra acción dependiendo de la variable manipulada.

IV.3.2.3 ¿Cómo saber que el aprendizaje se está logrando?

El sistema ha sido desarrollado para transmitir un conocimiento teórico al estudiante en una fase inicial, luego este podrá someterse a una evaluación para verificar que efectivamente ha asimilado la información que se la ha transmitido. El sistema cuenta con una serie de niveles y éstos a su vez con una variedad de ejercicios a realizar, el usuario debería aprobar cada uno de los ejercicios para poder acceder al próximo nivel.

El software será capaz de informar al estudiante sobre las fallas o errores que está cometiendo al momento de la realización de su ejercicio, además se encarga de reforzar cada una de las áreas en las cuales el estudiante no está cumpliendo con los objetivos planteados. El estudiante podrá visualizar, si así lo desea, el nivel de logro alcanzado en cada uno de sus ejercicios.

IV.3.2.4 Motivar y mantener motivados.

Para garantizar que la aplicación logre motivar a los individuos que la están utilizando se aplicó dos tipos de motivación: extrínseca e intrínseca.

La motivación extrínseca se realiza mediante la obtención y visualización de un ranking entre cada uno de los estudiantes que utilicen la herramienta, de esta forma cada uno de ellos podrá visualizar su posición con respecto a los otros compañeros que estén utilizando la aplicación en la misma computadora, esto con el fin de generar un competencia sana entre los compañeros y la motivación a seguir avanzando para superarse entre sí.

La motivación intrínseca se realizara de la siguiente manera, cada uno de los niveles cuenta con una cantidad de ejercicios, en los primeros niveles los primeros ejercicios será muy fáciles de realizar los que permitirá que el estudiante los realice de manera exitosa en poco tiempo, esto buscando promover una actitud positiva del estudiante frente al computador.

IV.3.3 Diseño de la comunicación.

IV.3.3.1 Dispositivos de entrada y salida.

Los dispositivos de comunicación que permiten la interacción usuario-máquina para el presente software educativo son los siguientes:

- Monitor: se encarga de transmitir toda la información visual que el usuario debe recibir para la correcta utilización del software. Adicionalmente en él cada usuario podrá visualizar los ejercicios, demostraciones prácticas, textos, mensajes, entre otros. Asimismo, el usuario puede visualizar los resultados y avances durante la ejecución de sus ejercicios.

- Teclado y mouse: estos dispositivos son base fundamental de la comunicación entre usuario y computador por lo tanto son necesarios para la utilización de este software educativo. Con estos dispositivos el usuario logra hacer la instalación del software, iniciar la aplicación, salir de la aplicación, consultar la ayuda, y escribir algún tipo de mensaje como su nombre de usuario, entre otros.

- Gamepad: se diseño y se creó un dispositivo físico gamepad, pues con él cada uno de los usuarios puede realizar los ejercicios prácticos de lectura musical. El Gamepad es un dispositivo tipo control de mando el cual cuenta con siete pulsadores (botones) cada uno de ellos representando una de las notas musicales.

Este dispositivo tiene unos diez (10) centímetros de largo, cinco (5) de alto y una profundidad de tres (3) aproximadamente, se conecta vía USB al computador y permite la interacción directa usuario-aplicación.

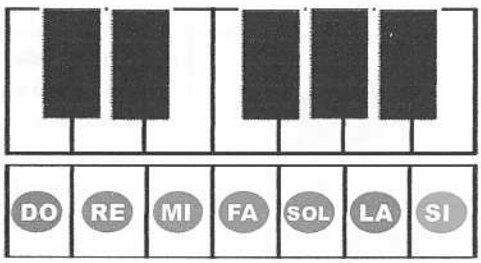


Gráfico 5. Representación gráfica de la vista superficial del Gamepad.
Fuente: elaboración propia.

IV.3.3.1.1 Dispositivo Arduino y programa serializador.

Para realizar el control de mando (Gamepad) se hizo necesario identificar y seleccionar la placa interfaz a utilizar para que el circuito (resistencias, pulsadores, etc.) genere señales reconocibles por el computador.

La placa interfaz identificada es la placa Arduino ya que esta cumple con las características necesarias para satisfacer los requerimientos del presente trabajo. De este tipo de placa existen al menos siete (7), a continuación se presentan las características de las principales placas Arduino:

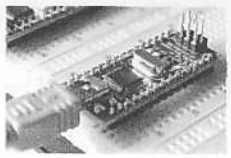
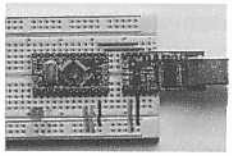
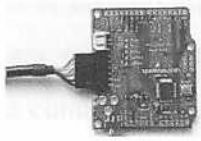
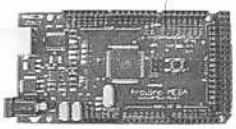
Nombre	Descripción	Fotografía
Arduino Nano	Es una placa que posee catorce (14) entradas digital, ocho (8) entradas analógicas, un microcontrolador Atmel ATmega168, 16K de memoria flash, velocidad de reloj de 16MHz, además cuenta con una salida vía cable mini USB lo cual permite la comunicación con el computador. Esta placa tiene un tamaño aproximado de dos y medio (2,5) centímetros de largo por un centímetro (1) de ancho.	
Arduino Mini	Este dispositivo cuenta con doce (12) entradas digital y seis (6) analógicas, su tarjeta microcontroladora es una ATmega 328, este Arduino es un poco más pequeño que el Arduino nano sin embargo no cuenta con la salida mini USB, este dispositivo está diseñado con la finalidad de ir integrado a un dispositivo similar o de mayor tamaño.	
Arduino Pro	Este dispositivo cuenta con catorce (14) entradas digital y seis (6) analógicas, su tarjeta microcontroladora es una ATmega 328, este Arduino es mucho más grande que el Arduino nano, su conexión al computador es vía USB pero no con el cable convencional mini sino un conector especial de seis (6) pines.	
Arduino Duemilanove	Este dispositivo cuenta con catorce (14) entradas digital y seis (6) analógicas, su tarjeta microcontroladora es una ATmega 328, este Arduino es mucho más grande que el Arduino Nano, su conexión al computador es vía USB con el cable estándar como el utilizado por la mayoría de la impresoras.	
Arduino Mega	Este dispositivo cuenta con cincuenta y cuatro (54) entradas digitales y diez y seis (16) analógicas, su tarjeta microcontroladora es una ATmega 1280, su conexión al computador es vía USB con el cable estándar como el utilizado por la mayoría de la impresoras.	

Tabla 4. Identificación y descripción de placas Arduino según sus características.

Fuente para obtención de imágenes: Electronic Experimental Solutions (2006) [en línea]. Arduino. Disponible en: http://store.gravitech.us/ [2010, 10 de agosto].

Todos estos dispositivos trabajan con una alimentación de cinco (5) voltios y son configurables a cualquiera de los siguientes sistemas operativos: Windows, Mac OsX y Linux. Su función fundamental es recibir una serie de señales por sus puertos de entrada, transformarlas y enviarlas por alguno de sus medios de salida como señales reconocibles al computador.

Analizando cada una de las características de las diferentes placas, se determinó que la placa que posee las características requeridas y que, además, se adapta al desarrollo del presente proyecto es la placa Arduino nano, por lo tanto la misma fue utilizada para crear el dispositivo Gamepad necesario para la interacción usuario-maquina durante la utilización del software educativo que fue desarrollado.

Para hacer una correcta utilización de la placa interfaz Arduino se hizo necesario identificar, seleccionar y configurar un programa serializador, el cual permite al computador interpretar las señales recibidas desde la placa de manera correcta. Algunos de los programas serializadores que existen son los siguientes: JavaProxy, SerProxy/TinkerProxy, Funnel y SerialXMPP.

Todos estos programas serializadores son recomendados por la documentación de Arduino, sin embargo para el presente proyecto se decidió utilizar "serproxy"; la razón de esto es que el mismo está diseñado para ser utilizado en aplicaciones desarrolladas en Flash. Las mismas deben requerir la comunicación con puertos del computador como es el caso del software que ha sido desarrollado en este proyecto. Es importante destacar que el programa serializador posee un archivo de configuración que debe ser modificado al momento de conectar el Gamepad, para mayor información ver Apéndice F.

IV.3.3.2 Zonas de comunicación.

Una vez establecidos los dispositivos mediante los cuales el usuario se va a comunicar con el software se hizo necesario fijar las zonas de comunicación asociadas a cada uno de estos dispositivos. Estas zonas son espacios definidos en la interfaz gráfica, por lo tanto se refieren a espacios dentro del dispositivo de comunicación monitor.

Las zonas de comunicación pueden dividirse de la siguiente manera:

- La zona de trabajo: es la que ocupa la mayor parte del espacio disponible dentro de la pantalla, por lo general tres cuartos (¾) de la misma; esta es la se encarga de transmitir la información teórica. La zona de trabajo también presenta los ejercicios de demostración y en ella el usuario realiza los ejercicios prácticos con la utilización del Gamepad o control de mando.

- La zona de control: es aquella en la que el usuario podrá modificar el flujo del software, por lo general esta zona es pequeña y representa los menús en los cuales el usuario podrá hacer la activación de cualquiera de las secciones de la aplicación, la interacción con esta zona puede hacerse mediante la utilización del mouse o del teclado.

- Zona de contexto para la acción: en la misma el usuario puede identificar en qué modulo o ejercicio se encuentra, cuál es su puntaje, a qué ayudas puede recurrir, cómo escoger una opción o cómo dar una respuesta. Por lo general ésta zona son de mensajes, representan un espacio pequeño dentro de la pantalla y no requieren de un dispositivo de entrada en específico pues su función principal es de salida.

IV. 4 Fase tres: Diseño de interfaces.

IV.4.1 Interfaz de usuario.

Con el apoyo de la obra del profesor Álvaro Galvis (1992) se definió una interfaz de usuario con las siguientes características:

Gráfico 6. Distribución de la pantalla.

Fuente: Elaboración propia.

La zona de trabajo es el lugar en el cual el usuario puede visualizar la teoría, visualizar ejercicios de ejemplo y realizar sus propios ejercicios. En las zonas de control de la aplicación se

tienen las opciones de salir del sistema, cambiar de usuario, navegar entre pantallas, entre otros.

En la zona de mensajes (contexto para la acción) el usuario puede visualizar la unidad y el ejercicio en el cual se encuentra, asimismo, se observan los mensajes de la aplicación y el puntaje del usuario.

IV.5 Fase cuatro: Diseño computacional.

IV.5.1 Funciones de apoyo para el estudiante.

Para definir cada una de las funciones que el material educativo computarizado va a cumplir para apoyar el aprendizaje de un alumno se respondió la plantilla que presenta el profesor Galvis en su libro "Ingeniería de Software Educativo" (1992, p. 195). En el siguiente formato se procedió a marcar con una X cada una de las funciones que el software debe poseer.

Variable	Función	Selección
Control	Permita controlar el ritmo de aprendizaje.	
	Permita manejar la secuencia de instrucción.	
	Tenga opción de abandono y reinicio.	
Ayudas	Ofrezca explicación sobre el sistema, si se piden.	X
	Brinde ayudas para aprender o para estudiar.	X
	Ofrezca ayudas de contenido, si se piden.	X
	Ofrezca ayudas operativas.	X
Transmisión	Ofrezca instrucción remedial, si hace falta.	
	Ofrezca teoría y ejemplos como base para aprender.	X
	Ofrezca ejercitación como base para afianzar.	X
Descubrimiento	Apoye el aprendizaje experiencial y conjetural.	
	Ofrezca información de retorno implícita.	
Ejercitación	Permita comprobar que existe dominio de pre requisitos.	
	Permita decidir cuántos ejercicios resolver para afianzar.	X
	Permita decidir cuándo se está listo para demostrar lo aprendido.	X
	Permita demostrar cuánto se domina el tema.	X
	Ofrezca información de retorno explícita.	X
Registro	Lleve historia de cada usuario.	X
	Guarde registro sobre la duración de las sesiones.	
	Conserve información de retorno dada por el usuario.	
Interfaz	Permita decidir si se desea escuchar música o no.	
	Permita graduar el volumen del sonido.	
	Permita ajustar los tonos de los colores.	
	Permita decidir sobre el nivel de las ayudas operativas.	
	Permita seleccionar opciones por medio del teclado.	X
	Permita seleccionar opciones a través del mouse.	X

Tabla 5. Funciones de apoyo para el estudiante del software educativo para el aprendizaje musical.
Fuente: Elaboración propia basándose en la metodología propuesta por Galvis (1992).

IV.5.2 Estructura lógica.

Para representar la estructura lógica del software educativo desarrollado se utilizó un diagrama de flujo, el cual representa cada una de las secuencias y flujos de la información dentro del sistema. A continuación se presenta la estructura que tendrá el software desarrollado:

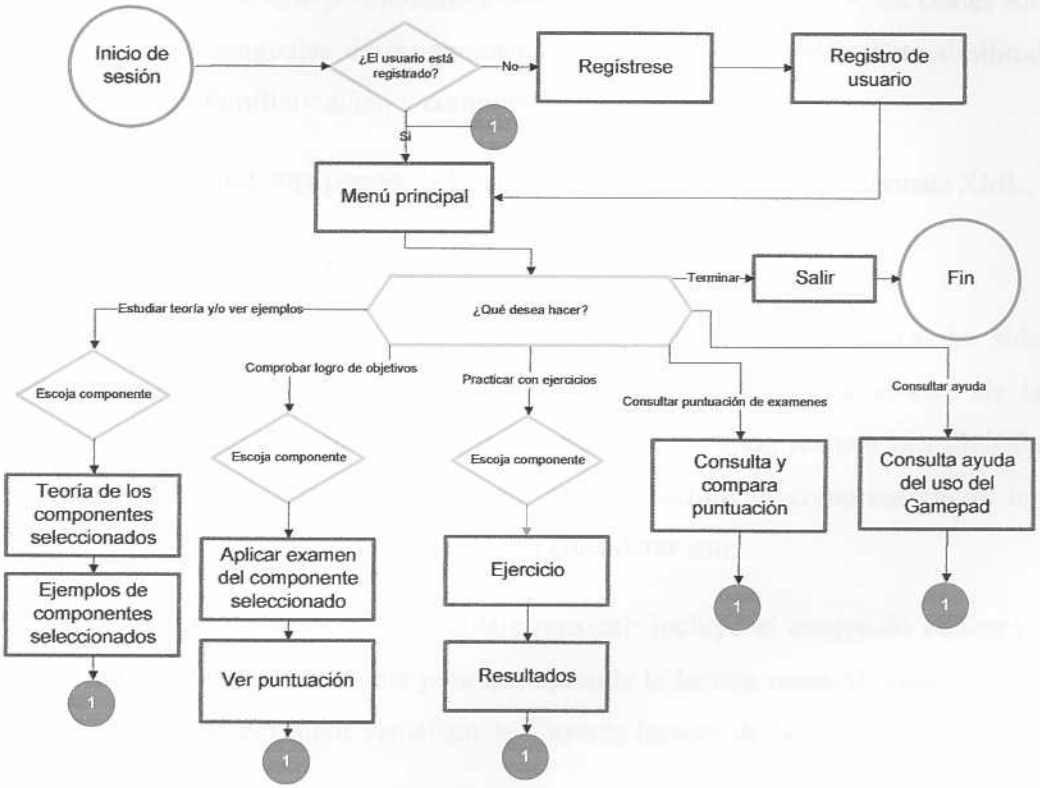


Gráfico 7. Flujograma de estructura del software educativo para el aprendizaje musical.

Fuente: elaboración propia.

IV.6 Fase cinco: Desarrollo.

IV.6.1 Lenguajes de programación.

El software educativo para el aprendizaje del lenguaje musical fue desarrollado en el lenguaje ActionScript, el cual está asociado directamente a aplicaciones creadas en Adobe Flash. Entre las razones por las cuales se decidió escoger tal lenguaje se encuentra:

1. Soporte Multiplataforma: el hecho de que ActionScript sea independiente de la plataforma utilizada permite que el software pueda ser ejecutado sin mayores dificultades en cualquier sistema operativo, asimismo, este lenguaje es utilizado para desarrollar software con gran contenido multimedia.

2. Es un lenguaje orientado a objetos similar a Java y C++, los cuales son de los principales lenguajes de programación utilizados actualmente. Esta similitud permite un rápida familiarización y comprensión con el ActionScript.

3. ActionScript permite la lectura y manipulación de datos en formato XML.

IV.6.2 Desarrollo de la aplicación.

El software educativo para el aprendizaje del lenguaje musical ha sido desarrollado como un todo (en un solo módulo), sin embargo, a efectos de la explicación del desarrollo aplicado del software, se ha decidido realizar una división lógica del mismo en módulos, de manera que se facilite la comprensión de los códigos y sus implicaciones. Tales módulos a considerar son:

1. Módulo teórico del lenguaje musical: incluye el contenido educativo que debe transmitirse al estudiante para que aprenda la lectura musical; asimismo, se tienen ejemplos que permiten visualizar la correcta lectura de las notas musicales y sus tiempos.

2. Módulo práctico: se encuentran ejercicios prácticos y evaluaciones donde el estudiante interactúa directamente con la aplicación para mejorar y medir su conocimiento.

3. Módulo de áreas comunes: incluye ventanas comunes a toda la aplicación, tales como la de inicio de sesión, menús principales, registro de usuario y ayudas para el uso del Gamepad. Estas permiten una interacción eficiente y efectiva con el estudiante de música.

En la ejecución de la aplicación existe un "Asistente" que guía al participante en casi la totalidad los módulos, con esto se sustituye al profesor presencial de música que utiliza el método tradicional de enseñanza. Este Asistente suministra ayudas, enseña música y es un personaje motivador en el aprendizaje musical (ver Gráfico 8).

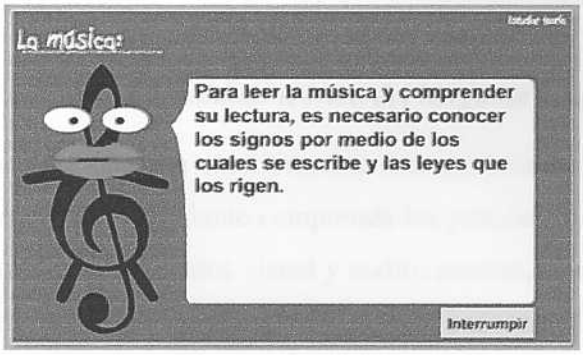


Gráfico 8. Personaje Danhauser, asistente de la aplicación.
Fuente: elaboración propia.

Asimismo, se hace necesario explicar que las aplicaciones desarrolladas en Flash tiene una estructura que las caracteriza, lo cual se hace indispensable comprender para entender el desarrollo del software educativo. A continuación se presenta una representación gráfica de la estructura mencionada:

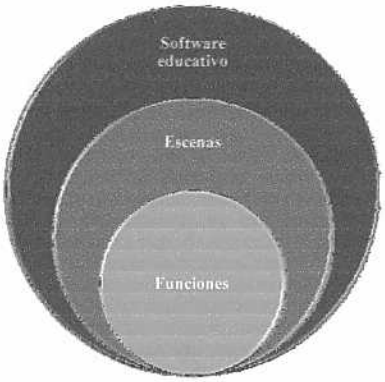


Gráfico 9. Representación gráfica de la estructura que caracteriza a aplicaciones en Flash.

Fuente: elaboración propia.

De esta manera, la aplicación se comporta como un ente integrador de escenas, las cuales son las ventanas de la interfaz. Dentro de ellas pueden encontrarse o no funcionalidades asociadas.

Habiendo aclarado estos aspectos fundamentales sobre la estructura de la aplicación en Flash y la organización lógica de los módulos, a continuación se procede a hacer una explicación detallada del desarrollo de cada uno de ellos.

IV.6.2.1 Módulos de la aplicación.

IV.6.2.1.1 Módulo teórico del lenguaje musical.

Como se menciona anteriormente este módulo incluye la información teórica necesaria para que el estudiante comprenda los procesos asociados a la lectura musical. Los mismos son presentados visual y auditivamente, es decir, el texto con la teoría se presenta inserto en las ventanas y además, al encontrarse activa cada escena el estudiante escucha la representación auditiva de dicho contenido.

Este módulo incluye 19 escenas, cada una de ellas explica un aspecto teórico fundamental sobre la lectura musical: ventana de menú para teorías, la música, el pentagrama, las notas, líneas adicionales, las claves, los silencios, los intervalos, menú de selección de ejemplos, ejemplo de lectura de redondas, ejemplo de lectura de silencios de redondas, ejemplo de lectura de blancas, ejemplo de lectura de silencio de blancas, ejemplo de lectura de negras, ejemplo de lectura de silencio de negras, ejemplo de lectura de corcheas, ejemplo de lectura de silencio de corcheas, ejemplo de lectura de semicorcheas y ejemplo de lectura de silencio de semicorcheas.

A continuación se explica el contenido de cada una de las escenas y sus funcionalidades.

IV.6.2.1.1.1 Ventana de menú para teorías.

Presenta un listado de botones con cada uno de los temas tratados en el módulo. Esta es una especie de ventana unificadora y común a cada uno de los aspectos teóricos tratados.

Las principales funcionalidades que se presentan en esta ventana están asociadas al listado de opciones presentadas en el menú; las mismas se corresponden con cada uno de los aspectos teóricos considerados fundamentales para

que el software educativo logre resultados en el estudiante, en cuanto a la lectura musical.

Cada uno de los botones presentados en el menú llevan al estudiante a la escena que posee la información que éste desea visualizar, así cada botón (opción) está programado para permitir la navegación hacia cada uno de los temas de "Estudiar Teoría".

Los temas (opciones) disponibles son: la música, el pentagrama, las notas, líneas adicionales, las claves, los silencios, intervalos, ejemplo de lectura y regresar al menú principal.

IV.6.2.1.1.2 La música.

Presenta una explicación básica sobre el pentagrama, las notas, las claves, los silencios y las alteraciones. Al finalizar aparecen los botones "inicio" (para volver al menú principal), "repetir" (para reiniciar la escena) y "continuar" (para avanzar a la siguiente escena).

Para un mejor entendimiento de la dinámica del software, es importante destacar que en cada una de las escenas de la aplicación existen una serie de elementos relacionados entre sí que dan vida a la animación representada en cada una de las ventanas, entre los elementos más importantes de cada una de las escenas podemos destacar los siguientes: las imágenes, los textos, el audio y los botones.

Para poder transmitir la información al estudiante se debe establecer una armónica relación entre cada unos de elementos antes mencionados, por lo tanto las principales funcionalidades de estas escenas teóricas se basan en establecer en qué momento comienza a ejecutarse el sonido de un archivo de audio y posteriormente, en qué momento se detiene el mismo.

Lo mismo ocurre con el texto que va siendo presentado a lo largo de la escena, el mismo aparece en ella a medida que el audio reproduce la información teórica seleccionada por el estudiante y requerida para lograr resultados en el aprendizaje.

Al final de cada escena se pueden visualizar tres (3) botones con las siguientes opciones: "Inicio", "Repetir" y "Continuar". La primera opción (Inicio) está programada para llevar al estudiante al menú principal de la aplicación; la opción "Repetir" está configurada para reproducir nuevamente la escena en la cual el estudiante está situado dentro del abanico de opciones de temas teóricos y finalmente, la última opción "Continuar" permite continuar navegando a lo largo de las escenas que corresponden al modulo teórico.

Estas funcionalidades explicadas para la escena de "la música" son comunes para las escenas de: el pentagrama, las notas, líneas adicionales, las claves y los silencios. Por lo tanto, las funcionalidades de tales escenas no serán explicadas nuevamente en cada una de ellas, evitando así repeticiones innecesarias de la información.

IV.6.2.1.1.3 El pentagrama.

Comprende la definición, composición y lectura del pentagrama.

IV.6.2.1.1.4 Las notas.

Incluye la conceptualización e identificación de los tipos de notas.

IV.6.2.1.1.5 Líneas adicionales.

Incluye la definición de líneas adicionales.

IV.6.2.1.1.6 Las claves.

Comprende la definición, función, ubicación en el pentagrama y ejemplos de la Clave de Sol.

IV.6.2.1.1.7 Los silencios.

Se conceptualizan y definen sus tipos.

IV.6.2.1.1.8 Los intervalos.

Presenta la definición, lectura, ubicación, tipos y composición.

IV.6.2.1.1.9 Menú de selección de ejemplos.

Se presenta un listado de botones de los ejemplos de lectura de las notas musicales y sus silencios. En esta escena se presenta nuevamente la posibilidad de seleccionar entre una serie de opciones disponibles en un menú de ejemplos, de esta manera se le permite al estudiante visualizar el ejemplo de lectura musical que desea aprender. Las opciones que están disponibles en esta escena son las siguientes: ejemplo de lectura de redondas, ejemplo de lectura de silencios de redondas, ejemplo de lectura de blancas, ejemplo de lectura de silencios de blancas, ejemplo de lectura de negras, ejemplo de lectura de silencios de negras, ejemplo de lectura de corcheas, ejemplo de lectura de silencios de corcheas, ejemplo de lectura de semicorcheas y ejemplo de lectura de silencios de semicorcheas.

Las funcionalidades configuradas en la aplicación consisten en reproducir al estudiante la escena del ejemplo que fue seleccionado.

IV.6.2.1.1.10 Ejemplo de lectura de redondas.

Esta escena contiene un ejemplo interactivo de la realización de un ejercicio de lectura musical usando únicamente el símbolo de la redonda. Se incluyen los botones de "inicio" (volver al menú principal), "repetir" (para reiniciar la escena) y "continuar" (para avanzar a la siguiente escena).

En esta ventana, al igual que las de contenido teórico, tiene como principal funcionalidad programada el establecer una relación armónica entre cada uno de los elementos representados en ella (audio, imágenes, texto); todo esto con el objetivo de realizar una demostración y estimulación visual al estudiante que demuestre la correcta realización de un ejercicio de lectura musical.

Se presenta en esta escena un pentagrama y una serie de notas representadas en el mismo. Al comenzar a ejecutarse el ejemplo se visualiza una barra vertical que sirve de guía para orientar al estudiante mientras va recorriendo a lo largo de cada compás del pentagrama; a medida que la guía avanza en el pentagrama el Software va emitiendo el sonido de la nota que corresponde al momento. Además, el estudiante puede escuchar un sonido de marca de tempo que corresponde a cuatro golpes dentro de cada compás recorrido.

Todas las escenas de ejemplo de ejercicios cumplen con estas mismas características, por lo tanto, para evitar repeticiones innecesarias, en la descripción y análisis de cada una de las ventanas de ejemplos no se realiza una explicación detallada de sus funcionalidades.

IV.6.2.1.1.11 Ejemplo de lectura de silencio de redondas.

Esta escena contiene un ejemplo de un ejercicio de lectura musical usando el símbolo del silencio de redondas. Se incluyen los botones de "inicio" (volver al menú principal), "repetir" (para reiniciar la escena) y "continuar" (para avanzar a la siguiente escena).

IV.6.2.1.1.12 Ejemplo de lectura de blancas.

Comprende un ejemplo de un ejercicio de lectura musical usando el símbolo de blancas. Se incluyen los botones de "inicio" (volver al menú principal), "repetir" (para reiniciar la escena) y "continuar" (para avanzar a la siguiente escena).

IV.6.2.1.1.13 Ejemplo de lectura de silencios de blancas.

Presenta un ejemplo de un ejercicio de lectura musical usando el símbolo de silencios de blancas. Se incluyen los botones de "inicio" (volver al menú principal), "repetir" (para reiniciar la escena) y "continuar" (para avanzar a la siguiente escena).

IV.6.2.1.1.14 Ejemplo de lectura de negras.

Contiene un ejemplo de un ejercicio de lectura musical usando el símbolo de negras. Se incluyen los botones de "inicio" (volver al menú principal), "repetir" (para reiniciar la escena) y "continuar" (para avanzar a la siguiente escena).

IV.6.2.1.1.15 Ejemplo de lectura de silencios de negras.

Incluye un ejemplo de un ejercicio de lectura musical usando el símbolo de silencios de negras. Se presentan los botones de "inicio" (volver al menú principal), "repetir" (para reiniciar la escena) y "continuar" (para avanzar a la siguiente escena).

IV.6.2.1.1.16 Ejemplo de lectura de corcheas.

Presenta un ejemplo de un ejercicio de lectura musical usando el símbolo de corcheas. Se incluyen los botones de "inicio" (volver al menú principal), "repetir" (para reiniciar la escena) y "continuar" (para avanzar a la siguiente escena).

IV.6.2.1.1.17 Ejemplo de lectura de silencios de corcheas.

Comprende un ejemplo de un ejercicio de lectura musical usando el símbolo de silencios de corcheas. Se presentan los botones de "inicio" (volver al menú principal), "repetir" (para reiniciar la escena) y "continuar" (para avanzar a la siguiente escena).

IV.6.2.1.1.18 Ejemplo de lectura de semicorcheas.

Se expone un ejemplo de un ejercicio de lectura musical usando el símbolo de semicorcheas. Se incluyen los botones de "inicio" (volver al menú principal), "repetir" (para reiniciar la escena) y "continuar" (para avanzar a la siguiente escena).

IV.6.2.1.1.19 Ejemplo de lectura de silencios de semicorcheas.

Presenta un ejemplo de un ejercicio de lectura musical usando el símbolo de silencios de semicorcheas. Se incluye los botones de "inicio" (volver al menú principal) y "repetir" (para reiniciar la escena).

IV.6.2.1.2 Módulo práctico.

Como anteriormente se había mencionado, el módulo práctico comprende principalmente ejercicios y evaluaciones de aspectos relacionados con la lectura musical, los cuales deben reforzar y medir aspectos relacionados con los temas expuestos en el módulo teórico.

El principal objetivo de cada uno de los ejercicios y evaluaciones es que el estudiante de música interactúe y se enfrente con los elementos asociados a la lectura musical. De hecho, esta es una de las ventajas que presenta el software con respecto al método de aprendizaje tradicional, ya que el estudiante no se limita simplemente a los temas teóricos sino que además, mediante la utilización de elementos multimedia, el alumno se enfrenta a un ejercicio práctico de lectura de cada uno de los símbolos musicales y posteriormente, se evalúa su desempeño y conocimiento.

Este módulo incluye 3 escenas: practicar con ejercicios, realizar examen y partida juego.

IV.6.2.1.2.1 Practicar con ejercicios.

Contiene un listado de botones referidos a los ejercicios disponibles para practicar la lectura musical. Entre las opciones se debe seleccionar el tipo de símbolo con el que se desea practicar entre: redondas, blancas, negras, corcheas y semicorcheas. Posteriormente, se debe seleccionar el tipo de ejercicios entre: nivel básico, las escalas, los intervalos y los silencios. Adicionalmente, se incluye el botón "volver", para ir al menú principal.

Esta escena está conformada por dos partes; en la primera de ellas, el estudiante puede visualizar un menú en el cual debe seleccionar el símbolo con el que desea practicar. Las funcionalidades configuradas y asociadas a esta primea parte son:

- Almacenar en una variable el tipo de símbolo relacionado al ejercicio seleccionado y navegar hacia el siguiente menú.

- Ir al menú principal si el estudiante seleccionó la opción "Volver".

En la segunda parte, se le presenta un nuevo menú al estudiante en el cual debe seleccionar el tipo de ejercicio a realizar con la nota seleccionada, en esta parte de la escena esta configuradas las siguientes funcionalidades:

- Ir al menú principal si el estudiante seleccionó la opción "Volver".

- Al seleccionar alguno de los tipos de ejercicios disponibles, el software está configurado para ir a la escena correspondiente que los contiene. Éstos ejercicios están ordenados de menor a mayor complejidad (ver Apéndice A). Asimismo, está programada la búsqueda del ejercicio seleccionado mediante la lectura de un archivo XML (para visualizar y modificar la estructura de un ejercicio de lectura musical del archivo XML ver Apéndice B y C). Los ejercicios se posicionan en pantalla mediante fórmulas matemáticas (ver Apéndice D).

IV.6.2.1.2.2 Realizar examen.

Incluye un menú de los exámenes disponibles para evaluar la teoría de lectura musical presentada anteriormente. Se tiene un listado que comprende: redondas, blancas, negras, corcheas y semicorcheas. Igualmente incluye la opción "volver", para ir al menú principal.

Las funcionalidades configuradas en esta escena son las siguientes:

- Ir al menú principal si el estudiante selecciona la opción "Volver".

- Al seleccionar alguno de los tipos de examen disponibles en el software, el mismo debe realizar la búsqueda en el archivo XML que contiene los exámenes, almacenar la melodía que corresponde y navegar hacia la ventana correspondiente.

IV.6.2.1.2.3 Partida juego.

Esta escena comprende la partitura en donde se representan los símbolos y demás aspectos asociados a la lectura musical de cada uno de los ejercicios prácticos y exámenes a realizar por el estudiante. Al finalizar el ejercicio se presenta un botón para ir al menú principal o ir a la escena de puntuaciones.

Es importante destacar que esta es la escena principal de todo el software, en ella se ejecutan cada uno de los ejercicios y exámenes disponibles en la aplicación; por tal motivo la misma tiene la mayor cantidad de código de desarrollo, la cuales se explican (los más relevantes) a continuación :

- Función "existeParticipantePosicionArreglo": esta función es la encargada de realizar la búsqueda de la posición de un participante dentro de la lista de estudiantes registrados; esta tiene como parámetro de búsqueda la dirección de correo electrónico del usuario.
- Función "agregarPuntuacionExamen": se encarga de calcular y almacenar la puntación que ha obtenido un estudiante luego de haber realizado alguno de los exámenes. Es importante destacar que el cálculo de la puntuación se realiza evaluando los 16 compases del pentagrama donde el 100% representa la nota máxima a alcanzar. Los parámetros de entrada de esta función son: los aciertos, el examen realizado y el correo electrónico del estudiante.
- Función "buscarCompasAnterior": esta función es utilizada para evaluar cada uno de los compases a medida que están siendo ejecutados, es decir, si el estudiante se encuentra en el compás diez (10) se debe ubicar y evaluar el compás nueve (09). Los parámetros de entrada de esta función son: un arreglo y el compás que se desea buscar.
- Función "existeSilencio": esta función realiza la búsqueda de los silencios dentro del ejercicio o examen que se está realizando.
- Función "evaluarSilencio": realiza la evaluación de un compás cuando el mismo contiene algún silencio representado.
- Función "existeLaSiguienteNota": se encarga de revisar la existencia de alguna nota al ubicarse luego de un silencio dentro de un compás.

- Función "existenOtrasNotasEnEjecucion": verifica si el estudiante ha pulsado otras notas además de las representadas en el ejercicio o examen seleccionado, es decir, verifica que el estudiante no haya pulsado notas de más.

- Función "evaluarCompas": evalúa todo el compás ejecutado; en ella se recorre toda la estructura buscando que las notas ejecutadas por el estudiante coincidan con las que están previamente establecidas en el examen o ejercicio seleccionado por el estudiante. Los parámetros de esta función son: el compás, la ejecución del estudiante y el examen o ejercicio seleccionado.

En esta función se establece una variable denominada "Margen de Error", la misma representa la diferencia de tiempos entre el comienzo de un compás y el momento en el cual el estudiante ejecuta una nota en su tiempo real. Esta variable se establece para ofrecer flexibilidad en el momento de evaluación de una nota, ya que los seres humanos no cuentan con la precisión que tiene una máquina al momento de pulsar una nota en el milisegundo inicial del comienzo de un compas; el "Margen de Error" va determinado por el tipo de nota a evaluar, es decir, en los casos donde la duración de la nota es mayor, el margen de error será menor y viceversa.

- Función "metronomoSonido": se encarga de controlar el tempo (golpe) que se escucha durante la ejecución de un ejercicio o examen, la variable "contadorMetronomo" marca el tempo en la partitura; a partir del tempo número cuatro (4) comienza a visualizarse en el pentagrama una barra vertical azul que indica con su posición el compás que se está ejecutando actualmente.

- Funciones "ubicarNotaEnPentagramaPosicionY", "ubicarNotaEnPentagramaPosicionX" y "colocarNota": se encargan de representar de manera correcta cada uno de los símbolos musicales de un ejercicio o examen dentro del pentagrama.

- Función "removerExamen": limpia la pantalla al finalizar cada ejercicio o examen realizado; la misma elimina de la escena las notas, silencios y símbolos de la evaluación ubicadas en cada compás del pentagrama.

Adicionalmente en esta escena está configurada la ejecución de los sonidos de cada una de las notas según el botón presionado por el estudiante.

También está programado el almacenamiento del tiempo inicial y final de cada pulsación del estudiante sobre el control "Gamepad", el tipo de nota seleccionada y el compás en el que se realizó la pulsación (ver Apéndice G).

Luego de que finaliza la ejecución de un examen se encuentra el botón continuar que lo lleva a la ventana de puntuación, en esta podrá visualizar el puntaje alcanzado.

IV.6.2.1.3 Módulo de áreas comunes.

En el módulo de áreas comunes se hace referencia a las escenas que no están relacionadas con los módulos de teoría o práctica, sino más bien son escenas "neutrales" o necesarias para el correcto funcionamiento de la aplicación. Entre ellas se encuentran las escenas: inicio de sesión, registro de usuarios, menú principal, puntuación y ayuda de uso del Gamepad.

IV.6.2.1.3.1 Inicio de sesión.

Se presenta como la escena inicial de la aplicación; en ella se incluyen los campos "correo" y "contraseña", los cuales son necesarios para validar el usuario en el sistema. En caso de que el usuario no se encuentre registrado en el sistema, se encuentra el botón "registrarse" para que el mismo efectúe tal acción.

Esta escena representa la ventana principal de la aplicación, la primera funcionalidad definida es verificar la existencia de algún usuario al ejecutar el software; en caso de no existir ningún usuario registrado se ejecuta la ventana de registro de usuario y, si por el contrario, ya se encuentra la existencia de al menos un usuario, se muestran los campos necesarios para ingresar al Menú Principal.

Las funciones definidas en esta escena son:

- Función "existeParticipante": se encarga de buscar a un usuario entre los registrados. El parámetro de entrada de esta función es el correo electrónico.
- Función "validarAcceso": valida que el usuario que desea ingresar al software efectivamente ha completado los campos que requieren su correo electrónico y contraseña correctos.

IV.6.2.1.3.2 Registro de usuarios.

Comprende los campos para el registro de usuario; entre ellos se encuentran: nombre, apellido, edad, correo y contraseña. Esta escena cuenta con las siguientes funcionalidades:

- Función "registrarUsuario": su objetivo principal es capturar y almacenar cada uno de los datos necesarios para realizar el registro de un nuevo usuario. Como se menciona anteriormente, los parámetros de entrada de esta función son: nombre, apellido, edad, correo electrónico y contraseña.
- Función "cargarDatos": busca todos los datos en un usuario y los almacena en una variable temporal. El parámetro de entrada de esta función es la posición del arreglo en la cual se encuentra el usuario que se desea buscar.
- Función "validarRegistro": verifica que, al momento de registrar un usuario, el correo electrónico no exista ya entre los usuarios registrados, *si el correo electrónico del usuario no existe procede a realizar el registro del mismo.*

Adicionalmente la escena cuanta con todas las funcionalidades de la ventana "Inicio de sesión".

IV.6.2.1.3.3 Menú principal.

Esta escena incluye un listado de botones referidos a las principales escenas que componen la aplicación. Así, se tiene: "estudiar teoría", "practicar ejercicios", "realizar examen", "revisar puntuación" y "salir". A partir de esta ventana se tiene acceso a cada una de las actividades de los módulos teórico y práctico.

Las funcionalidades asociadas a esta escena son las de navegación, ya que cada botón es una opción a la que desea ir el estudiante y la misma debe estar configurada de manera adecuada para permitir dicha navegación. Además, en esta escena se muestran los principales datos de identificación (nombre, edad y correo electrónico) del usuario que está utilizando el Software.

IV.6.2.1.3.4 Puntuación.

Contiene una gráfica con la mayor puntuación alcanzada en cada de uno de los exámenes realizados por el estudiante de música.

Igualmente, a la derecha de la pantalla, se visualiza otro gráfico en donde se evidencia la puntuación promedio de otros participantes que han realizado las evaluaciones, de esta manera el alumno podrá comparar su puntuación con respecto al resto de sus compañeros. La puntuación se calcula a través del siguiente método:

En la escena en la se realiza el examen aparece un pentagrama con 16 compases. Al momento de realizar el examen, el estudiante deberá responder correctamente todas las figuras que estén representadas en un compás para que el mismo se califique como correcto; en el caso de que el estudiante responda correctamente todas las figuras del compás obtendrá la puntuación completa.

Al finalizar el ejercicio, la aplicación calcula el total de compases correctos con respecto al total de compases del ejercicio y se obtiene así un porcentaje de puntuación final del estudiante.

Las funciones definidas en esta escena son las siguientes:

- Función "buscarPuntuacionGuardadaOtros": se encarga de buscar y calcular el promedio de notas alcanzado por el resto de los participantes que han realizado sus exámenes. Los parámetros de entrada de esta función es el correo electrónico y el tipo de nota (tipo de examen).
- Función "buscarPuntuacionGuardada": debe buscar la puntuación alcanzada por el usuario actual del software. Los parámetros de entrada de esta función son: el correo electrónico y el tipo de nota (tipo de examen).
- Función "ajustarBarra": se encarga de graficar las barras de porcentajes (puntaje del usuario activo) que se pueden visualizar en la escena; dependiendo del tipo de nota se asignará tanto la ubicación de las barras en el eje de las "X" como el tamaño y porcentaje de la misma.

IV.6.2.1.3.5 Ayuda sobre el uso del Gamepad.

Describe y explica la información que debe conocer el usuario para hacer una correcta utilización del control o Gamepad para la ejecución de los ejercicios y exámenes.

Las funcionalidades de esta escena son principalmente gráficas o de multimedia, ya que la misma tiene objetivo fundamental transmitir información mediante audio, texto e imágenes, las cuales deben relacionarse de manera armónica entre sí para lograr transferir conocimiento al usuario del software.

IV.7 Programación del Arduino.

Uno de los elementos que forma parte fundamental del presente trabajo de grado es el "Gamepad" que ha sido desarrollado para hacer eficiente la experiencia de aprendizaje de lectura musical del estudiante.

Entre los componentes que conforman dicho control se tiene un dispositivo que funciona como interfaz de comunicación entre los pulsadores (botones) y el computador; este dispositivo se denomina placa interfaz Arduino y permite la conexión directa vía cable USB entre ambos componentes (control-computador).

Para cumplir con el objetivo planteado en este proyecto la placa Arduino fue programada de la siguiente manera:

A cada una de las entradas digitales que este dispositivo posee, le fue asociada a una nota musical, es decir, se seleccionaron siete (7) entradas para que cada una represente a alguna de las siete (7) notas musicales, de esta manera cuando el usuario presiona uno de los pulsadores este genera una señal que se dirige a la placa Arduino y esta a su vez transfiere al computador la representación de la nota que esta entrada ha generado. La relación de entradas con notas musicales es la siguiente (Ver Apéndice G):

- La entrada número 2 va asociada a la nota "SI".
- La entrada número 3 va asociada a la nota "LA".
- La entrada número 4 va asociada a la nota "SOL".

- La entrada número 5 va asociada a la nota "FA".
- La entrada número 6 va asociada a la nota "MI".
- La entrada número 7 va asociada a la nota "RE".
- La entrada número 8 va asociada a la nota "DO".

Es importante destacar que esta representación se realizó utilizando el Cifrado Americano, por lo tanto, las notas están representadas con las letras A, B, C, D, E, F, G.

La placa de Hardware Libre "Arduino" posee su propio lenguaje de programación basado en C++ (ver Apéndice G).

IV.8 Construcción del Gamepad.

El Gamepad del Software educativo para el aprendizaje de la lectura musical se construyó utilizando principalmente los siguientes materiales: una caja plástica con 10x6x1,5 centímetros de dimensión, siete (7) pulsadores, siete (7) resistencias de 10K ohm, dos (2) baquelitas o placas para circuitos, ocho (8) tornillos, dos (2) calcomanías, una (1) placa Arduino y varios cables de cobre.

Para la construcción del Gamepad se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Se inició realizándole una perforación rectangular a la caja, de manera que permitiera contar con espacio suficiente para la colocación de los siete (7) pulsadores que representan las notas musicales. Asimismo, se realizó un pequeño agujero en la tapa superior que permite la conexión del cable USB.

2. La caja se pintó de color negro para asemejarlo a la imagen de un piano (se imprimieron y colocaron calcomanías representativas). Se pintaron los siete (7) pulsadores, cada uno de un color distinto asociados a la imagen en la interfaz gráfica del Software. Además, se pintó en relieve la nota musical que representa cada botón.

3. Se fijó en una de las baquelitas la placa Arduino y en otra los siete (7) pulsadores y sus resistencias.

4. Se realizaron las conexiones electrónicas necesarias para asociar cada uno de los pulsadores con una entrada de la placa Arduino. Además, se realizaron las conexiones de tierra y voltaje. A continuación se representa gráficamente la conexión de los pulsadores:

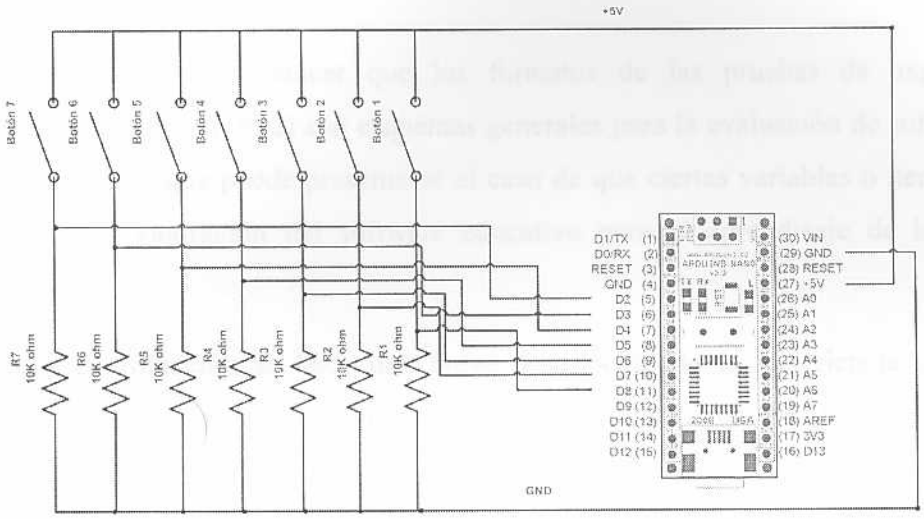


Gráfico 10. Circuito de siete (7) pulsadores y Arduino nano.

Fuente: elaboración propia.

5. Se cerró y fijó la caja del Gamepad (para ver fotografías del Gamepad revisar Apéndice M).

IV.9 Pruebas

IV.9.1 Pruebas de expertos

Según la metodología del profesor Galvis (1992) debe realizarse la evaluación del software educativo por tres (3) expertos, estos deberán realizar una valoración de distintos aspectos del software. Tales expertos son denominados por Galvis (1992) como: experto en contenidos, experto en metodología y experto en informática.

Teniendo en cuenta esto, en el presente trabajo se ha realizado la evaluación con un experto en enseñanza de lectura musical (corresponde a experto en contenidos), un experto en tecnología educativa (experto en metodología) y un experto en desarrollo del software (correspondiente al experto en informática).

En la metodología propuesta por Álvaro Galvis (1992) se presentan los modelos de pruebas a expertos como formatos preestablecidos. Se decidió el uso de los mismos, ya que estos han sido probados logrando la efectividad y eficiencia esperadas, lo cual hace que se eviten sesgos o resultados no esperados en las pruebas del presente software.

Es importante destacar que los formatos de las pruebas de expertos propuestos por Galvis (1992) son esquemas generales para la evaluación de software educativos, por lo que puede presentarse el caso de que ciertas variables o ítems no apliquen en la valoración del software educativo para el aprendizaje de lectura musical.

A continuación se hace una breve descripción de la experiencia con la prueba de expertos y posteriormente se detalla el diseño de cada una de las pruebas, su ejecución y resultados.

V.9.1.1 Prueba con experto en la enseñanza de lectura musical.

El experto en enseñanza de lectura musical evalúa el software en los aspectos relacionados con los contenidos musicales y los objetivos y métodos planteados para lograr resultados asociados con la lectura musical.

Nombre del experto: Lic. Gustavo Ardila; Licenciado en Música, forma parte del grupo de profesores del Instituto Educacional Plaza Sésamo, es Profesor de la cátedra de Jazz de la UNIMET, posee un Magister en Musicología Latinoamericana (UCV) y un Diplomado en Música Electrónica (UNIMET).

IV.9.1.1.1 Planificación y diseño de la prueba.

Como se menciona anteriormente, para las pruebas de expertos se ha decidido utilizar los formatos de pruebas propuestos por Galvis (1992), por lo que para el experto en enseñanza de lectura musical se usó un instrumento de recolección de información denominado EMEC-02 (ver Apéndice H), el mismo incluye: valoración comprensiva, recomendaciones y evaluación de software como herramienta para el aprendizaje de la lectura musical.

IV.9.1.1.2 Ejecución de la prueba.

El experto visualizó el funcionamiento del software en la ejecución de la Prueba Piloto (y en privado) en el Instituto Educacional Plaza Sésamo.

En una de las sesiones el experto procedió a interactuar con el software y al mismo tiempo verificó con exactitud el contenido musical, acto seguido, procedió a llenar el "instrumento de recolección de información EMEC-02".

IV.9.1.1.3 Resultados de la prueba

El experto concluyó que: los contenidos son progresivos, tienen una lógica de menor a mayor complejidad. Al mismo tiempo sugirió que se debe profundizar la información a nivel musical y mejorar la estética del Gamepad. Finalmente, recomendó usar el material con ninguno o pocos cambios.

IV.9.1.2 Prueba con experto en tecnología educativa (evaluación metodológica).

El experto tecnología educativa se encargó de evaluar el correcto uso y la pedagogía asociada al software educativo y el Gamepad construido; esto se realizó con el objetivo de garantizar que tanto el software como el Gamepad efectivamente estén logrando los resultados que se esperan en cuanto al aprendiza de la lectura musical.

Nombre del experto: Jeaneth Fernández (Magister en Tecnologías de la Información y Comunicación): experta que forma parte de la Coordinación de Tecnología Educativa de la Escuela de Educación de la Universidad Católica Andrés Bello.

IV.9.1.2.1 Planificación y diseño de la prueba.

El formato propuesto por Galvis (1992) en su texto Ingeniería del Software Educativo se denomina "EMEC-03, Valoración del software educativo por experto en metodología" (ver Apéndice I) fue el utilizado para la evaluación de la experta; en este se incluyen aspectos tales como objetivos, sistema de motivación,

sistema de refuerzo, metodología, interfaces, actividades para el aprendizaje del usuario, orientación del software y ayudas.

IV.9.1.2.2 Ejecución de la prueba.

La prueba se realizó en las oficinas de la Coordinación de Tecnología Educativa de la Escuela de Educación de la Universidad Católica Andrés Bello. Para iniciar la evaluación se entregó y explicó a la experta un documento en donde se sintetiza aquellos aspectos esenciales para comprender el trabajo realizado, los objetivos planteados, la metodología utilizada, el contenido y el diseño educativo del software. Posteriormente, se hizo una demostración del software a la experta logrando que interactuara con la aplicación en sus distintas secciones o módulos.

IV.9.1.1.3 Resultados de la prueba.

Los resultados de la evaluación de la experta en metodología se presentan destacando tres aspectos fundamentales: aspectos positivos, aspectos para mejorar (ver Apéndice E) y recomendaciones; estos se especifican en la tabla a continuación:

Aspectos positivos	Aspectos a mejorar
1. Interfaz de entrada. 2. Concepto del software. 3. Objetivos que persigue el software. 4. Sistema de refuerzo. 5. Actividad del usuario. 6. Reorientación para la actividad del usuario. 7. Interfaz de salida. 8. Motivación para los estudiantes (colores y actividades). 9. Refuerzo. 10. Actividad usuario. 11. Interactividad con usuario (software amigable).	1. Ayudas que ofrece el software: ausencia de instrucciones para la realización de actividades. 2. Ortografía. 3. Variación del volumen en la sección sobre teoría de la lectura musical. 4. Orientaciones al estudiante antes, durante y al finalizar los ejercicios. 5. Cortinas musicales y tono de voz usado en descripción de aspectos teóricos. 6. Navegación por las ventanas. 7. Ausencia de botones asociados a pausas y retrocesos en la sección teórica.
Recomendaciones 1. Mejorar la ortografía del texto utilizado en el software. 2. Incorporación de instrucciones para la realización de actividades. 3. Apoyo en el proceso de ensayo-error. 4. Mejorar variaciones del volumen de la voz en la sección de teoría de la lectura musical. 5. Incorporación de botón para desactivar voz en teoría de la lectura musical.	La experta "RECOMIENDA USAR EL MATERIAL CON NINGÚN O POCOS CAMBIOS"

Tabla 6. Aspectos fundamentales según la evaluación de la experta en metodología.

Fuente: elaboración propia.

IV.9.1.3 Prueba con experto en Informática.

El tercer experto que evaluó el software educativo para el aprendizaje de lectura musical es una persona especialista en el área informática. Éste verificó aspectos asociados al desarrollo del software, programación del Arduino y construcción del Gamepad.

IV.9.1.3.1 Planificación y diseño de la prueba.

El formato utilizado para la evaluación del experto informático es denominado por Galvis (1992) como EMEC-04 (ver Apéndice J). En este instrumento el experto valoró los siguientes aspectos del software educativo: funciones de apoyo, estructura lógica, interfaz, estructura de datos, requerimientos de uso, mantenimiento y documentación.

Nombre del experto: Ing. Luis Álvarez H. (Ing. Informático de la UCAB. Desarrollador de Juegos de la empresa Games Control Systems).

IV.9.1.3.2 Ejecución de la prueba.

En la sede de "Games Control Systems" el experto procedió a evaluar el software y el hardware siguiendo el instrumento de recolección de información denominado EMEC-04. El experto solicitó información referente al desarrollo, el uso del Gamepad, y una demostración de principio a fin del funcionamiento del proyecto.

IV.9.1.3.3 Resultados de la prueba.

El experto consideró que las dimensiones del Gamepad son "reducidas", lo cual puede dificultar su uso para determinadas personas y sugiere redimensionarlo. Finalmente, recomienda usar el material con ninguno o pocos cambios y concluye que las mayores cualidades son:

- Interfaz del usuario agradable e intuitiva.
- Implementación por XML de las notas musicales.
- Buena construcción y comunicación del Gamepad.

IV.9.2 Prueba de campo.

Para la evaluación del software educativo se hizo uso de un diseño experimental de la metodología de Galvis (1992) con estudiantes entre 10 y 15 años, este diseño exige la prueba del software con un grupo experimental que usa la aplicación desarrollada y uno control que recibe clases a través del método convencional de enseñanza.

IV.9.2.1 Planificación y diseño de la prueba.

Mediante la colaboración del Lic. Gustavo Ardila y la ayuda de profesores de la institución se logró coordinar horarios para la ejecución de la Prueba de Campo o "Prueba Piloto".

Se elaboró un material denominado "Evaluación de conocimiento de lectura musical" (ver Apéndice K) cuya finalidad es obtener información de los conocimientos que tienen los grupos experimental y control en la prueba piloto. Este material de elaboración propia, evalúa la teoría (al principio y fin de la prueba piloto) y la práctica (durante la prueba).

IV.9.2.2 Ejecución de la prueba.

Se seleccionaron nueve (9) alumnos de 6° grado de educación primaria, donde cinco (5) de ellos pertenecían a la sección "A" (siendo ésta sección el grupo experimental), y los restantes a la sección "B" (grupo control) del Instituto Educacional Plaza Sésamo. Cada Prueba de Campo tuvo una duración de una (1) hora académica al día (se usaron tres días de la semana) durante tres (3) semanas, es decir, cada participante usó el software tres (3) horas académicas a la semana y en promedio (en toda la ejecución de la Prueba Piloto) un total de nueve (9) a once (11) horas académicas.

Las pruebas iniciales con el grupo experimental fueron grupales (ver Apéndice L) esto con el propósito de hacerle llegar el mismo conocimiento teórico al grupo experimental, y aumentar el tiempo para las pruebas prácticas que se ejecutaron de forma individual (en casos puntuales se abordó la teoría también de forma individual).

IV.9.2.3 Resultados de la prueba.

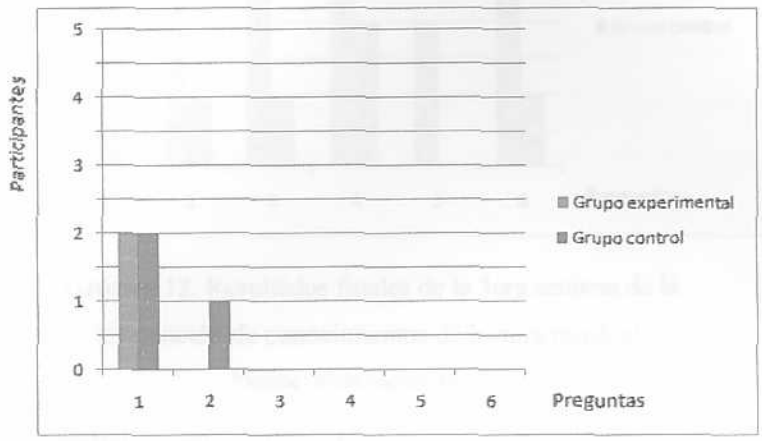
A continuación se muestran las actividades semanales y resumen de la Prueba de Campo en la Tabla 7, tanto del grupo experimental y el grupo control.

	Actividad	Resultados en grupo experimental	Resultados en grupo control
Semana 1	Se realiza la "Evaluación de conocimientos de lectura musical". Se inicia la prueba piloto con el grupo experimental y se aborda lo relacionado con la parte teórica del software (módulo "estudiar teoría"). Se comienzan a ver los "ejemplos de lectura" y las "prácticas con ejercicios" del software.	La evaluación inicial indica poco o ningún conocimiento de música. Existe una gran expectativa respecto al software, curiosidad, predomina un gran interés por la aplicación.	La evaluación nos indica poco o ningún conocimiento formal sobre música.
Semana 2	Se ejecutan los "ejemplos de lectura" y "practicar con ejercicios".	Se brinda ayuda adicional para la correcta ejecución de la notas en las prácticas, ya que no logran ejecutarlas sin ayuda. Hay un incremento del conocimiento teórico.	El grupo control no ejecutó el software y se limitó a recibir clases con el tradicional método de enseñanza.
Semana 3	Se ejecutan los módulos de "practicar con ejercicios" y "realizar examen". Se realiza la prueba final de "Evaluación de conocimientos de lectura musical".	La evaluación final nos indica un incremento en el conocimiento teórico. Solo los alumnos que mostraron mayor interés en el software lograron acertar las "prácticas, examen de redondas" parcialmente.	La evaluación nos indica algunos conocimientos sobre música.

Tabla 7. Actividades de la prueba de campo de alumnos del Instituto Educacional Plaza Sésamo.

Fuente: Elaboración propia

En la evaluación de conocimientos de lectura musical realizada al comienzo de la prueba piloto, se demuestra el escaso conocimiento de los participantes. En la Gráfica 11 se puede visualizar cuantos participantes respondieron adecuadamente cada pregunta.



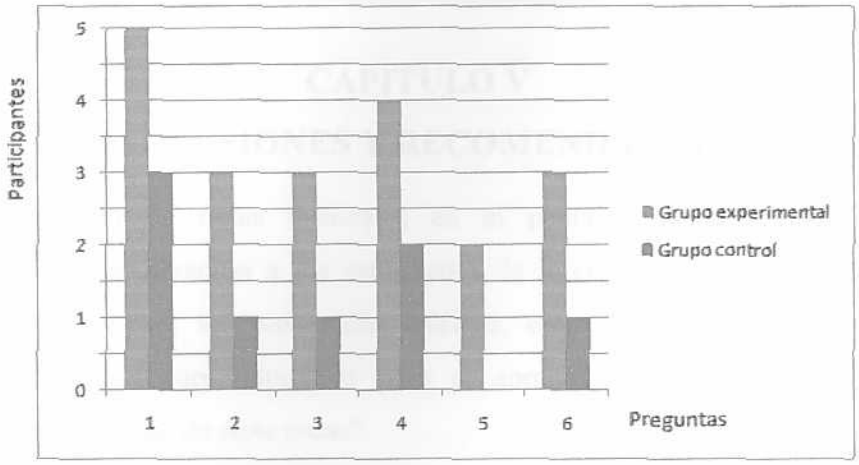
Gráfica 11. Resultados de la 1era. Evaluación de conocimientos de lectura musical.

Fuente: elaboración propia.

En efecto, de la Gráfica 11 que antecede puede apreciarse que en la primera semana que se aplicó la prueba piloto, tanto el grupo experimental como el grupo control (dependiendo de la pregunta), estos, reflejan poco o ningún conocimiento de música.

Durante el proceso de observación en la segunda semana de trabajo con el grupo experimental se constató un avance en la ejecución de las notas con el módulo "practicar con ejercicios" que ofrece el software. El grupo control no ejecutó el software y se limitó a recibir clases con el tradicional método de enseñanza.

Posteriormente, en la tercera semana el grupo experimental logró identificar las notas musicales y se constató un incremento en el conocimiento teórico. Mediante la evaluación, resultados que no se constataron en el grupo control. Este resultado se puede apreciar en la Gráfica 12.



Gráfica 12. Resultados finales de la 3era semana de la Evaluación de conocimientos de lectura musical.

Fuente: elaboración propia.

Al efectuar el análisis comparativo de los resultados obtenidos entre el grupo experimental y el grupo control durante el lapso de la prueba piloto, se concluye que la utilización del software educativo fue determinante en el aprendizaje musical del grupo experimental, toda vez que éste demostró un incremento en el conocimiento musical teórico y mayor habilidad para la ejecución del módulo de "examen de redonda", mientras que el grupo control obtuvo menores conocimientos, lo que permite afirmar que el software desarrollado cumple con el objetivo de enseñar de una manera novedosa la música.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cargado de notas musicales en el pentagrama mediante XML, la interactividad, la motivación a los estudiantes, la interfaz del usuario agradable e intuitiva, el Gamepad, los contenidos teóricos, entre otros, son los logros más relevantes del "Software educativo para el aprendizaje de la lectura musical utilizando un Gamepad de siete notas".

Las pruebas con los expertos realizadas mediante los cuestionarios EMEC-02, EMEC-03, EMEC-04, demuestran la coherencia del software desarrollado con el objetivo que persigue, es decir, el aprendizaje de la lectura musical para individuos sin conocimientos en el área.

La prueba de campo ofrece datos reveladores, ya que una vez finalizadas las pruebas y ejecutada la "Evaluación de conocimientos de lectura musical" en los alumnos del grupo experimental, éstos reflejaron un incremento en el conocimiento teórico de la música, aún así, solo los que mostraron mayor interés lograron acertar las "prácticas y examen de redondas" parcialmente. En el caso del grupo control los conocimientos fueron menores respecto al grupo experimental.

La complejidad del Gamepad es menor a la de un instrumento musical, lo cual facilita el aprendizaje, es decir, el Gamepad posee características que incrementan positivamente la interacción usuario-máquina.

El color, el relieve y el nombre de las notas en los botones del Gamepad se corresponden con los que están en la aplicación y esto se facilita la ubicación de las notas musicales.

Entre las recomendaciones y mejoras asociadas al software se encuentran:

- Profundizar los módulos de la teoría musical ya desarrollados. Esto se logra ampliando la teoría musical y ofreciendo en detalle cada concepto musical, asociándolo a su vez a una actividad que refuerce el conocimiento adquirido, especialmente los casos donde la teoría musical no está relacionada

directamente con la ejecución de la lectura musical. Asimismo, permitir la navegación entre conceptos y definiciones mostrados en pantalla. Por ejemplo, una definición pudiera estar subrayada, de manera que el participante haga clic y aborde esa definición de forma inmediata, facilitando con esto recortar el tiempo de búsqueda de conceptos, definiciones y contenidos mostrados por el "*Asistente*".

- Incluir un menú de navegación interactivo visible en todas la pantallas de la *aplicación, donde se incluyan los nombres de todos los módulos desarrollados y* sus tópicos relacionados para que los participantes puedan "navegar" con mayor facilidad en la aplicación.
- Incrementar las ayudas e instrucciones para la realización de actividades, incluyendo orientaciones antes, durante y al finalizar cada módulo.
- Los módulos prácticos solamente disponen de cuatro niveles de complejidad por tipo de nota y un examen asociado, por lo tanto, es conveniente aumentar los ejercicios prácticos y segmentarlos para que el participante tenga mayores opciones para el aprendizaje.
- Utilizar equipos profesionales para la grabación de los mensajes auditivos y sonidos relacionados, para que se perciban con la misma Intensidad sonora en todos los *módulos de la aplicación.*
- Aprovechar los recursos de Adobe Flash MX para enriquecer los contenidos teóricos añadiendo animaciones personalizadas para cada módulo, contenido y mensaje que se muestre por pantalla.
- Incluir botones asociados a pausas, retrocesos, entre otros, en los módulos teóricos.
- Analizar el entorno donde se ejecuta el software educativo, ya que en lugares abiertos se debe hacer uso cornetas para mejorar la intensidad del sonido. En los casos de aulas y/o sitios cerrados se recomienda el uso de audífonos, para que los participantes que ejecutan los módulos musicales no interfieran con las actividades de las personas de su entorno inmediato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adobe Flash (2009) [en línea]. Wikipedia, la enciclopedia libre. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash [2009, 1 de noviembre].
- ActionScript (2009). Wikipedia, la enciclopedia libre [en línea]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/ActionScript [2009, 2 de noviembre]
- Arduino: Descripción Arduino (2006) [en línea]. Disponible en: http://arduino.cc/es/Metodologia/Descripcion [2009, 22 de octubre].
- Burgos, Agustos (2007) Metodologías en la enseñanza de la música [En línea]. Buenos Aires: Educar S.E Saavedra. Disponible en: http://portal.educ.ar/debates/eid/musica/publicaciones/metodologias-en-la-ensenanza-de-la-musica.php [2009,1 de noviembre].
- Castro Lobo, Manuel (2003). Música para todos, una introducción al estudio de la música. Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Danhauser, A. Teoría de la Música. París: Henry Lemonine Éditeur.
- Electronic Experimental Solutions (2006) [en línea]. Arduino. Disponible en: http://store.gravitech.us/ [2010, 10 de agosto].
- Extensible Markup Language (2009). Wikipedia, la enciclopedia libre [en línea]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Extensible_Markup_Language [2009, 2 de noviembre].
- Frega, Ana. (2008). Música para Maestros (7ma. Ed.). Barcelona: Grao.
- Galvis P, Álvaro H. (1992) Ingenieria de Software Educativo (3ra. Ed.) Santa fe de Bogota: Ediciones Uniandes.
- Gamepad (2009). Wikipedia, la enciclopedia libre [en línea]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Gamepad [2009, 24 de octubre].

- Geshla Silvestrim, Filipe (2007). Conhecendo o ActionScript 3.0 para o *desenvolvimento de jogos utilizando o Adobe Flash CS3 [en línea]*. Disponible en: http://www.filipesilvestrim.com/gds_2007/minicursoAS3Games.pdf [2010, 9 de agosto].
- Rodriguez, Alvira (1997) Aprendizaje - Lectura Musical [en línea] Disponible en: http://www.teoria.com/aprendizaje/lectura/index.htm [2009,1 de noviembre].
- Salomón, Carlos R. (1992). Introducción al MIDI. México: Editorial Musical.
- Sandulescu Budea, Alexandra (2010). Tecnologías multimedia [en línea] Disponible en: http://www.fccom.urjc.es/alumnos/guias_programas/archivos/programas/programas_2010_11/licenciaturas/Tecnologias%20multimedia_cav%20cav+ade.pdf [2010, 9 de agosto].

APÉNDICE A. COMPLEJIDAD DE MENOR A MAYOR EN EJERCICIOS

Al seleccionar el módulo (practicar con ejercicios) podemos escoger ejercicios entre la redonda y la semicorchea, seguidamente existe la opción de seleccionar cuatro niveles de dificultad asociados a ese tipo de nota (Gráfico 13).

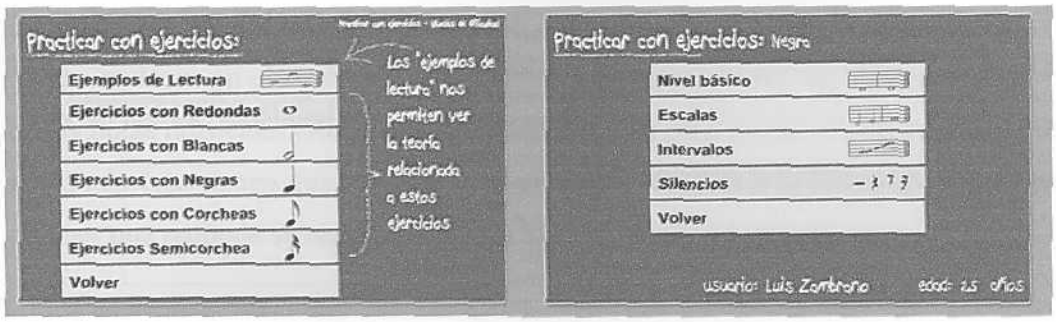


Gráfico 13. Relación de tipos de notas y XML.

Fuente: elaboración propia.

Los niveles de dificultad se aprecian en el Gráfico 14, siendo el uno (1) de complejidad baja y cuatro (4) de complejidad alta.

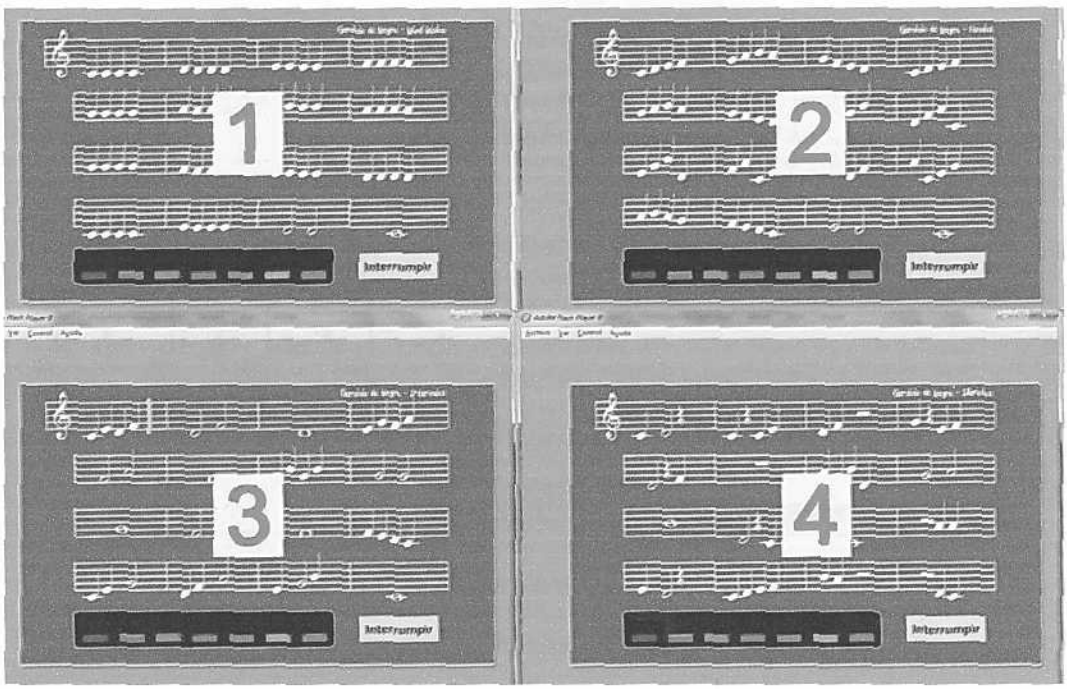


Gráfico 14. Relación de tipos de notas y XML.

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE B. RELACIÓN DE NOTAS Y ESTRUCTURA DE ARCHIVO XML

El cargado de las notas musicales en el pentagrama se realiza mediante un archivo XML, este archivo, contiene las lecciones que se muestran por pantalla y son usadas para validar la ejecución de las prácticas y los exámenes.

En el Gráfico 15 está reflejada la relación que existe entre el tipo de nota y el archivo XML, es decir, en el Atributo "duración" del Elemento "nota" se ubican los valores de las notas musicales (Redondas, Blancas, Negras) pero representadas con números. Estos números tienen que ver con la equivalencia respecto a la redonda, ya que para obtener una redonda se necesitan dos (2) blancas, cuatro (4) negras, etc.

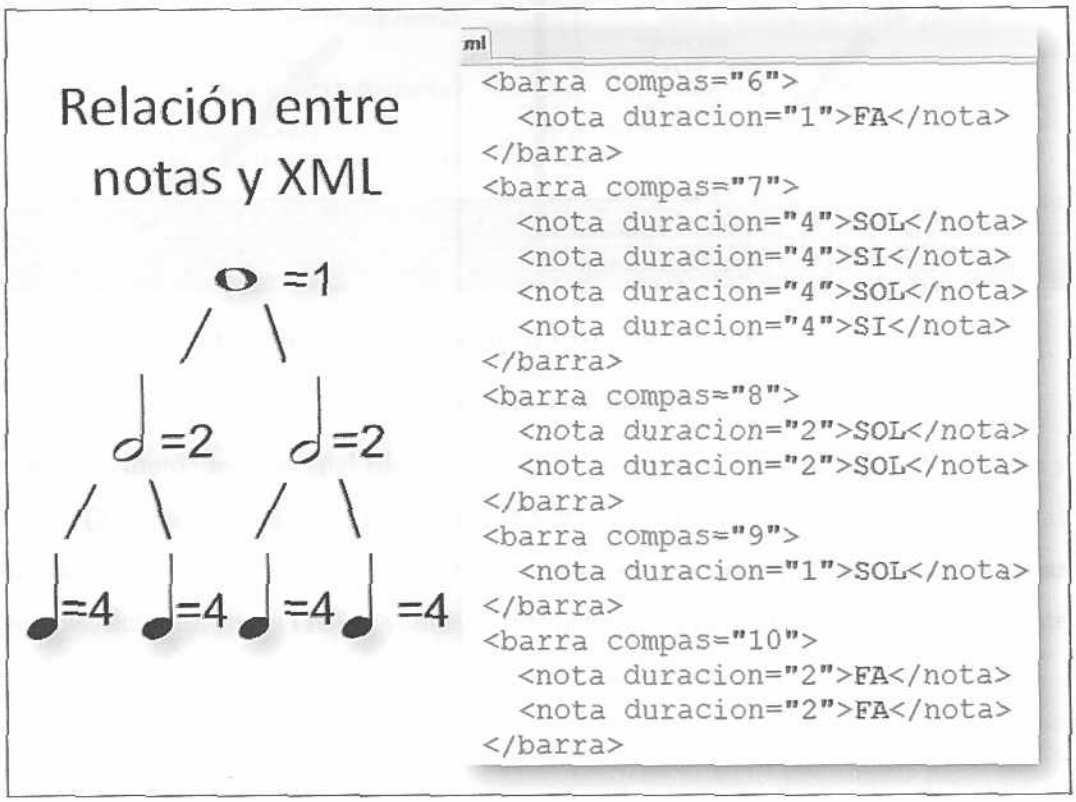


Gráfico 15. Relación de tipos de notas y XML.

Fuente: elaboración propia.

Este archivo puede ser modificado a conveniencia, por ejemplo, modificar los valores que allí se encuentran y de esta manera obtener nuevos ejercicios para practicar.

APÉNDICE C. MODIFICACIÓN DEL CONTENIDO DEL ARCHIVO XML

Para modificar la estructura de un ejercicio se debe ingresar al archivo "lecciones.xml", allí están organizados de menor a mayor complejidad; de redondas a semicorcheas. Cada tipo de nota contendrá cuatro ejercicios asociados y un examen, es decir, el archivo XML contiene por defecto cinco ejercicios para cada nivel (entiéndase por nivel a redondas, blancas, etc). En el Gráfico 16 se visualiza el cambio de las notas cuando se modifica el contenido del archivo XML.

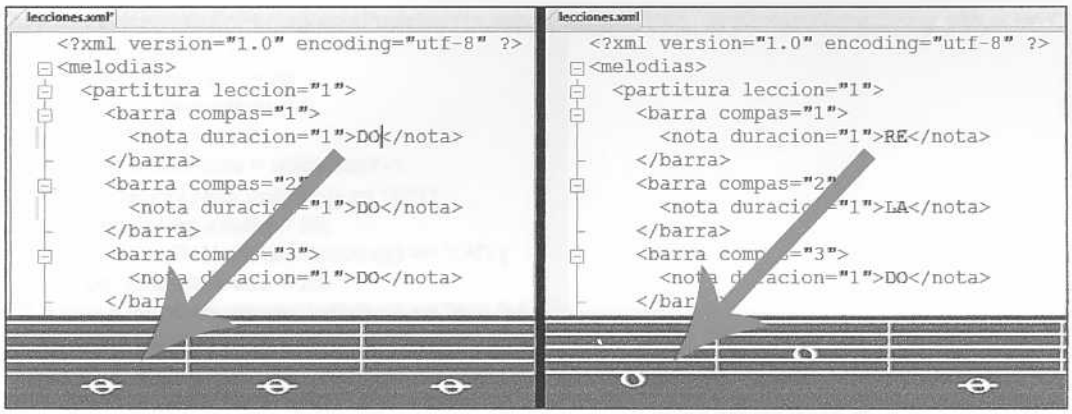


Gráfico 16. Modificación del archivo XML y su visualización por pantalla.

Fuente: elaboración propia.

En el Atributo "lección" del Elemento "partitura" se enumeran del uno (1) al veinte y cinco (25), siendo del uno (1) al cinco (5) las lecciones correspondientes a las notas de redondas; del seis (6) al diez (10) las blancas, del once (11) al quince (15) las negras, del diez y seis (16) al veinte (20) las corcheas, del veinte y uno (21) al veinte y cinco (25) las semicorcheas.

APÉNDICE D. ALGORITMO DE POSICIONAMIENTO DE NOTAS EN EL PENTAGRAMA

Cuando se selecciona el ejercicio que se desea ejecutar, se procede al cargado mediante XML para que las notas puedan ser visualizadas en pantalla. Estas son posicionadas a través de fórmulas matemáticas. Para el Eje Y, el posicionamiento de las notas se hace con la fórmula del Gráfico 17 (en el caso de Adobe Flash el "Eje Y" de coordenadas está invertido).

```
function ubicarNotaEnPentagramaPosicionY(nombrePelicula:String, tipoDeNotaValor:String, ubicacionY:
  var valorInicialY = 40;
  var posicionBarrasY = 80;
  var posicionSegunNota = 0;
  var notaPosicionY = 0;
  var posicionCompas = ubicacionY-1;
   if (tipoDeNotaValor.toString() == "SI") {
      posicionSegunNota = 20;
   } else if (tipoDeNotaValor.toString() == "LA") {
      posicionSegunNota = 25;
   } else if (tipoDeNotaValor.toString() == "SOL") {
      posicionSegunNota = 30;
   } else if (tipoDeNotaValor.toString() == "FA") {
      posicionSegunNota = 35;
   } else if (tipoDeNotaValor.toString() == "MI") {
      posicionSegunNota = 40;
   } else if (tipoDeNotaValor.toString() == "RE") {
      posicionSegunNota = 45;
   } else if (tipoDeNotaValor.toString() == "DO") {
      posicionSegunNota = 50;
   }

   notaPosicionY = valorInicialY+(posicionBarrasY*(posicionCompas))+posicionSegunNota;
```

Fórmula matemática

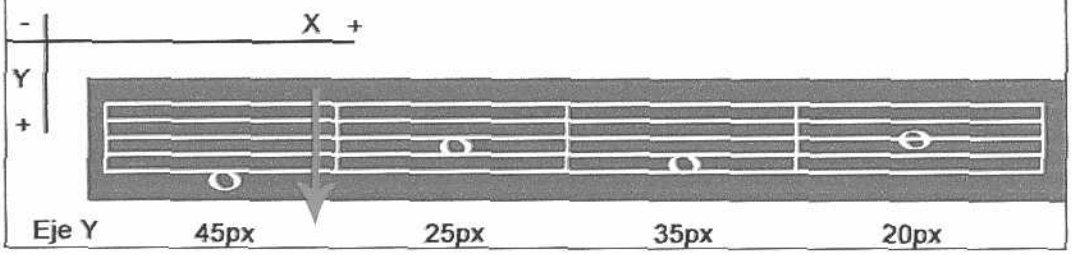


Gráfico 17. Posicionamiento de notas en el pentagrama.

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE E. CAMBIO SUGERIDO POR EXPERTOS EN TECNOLOGÍA EDUCATIVA

Los expertos en Tecnología Educativa profesores Joserine Abreu y Alejandro Del Mar, sugieren el cambio de color y tamaño del mensaje de error cuando los participantes ejecutan las prácticas (ver Gráfico 18). Estos señalan que la figura de una equis (X) junto con el color rojo y el tamaño exagerado no es adecuado ni debe ser incluido en un producto para el aprendizaje.

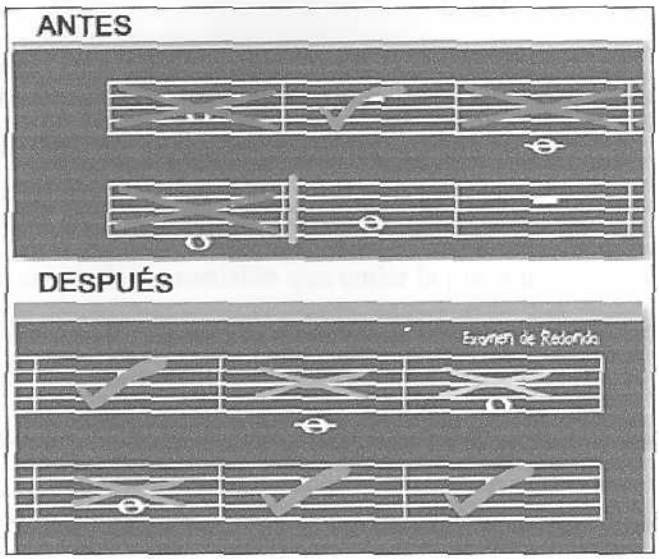


Gráfico 18. Comparación del mensaje de error.

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE F. CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA SERIALIZADOR

En el "Administrador de dispositivos" se puede ubicar el COM serial que ha sido asignado por el Sistema Operativo a la placa Arduino, ver Gráfico 19.

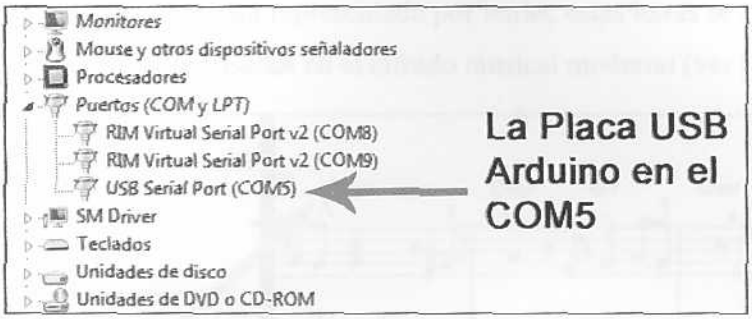


Gráfico 19. Administrador de dispositivos en Windows 7.

Fuente: elaboración propia.

El programa que enlaza la transmisión que emite la placa de Hardware Libre Arduino y que recibe Adobe Flash tiene por nombre "Serproxy 0.2.0". Serproxy posee un archivo de configuración llamado "serproxy.cfg", este archivo como lo ilustra el Gráfico 20 define el "COM" que representa a la placa Arduino y al puerto (socket) donde se enviará la transmisión serial.

```
# Comm ports used
comm_ports=1,2,3,4,5

# Default settings
comm_baud=38400
comm_databits=8
comm_stopbits=1
comm_parity=none

# Port 3 settings (ttyS2)
net_port3=5334

# Port 5 settings (ttyS4), Arduino nano.
net_port5=5333
```

1. Indicar los COM que serán usados. Ej: 1,2,3,4,5.
2. Indicar la velocidad de transmisión. Ej: 38400.
3. *Se debe verificar el puerto* (socket) destino del mensaje. Ej: 5333.

Gráfico 20. Contenido del archivo "serproxy.cfg".

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE G. COMUNICACIÓN Y VALIDACIÓN DE LAS NOTAS EJECUTADAS

Cada vez que es presionado un botón del Gamepad, la placa de Hardware Libre Arduino emite una señal que está representada por letras, estas letras se corresponden con A,B,C,D,E,F,G y son las usadas en el cifrado musical moderno (ver gráfico 21).

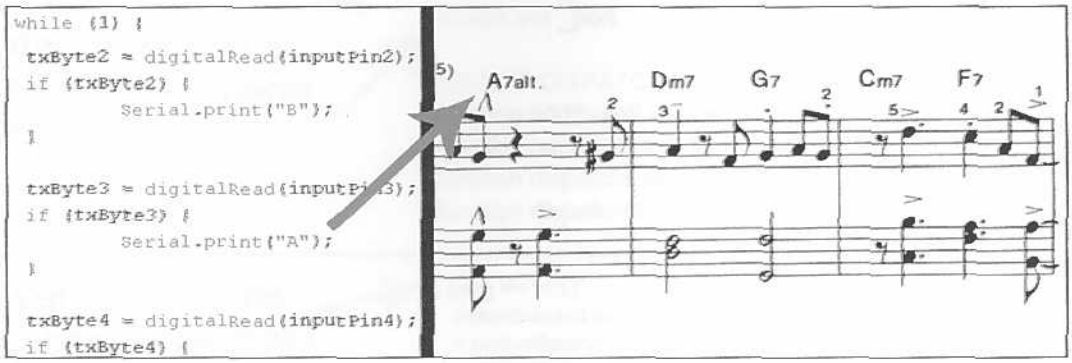


Gráfico 21. Relación del mensaje emitido por el Gamepad y el cifrado de una partitura.

Fuente: elaboración propia.

El Gamepad emite una señal que es captada por el programa serializador "Serproxy", Serproxy se encarga de "encaminar" el mensaje emitido hacia un socket de la computadora (ver Gráfico 22).

Gráfico 22. Comunicación de Gamepad, Serproxy y Flash.

Fuente: elaboración propia.

Se implementó una "Clase" llamada "Arduino" cuyo objetivo es levantar un socket que escuche un puerto determinado donde estará la transmisión serial "encaminada" por Serproxy, en este caso el puerto 5333.

El módulo (Partida juego) recibe mensajes y verifica su contenido, es decir, verifica que las notas ejecutadas por el Gamepad correspondan con las del cifrado musical moderno (A,B,C,D,E,F,G) y esto luego se compara con el contenido de la lección seleccionada y cargada previamente por archivo XML (ver Gráfico 23).

La Clase Arduino recibe los mensajes del Gamepad a través del puerto "5333".

```
private var _connected      :Boolean = false;
private var _host       :String  = "127.0.0.1"; //
private var _port       :Number  = 5333       /

//EVENT DISPATCH MIXIN
function addEventListener(){}
function removeEventListener(){}
function dispatchEvent(){}
function dispatchQueue(){}
```

Verificación del mensaje recibido.

Se toma la información de la ejecución para comparar posteriormente con el archivo XML.

```
if (msg == "A") {
  botonEstado3.presionado();
  if (activoBotonA == false) {
    ejecucion[contador] = new Array();
    ejecucion[contador]['toqueInicio'] = (getTimer())-tiempoInicial;
    ejecucion[contador]['notaCompas'] = _root.compasActual;
    ejecucion[contador]['nota'] = "LA";
    activoBotonA = true;
    laSonido.start(0,0);
  }
} else if (activoBotonA) {
  if (ejecucion[contador]['toqueInicio'] == undefined) {
    contador++;
    ejecucion[contador] = new Array();
    ejecucion[contador]['notaCompas'] = _root.compasActual;
  }
  _root.laSonido.stop();
  ejecucion[contador]['toqueFin'] = (getTimer())-tiempoInicial;
  activoBotonA = false;
  contador++;
```

Gráfico 23. Fragmentos de la Clase Arduino y módulo Partida juego.

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE H. FORMATO EMEC-02. FORMULARIO PARA LA VALORACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO POR EXPERTO EN CONTENIDO

Valoración de Software educativo por experto en contenido

Formato EMEC-02 propuesto por Álvaro Galvis (1992)

DATOS BÁSICOS

Título: Evaluación de software educativo para el aprendizaje de la lectura musical.

Autores: Arrieta, Carlos y Zambrano, Luis.

Versión: 1 Fecha de elaboración: Agosto 2010

Evaluador: Fecha de evaluación:

INSTRUCCIONES

El presente instrumento de recolección de información tiene como objetivo evaluar el software para el aprendizaje de lectura musical. El mismo es un proyecto planteado como trabajo de tesis para aprobar el grado en Ingeniería en Informática. En el presente cuestionario se tienen 3 partes, en la primera deberá hacer una valoración comprensiva del software; en la segunda, se pide evalúe las posibles problemáticas que considera contiene el software, elabore propuestas y recomendaciones para la solución de las mismas. En el tercer punto, debe evaluar la eficiencia del software como una herramienta para el aprendizaje de la lectura musical. A medida que observa el software, le pedimos que tome notas de sus comentarios. De antemano le agradecemos su colaboración con la presente tesis de grado.

VALORACIÓN COMPRENSIVA

1.- Como experto en contenido evalue la calidad del material, en lo que se refiere a las siguientes variables. Evalúe del 1 al 4 cada uno de los enunciados que se le presentan, siendo 1 Excelente y 4 Malo. En caso que el ítem no aplique, señale con una X en la columna correspondiente.

Enunciados	Escala para valoración				
	Excelente	Bueno	Regular	Malo	No aplica
	1	2	3	4	5
a.-Objetivos que persigue					
b.-Contenidos que incluye					
c.-Desarrollo del contenido					
d.-Micromundo(s) para exploración					
e.-Herramientas para trabajar en el micromundo					
f.-Ejemplos que ofrece					
g.-Ejercicios que propone					
h.-Retroalimentación que provee					

PROBLEMÁTICAS, PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

1.- Recomendación (marque sólo una de las siguientes opciones)

a.- Recomiendo usar el material con ninguno o pocos cambios

b.- Recomiendo usar el material solamente si se le hacen los cambios que propongo

c.- No recomiendo usar el material.

2.- *A medida que observa el material, tome nota de los defectos que encuentre desde el punto de vista del* contenido o de su tratamiento didáctico (forma de enseñarlo). En la columna de la izquierda anote el problema y ubicación; en la de la derecha posibles soluciones

Problema de contenido	Posibles soluciones

EFICIENCIA DEL SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LA LECTURA MUSICAL

1.- Cuando haya culminado la revisión del material educativo computarizado, señale su opinión sobre las siguientes variables, colocando una X en donde considere necesario; cuenta con una escala de 4 niveles de valoración. En caso que considere que el ítem no aplica marcar en la columna correspondiente.

Variables		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No aplica
Objetivos	Vale la pena apoyarlos con el computador					
	Su nivel correponde a lo que conviene apoyar con computador					
Contenido	Es coherente con los objetivos que se buscan					
	Es suficiente para lograr los objetivos si el usuario tiene las bases previstas					
	Está actualizado					
	Tiene vigencia o validez científica, aún para casos extremos					
	Es transferible o aplicable en variedad de contextos					
Desarrollo del contenido	La información es clara y concisa					
	El contenido está lógicamente organizado					
	Hay transición gradual entre las partes del contenido					
	La estructura del contenido es evidente para el usuario					
	El usuario siempre sabe dónde está dentro del desarrollo del contenido					
Micromundo	Tiene significado para el aprendiz					
	Es relevante para lo que se desea que el alumno aprenda					
	Permite proponer y enfrentar situaciones excitantes					
	Permite proponer y enfrentar situaciones de variado nivel de complejidad					
	Permite aprender a partir de la experiencia					

Variables		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No aplica
Herramientas	Son sencillas de usar por parte del usuario-aprendiz esperado					
	Son suficientes para enfrentar las situaciones problemáticas que se propongan					
	Cuentan con ayudas de utilización, para quien lo requiere					
	Son lo precisas que se requieren para explorar o para resolver los retos					
Ejemplos	Son relevantes para ilustrar el contenido					
	Ilustran aspectos claves del contenido					
	Son suficientes para entender el contenido					
Ejercicios o retos	Permiten ejercitar y comprobar el dominio de cada uno de los objetivos					
	Su formato corresponde al nivel de los objetivos propuestos					
	Son variados y suficientes como para lograr el dominio de cada objetivo					
	Permiten transferir y generalizar lo aprendido a diferentes contextos					
Retro-alimentación	Corresponde en cada caso a la actuación o respuesta del usuario					
	Es suficiente para reorientar la solución de ejercicios o para confirmar su logro					
	Es amigable, no amenazante ni agresiva					
	Orienta con luz indirecta (da pistas, claves o explicaciones)					

2.- Aspectos positivos en el contenido-mayores cualidades del sistema.

3.- Aspectos negativos en el contenido-mayores debilidades del sistema.

4.- Uso potencial del sistema:

5.- Sugerencias para lograr que el sistema se pueda usar:

¡Muchas gracias por su colaboración!

APÉNDICE I. FORMATO EMEC-03. FORMULARIO PARA LA VALORACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO POR EXPERTO EN METODOLOGÍA

Valoración de Software educativo por experto en metodología

Formato EMEC-03 propuesto por Álvaro Galvis (1992)

DATOS BÁSICOS

Título: Evaluación de software educativo para el aprendizaje de la lectura musical.

Autores: Arrieta, Carlos y Zambrano, Luis.

Versión: 1 Fecha de elaboración: Agosto 2010

Evaluador: _____ Fecha de evaluación: _____

INSTRUCCIONES

El presente instrumento de recolección de información tiene como objetivo evaluar el software para el aprendizaje de lectura musical. El mismo es un proyecto planteado como trabajo de tesis para aprobar el grado en Ingeniería en Informática. En el presente cuestionario se tienen 3 partes, en la primera deberá hacer una valoración comprensiva del software; en la segunda, se pide evalúe las posibles problemáticas que considera contiene el software, elabore propuestas y recomendaciones para la solución de las mismas. En el tercer punto, debe evaluar la eficiencia del software como una herramienta para el aprendizaje de la lectura musical. A medida que observa el software, le pedimos que tome notas de sus comentarios. De antemano le agradecemos su colaboración con la presente tesis de grado.

VALORACIÓN COMPRENSIVA

1.- Como experto en metodología evalue la calidad del material, en lo que se refiere a las siguientes variables. Evalúe del 1 al 4 cada uno de los enunciados que se le presentan, siendo 1 Excelente y 4 Malo. En caso que el ítem no aplique, señale con una X en la columna correspondiente.

Enunciados	Escala para valoración				
	Excelente	Bueno	Regular	Malo	No aplica
	1	2	3	4	5
a.-Objetivos que persigue					
b.-Sistema de motivación					
c.-Sistema de refuerzo					
d.-Actividad del usuario					
e.-Metodología utilizada					
f.-Reorientación para la actividad del usuario					
g.-Ayudas que ofrece					
h.-Interfaz de entrada					
i.-Interfaz de salida					

PROBLEMÁTICAS, PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

1.- Recomendación (marque sólo una de las siguientes opciones)

a.- Recomiendo usar el material con ninguno o pocos cambios	
b.- Recomiendo usar el material solamente si se le hacen los cambios que propongo	
c.- No recomiendo usar el material.	

2.- A medida que observa el material, tome nota de los defectos que encuentre desde el punto de vista metodológico. En la columna de la izquierda anote el problema y ubicación; en la de la derecha posibles soluciones

Problema metodológico	Posibles soluciones

EFICIENCIA DEL SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LA LECTURA MUSICAL

1.- Cuando haya culminado de la revisión del material educativo computarizado, señale su opinión sobre las variables siguientes, colocando una X en donde considere necesario; cuenta con una escala de 4 niveles de valoración. En caso que considere que el ítem no aplica marcar en la columna correspondiente.

Variables		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No aplica
Objetivos	Están claramente definidos, o se infieren facilmente del material					
	Son coherentes con la necesidad educativa que es prioritario atender					
Motivación	Es apropiada a la audiencia a quien se dirige el material					
	Mantiene el interés por lograr los objetivos con un buen nivel de eficacia					
Refuerzo	Corresponde a la expectativa creada en la motivación					
	Está asociado a eventos claves en el logro de los objetivos de instrucción					
Actividad usuario	La metodología favorece que el usuario participe activamente en el aprendizaje					
	Se aprende mediante una relación dialogal entre usuario y programa					
	Exige que el usuario piense, para resolver las situaciones problemáticas					
Reorientación	Es amigable, no amenazante ni agresiva					
	Da pistas, claves o explicaciones, antes que resolver el problema					
	Permite saber por qué se ha fallado en la solución de un problema					
Ayudas	Permiten consultar sobre la forma de uso del paquete, cuando se requiere					
	Permiten consultar la teoría o síntesis de ella, cuando se requiere					
	Da pista metodológicas para resolver situaciones problemáticas					

Variables		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No aplica
Interfaz de entrada	La forma de usar los dispositivos de entrada es sencilla para el usuario típico					
	Hay forma de consultar con facilidad los "comandos" disponibles					
	Los comandos o mecanismos de control se adecuan a la experiencia del usuario					
	Hay consistencia en la forma como se piden las respuestas a los usuarios					
	El programa entiende mensajes abiertos, semejantes al lenguaje natural					
Interfaz de salida	La selección de dispositivos de salida soporta bien las funciones de apoyo					
	Las ventanas no están sobrecargadas de información					
	La velocidad de despliegue de mensajes es apropiada para el usuario					
	El tamaño y tipo de letra permiten leer de forma rapida y comprensivamente					
	Los gráficos y animaciones enriquecen lo que se aprende					
	Las cortinas musicales son agradables					
	Los efectos sonoros fijan la atención, destacan ideas o aspectos claves					
	El vocabulario o terminología es adecuado para el nivel educativo del usuario					
	Los símbolos o iconos corresponden a los de la disciplina del material					

2.- Aspectos positivos en el contenido-mayores cualidades del sistema.

3.- Aspectos negativos en el contenido-mayores debilidades del sistema.

4.- Uso potencial del sistema:

5.- Sugerencias para lograr que el sistema se pueda usar:

¡Muchas gracias por su colaboración!

APÉNDICE J. FORMATO EMEC-04. FORMULARIO PARA LA VALORACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO POR EXPERTO EN INFORMÁTICA

Valoración de Software educativo por experto en informática

Formato EMEC-04 propuesto por Álvaro Galvis (1992)

DATOS BÁSICOS

Título: Evaluación de software educativo para el aprendizaje de la lectura musical.

Autores: Arrieta, Carlos y Zambrano, Luis.

Versión: 1 Fecha de elaboración: Agosto 2010

Evaluador: Fecha de evaluación:

INSTRUCCIONES

El presente instrumento de recolección de información tiene como objetivo evaluar el software para el aprendizaje de lectura musical. El mismo es un proyecto planteado como trabajo de tesis para aprobar el *grado en Ingeniería en Informática. En el presente cuestionario se tienen 3 partes, en la primera deberá hacer* una valoración comprensiva del software; en la segunda, se pide evalúe las posibles problemáticas que considera contiene el software, elabore propuestas y recomendaciones para la solución de las mismas. En el tercer punto, debe evaluar la eficiencia del software como una herramienta para el aprendizaje de la lectura musical. A medida que observa el software, le pedimos que tome notas de sus comentarios. De antemano le agradecemos su colaboración con la presente tesis de grado.

VALORACIÓN COMPRENSIVA

1.- Como experto en metodología evalue la calidad del material, en lo que se refiere a las siguientes variables. Evalúe del 1 al 4 cada uno de los enunciados que se le presentan, siendo 1 Excelente y 4 Malo. En caso que el ítem no aplique, señale con una X en la columna correspondiente.

Enunciados	Escala para valoración				
	Excelente	Bueno	Regular	Malo	No aplica
	1	2	3	4	5
a.-Funciones de apoyo a los usuarios					
b.-Estructura lógica del material					
c.-Interfaz entre usuario y programa					
d.-Estructura de datos					
e.-Requerimientos de uso del paquete					
f.-Mantenimiento del paquete					
g.-Documentación del paquete					

PROBLEMÁTICAS, PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

1.- Recomendación (marque sólo una de las siguientes opciones)

a.- Recomiendo usar el material con ninguno o pocos cambios

b.- Recomiendo usar el material solamente si se le hacen los cambios que propongo

c.- No recomiendo usar el material.

2.- A medida que observa el material, tome nota de los defectos que encuentre desde el punto de vista del informático. En la columna de la izquierda anote el problema y ubicación; en la de la derecha posibles soluciones

Problema informático	Posibles soluciones

EFICIENCIA DEL SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LA LECTURA MUSICAL

1.- Cuando haya culminado la revisión del material educativo computarizado, señale su opinión sobre las variables siguientes, colocando una X en donde considere necesario; cuenta con una escala de 4 niveles de valoración. En caso que considere que el ítem no aplica marcar en la columna correspondiente.

Variables		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No aplica
Funciones de apoyo	Las funciones de apoyo para el alumno son las previstas en el diseño					
	Las funciones de apoyo para el alumno están bien implementadas					
	Las funciones de apoyo para el profesor son las requeridas en el diseño					
	Las funciones de apoyo para el profesor están bien implementadas					
Estructura lógica	Atiende todas las funciones de apoyo definidas para los usuarios					
	Es modular, muestra estructuración en el trabajo de programación					
	Favorece el tratamiento eficiente a los problemas de dimensión del programa					
	Hay separación entre la estructura lógica y los datos del programa					
Interfaz	Hace buen uso de las oportunidades que brinda el equipo y el software					
	Es eficiente para el intercambio de información entre usuario y programa					
	Tiene consistencia a todo lo largo del programa					
Estructura de datos	Aprovechan posibilidades que brinda la herramienta y el equipo seleccionados					
	Permite un manejo eficiente de los datos que utiliza el programa					
	Tienen un límite de crecimiento apropiado a los requerimientos de uso					
	Hay manejadores para consultar o adecuar el contenido de los archivos					

Estructura de datos	La organización y modo de acceso a los archivos favorece la ejecución eficente					
Requerimientos de uso	Los requerimientos de memoria principal no obstaculizan "correr" el programa					
	El tipo de pantalla y tarjeta gráfica corresponden, o se pueden emular					
	Las unidades de almacenamiento corresponden, o se pueden adecuar					
	El tamaño de los archivos de datos es manejable en las unidades disponibles					
	El sistema operacional requerido está disponible, o se puede obtener					
	Las utilidades o librerías requeridas están disponibles, o se pueden obtener					
	Están disponibles los sistemas de comunicación en redes requeridos					
	Las interfaces con otros equipos están disponibles, o se pueden obtener					
	El personal para dar soporte al uso del paquete está disponible o se consigue					
Mantenimiento	El contenido variable del programa se puede editar mediante manejadores					
	El código fuente está disponible					
	La programación es estructurada y legible, está documentada en el programa					
	El manual es suficientemente completo para dar mantenimiento al programa					
Documentación	La documentación para el usuario-alumno es clara y suficiente					
	La documentación para el usuario-profesor es clara y suficiente					
	La documentación para el mantenimento es clara y suficiente					

2.- Aspectos positivos en el contenido-mayores cualidades del sistema.

3.- Aspectos negativos en el contenido-mayores debilidades del sistema.

4.- Uso potencial del sistema:

5.- Sugerencias para lograr que el sistema se pueda usar:

¡Muchas gracias por su colaboración!

APÉNDICE K. INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS DE LECTURA MUSICAL

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
Urb. Montalbán – La Vega- Apartado 29086
Teléfono: +58212 - 4074407 Fax: +58212 - 4074447
Caracas, 1021 – Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Informática

Escuela de Ingeniería Informática
Universidad Católica Andrés Bello
Formación e Información para el Futuro

EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTO DE ESTUDIANTES DE LECTURA MUSICAL

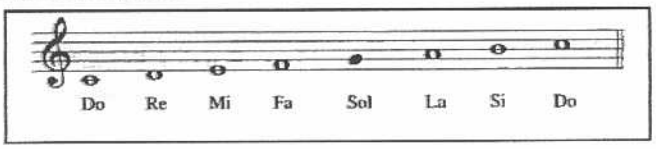
1. ¿Qué es el pentagrama? Marca con una X en el recuadro que corresponda

a) Es la representación de un sonido. ☐

b) Se basa en la utilización de tres líneas paralelas horizontales en las cuales se ordenan cada uno de los sonidos según la altura que estos tengan. ☐

c) Se basa en la utilización de cinco líneas paralelas horizontales en las cuales se ordenan cada uno de los sonidos según la altura que estos tengan. ☐

2. ¿Cómo se denomina la siguiente clave? Marca con una X en el recuadro que corresponda



a) Clave de FA ☐

b) Clave de SOL ☐

c) Clave de DO ☐

d) Niguna de las anteriores ☐

3. ¿Qué es un intervalo? marca con una X en el recuadro que corresponda

a) Son las figuras que se incorporan en el pentagrama representan los tiempos que duran las notas. ☐

b) Es la distancia que existe entre una nota musical y otra. ☐

c) Es la representación de un sonido en el pentagrama. ☐

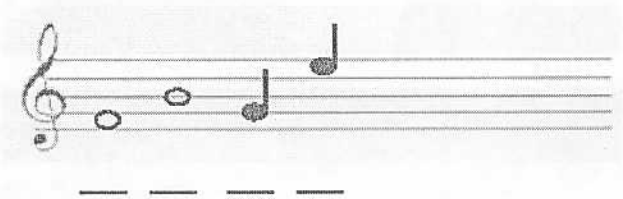
4. **Señala el nombre de las siguientes figuras musicales:**

Nombre	Figuras

5. **Une con un línea el nombre y la figura musical correspondiente:**

1. Silencio de Redonda
2. Silencio de Blanca
3. Silencio de Corchea
4. Silencio de Negra
5. Silencio de Semicorchea

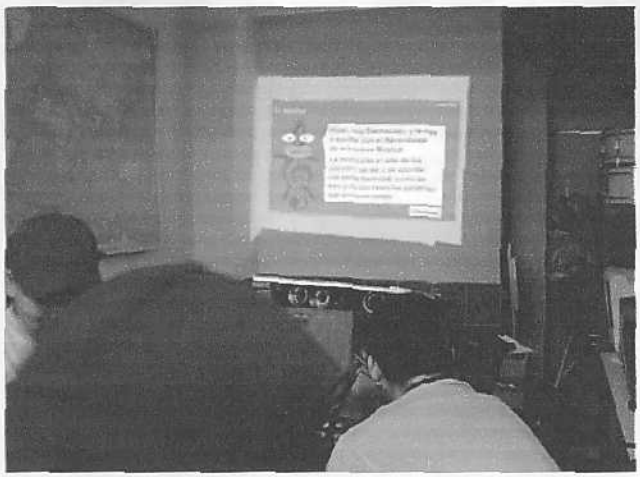
6. **Identifique cada una de las siguientes notas:**

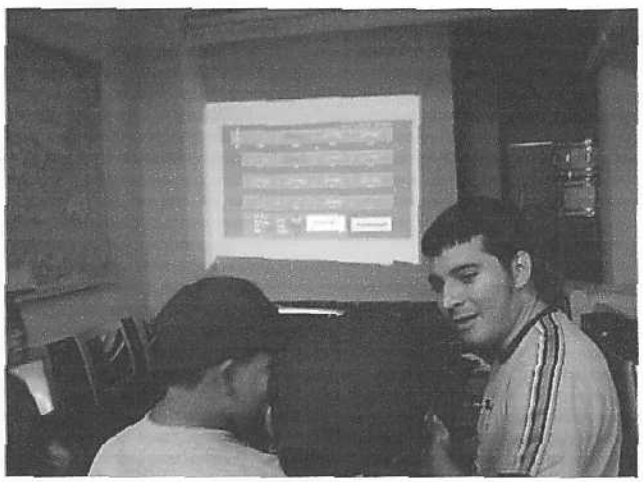


____ ____ ____ ____

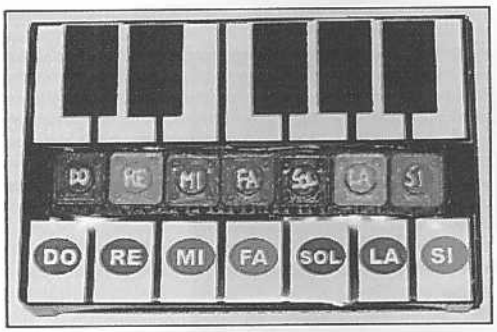
2

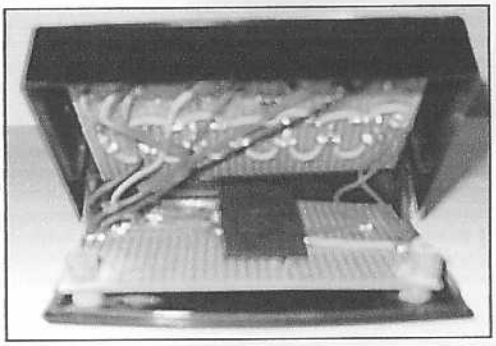
APÉNDICE L. FOTOS DE PRUEBA PILOTO INSTITUTO EDUCACIONAL PLAZA SÉSAMO

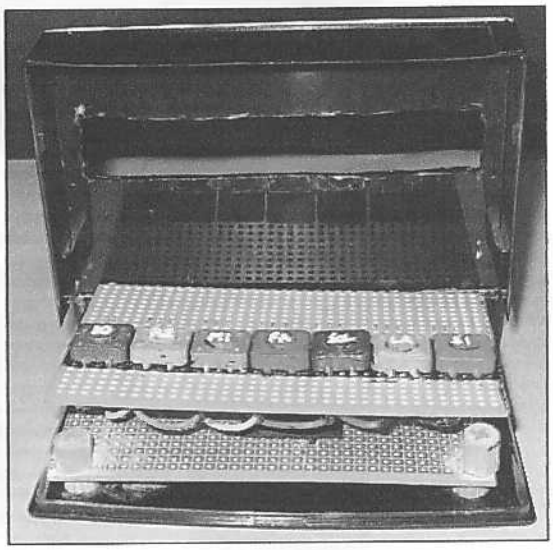




APÉNDICE M. FOTOGRAFÍAS DEL GAMEPAD

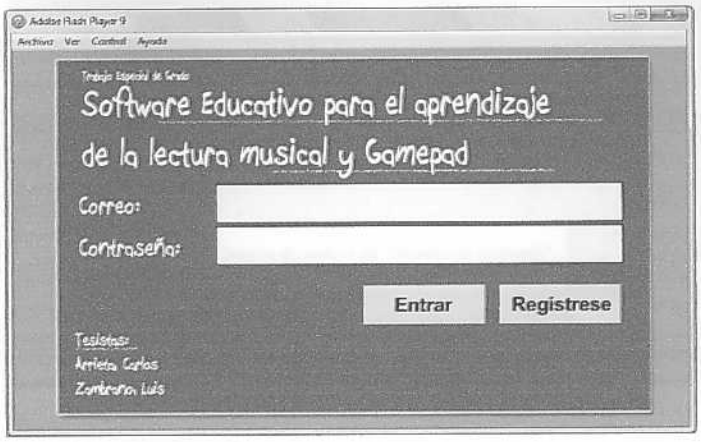




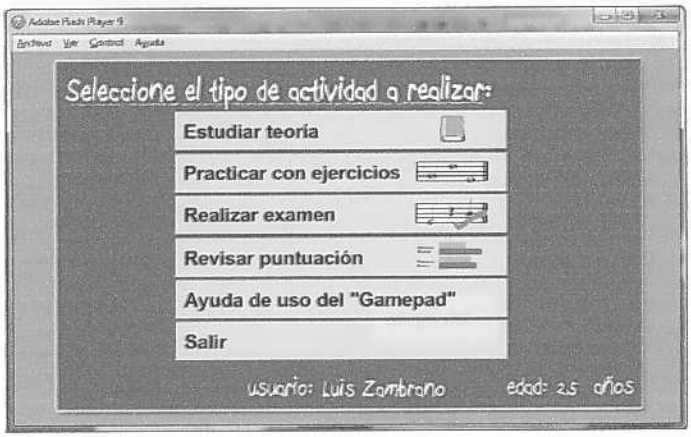


APÉNDICE N. VENTANAS DEL SOFTWARE EDUCATIVO

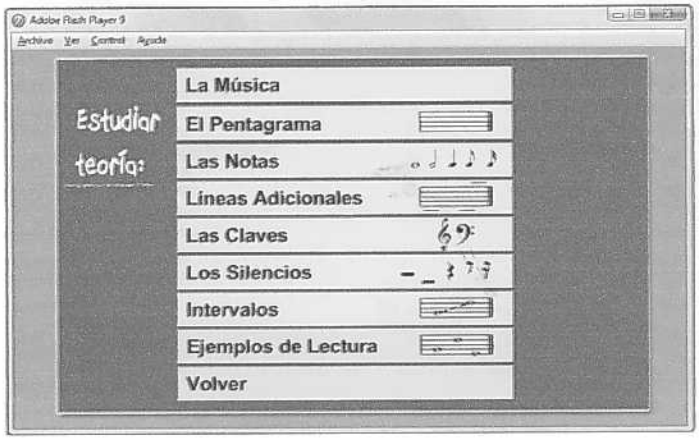
- Ventana de inicio:



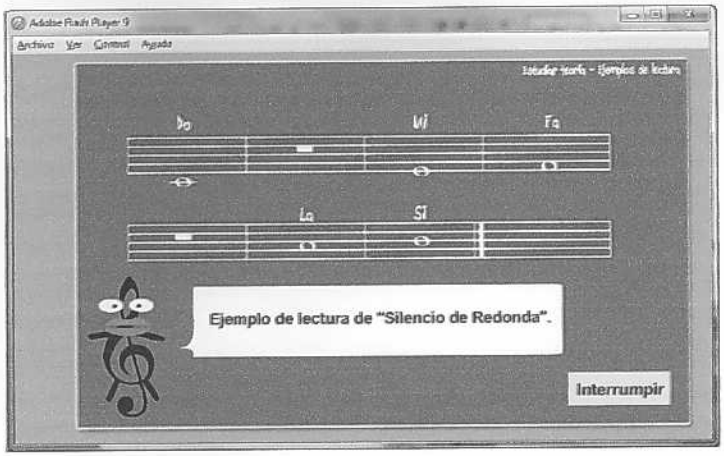
- Ventana de menú principal:



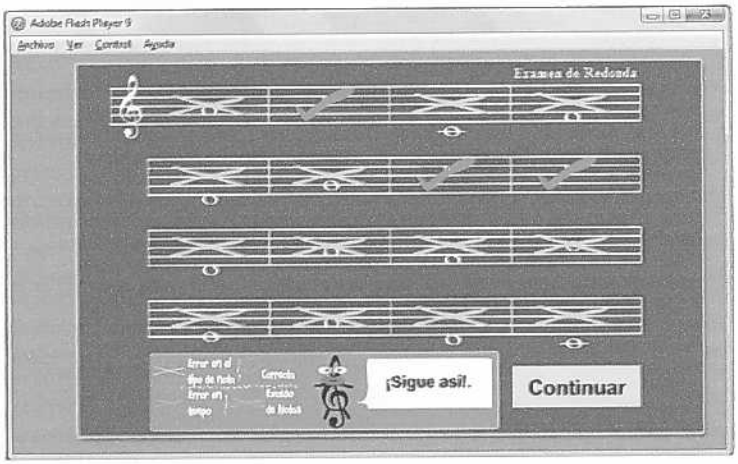
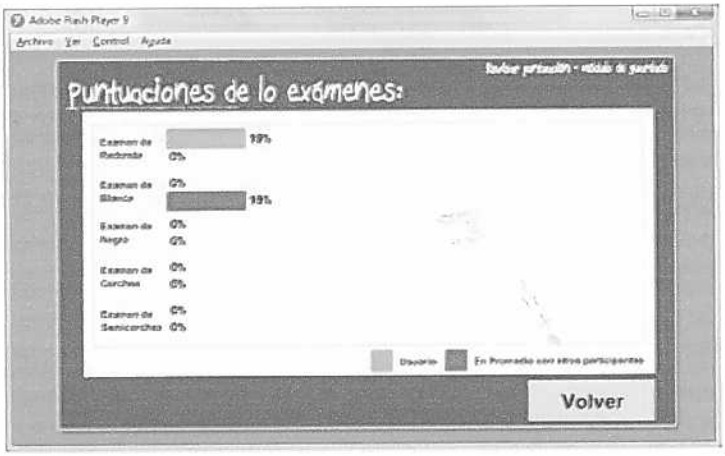
- Ventana de menú "Estudiar Teoría:



- Ventana de "Ejemplo de lectura de silencio de redonda":



- Ventana de "Examen de redonda":



- Ventana de puntuaciones: