

Aplicación móvil para la iniciación musical por parte de personas con discapacidad visual mediante un diseño accesible

Juan Diego Patiño Bastidas
Universidad Piloto de Colombia
Bogotá, Colombia
juan-patino3@upc.edu.co

Resumen – Este documento presenta los resultados de una investigación acerca de las herramientas existentes en dispositivos móviles para la formación inicial musical dirigidas a personas con discapacidad visual. Debido al bajo número de aplicaciones de este tipo en dichos dispositivos, se elabora una aplicación móvil para Android que permite la edición de partituras básicas como estrategia de aprendizaje, y aplicando las pautas de accesibilidad del W3C para garantiza su integración con los servicios de la Suite de Accesibilidad Android y a su vez su uso por parte de la población objetivo. Gracias a las pruebas realizadas y la validación de la aplicación con una persona del grupo destinatario, se verifica el cumplimiento de su propósito funcional, y también, de características como la usabilidad y accesibilidad. Se concluye que esta aplicación puede ser una herramienta de apoyo para la formación inicial musical para las personas con discapacidad visual, y se invita a realizar más investigaciones que aprovechen la tecnología en la generación de herramientas útiles para esta población.

Abstract – This paper presents the results of a research about the existing tools on mobile devices for initial musical training focused on visually impaired people. Due to the low number of applications of this type on such devices, a mobile application for Android is developed that allows the edition of basic music scores as a learning strategy, and applying the W3C accessibility guidelines to ensure its integration with the services of the Android Accessibility Suite and consequently its use by the target population. Thanks to the tests performed and the validation of the application with a person from the target group, it is verified the fulfillment of its functional purpose, and, of features such as usability and accessibility. It is concluded that this application can be a support tool for the initial musical training for people with visual impairment, and further research is invited to take advantage of technology in the generation of useful tools for this population.

Índice de términos – Accesibilidad, Android, aplicación móvil, discapacidad visual, formación inicial musical, W3C.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la población con discapacidad visual se conforma a nivel global por alrededor de 2.200 millones de personas [1], de las cuales cerca de 2 millones residen en Colombia [2]. Es una cantidad considerable, y por lo tanto es importante tenerlos en cuenta en cualquier ámbito social.

Alrededor del mundo, las entidades gubernamentales hacen bien en establecer leyes que en cierta medida buscan favorecer a esta población. En el caso de Colombia, una de las más importantes considerando los avances tecnológicos, es la ley 1680 de 2013 que busca garantizar a las personas ciegas y con baja visión el acceso a la información, conocimiento,

comunicaciones y a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) [3].

En la época actual, las TIC son la principal vía de acceso y difusión del contenido digital, lo que las convierte en la fuente de conocimiento más amplia y actualizada. Sin embargo, reportes como el de Diamond [4] muestran que no siempre el contenido que se puede encontrar es accesible, evidenciando en una muestra de 20 aplicaciones gratuitas en Android que el 37.5% no cumplen los criterios de accesibilidad del W3C, y en aplicaciones de pago no lo hacían el 71%.

A esto, se suma la poca cantidad de investigaciones y la escasez de propuestas dirigidas a estas personas en áreas específicas como menciona M. Valderrama en el caso de la música [5], donde hay poco material musicográfico y desconocimiento del tema por los docentes.

Es aquí donde se encuentra la oportunidad de crear una aplicación móvil que brinde apoyo a las personas con discapacidad visual interesadas en el aprendizaje musical. Esta aplicación también podría ser utilizada en las estrategias de formación inicial musical dirigidas a las personas con discapacidad visual por parte de los docentes, dando además la posibilidad al usuario de trabajar de forma autónoma.

La metodología usada para el desarrollo del aplicativo es scrum, debido a que permite un avance de la solución en periodos cortos, y gracias a la comunicación con los stakeholders, es posible un seguimiento constante sobre estos y realizar las correcciones pertinentes.

El documento se divide en las siguientes secciones: Fundamentación teórica y conceptual, metodología, propuesta de solución, validación de la solución, análisis de resultados y conclusiones.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONCEPTUAL

A. Aplicación móvil

Se hace referencia al software o programa diseñado para ejecutarse en dispositivos móviles, permitiendo al usuario llevar a cabo una tarea específica. Pueden estar preinstaladas en el teléfono o ser descargadas e instaladas a través de diversos medios, incluso pueden ser desarrolladas para un sistema operativo particular como Android o iOS [6].

B. Accesibilidad

Corresponde a la disposición de un elemento, espacio o servicio que permita su uso y estar al alcance de todas las personas de forma segura, cómoda y eficiente, sin importar sus capacidades o condición [7].

C. Discapacidad visual

La organización mundial de la salud categoriza el deterioro de la visión de las personas en dos grupos; el primero de ellos es el deterioro de la visión distante, el cual tiene la siguiente clasificación:

1) *Leve*: Agudeza visual menor a 6/12, o igual o mayor a 6/18.

2) *Moderado*: Agudeza visual menor a 6/18, o igual o mayor a 6/60.

3) *Grave*: Agudeza visual menor a 6/60, o igual o mayor a 3/60.

4) *Ceguera*: Agudeza visual inferior a 3/60.

El segundo grupo es el del deterioro de la visión cercana, que corresponde a aquellas personas que tienen una agudeza visual cercana inferior a N6, o M.08 a 40 cm [1].

D. Accesibilidad en dispositivos móviles

El W3C, en colaboración con individuos y organizaciones a nivel global, ha elaborado las pautas de accesibilidad de contenido web (WCAG), las cuales detallan cómo producir contenido que sea accesible para personas con diversas discapacidades, incluyendo aquellas de naturaleza visual como la ceguera o la baja visión [8].

Según estas directrices, la accesibilidad se sustenta en cuatro pilares esenciales: perceptibilidad, operabilidad, comprensibilidad y robustez. Adicionalmente, cada uno de estos principios conlleva una serie de criterios de éxito cuyo cumplimiento es imprescindible para estar con conformidad con las WCAG [9].

E. Requerimientos de accesibilidad para personas con baja visión

Además de las consideraciones previamente mencionadas, la W3C ha elaborado un documento con el propósito de detallar las necesidades de las personas con baja visión para asegurar la accesibilidad del contenido electrónico, así como de las herramientas y tecnologías [10].

A continuación, se presenta en la TABLA I los requerimientos dirigidos a la población con baja visión agrupados por categorías, sin embargo, se debe aclarar que estos no tienen en cuenta el dispositivo que se encuentra en uso.

TABLA I REQUERIMIENTOS DE USUARIO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL.	
Categoría	Requerimiento
Brillo y color	Brillo general
	Contraste de texto
	No depender del color
Seguimiento	Ajustar el desplazamiento unidireccional
	Cambio a columna única
	Longitud de línea
	Separación silábica
Percepción	Tamaño de texto
	Fuente
	Estilo
	Capitalización
	Tamaño
Espaciado para lectura	Interlineado
	Espaciado de letras
	Espaciado de palabras
	Justificación
	Márgenes y bordes
	Espaciado entre elementos
Identificación de elementos	Personalización a nivel de elemento
Punto de mira y proximidad	Mantener punto de mira
	Proximidad de la información relacionada
Trabajar con la configuración del usuario	Ver todos los elementos
	Impresión de texto personalizado
	Uso de la configuración de usuario

Fuente: Adaptado de [10].

F. Android Studio

Es “el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de apps para Android y está basado en IntelliJ IDEA” [11]. Debido a sus particularidades, funcionalidades y herramientas; simplifica el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles que utilizan el sistema operativo Android.

G. Java

“Es un lenguaje de programación orientado a objetos ampliamente utilizado que se ejecuta en miles de millones de dispositivos. Las reglas y sintaxis de Java se basan en los lenguajes de C y C++. Una de las principales ventajas de desarrollar software con Java es su portabilidad” [12]. En conjunto con Kotlin, es uno de los lenguajes que se puede emplear en Android Studio.

H. Suite de accesibilidad Android

Consiste en “una colección de apps de accesibilidad que permiten utilizar dispositivos Android con interruptores o sin usar la vista. La suite de accesibilidad Android requiere Android 6 o versiones posteriores” [13]. En el proyecto, se considera fundamental garantizar la compatibilidad con los servicios del apartado visual como TalkBack, corrección de color, ampliación, tamaño de texto y texto de alto contraste.

III. METODOLOGÍA

A. Tipo de estudio

La implementación del proyecto seguirá el enfoque ágil

Scrum, que posibilita una ejecución iterativa e incremental para obtener componentes del aplicativo en lapsos cortos y, al mismo tiempo, facilita la adaptación a cambios [14]. Además, se aplicará un enfoque de investigación mixta, incorporando datos tanto cuantitativos como cualitativos para respaldar las decisiones y resultados a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

B. Hipótesis

Desarrollar una aplicación dirigida a la edición de partituras básicas bajo un diseño universal que sea compatible con las herramientas de la suite de accesibilidad Android podría generar una estrategia viable para la enseñanza e iniciación musical por parte de personas con discapacidad visual.

C. Metodología

En la TABLA II, se presenta claramente el modelo de investigación o la metodología utilizada para abordar cada uno de los objetivos específicos planteados.

TABLA II
DISEÑO METODOLÓGICO.

Objetivo específico	Desarrollo metodológico
Analizar la información actual respecto a la accesibilidad de aplicaciones en dispositivos móviles para realizar el diseño de la solución bajo los requerimientos de los usuarios	Con el propósito de lograr este objetivo, se emplea un enfoque cualitativo con la intención de definir el diseño de la aplicación basándose en la información recopilada y las conclusiones derivadas del ejercicio de investigación que se lleve a cabo
Desarrollar un aplicativo móvil que apoye a la población con discapacidad visual en la iniciación musical mediante la integración de las funciones de accesibilidad del dispositivo	El objetivo se realiza mediante la aplicación de la metodología ágil Scrum, haciendo un desarrollo iterativo en intervalos cortos de tiempo
Validar que la solución cumpla su propósito como herramienta de apoyo a partir de la ejecución de pruebas con los stakeholders (grupo de personas con discapacidad visual, conocimiento en música y/o conocimiento en accesibilidad)	El objetivo se efectúa a través de un enfoque mixto, utilizando datos tanto numéricos como cualitativos para asegurar el logro de los resultados esperados del proyecto

IV. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

A. Tipos de usuario

Teniendo en cuenta el público al que se dirige el proyecto, se plantean en la TABLA III los tipos de usuario que tendrá el aplicativo.

TABLA III
DEFINICIÓN DE TIPOS DE USUARIO.

Tipo de usuario	Descripción
Compositor	Persona que quiere crear una pieza musical mediante la edición de partituras
Lector	Persona que examina la estructura de una partitura a partir y la escucha a través de su reproducción.
Estudiante	Persona interesada en la iniciación musical que busca reforzar su conocimiento mediante la práctica

B. Requerimientos de la solución

Considerando la información recopilada en los talleres de accesibilidad del INCI y otros medios; el propósito del proyecto; y los criterios establecidos por los stakeholders, se formulan los requisitos funcionales de la aplicación, expresados en forma de historias de usuario. Se define un total de 35 historias de usuario que tienen la estructura que se muestra en la Figura 1.

ID	HU-01	Prioridad	6	Estimación	5
Nombre		Seleccionar partitura.			
Historia de usuario		Como compositor deseo seleccionar una partitura existente en mi dispositivo de manera que pueda modificarla.			
Criterios de éxito		Se muestran las acciones que se pueden hacer con la partitura.			

Fig. 1. Formulación de la historia de usuario que define la función de seleccionar partitura.

Respecto a los requerimientos no funcionales, se define un total de 2 escenarios de calidad que cuentan con la estructura que se evidencia en la Figura 2, uno enfocado en el atributo de calidad de accesibilidad, y el otro centrado en asegurar la compatibilidad, en este caso, con la Suite de Accesibilidad Android.

ID	EC-01	
Atributo de calidad		Accesibilidad
Justificación		Garantizar el uso de la aplicación por parte de personas con discapacidad visual
Fuente		Usuario
Estímulo		Interactuar con la aplicación usando la prueba de accesibilidad de Android
Artefacto		Interfaz de usuario de la aplicación
Ambiente		Uso de un dispositivo Android con "Prueba de accesibilidad" activada
Respuesta		Acceso a los elementos interactivos de la interfaz de usuario
Medida de respuesta		Obtener 0 sugerencias de la interfaz de usuario en la aplicación "Prueba de accesibilidad" de Google

Fig. 2. Definición de escenario de calidad del atributo de accesibilidad.

C. Vistas de arquitectura 4+1

La vista lógica representada por el diagrama de clases que se observa en la Figura 1, revela la estructura interna de la aplicación y detalla las funciones y atributos de cada una de sus partes.

usuario interactuar con estos elementos de la aplicación.

5) *Descriptores de contenido:* Se establece como atributo en los elementos no textuales de la aplicación, debido a que es el texto que lee el lector de pantalla a la hora de pasar sobre una imagen o un botón de imagen.

6) *Estructura de datos:* Se usa una lista doblemente enlazada debido a su semejanza con la organización y comportamiento de las partituras al editarlas, como se observa en la Figura 5, donde se puede insertar notas en cualquier posición sin tener un impacto en toda la estructura y permite recorrer la partitura en ambas direcciones (hacia la derecha o hacia la izquierda).

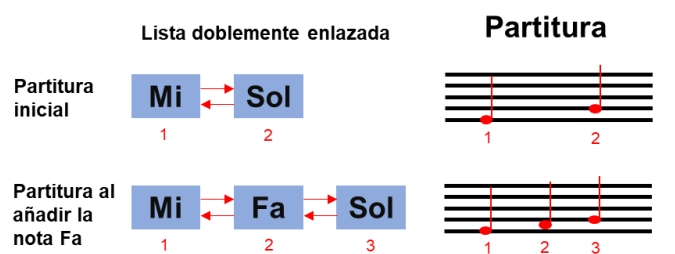


Fig. 5. Comparación de la lista doblemente enlazada y una partitura al añadir una nota.

V. VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

A. Pruebas funcionales

Para verificar que la aplicación opera correctamente, se establecen casos de prueba para cada historia de usuario implementada en la solución. En total, se especifican 49 casos de prueba que siguen la misma estructura que se detalla en la Figura 6.

ID	CP-14		
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-14 “Cambiar título de la partitura”		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con el título “Cambiar título”. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Cambiar el texto del título a “Nuevo título”	Mostrar el texto “Nuevo título” en la etiqueta del título.	Se muestra en la etiqueta de título de la interfaz de edición el texto “Nuevo título”.
2	Pulsar el botón “guardar”	Guardar el estado actual de la partitura.	Se guardan los cambios realizados a la partitura.
3	Pulsar el botón “inicio”	Mostrar la interfaz de inicio y la partitura con el nuevo título en la lista de partituras anteriores.	Se muestra en pantalla la interfaz de inicio y en la lista de partituras anteriores se evidencia la partitura con el nuevo título.
4	Escoger la partitura en la interfaz de inicio con el título “Nuevo título”.	Mostrar las opciones que se pueden realizar con la partitura.	Se muestra en pantalla la interfaz de opciones de la partitura.
5	Pulsar el botón “editar partitura”.	Mostrar la interfaz de edición con los datos de la partitura seleccionada.	Se muestra en pantalla la interfaz de edición con el título “Nuevo título”.
Aprobado		X	Rechazado

Fig. 6. Definición y aprobación del caso de prueba para la historia de usuario 14 que consiste en cambiar el título de la partitura.

Para ejecutar y aprobar los casos de prueba, se implementa un tipo de pruebas ofrecidas por Android Studio denominadas pruebas de instrumentación, las cuales se ejecutan en un emulador o dispositivo de hardware y son utiles para realizar pruebas de IU de integración y funcionales para automatizar la interacción de usuarios [16], los resultados de estas pruebas se muestran en la Figura 7.

PruebasDeInstrumentacionCasosDeExito		
Status	35 passed	35 tests, 13 m 7 s 381 ms
Filter tests:		
Tests	Duration	Nexus_5_API_30
Test Results	12 m 18 s	35/35
PruebasDeInstrumentacionCasosDeExito	12 m 18 s	35/35
cp35_salirDeLaAplicacion	1 s	✓
cp25_practicarAlturaYDuracionDeNotas	2 m 7 s	✓
cp33_abrirLecturaDePartitura	7 s	✓
cp04_disminuirAlturaDeNota	6 s	✓
cp14_cambiarTituloDePartitura	7 s	✓
cp02_añadirNotaEnPartitura	5 s	✓
cp10_abrirPanelDeSilencios	5 s	✓
cp27_desplazarseEnLaPartituraAlalZquierda	7 s	✓
cp19_cambiarAModoLectura	4 s	✓
cp17_agregarAlteracion	6 s	✓
cp16_guardarCambiosEnPartitura	6 s	✓
cp31_cambiarAModoEdicion	5 s	✓
cp34_volverInterfazDeInicio	6 s	✓
cp13_activarSolfeo	6 s	✓
cp32_informacionDeInterfaz	34 s	✓
cp21_pausarReproduccion	9 s	✓
cp24_practicarDuracionDeNotas	2 m 6 s	✓
cp08_abrirEditorDePartitura	5 s	✓
PruebasDeInstrumentacionCasosDeNoExito		
Status	14 passed	14 tests, 2 m 18 s 454 ms
Filter tests:		
Tests	Duration	Nexus_5_API_30
Test Results	2 m 6 s	14/14
PruebasDeInstrumentacionCasosDeNoExito	2 m 6 s	14/14
cp43_pausarReproduccionNoliciada	10 s	✓
cp49_desplazarseEnLaPartituraSinNotasAlalZquierda	10 s	✓
cp41_eliminarNotaEnPosicionSinNota	7 s	✓
cp38_agregarAlteracionEnNotaErronea	9 s	✓
cp39_agregarAlteracionEnPosicionSinNota	8 s	✓
cp44_reiniciarPartituraEnPrimeraNota	10 s	✓
cp36_aumentarAlturaDeNotaEnSi	8 s	✓
cp45_reiniciarPartituraSinNotas	7 s	✓
cp42_reproducirPartituraSinNotas	8 s	✓
cp47_desplazarseEnLaPartituraSinNotasAlaDerecha	8 s	✓
cp37_disminuirAlturaDeNotaEnDo	8 s	✓
cp46_desplazarseEnLaPartituraAlaDerechaEnUltimaPosicion	8 s	✓
cp40_agregarAlteracionEnSilencio	10 s	✓
cp48_desplazarseEnLaPartituraAlalZquierdaEnPrimeraPosicion	8 s	✓

Fig. 7. Aprobación de las pruebas de instrumentación desde Android Studio.

B. Pruebas no funcionales

Para verificar la accesibilidad de la aplicación se emplea la herramienta *Prueba de Accesibilidad*, la cual proporcionó algunas recomendaciones relacionadas con el diseño de la aplicación. Los resultados de esta herramienta presentados en la Figura 8, confirman la accesibilidad de la aplicación al menos en términos de diseño, ya que no se obtienen sugerencias para ninguna interfaz.

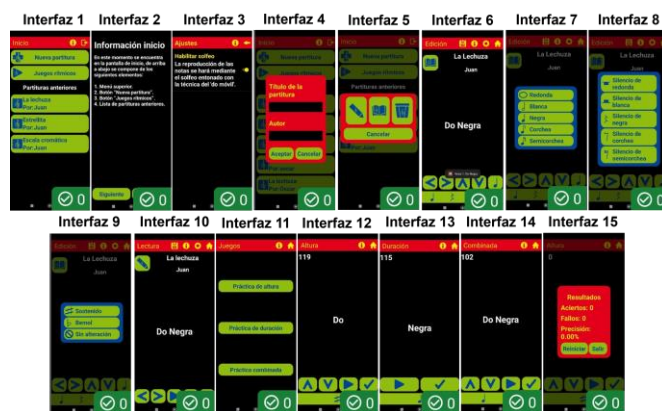


Fig. 8. Resultados de la validación de diseño dada por la aplicación "Prueba de accesibilidad".

Además, se lleva a cabo la verificación manual de los servicios de la Suite de Accesibilidad Android. Para ello se realiza un proceso que consiste en activar cada una de las funciones de la suite y examinar todas las interfaces de la aplicación para asegurar que no se presenten fallos, tal y como se evidencia en la Figura 9, donde se muestra el proceso para el ajuste de tamaño de texto.

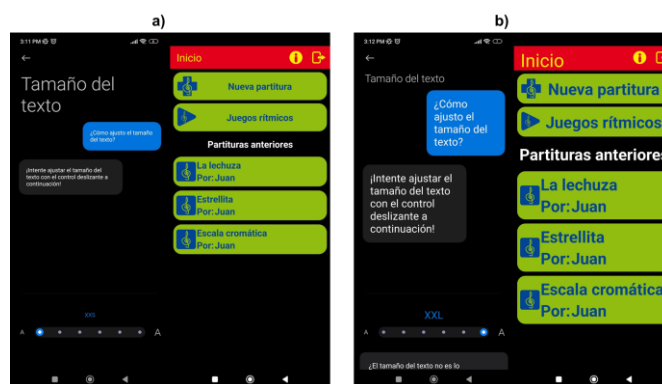


Fig. 9. Proceso para comprobar el ajuste de tamaño de texto. a) Se usa el tamaño más pequeño de texto. b) Se usa el tamaño más grande de texto.

C. Validación empírica

Uno de los criterios establecidos por el grupo de investigación del INCI durante el desarrollo del proyecto consiste en crear una la cartilla complementaria, que contiene diversos ejercicios que servirán como fundamento para realizar la validación de la aplicación.

La aplicación se somete a prueba con la participación de una persona, quien, además de ser parte de la población objetivo del proyecto, cuenta con conocimientos en musicografía Braille. En una fase inicial, se realiza una contextualización de la aplicación, seguida de una primera exploración de sus características.

Posteriormente, se procede a realizar uno de los ejercicios descritos en la cartilla. El ejercicio implica seguir una secuencia de pasos para crear, editar y reproducir una partitura. Finalmente, después de revisar todos los apartados de la aplicación, se lleva a cabo una encuesta sobre su

funcionamiento, y los resultados se recopilan en la Figura 10.

Criterio	Puntuación				
	1	2	3	4	5
Los elementos musicales que incluye la aplicación como los silencios, la altura, duración y alteraciones de las notas, son adecuados y suficientes para una persona interesada en la formación de iniciación musical					X
Los juegos rítmicos que incluye la aplicación pueden ser usados para el aprendizaje de conceptos como la altura, duración y alteraciones de las notas musicales					X
La reproducción de las notas por solfeo y por piano en la aplicación musical, son pertinentes y pueden apoyar el aprendizaje de la entonación de las notas musicales					X
El apartado de información es comprensible y de ayuda al usar por primera vez la aplicación					X
Los textos alternativos al usar el lector de pantalla describen de forma adecuada los elementos con los que interactúa en la aplicación					X
Servicio de accesibilidad usado	Lector de pantalla				
Comentarios	1. Recomendar investigaciones y avances que construyan y fortalezcan la aplicación con nuevas partituras y nuevos elementos musicales que continúen favoreciendo el proceso de aprendizaje en la iniciación musical.				
	2. Valorar la responsabilidad, el esfuerzo, la dedicación y los elementos utilizados durante la ejecución del proyecto.				
	3. Agradecer y felicitar la pertinencia de elaborar una cartilla de apoyo, que sirva como herramienta para los docentes y estudiantes que quieran hacer uso de la aplicación.				
	4. Resaltar el uso del lector de pantalla como elemento de accesibilidad ya existente para el desarrollo de estas nuevas aplicaciones para el aprendizaje de la música.				

Fig. 10. Resultados de la encuesta de funcionamiento de la aplicación.

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La calificación de 5 obtenida en los siguientes aspectos de la encuesta refleja el logro del objetivo funcional de la aplicación como una herramienta de respaldo en la formación musical inicial:

- Los elementos musicales que incluye la aplicación como los silencios, la altura, duración y alteraciones de las notas, son adecuados y suficientes para una persona interesada en la formación de iniciación musical.
- Los juegos rítmicos que incluye la aplicación pueden ser usados para el aprendizaje de conceptos como la altura, duración y alteraciones de las notas musicales.
- La reproducción de las notas por solfeo y por piano en la aplicación musical, son pertinentes y pueden apoyar el aprendizaje de la entonación de las notas musicales.

Asimismo, la calificación de 5 en los siguientes criterios indica el logro de aspectos como la usabilidad y la accesibilidad en la aplicación:

- El apartado de información es comprensible y de ayuda al usar por primera vez la aplicación.
- Los textos alternativos al usar el lector de pantalla describen de forma adecuada los elementos con los que interactúa en la aplicación.

Se evidencia con los comentarios recibidos, que se acatan los requerimientos y recomendaciones planteadas por los stakeholders, como la elaboración de una cartilla de apoyo para el uso de la aplicación; la implementación de elementos musicales como el solfeo y los juegos rítmicos; y por último, el uso del sistema de accesibilidad existente en los dispositivos móviles.

Considerando lo anterior y la retroalimentación recibida, se afirma que la aplicación, gracias a su funcionalidad y diseño, puede considerarse como una herramienta práctica de respaldo para la formación musical inicial de personas con discapacidad visual. Por ende, se confirma la hipótesis propuesta.

VII. CONCLUSIONES

El proyecto concluye alcanzando su objetivo principal al desarrollar la aplicación móvil dedicada a la edición de partituras para la formación musical inicial. Durante este proceso, se aplican las directrices de accesibilidad del W3C y se utiliza la información recopilada con el apoyo y las herramientas proporcionadas por el INCI. Además, la hipótesis propuesta se confirma mediante la validación de la aplicación con una persona que representa la población objetivo del proyecto, lo que resulta en su aprobación.

Además, atendiendo a las recomendaciones del equipo de investigación del INCI, se aconseja en proyectos similares aprovechar los elementos de accesibilidad preexistentes en diversos dispositivos tecnológicos. La creación de un sistema de accesibilidad independiente podría acarrear más inconvenientes que beneficios para los usuarios.

Es importante destacar que la solución genera un efecto positivo en el medio ambiente al colaborar con la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible 12; específicamente, se alinea con la meta 12.5, que implica “reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización” [17]. Esto se debe a que fomenta el cambio hacia la edición digital de partituras, disminuyendo la necesidad de imprimir y escribir partituras en papel.

Por último, se estimula a las personas a emprender más investigaciones de este tipo, haciendo uso de los avances tecnológicos y las herramientas disponibles para crear o perfeccionar soluciones que resulten beneficiosas para aquellos con alguna discapacidad.

RECONOCIMIENTOS

Agradezco al docente Gilberto Pedraza García por su asesoría en el desarrollo del proyecto y el conocimiento que aportó para su elaboración.

Al grupo de investigación del INCI encabezado por Patricia Montoya Falla por depositar la confianza para el desarrollo de este proyecto y brindar las herramientas necesarias para adquirir el conocimiento relacionado a la accesibilidad digital al igual que su acompañamiento, recomendaciones y guía a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Por último, a Oscar Nicolás Piracún por las recomendaciones, correcciones y conocimientos sobre la musicografía Braille que brindo, y especialmente, por su confianza, disposición y colaboración en la validación del aplicativo móvil.

REFERENCIAS

- [1] Organización mundial de la salud. Ceguera y discapacidad visual. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- [2] Instituto nacional para ciegos. Los ciegos en el censo 2018. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.inci.gov.co/blog/los-ciegos-en-el-censo-2018>
- [3] Colombia. Congreso de la república. Ley 1680 de 2013. Por la cual se garantiza a las personas ciegas y con baja visión, el acceso a la información, a las comunicaciones, al conocimiento y a las tecnologías de la información y de las comunicaciones. 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=55611>
- [4] Diamond. State of Accessibility Report. 2021. p. 16-18. [En línea]. Disponible en: https://pages.diamond.la/hubfs/SOAR%20SOAR%202021/FINAL%20DOCUMENTS/2021%20Diamond%20State%20of%20Accessibility%20Report.pdf?utm_campaign=SOAR%202021&utm_medium=email&_hsmt=192554077&_hsenc=p2ANqtz-8xLGKMRc1ZTVSO_gQvJcJ8jHa1g7EVc1CDAUyODvm5XyJIT3LG8Cd_wGVedHCOYUe825At23T7824MRoVv5Y3Sg-wwIeRDJDMlODOiZROCjtPHM_Q&utm_content=192554077&utm_source=hs_automation
- [5] M. Pérez. Aportes de la educación musical a las personas con discapacidad visual en la promoción de la autodeterminación. 2020. p. 21. [En líneas]. Disponible en: <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ricercare/article/view/6400/4874>
- [6] R. Islam; T. Mazumder. Mobile application and its global impact. 2010. p. 104. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/308022297_Mobile_application_and_its_global_impact
- [7] Instituto nacional para ciegos. Glosario. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://inci.gov.co/transparencia/25-glosario>
- [8] World Wide Web Consortium. WCAG 2 Overview. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>
- [9] World Wide Web Consortium. Understanding conformance. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/conformance>
- [10] World Wide Web Consortium. Accessibility requirements for people with low vision. 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.w3.org/TR/low-vision-needs/>
- [11] Android. Introducción a Android Studio. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>
- [12] IBM. What is Java?. [En línea]. Disponible en: <https://www.ibm.com/topics/java#:~:text=Java%20is%20a%20technology%20consisting,Windows%2C%20macOS%2C%20and%20Linux.>
- [13] Google LLC. Suite de accesibilidad Android. [En línea]. Disponible en: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.marvin.talkback&hl=es_CO&gl=US
- [14] S. Alsaqqa; S. Sawalha; H. Abdel-Nabi. Agile software development: Methodologies and trends. 2020. p. 248. [En línea]. Disponible en: <https://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/13269>
- [15] M. Castro; E. Del Castillo. Material didáctico para estudiantes con discapacidad visual. 2020. p. 23. [En línea]. Disponible en: <https://www.inci.gov.co/sites/default/files/cartilla%20material%20didactico%20para%20estudiantes%20con%20dv.pdf>
- [16] Android. Cómo realizar pruebas en Android Studio. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://developer.android.com/studio/test/test-in-android-studio?hl=es-419#:~:text=Para%20ejecutar%20todas%20las%20pruebas%20en%20una%20clase%20o%20un,y%2C%20luego%2C%20en%20Run%20>
- [17] Organización De Las Naciones Unidas. Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>