

# Prototipo de aplicación Android guía para lecciones de solfeo en clave de sol destinada a estudiantes de nivel inicial del curso de lenguaje musical, aplicable en prácticas internas y externas al conservatorio

Hugo Ramón Lisboa Cáceres  
Universidad Internacional Tres Fronteras  
Ciudad del Este, Paraguay  
hugo.lisboa95.hl@gmail.com

Diego Michel González  
Universidad Internacional Tres Fronteras  
Ciudad del Este, Paraguay  
michel-diego2011@hotmail.com

**Abstract**—This study addresses the shortage of interactive technological tools in music education, specifically in the development of score-reading skills. An application for Android operating systems was developed, offering a more comprehensive learning experience in solfège technique by encompassing all the necessary activities for executing a lesson using the resources of a mobile device. The hypothesis suggests that this resource could improve the performance of students at the initial levels of musical language. To test this, quantitative research was conducted comparing evaluations of students before and after the implementation of the application in practice sessions. The results indicate an improvement in the students' reading level. The research is justified by the need to innovate in the teaching of solfège and to provide support for the autonomous practice of students.

**Keywords**—Solfège; App; Music.

**Resumen**— En este estudio se aborda la escasez de herramientas tecnológicas interactivas en la educación musical, específicamente en el desarrollo de las habilidades para la lectura de partituras. Se desarrolló una aplicación para sistemas operativos Android que ofrece una experiencia más completa de aprendizaje de la técnica de solfeo, al abarcar todas las actividades necesarias para la ejecución de una lección utilizando los recursos de un dispositivo móvil. La hipótesis sugiere que este recurso podría mejorar el rendimiento de los estudiantes de niveles iniciales de lenguaje musical. Para probarlo, se realizó una investigación cuantitativa comparando evaluaciones realizadas a los estudiantes antes y después de la implementación de la aplicación en las prácticas. Los resultados indican una mejora en el nivel de lectura de los estudiantes. La investigación se justifica con la necesidad de innovar en la enseñanza de solfeo y proporcionar un apoyo para las prácticas autónomas de los estudiantes.

**Palabras Claves**— Solfeo; Aplicación; Música.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los avances tecnológicos se infiltran cada vez más en las actividades de la vida cotidiana, abarcando entre ellas principalmente el ámbito profesional y educativo. Sin embargo, en ciertas áreas educativas con contenidos muy específicos, se percibe una escasez de recursos tecnológicos de apoyo en el proceso de aprendizaje.

El presente trabajo consiste en la implementación de una aplicación para sistemas operativos Android diseñada para estudiantes de música, específicamente para las prácticas de solfeo, habilidad que se constituye como la aptitud fundamental para los estudiantes y profesionales de esta área. A pesar de la existencia de diversas herramientas tecnológicas pedagógicas, en la enseñanza de lenguaje musical persisten los desafíos que generan una dificultad mayor para los estudiantes durante las prácticas autónomas del solfeo.

El problema planteado radica en la falta de recursos interactivos que cubran todas las actividades necesarias para la ejecución de una lección de solfeo como tal, puesto que las herramientas conocidas abarcan individualmente las tareas que deben ser realizadas en simultáneamente. Por ello, se plantea como objetivo principal el desarrollo de una aplicación que mediante el uso de los recursos disponibles en un dispositivo móvil ofrezca una experiencia de aprendizaje más completa de la técnica de solfeo.

Por consiguiente, la hipótesis de este estudio sugiere que la implementación de una herramienta especializada en esta modalidad puede resultar en una mejora significativa del rendimiento en los estudiantes de lenguaje musical en los conservatorios. Para verificar la hipótesis, se llevó a cabo una investigación cuantitativa en la que se compararon los resultados de evaluaciones realizadas a los estudiantes antes y después de la introducción de la aplicación en las aulas.

A pesar de la existencia de diversas herramientas tecnológicas pedagógicas, en la enseñanza de lenguaje musical persisten los desafíos que generan una dificultad mayor para los estudiantes durante las prácticas autónomas del solfeo.

La comunidad educativa se ha visto afectada por una carencia de aplicaciones informáticas que puedan conducirnos a la solución de nuestros problemas o que al menos nos sirvan de apoyo, esto posiblemente se deriva de que los desarrolladores de Software conocen muy poco del área musical y de seguro van a necesitar asesoramiento constante

y profundo de un profesional de la materia. A su vez, muchos profesionales de la música no poseen el conocimiento necesario para elaborar una aplicación informática acorde con los requerimientos de nuestro sistema educativo. [1]

## II. CONTEXTO HISTÓRICO

El solfeo se origina para dar lugar a un nuevo sistema de representación de sonidos mediante sílabas a mediados del siglo XI, siendo éste desarrollado por el monje Guido d'Arezzo. La técnica propuesta y utilizada hasta hoy día en los conservatorios se basa en los nombres de las siete notas musicales conocidas del sistema temperado, lo cual facilita la lectura y entonación de partituras, logrando progresivamente desarrollar en los estudiantes la habilidad de leerlas a primera vista. [2]

Históricamente este método se caracterizó por la implementación de nuevos elementos y la mejora de las técnicas de enseñanza.

Desde su creación ha sido enriquecido con la adición de gestos y signos musicales que facilitaron la comprensión y lectura de la música. Asimismo, a través de los siglos, muchos educadores y pedagogos de la música aportaron significativamente al desarrollo de la técnica, con modificaciones que permitieron su evolución a la par de los estilos musicales y las necesidades reales de los estudiantes, convirtiendo de esta manera al solfeo en una de las herramientas fundamentales para la formación musical. [3]

Los impactos más grandes que ha recibido la educación musical han sido provocados por el desarrollo de la radio y el gramófono, durante la primera mitad del siglo XX, y la computadora durante la segunda mitad. Para muchos maestros, la llegada de la radio y del gramófono marcó un cambio en el equilibrio de las actividades de clase, aunque en ese momento no venía en camino ninguna revisión importante de los objetivos tradicionales en la enseñanza de la música. Esta revolución electrónica también sembró semillas que llegarían a ser alternativas para retar la visión tradicional de la educación musical. La música en sí empezó a cambiar rápidamente cuando la transmisión electrónica, la grabación y la generación del sonido se hicieron posibles. En otro nivel, Carl Seashore (1866- 1949) delineó sistemáticamente tests para medir lo que él llamaba "talento" musical, incluyendo medición de la distinción de la altura, el timbre y el volumen. Todo esto se había hecho posible gracias a la electrónica y la disponibilidad de fuentes de sonido calibrados. Educadores musicales empezaron a contemplar métodos de evaluación más precisos para encontrar potencialidad en el alumnado y para el diagnóstico de problemas empleando metodologías aparentemente científicas." [4]

Desde el punto de vista tecnológico, debido a las limitaciones en el hardware, capacidad de procesamiento como el alto costo, en un principio los softwares desarrollados para el área musical estaban más orientados a las industrias de producción musical a nivel profesional. No fue hasta

principios de los años 2000 que comenzaron a conocerse los programas open source destinados al aprendizaje musical, orientados específicamente al entrenamiento auditivo, que abarcaba el reconocimiento de intervalos melódicos y armónicos, escalas y ritmos, además de editores de partituras.

## III. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo se llevó a cabo mediante el diseño cuasi experimental, ya que se tuvo un grupo control y un grupo experimental con el cual se implementó un software que sirvió de guía para las prácticas de solfeo, con el fin de comparar el rendimiento de los estudiantes que contaron con el apoyo tecnológico y el de los que carecieron de él. Como no se pretende dar un seguimiento a la población, se trató a la vez de una investigación transversal. No se pudo tener mayor control sobre las variables por lo cual no se aplicó el modelo experimental.

La población estuvo constituida por los estudiantes de Lenguaje Musical con asistencia regular a las clases en el "Conservatorio José Asunción Flores". Se tomó una muestra de 20 estudiantes del curso Principiante. La muestra fue seleccionada entre los alumnos regulares en las materias de Teoría y Entrenamiento Auditivo.

Los participantes fueron elegidos según los siguientes criterios de selección:

### a. Inclusión

- Todos los alumnos regulares del curso de Principiante de Lenguaje Musical con asistencia regular a las clases de Teoría y Solfeo en el Conservatorio José Asunción Flores.

### b. Exclusión

- Alumnos recursantes de Teoría o Entrenamiento Auditivo.
- Alumnos con asistencia menor al 70% de las clases.

La implementación del software fue llevada a cabo durante el periodo de marzo a junio del año 2024.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se especifican las herramientas utilizadas y el procedimiento seguido para el desarrollo y la implementación de la aplicación en el conservatorio.

El proceso se llevó a cabo en 6 fases fundamentales que se detallan a continuación.

### A. Fase 1

Como etapa inicial se realizó la revisión de materiales bibliográficos de teoría musical destinados a aclarar conceptos, definiciones y reglas, tanto sintácticas como semánticas, de la escritura musical, de modo a comprender la estructura de una pieza musical a fin de recrearlo en un entorno digital, donde serían manipulados todos los signos,

figuras y/o representaciones gráficas que conforman una pieza musical, haciendo posible la medición de la precisión de la interpretación de cada uno de estos elementos por separado. Además, fueron consultados los principios básicos para la manipulación de las ondas sonoras, de modo a, por un lado, reconocer las frecuencias de los sonidos emitidos por los estudiantes al cantar las lecciones con la técnica de solfeo y determinar la nota musical a la que corresponden y la precisión de la afinación; y por otro lado generar los audios guías para las lecciones de acuerdo con lo requerido por las partituras.

### B. Fase 2

Se realizó una encuesta a los estudiantes antes de iniciar la implementación para conocer el nivel de utilización de herramientas tecnológicas en sus estudios de la música y las dificultades afrontadas en las prácticas de las lecciones de solfeo en la etapa inicial.

En la tabla 1 se detallan las preguntas realizadas a los estudiantes. Para la recolección se realizaron preguntas con respuestas cerradas con las siguientes opciones:

1) **Sí:** Será empleado para contestar la pregunta como afirmativa.

2) **No:** Será empleado para responder a las preguntas con una negación.

TABLA I  
PREGUNTAS REALIZADAS A LOS ESTUDIANTES

Nº	Pregunta
1	¿Maneja usted programas informáticos que le permitan trabajar en el área musical?
2	¿El docente que imparte la asignatura de solfeo utiliza la computadora para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje?
3	¿Practica las lecciones de solfeo fuera del conservatorio?
4	¿Presenta dificultades para cumplir con todas las exigencias en sus prácticas sin un tutor?
5	¿Es necesaria la ayuda de algún tutor durante las prácticas de solfeo?

En la figura 1 se muestran los resultados de la encuesta. En el gráfico se demuestra que la mayoría de los estudiantes no utiliza herramientas tecnológicas para sus estudios de música, presentan dificultades en sus prácticas individuales y que requieren asistencia de un tutor o una guía para éstas. Estos resultados apoyaron determinación de la factibilidad de la implementación de la aplicación como apoyo en su proceso de aprendizaje.

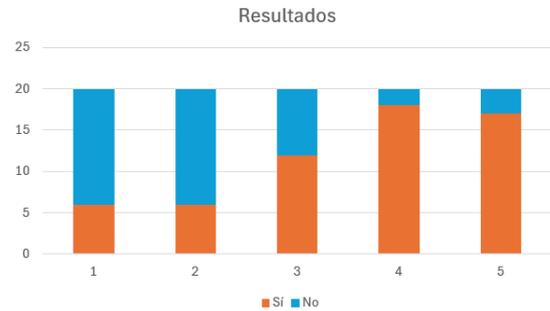


Fig. 1 Resultados de la encuesta inicial.

### C. Fase 3

A partir de los datos y resultados obtenidos en las fases anteriores, se propuso como solución el desarrollo de una aplicación que permita evaluar las habilidades requeridas para una buena ejecución de la técnica de solfeo, que pueda servir de guía a los estudiantes en sus prácticas individuales en las que no cuentan con el acompañamiento del docente para las correcciones necesarias y se procedió con el desarrollo del prototipo de aplicación.

El proyecto fue realizado con el lenguaje de programación Kotlin como base, integrándose con otras herramientas para cumplir con las funcionalidades necesarias. El funcionamiento consiste en las siguientes operaciones en simultáneo para que se pueda realizar una práctica de solfeo completa y evaluar las habilidades que se requieren para la lectura de una partitura:

- 1) Generación de las partituras a partir de datos predefinidos y formateados en la base de datos interna de la aplicación. La partitura es visualizada en la parte superior de la pantalla, con una línea encima que indica visualmente en que punto de la partitura se encuentra la reproducción durante la ejecución de la lección.
- 2) Generación del audio con sonido de piano correspondiente a la partitura generada.
- 3) Reproducción del audio y de la partitura generada.
- 4) Captura de sonido por micrófono y procesamiento de las ondas captadas para comparar con las frecuencias correspondientes a las notas que deben ser entonadas durante la reproducción de la partitura y el audio. Las frecuencias de las notas musicales están predefinidas en la aplicación para realizar la comparación de las ondas capturadas y la correspondiente evaluación. En la pantalla, durante la ejecución de la lección, debajo de la partitura, al lado izquierdo se va mostrando la nota que debe ser entonada a medida que se va avanzando y, al lado izquierdo se muestran las notas obtenidas del sonido capturado por el micrófono. Cuando las notas son entonadas correctamente se indica coloreando el fondo en color verde, mientras que, si no está afinada con lo que requiere la lección, se visualizará el fondo en color rojo. En la figura 2 se muestra una captura de la

pantalla de la aplicación en la cual se está capturando una nota bien entonada.

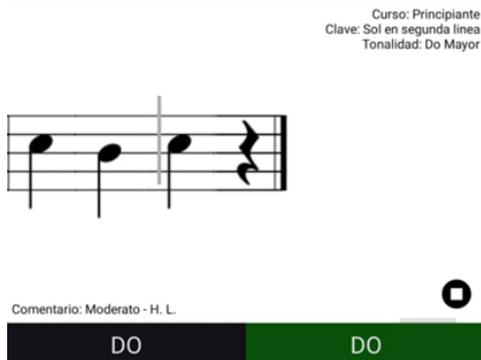


Fig. 2 Nota entonada correctamente.

En cambio, en la figura 3 se muestra una captura de la pantalla de la aplicación en la cual se está capturando una nota mal entonada, indicando a la derecha la nota a la que corresponde la frecuencia captada por el micrófono e indicando con el fondo rojo que la entonación no es la correcta.

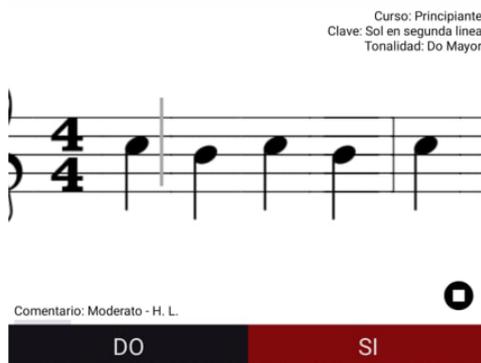


Fig. 3 Nota entonada incorrectamente

5) Seguimiento de objeto para la captura de la marcación de compás. En la parte inferior de la pantalla, ocupando la mayor parte de ésta, se muestra la imagen capturada por la cámara frontal del dispositivo. En el visor de la cámara se visualizan cuatro puntos rojos que corresponden a las posiciones por las cuales debe pasar el objeto capturado para lograr la marcación de compas correspondiente a la partitura en ejecución. En el centro del visor se va mostrando en tiempo de ejecución el tiempo de compas que debe ser marcado, el cual, al igual que en la evaluación de la afinación del tono según va transcurriendo la lección, se muestra en color verde si se está marcando correctamente, de lo contrario, se muestra de color rojo. En la aplicación presentada, se reconoce con la cámara cualquier objeto de color azul, el cual es encerrado en un rectángulo verde. Este

rectángulo verde, debe encerrar el punto rojo en la pantalla que corresponde al tiempo del compás que se está reproduciendo o por lo menos encontrarse en la zona de la pantalla correspondiente al tiempo en ejecución para que se tome como una marcación correcta y se muestre el número correspondiente al tiempo del compás en color verde. En la figura 4 se muestra una captura de la pantalla de la aplicación en la que se detecta el objeto con el que se realiza la marcación del compás.

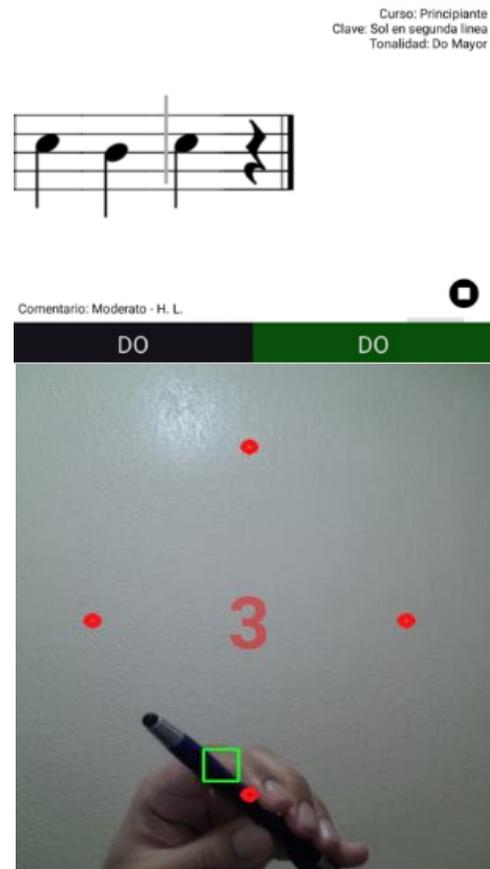


Fig. 4 Captura de pantalla de la aplicación

A continuación, se enumeran las herramientas utilizadas para el desarrollo.

1) Android Studio: Es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android. Fue anunciado por Google en 2013 y ha sido la principal opción para los desarrolladores de Android desde entonces. Android Studio proporciona una serie de características que mejoran la productividad al construir aplicaciones de Android, como un sistema de compilación basado en Gradle, un emulador rápido, un sistema de diseño visual y herramientas para el análisis de rendimiento y usabilidad. Versión utilizada: Iguana | 2023.2.1 Patch 1.

2) Chaquopy: Consiste en un plugin para Gradle que permite ejecutar código Python en aplicaciones de Android. Es una solución efectiva para utilizar bibliotecas y módulos de Python en sus aplicaciones de Android. Chaquopy proporciona una integración fluida entre Python, Java y Kotlin, permitiendo a los desarrolladores llamar a funciones de Python desde Java o Kotlin y viceversa. Chaquopy también ofrece un gestor de dependencias eficiente que permite especificar las dependencias de Python en el archivo `build.gradle` del proyecto de Android, y éste se encargará de instalarlas, simplificando el proceso de gestión de dependencias y asegurando que las aplicaciones tengan todas las bibliotecas de Python que necesitan para funcionar correctamente. Versión utilizada: 14.0.2.

3) Wave: Consiste en un módulo de Python que proporciona una interfaz para el formato de sonido WAV. Es parte de la biblioteca estándar de Python y proporciona funcionalidades para la lectura y escritura de archivos WAV. Los archivos WAV son un formato común para el almacenamiento de audio sin comprimir, lo que los hace útiles para la manipulación de audio en aplicaciones de música y sonido. El módulo wave proporciona una serie de funciones y clases para manipular archivos WAV. Esto incluye funciones para abrir archivos WAV, leer y escribir datos de audio, y obtener información sobre el archivo, como la frecuencia de muestreo, el número de canales y la duración del audio. Aunque no proporciona funcionalidades para el procesamiento de audio, permite la fusión de varios audios en uno, permitiendo seleccionar los fragmentos necesarios de cada uno para la creación de un nuevo audio en formato WAV. En la aplicación resulta útil para generar los audios de las partituras durante la ejecución de ésta para que sea reproducido mientras se desarrolla la lección. Versión utilizada: 3.9.

4) OpenCV: Es una biblioteca de visión por computadora de código abierto, denominada por su sigla en inglés OpenCV (Open Source Computer Vision Library). Para proyectos de aplicaciones Android, proporciona una interfaz para implementar y ejecutar algoritmos de visión por computadora en aplicaciones móviles. Está diseñado para ser utilizado en conjunto con Android Studio y se puede integrar en cualquier aplicación de Android para agregar funcionalidades de visión por computadora. Se implementa esta librería para el seguimiento de objetos que permita detectar, mediante la cámara del dispositivo, la marcación realizada durante la ejecución de las lecciones, a través de función de detección y seguimiento de objetos, el cual permite ubicar un objeto capturado en la imagen y devuelve las coordenadas de la ubicación del mismo en la matriz de la imagen para determinar si la posición es la que corresponde al tiempo que se está reproduciendo en la partitura. Versión utilizada: 4.5.1-2.

#### D. Fase 4

Antes de la implementación de la aplicación, los docentes realizaron una prueba de evaluación a todos los estudiantes que formaban parte de la muestra, en la cual evaluaron tres habilidades fundamentales para la correcta ejecución de una lección de solfeo: la marcación del compás, reconocimiento de las notas en el pentagrama y la afinación. Posterior a la prueba inicial, el grupo fue dividido en dos para formar un grupo control y un grupo experimento con 10 estudiantes cada uno. El grupo control continuaría desarrollando sus lecciones normalmente sin el uso de la aplicación, mientras que al grupo experimento se les habilitó a cada estudiante en sus dispositivos móviles la aplicación para que la utilicen tanto durante las clases como en sus prácticas individuales fuera de clases.

En la figura 5 se muestra el promedio de calificaciones obtenidas por los estudiantes en la evaluación inicial, previa a la implementación de la aplicación, indicando los promedios obtenidos en las habilidades mencionadas tanto por el grupo control, como por el grupo experimento, siendo este último mencionado el grupo con menor promedio.

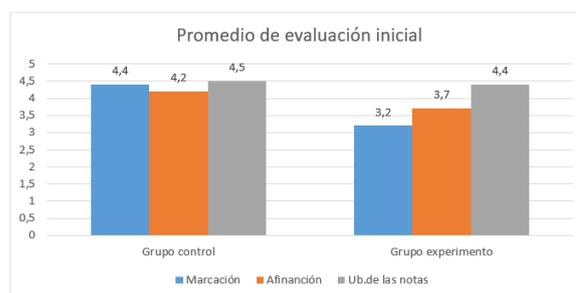


Fig. 5 Resultados de la evaluación inicial de los estudiantes.

#### E. Fase 5

Durante la implementación de la herramienta en clases, se realizaron visitas al conservatorio para dar seguimiento al proceso, durante el cual se llevaron a cabo entrevistas con los docentes, recabando datos sobre otras tecnologías utilizadas como materiales didácticos y obtener una retroalimentación del funcionamiento del prototipo de la aplicación. Durante el desarrollo de éstas, se obtuvo una valoración favorable de la aplicación, destacando principalmente la mejora en la marcación del compás.



Fig. 6 Implementación de la aplicación durante las clases de solfeo en el conservatorio.

#### F. Fase 6

En la última fase, tras dos semanas de utilización de la aplicación como apoyo en las prácticas del grupo control, se realizaron nuevamente las mismas pruebas de evaluación a todos los estudiantes para medir los avances. En la figura 7 se muestran los promedios de las calificaciones obtenidas por los estudiantes, debidamente identificados como grupo control y grupo experimento.

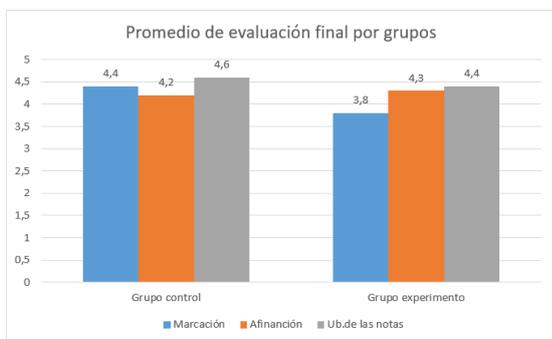


Fig. 7. Resultados de la evaluación final de los estudiantes.

#### V. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Partiendo de los datos obtenidos, se detectan áreas que requieren mayor atención para aumentar la efectividad de una aplicación como la propuesta de este proyecto, entre ellas podríamos mencionar la mejora del reconocimiento de notas en el pentagrama, Según los resultados de las evaluaciones no se registró ningún avance en esta habilidad en los estudiantes que utilizaron la aplicación a pesar de haber sido de utilidad para mejorar la afinación, por lo cual sería recomendable implementar la tecnología ASR, más conocida como reconocimiento de voz para detectar la pronunciación de las notas cantadas y no solo la frecuencia para la validación del tono emitido, a modo de reconocer si la palabra pronunciada corresponde al nombre de la nota cantada.

Control de velocidad de la reproducción de las lecciones, ya que, si bien la aplicación fue de gran ayuda para la mayoría de los alumnos para la marcación del compás desde el primer uso, para algunos de ellos fue un poco más complicado seguir el ritmo propuesto por la aplicación, por lo que la función de regular la velocidad podría arrojar mejores resultados.

Agregar un metrónomo durante toda la ejecución de las lecciones: aunque la aplicación implementa un compás libre con el sonido de un metrónomo al inicio de la lección para marcar el pulso a seguir, se complica un poco para los estudiantes tener sólo una ayuda rítmica visual en la pantalla, como lo es la indicación del tiempo mediante el contador en el centro de la pantalla, ya que las guías para identificar las notas a entonar y el pentagrama propiamente también son meramente visuales, lo cual puede resultar en demasiados estímulos visuales.

Agregar los métodos necesarios para registrar los resultados y mostrar un promedio de las habilidades evaluadas.

#### VI. CONCLUSIÓN

En el presente trabajo de investigación realizado se pudieron lograr los objetivos trazados inicialmente, siendo el objetivo general desarrollar un software que guíe las prácticas de solfeo de los estudiantes de los conservatorios. Como se evidencia se logró el desarrollo y la implementación de la aplicación en un ambiente real.

Durante dicha implementación realizada mediante pruebas con el método cuasi experimental se observó una mejora significativa en el grupo experimento, principalmente en las habilidades para la marcación del compás y la entonación de las notas durante la ejecución de las lecciones, mientras que en el grupo control no hubo diferencias entre la primera y última evaluación en estos aspectos. Por otro lado, el grupo experimento no presentó mejoras en las habilidades para el reconocimiento de las notas en el pentagrama mientras que el grupo control tuvo un pequeño incremento en esta habilidad. En la figura 8 se puede observar la comparación de los resultados obtenidos de las evaluaciones realizadas antes y después de la implementación de la aplicación con el grupo experimento.

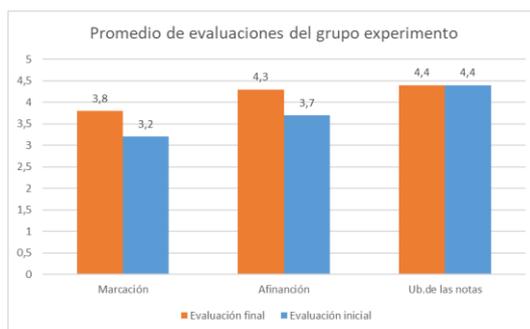


Fig. 8 Resultados de las evaluaciones de los estudiantes del grupo experimento.

Sin embargo, los resultados de las evaluaciones en el grupo control, no muestran avances significativos en la mejora de las habilidades para la ejecución de una lección de solfeo, como se muestra en la figura 9.

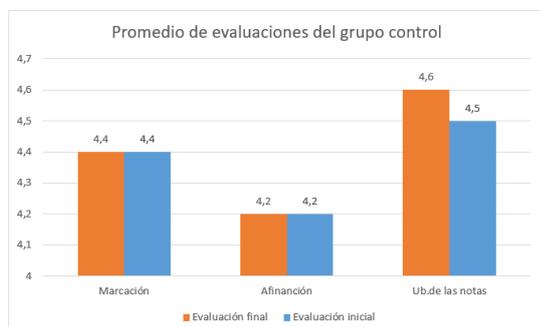


Fig. 9 Resultados de las evaluaciones de los estudiantes del grupo control.

Por otro lado, aunque se lograron los objetivos, hubo algunas dificultades inicialmente para la implementación con respecto al seguimiento de objetos para la identificación de la marcación del compás mediante la cámara, que dependiendo del lugar y la iluminación con la que se contaba terminaba detectando objetos que no correspondían. Además, si bien el reconocimiento de notas en el pentagrama ya era una habilidad prácticamente lograda desde la primera evaluación, no llegaba a un nivel excelente, por lo que no se debe ignorar el hecho de que no se registraron mejoras en esta área, lo que

sugiere que es una herramienta útil para principiantes todavía quedan áreas por analizar y requieren mejoras.

#### AGRADECIMIENTOS

Al conservatorio José Asunción Flores por su colaboración en la puesta en marcha del presente proyecto.

#### REFERENCIAS

- [1] É.R. Buenaño Logroño, “Análisis de herramientas de software libre orientadas al aprendizaje del lenguaje musical para mejorar el rendimiento académico en los estudiantes del primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Juan de Velasco.” in *Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, 2016.
- [2] C. R. Domínguez, “La epístola de ignoto cantu de Guido D’Arezzo: De la memoria a la escritura musical.” in Zaragoza, España: Titivillus, 2019.
- [3] V. A. Rocha Rodríguez, “Uso del método Kodály como herramienta metodológica para el mejoramiento del desempeño del docente de música en formación. Bucaramanga,” in Colombia: Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, 2023.
- [4] A. Latham, “Diccionario enciclopédico de la música.” in México, México: FONDO DE CULTURA ECONÓMICA (FCE), 2008.