

**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

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS

BOGOTÁ D.C.

2023

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA INICIACIÓN MUSICAL POR PARTE DE
PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL MEDIANTE UN DISEÑO
ACCESIBLE**

JUAN DIEGO PATIÑO BASTIDAS

Código: 1910007

Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero de sistemas

Asesor:

Gilberto Pedraza García

Doctor en ingeniería

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS

BOGOTÁ D.C.

2023

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C., 1 de diciembre de 2023

DEDICATORIA

Dedicado a todas las personas que nunca se rinden por lograr sus objetivos.

A mis padres y hermanos quienes siempre han estado allí para brindarme su apoyo y consejos para mi vida. A mi familia, que, aunque se encuentren lejos siempre tengo presente, en especial a mi abuela que siempre nos saca una sonrisa y ha estado orgullosa de mis logros, y a mi abuelo que me acompaña desde el cielo.

A mis amigos, por los momentos que hemos compartido y por hacerme caer en razón en muchas ocasiones.

A los docentes de la universidad quienes me han brindado su conocimiento a lo largo de la carrera, sobre todo a quienes me acompañaron en el desarrollo del proyecto por su guía y ayuda.

Al INCI y la comunidad con discapacidad visual, de quienes pude aprender mucho y estuvieron presentes en el desarrollo de todo el proyecto. Espero este proyecto recalque nuestra labor como ingenieros en generar un beneficio para las personas a partir de los recursos y conocimiento de los que disponemos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de corazón a todas las personas que directa o indirectamente ayudaron en el proceso de desarrollo de este proyecto, sin ellos seguramente el proceso hubiese sido muy complicado.

En primer lugar, agradezco a mi familia, quienes me han brindado siempre apoyo emocional e intelectual. Ellos le dan un motivo a mi vida y me alientan a lograr mis metas.

Agradezco a los profesores que me aportaron conocimiento a lo largo de la carrera, especialmente al profesor Gilberto Pedraza García por su asesoría en este proyecto, por darme la oportunidad de desarrollar esta idea y depositar su confianza en ella; al profesor Fabián Gaitán Giraldo por su acompañamiento y guía en la elaboración del presente documento; y al profesor Giovanni Fajardo Utria quien gracias a las maratones de programación me brindo retos y aumento mi gusto por esta carrera.

Quiero expresar mi agradecimiento a la coordinadora Angela Liliana Camacho, quien siempre está pendiente y dispuesta a brindar ayuda a los estudiantes. Muchas veces pude contar con su apoyo a lo largo de la carrera.

Estaré siempre agradecido con el grupo de investigación del INCI encabezado por Patricia Montoya Falla, y también con Oscar Nicolás Piracún. Gracias a ellos y la oportunidad que le dieron al proyecto, pude adentrarme en el tema de la accesibilidad digital y fue muy interesante aprender más sobre la población con discapacidad visual y tener cercanía con ellos. A Oscar también le agradezco por tener la confianza y disposición para realizar la validación del aplicativo, además por todas las recomendaciones que me dio durante todo el desarrollo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	29
1. GENERALIDADES DEL PROBLEMA	31
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	31
1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	33
1.3 JUSTIFICACIÓN	33
1.4 OBJETIVOS	34
1.4.1 Objetivo general.	34
1.4.2 Objetivos específicos.	34
1.5 LÍMITES Y ALCANCE	34
2. MARCO REFERENCIAL	36
2.1 MARCO CONCEPTUAL	36
2.1.1 Accesibilidad.	36
2.1.2 Discapacidad visual.	36
2.1.3 Planning Poker.	36
2.2 MARCO TEÓRICO	37
2.2.1 Accesibilidad en dispositivos móviles.	37

2.2.2 Requerimientos de accesibilidad para personas con discapacidad visual.	40
2.2.3 Lectores de pantalla en dispositivos móviles.	42
2.3 MARCO TECNOLÓGICO	43
2.3.1 Adobe Illustrator.	43
2.3.2 Android.	43
2.3.3 Android Studio.	44
2.3.4 Aplicación móvil.	44
2.3.5 Audacity.	44
2.3.6 Draw.io.	44
2.3.7 GitHub.	45
2.3.8 GSnap.	45
2.3.9 Java.	45
2.3.10 Prueba de accesibilidad.	45
2.3.11 Suite de accesibilidad Android.	45
2.3.12 TalkBack.	46
2.3.13 Trello.	46
2.4 TRABAJO RELACIONADO	46
3. DISEÑO METODOLÓGICO	50

3.1 TIPO DE ESTUDIO	50
3.2 HIPÓTESIS	50
3.3 METODOLOGÍA	50
4. DESARROLLO METODOLÓGICO	52
4.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	52
4.1.1 Implementación de accesibilidad en dispositivos móviles y aplicaciones.	52
4.1.1.1 Servicios de la suite de accesibilidad Android.	52
4.1.1.2 Compatibilidad de la suite de accesibilidad Android con aplicaciones.	54
4.1.1.3 Recomendaciones de accesibilidad del INCI.	55
4.1.2 Requerimientos de la solución.	57
4.1.2.1 Estimación y prioridad de historias de usuario.	57
4.1.2.2 Tipos de usuario.	58
4.1.2.3 Historias de usuario.	59
4.1.2.4 Escenarios de calidad.	76
4.1.3 Herramientas viables para el desarrollo de la solución.	78
4.1.4 Diseño y arquitectura de software de la aplicación móvil.	79
4.1.4.1 Vista lógica.	80
4.1.4.2 Vista de despliegue.	81

4.1.4.3 Vista de procesos.	82
4.1.4.4 Vista física.	83
4.2 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN	84
4.2.1 Confección de la interfaz de usuario de la aplicación móvil.	84
4.2.1.1 Colores y temas.	84
4.2.1.2 Iconos.	86
4.2.1.3 Textos.	88
4.2.1.4 Botones.	90
4.2.1.5 Menús.	91
4.2.1.6 Gráficos de navegación.	92
4.2.1.7 Interfaces de interés común.	93
4.2.1.8 Interfaces de interés para el editor.	96
4.2.1.9 Interfaz de interés para el lector.	100
4.2.1.10 Interfaces de interés para el estudiante.	101
4.2.2 Elaboración de la lógica de la aplicación móvil.	104
4.2.2.1 Modelo de objetos.	104
4.2.2.2 Reproducción de notas.	106
4.2.2.3 Abrir y guardar partituras.	107

4.2.2.4 Gestión de descriptores de contenido.	108
4.2.2.5 Agregar elementos musicales a la partitura.	109
4.2.3 Corrección de defectos.	111
4.2.3.1 Pausas entre la reproducción de las notas.	111
4.2.3.2 Acceso a archivo incorrecto al crear una nueva partitura.	112
4.2.3.3 Defectos de accesibilidad.	113
4.2.3.4 Cambios en las grabaciones realizadas.	114
4.2.4 Publicación de la aplicación.	115
4.3 VERIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN	116
4.3.1 Pruebas funcionales.	116
4.3.1.1 Casos de prueba.	116
4.3.1.2 Pruebas de instrumentación.	162
4.3.2 Pruebas no funcionales.	164
4.3.2.1 Prueba del atributo de calidad de accesibilidad.	164
4.3.2.2 Prueba del atributo de calidad de compatibilidad.	167
5. VALIDACIÓN EMPÍRICA DEL PRODUCTO	173
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	176
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	178

BIBLIOGRAFÍA	180
ANEXOS	188

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Consideraciones de accesibilidad en dispositivos móviles.	37
Tabla 2. Requerimientos de usuario para personas con discapacidad visual.	40
Tabla 3. Descripción de aplicaciones.	47
Tabla 4. Comparativa de aplicaciones.	49
Tabla 5. Diseño metodológico.	51
Tabla 6. Matriz de puntos de historia.	57
Tabla 7. Definición de tipos de usuario.	58
Tabla 8. Historia de usuario: Seleccionar partitura.	59
Tabla 9. Historia de usuario: Añadir nota.	59
Tabla 10. Historia de usuario: Aumentar altura de nota.	60
Tabla 11. Historia de usuario: Disminuir altura de nota.	60
Tabla 12. Historia de usuario: Modificar duración de notas.	61
Tabla 13. Historia de usuario: Crear partitura.	61
Tabla 14. Historia de usuario: Eliminar partitura.	62
Tabla 15. Historia de usuario: Abrir editor de partitura.	62
Tabla 16. Historia de usuario: Abrir panel de figuras musicales.	63

Tabla 17. Historia de usuario: Abrir panel de silencios.	63
Tabla 18. Historia de usuario: Abrir panel de alteraciones.	64
Tabla 19. Historia de usuario: Abrir ajustes de la aplicación.	64
Tabla 20. Historia de usuario: Activar solfeo.	64
Tabla 21. Historia de usuario: Cambiar título de la partitura.	65
Tabla 22. Historia de usuario: Modificar autor de la partitura.	65
Tabla 23. Historia de usuario: Guardar cambios de edición.	66
Tabla 24. Historia de usuario: Agregar alteración a una nota.	66
Tabla 25. Historia de usuario: Eliminar una nota.	67
Tabla 26. Historia de usuario: Cambiar a modo lectura.	67
Tabla 27. Historia de usuario: Reproducir partitura.	68
Tabla 28. Historia de usuario: Pausar reproducción.	68
Tabla 29. Historia de usuario: Reiniciar lectura de partitura.	69
Tabla 30. Historia de usuario: Practicar alturas de notas.	69
Tabla 31. Historia de usuario: Practicar duración de notas.	70
Tabla 32. Historia de usuario: Practicar altura y duración de notas.	71
Tabla 33. Historia de usuario: Desplazarse en la partitura a la derecha.	71
Tabla 34. Historia de usuario: Desplazarse en la partitura a la izquierda.	72

Tabla 35. Historia de usuario: Reproducir nota de la práctica.	72
Tabla 36. Historia de usuario: Responder nota de la práctica.	73
Tabla 37. Historia de usuario: Repetir práctica.	73
Tabla 38. Historia de usuario: Cambiar a modo edición.	73
Tabla 39. Historia de usuario: Abrir información de la interfaz.	74
Tabla 40. Historia de usuario: Abrir lectura de partitura.	74
Tabla 41. Historia de usuario: Volver a la interfaz de inicio.	75
Tabla 42. Historia de usuario: Salir de la aplicación.	75
Tabla 43. Escenario de calidad para evaluar el atributo de accesibilidad.	76
Tabla 44. Escenario de calidad para evaluar el atributo de compatibilidad.	77
Tabla 45. Caso de éxito de la historia de usuario HU-01.	116
Tabla 46. Caso de éxito de la historia de usuario HU-02.	117
Tabla 47. Caso de éxito de la historia de usuario HU-03.	118
Tabla 48. Caso de éxito de la historia de usuario HU-04.	119
Tabla 49. Caso de éxito de la historia de usuario HU-05.	119
Tabla 50. Caso de éxito de la historia de usuario HU-06.	120
Tabla 51. Caso de éxito de la historia de usuario HU-07.	122
Tabla 52. Caso de éxito de la historia de usuario HU-08.	123

Tabla 53. Caso de éxito de la historia de usuario HU-09.	123
Tabla 54. Caso de éxito de la historia de usuario HU-10.	124
Tabla 55. Caso de éxito de la historia de usuario HU-11.	125
Tabla 56. Caso de éxito de la historia de usuario HU-12.	126
Tabla 57. Caso de éxito de la historia de usuario HU-13.	127
Tabla 58. Caso de éxito de la historia de usuario HU-14.	128
Tabla 59. Caso de éxito de la historia de usuario HU-15.	130
Tabla 60. Caso de éxito de la historia de usuario HU-16.	131
Tabla 61. Caso de éxito de la historia de usuario HU-17.	132
Tabla 62. Caso de éxito de la historia de usuario HU-18.	134
Tabla 63. Caso de éxito de la historia de usuario HU-19.	134
Tabla 64. Caso de éxito de la historia de usuario HU-20.	135
Tabla 65. Caso de éxito de la historia de usuario HU-21.	136
Tabla 66. Caso de éxito de la historia de usuario HU-22.	137
Tabla 67. Caso de éxito de la historia de usuario HU-23.	138
Tabla 68. Caso de éxito de la historia de usuario HU-24.	139
Tabla 69. Caso de éxito de la historia de usuario HU-25.	140
Tabla 70. Caso de éxito de la historia de usuario HU-26.	141

Tabla 71. Caso de éxito de la historia de usuario HU-27.	142
Tabla 72. Caso de éxito de la historia de usuario HU-28.	143
Tabla 73. Caso de éxito de la historia de usuario HU-29.	144
Tabla 74. Caso de éxito de la historia de usuario HU-30.	145
Tabla 75. Caso de éxito de la historia de usuario HU-31.	146
Tabla 76. Caso de éxito de la historia de usuario HU-32.	147
Tabla 77. Caso de éxito de la historia de usuario HU-33.	148
Tabla 78. Caso de éxito de la historia de usuario HU-34.	148
Tabla 79. Caso de éxito de la historia de usuario HU-35.	149
Tabla 80. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-03 (aumentar altura en la nota “sí”).	150
Tabla 81. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-04 (disminuir altura en “do”).	151
Tabla 82. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-17 (agregar una alteración en una nota errónea).	152
Tabla 83. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-17 (agregar una alteración en una posición vacía).	153
Tabla 84. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-17 (agregar una alteración a un silencio).	154

Tabla 85. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-18 (eliminar nota en posición vacía).	155
Tabla 86. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-20 (reproducir partitura vacía).	156
Tabla 87. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-21 (pausar reproducción no iniciada).	156
Tabla 88. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-22 (reiniciar partitura en la primera nota).	157
Tabla 89. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-22 (reiniciar partitura vacía).	158
Tabla 90. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-26 (desplazarse a la derecha en la última posición).	159
Tabla 91. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-26 (desplazarse a la derecha en partitura vacía).	160
Tabla 92. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-27 (desplazarse a la izquierda en la primera posición).	161
Tabla 93. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-27 (desplazarse a la izquierda en partitura vacía).	161
Tabla 94. Sugerencias de las interfaces dada por la aplicación “Prueba de accesibilidad”.	165
Tabla 95. Resultados de la encuesta de funcionamiento de la aplicación.	174

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Compatibilidad de Suite de Accesibilidad Android con dispositivos.	53
Figura 2. Menú de la Suite de Accesibilidad Android en diferentes versiones.	54
Figura 3. Problema de accesibilidad con TalkBack en la aplicación Maestro: Compositor de Música.	55
Figura 4. Problemas identificados por el framework de pruebas de accesibilidad de Android Studio.	79
Figura 5. Diagrama de clases.	80
Figura 6. Diagrama de componentes.	81
Figura 7. Diagrama de actividad.	82
Figura 8. Diagrama de despliegue.	83
Figura 9. Contrastes de color para personas con baja visión.	84
Figura 10. Definición de colores como recursos estáticos.	85
Figura 11. Tema de la aplicación.	86
Figura 12. Iconos de la aplicación como elementos vectoriales.	87
Figura 13. Comparación de PNG con gráfico vectorial en diferentes densidades de píxel en Android Studio.	88
Figura 14. Atributos de los textos de la aplicación en Android Studio.	88

Figura 15. Recursos de texto en el archivo string.xml.	89
Figura 16. Descriptor de contenido en el archivo string.xml.	90
Figura 17. Uso de unidad adaptable para el tamaño de los botones.	90
Figura 18. Recomendación de Android Studio respecto al tamaño de objetivos táctiles.	91
Figura 19. Descripción de contenido junto al botón al que hace referencia.	91
Figura 20. Toolbar de la aplicación.	92
Figura 21. Menú inferior en el apartado de edición.	92
Figura 22. Gráficos de navegación en Android Studio.	93
Figura 23. Interfaz del apartado de inicio.	94
Figura 24. Interfaz del apartado de información de la aplicación comparado con la interfaz del instructivo de TalkBack.	95
Figura 25. Interfaz del apartado de ajustes.	96
Figura 26. Interfaz de datos de nueva partitura.	97
Figura 27. Interfaz de opciones de partitura.	98
Figura 28. Interfaz del apartado de edición.	99
Figura 29. Interfaces de selección de elementos musicales.	100
Figura 30. Interfaz del apartado de lectura.	101
Figura 31. Interfaz principal del apartado de juegos.	102

Figura 32. Interfaces de prácticas del apartado de juegos.	103
Figura 33. Interfaz de resultados de la práctica.	104
Figura 34. Comparación de la lista doblemente enlazada y una partitura al añadir una nota.	105
Figura 35. Implementación de la interfaz Serializable en las clases que pertenecen al modelo.	106
Figura 36. Grabación de las notas en Audacity y posteriormente agregadas al proyecto en Android Studio.	106
Figura 37. Inicialización y reproducción de archivos con MediaPlayer.	107
Figura 38. Métodos para abrir y almacenar los archivos que contienen las partituras.	108
Figura 39. Gestión del descriptor de contenido del botón agregar nota.	109
Figura 40. Función para agregar notas y silencios a la partitura.	109
Figura 41. Altura de las notas representadas en piano y en la variable “alturaIndex”.	110
Figura 42. Función para agregar alteraciones a las notas.	110
Figura 43. Listener usado anteriormente para la reproducción secuencial de la partitura.	111
Figura 44. Nuevo método para la reproducción secuencial de la partitura.	112
Figura 45. Método usado anteriormente para obtener el nombre de la partitura creada recientemente.	112

Figura 46. Nuevo método para obtener el nombre de la partitura creada recientemente.	113
Figura 47. Ejemplos del registro de cambios del proyecto en GitHub relacionados a la accesibilidad.	114
Figura 48. Entonación de voz mediante el plug-in GSnap de Audacity.	115
Figura 49. Aplicación en la Google Play Store.	116
Figura 50. Ejecución de las pruebas de instrumentación de los casos de éxito en Android Studio.	163
Figura 51. Ejecución de las pruebas de instrumentación de los casos de no éxito en Android Studio.	163
Figura 52. Resultados de la validación de diseño dada por la aplicación “Prueba de accesibilidad”.	164
Figura 53. Validación de las interfaces donde se identificaron sugerencias con la aplicación “Prueba de accesibilidad”.	167
Figura 54. Comprobación del funcionamiento del lector de pantalla TalkBack en la aplicación.	168
Figura 55. Comprobación del funcionamiento del servicio de corrección de color en la aplicación.	169
Figura 56. Comprobación del funcionamiento del servicio de ampliación en la aplicación.	170
Figura 57. Comprobación del funcionamiento del servicio de tamaño del texto en la aplicación.	171

Figura 58. Comprobación del funcionamiento del servicio de texto de alto contraste en la aplicación. 172

Figura 59. Validación de la aplicación con una persona de la población objetivo. 173

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Recursos y presupuesto.	188
Anexo B. Cronograma de actividades.	189
Anexo C. Evidencia de asistencia al taller de introducción en accesibilidad digital del INCI.	190
Anexo D. Evidencia de asistencia al taller de accesibilidad para documentos digitales del INCI.	191
Anexo E. Evidencia de asistencia al taller de criterios para los contenidos web y documentos digitales accesibles del INCI.	192
Anexo F. Cartilla de apoyo para el uso de la aplicación White Sound.	192
Anexo G. Aplicación White Sound en Google Play Store.	193
Anexo H. Repositorio en GitHub del proyecto.	193
Anexo I. Tablero de planificación del proyecto en Trello.	193

GLOSARIO

Accesibilidad: “Disposición de un elemento, espacio o servicio que permiten su uso y están al alcance de todas las personas de forma segura, cómoda y eficiente, sin importar sus capacidades o condición”¹.

Aplicación móvil (app*): “[...] software complementario para dispositivos portátiles, como teléfonos inteligentes y asistentes digitales personales. Entre las más populares se encuentran juegos, redes sociales, mapas, noticias, negocios, información meteorológica y de viajes”².

Discapacidad visual: “[...] consideración a partir de la disminución total o parcial de la vista. Se mide a través de diversos parámetros, como la capacidad lectora de cerca y de lejos, el campo visual o la agudeza visual”³.

Editor de partituras: “[...] programas parecidos a los procesadores de texto, que permiten editar, reproducir, imprimir y crear nuevas partituras”⁴.

Handler: Es una clase de Java que permite “[...] programar mensajes y ejecutables para que se ejecuten en algún momento en el futuro; y poner en cola una acción para que se realice en un subproceso distinto”⁵.

IDE: “[...] es un sistema de software para el diseño de aplicaciones que combina herramientas del desarrollador comunes en una sola interfaz gráfica de usuario”⁶.

¹ INSTITUTO NACIONAL PARA CIEGOS. Glosario. 2022.

* Aplicación móvil (app).

² ADOLPH, Martin. *Mobile Applications*. ITU-T TechWatch Alert. 2009. p.1.

³ ORGANIZACIÓN NACIONAL DE CIEGOS ESPAÑOLES. La discapacidad visual.

⁴ GALERA NÚÑEZ, Mar. Recursos para la enseñanza de la lectura musical: el uso de los editores de partituras en actividades creativas. 2013. p. 96.

⁵ ANDROID. Handler. 2023.

⁶ RED HAT. ¿Qué es y para qué sirve un IDE?. 2023.

Listener: “[...] está diseñado para procesar algún tipo de evento. "Escucha" un evento, como el clic del ratón de un usuario o la pulsación de una tecla, y luego responde en consecuencia”⁷.

MIDI: “[...] estándar tecnológico que permite a los instrumentos musicales electrónicos comunicarse entre sí y con los ordenadores”⁸.

MP3: “[...] formato de compresión de datos para codificar audio digital, normalmente música”⁹.

PNG: “[...] formato de archivo extensible para el almacenamiento sin pérdidas, portátil y bien comprimido de imágenes rasterizadas”¹⁰.

Serifa: “[...] pequeños remates puntiagudos que adornan los finales de los rasgos principales de los caracteres”¹¹.

Stakeholders: “[...] aquellos que tienen una participación o un interés en un proyecto [, ellos] se verán afectados de alguna manera por el proyecto y, por lo tanto, tienen interés en influir en él”¹².

SVG: Formato de archivo que “[...] se utiliza habitualmente para mostrar gráficos, diagramas e ilustraciones bidimensionales [...]. Al tratarse de un archivo vectorial, se puede ampliar y reducir sin perder resolución”¹³.

⁷ LEAHY, Paul. *Java Event Listeners and How They Work*. ThoughtCo. 2020.

⁸ BRITANNICA. MIDI. 2023.

⁹ BRITANNICA. MP3. 2023.

¹⁰ WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Portable Network Graphics (PNG) Specification (Second Edition)*. 2003.

¹¹ SÁNCHEZ MUÑOZ, Gustavo. *Serifa*. Glosario gráfico. 2023.

¹² VOGWELL, Deborah. *Stakeholder management*. Project Management Institute. 2003.

¹³ ADOBE. *Formato SVG: propiedades y aplicaciones*.

Toolbar: “[...] objeto de interfaz gráfica que contiene botones que al ser presionados activan ciertas funciones de una aplicación”¹⁴.

¹⁴ VELNEO. Toolbar. 2023.

RESUMEN

Alrededor del mundo la población con discapacidad visual es de 2.200 millones de personas, de las cuales alrededor de 2 millones se encuentran en Colombia; en conjunto a los avances tecnológicos se han generado recomendaciones que buscan incluir a estas personas en el acceso a la información, pero no siempre se cumplen. En las aplicaciones móviles, por ejemplo, se identifica que no todas acatan los criterios de accesibilidad, y por lo tanto, existen pocas herramientas para disciplinas específicas accesibles para esta población.

Este proyecto tiene como objetivo elaborar una aplicación móvil para dispositivos Android dirigida a la población con discapacidad visual integrando las funciones de accesibilidad con el propósito de tener una herramienta de apoyo en la formación inicial musical.

Para ello se siguen los criterios de accesibilidad dirigidos a dispositivos móviles del consorcio mundial de la red, en conjunto a la información recibida por los talleres y el grupo de investigación del Instituto Nacional para Ciegos de Colombia, con el fin de implementar un diseño accesible en la aplicación móvil.

Se valida la aplicación haciendo un ejercicio planteado en el manual del aplicativo y la realización de una encuesta donde se avalúa el cumplimiento del propósito funcional de la aplicación y características como: usabilidad y accesibilidad.

En conclusión, al tener en cuenta desde el diseño los servicios y características de accesibilidad existentes en los dispositivos tecnológicos, es posible generar software al que puedan acceder todas las personas, como en este caso lo es una aplicación cuya función es ser herramienta de apoyo para la formación musical inicial para personas con discapacidad visual mediante la edición de partituras básicas.

Palabras clave: Accesibilidad, Android, aplicación móvil, discapacidad visual, formación inicial musical.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como propósito reforzar las estrategias para la formación inicial musical dirigidas a la población con discapacidad visual, todo esto a través de la elaboración de una aplicación móvil que permita integrar la configuración y servicios de accesibilidad con los que cuente el usuario. Para esto se abordan cada una de las etapas del ciclo de vida del proyecto como el análisis, diseño, desarrollo y validación del producto final.

Actualmente, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC*) se han convertido en la principal fuente de acceso y medio de propagación del contenido digital, lo que le permite llegar a un gran número de personas. En ocasiones, los creadores de este contenido no tienen en cuenta la accesibilidad, lo que impide o dificulta a las personas con ciertas discapacidades acceder a la información.

Teniendo en cuenta lo anterior y que la población con discapacidad visual a nivel mundial es de alrededor de 2.200 millones de personas¹⁵, de las cuales cerca de 2 millones pertenecen a Colombia¹⁶; se percibe una brecha en el acceso a la información digital por parte de esta población; y es aún mayor al referirse a contenido específico, como por ejemplo, a herramientas y propuestas para la formación musical, donde se encuentran pocas investigaciones al respecto¹⁷.

Es aquí donde se evidencia la oportunidad de desarrollar la aplicación móvil “White Sound”, que a través de la edición de partituras y su compatibilidad con los servicios

* Tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

¹⁵ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Ceguera y discapacidad visual. 2022.

¹⁶ INSTITUTO NACIONAL PARA CIEGOS. Los ciegos en el censo 2018. 2020.

¹⁷ PÉREZ VALDERRAMA, Mónica. Aportes de la educación musical a las personas con discapacidad visual en la promoción de la autodeterminación. 2020. p. 21.

de accesibilidad de Android busca ser una herramienta de apoyo para la iniciación musical por parte de personas con discapacidad visual.

El documento se encuentra dividido en 7 secciones como se menciona a continuación: Generalidades del problema; marco referencial; diseño metodológico; desarrollo metodológico; validación empírica del producto; análisis de resultados; y por último, conclusiones y recomendaciones.

1. GENERALIDADES DEL PROBLEMA

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, la tecnología juega un papel fundamental en la vida cotidiana de las personas ya que facilita el desarrollo de ciertas actividades, lo que a su vez genera que se ejecuten en un menor tiempo y conlleva un menor esfuerzo para la persona que hace uso de este tipo de herramientas.

El avance de la tecnología viene de la mano con la accesibilidad, que en lo que respecta las TIC busca “garantizar que cualquier recurso, a través de cualquier medio, esté disponible para todas las personas, tengan o no algún tipo de discapacidad”¹⁸, sin embargo, no todas las herramientas que existen hoy en día cuentan con un diseño universal, dificultando su uso por parte de ciertas personas.

Con el auge del uso de smartphones, los proveedores de estos dispositivos han empezado a integrar funciones de accesibilidad, Santana-Mansilla et. al.¹⁹ mencionan aquellas que son de ayuda para la población con discapacidad visual, como lo son: Lector de pantalla, magnificador de pantalla, tamaños de texto ajustable, reconocimiento de voz y el control de contraste y brillo, pero estas funciones actuarán correctamente únicamente si la aplicación que se usa tiene un buen diseño.

En el informe de estado de la accesibilidad del 2021 elaborado por Diamond, se dedicó un apartado al testeo de accesibilidad en aplicaciones móviles de iOS y Android evaluando una serie de criterios. En la categoría de aplicaciones gratuitas

¹⁸ BERNERS-LEE, Tim; FISCHETTI, Mark, 1999 Citado por GUENAGA, María Luz; BARBIER, Ander; EGUÍLUZ, Andoni. La accesibilidad y las tecnologías en la información y la comunicación. 2007. p. 156.

¹⁹ SANTANA-MANSILLA, Pablo; LESCANO, Germán; COSTAGUTA, Rosanna. Accesibilidad de aplicaciones móviles para discapacitados visuales: problemas y estrategias de solución. 2º Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad. 2015. p. 358-359.

se encontró que en Android el 62,5% de las aplicaciones evaluadas cumplían con los criterios de accesibilidad mientras en iOS lo hizo el 59,1%²⁰, en cambio, en la categoría de aplicaciones de pago en Android los criterios de accesibilidad los cumplían el 29% de las aplicaciones testeadas y en iOS el 35% los aprobó²¹.

Respecto a los criterios de accesibilidad del informe, se evaluó que las aplicaciones contengan elementos como el cambio de orientación de la pantalla cuando se gira el dispositivo móvil, la capacidad de reajustar el tamaño del texto según la configuración de los usuarios, textos alternativos para las imágenes y la identificación de encabezados por los lectores de pantalla. Se encuentra que estos criterios representan una parte de pautas dadas por el consorcio mundial de la red (W3C*) para las aplicaciones móviles²².

De acuerdo con el informe anterior, se concluye que no todas las aplicaciones móviles son accesibles para personas con discapacidad visual, y aún menos existen aplicaciones accesibles a esta población para enfoques específicos, como la enseñanza y práctica musical. Si bien existen programas para computador como Dancing Dots para la traducción de partituras a musicografía braille, o Braille Music Editor para la edición de partituras; se encuentran pocas herramientas de este tipo para dispositivos móviles.

Por esto, se observa la posibilidad de desarrollar una aplicación móvil de apoyo para las personas con discapacidad visual interesadas en el aprendizaje musical, y que además sirva como una estrategia usada por profesores para la iniciación musical en esta población.

²⁰ DIAMOND. *State of Accessibility Report*. 2021. p. 16.

²¹ *Ibíd.*, p. 18.

* *World Wide Web Consortium (W3C)*.

²² WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Mobile accessibility: How WCAG 2.0 and other W3C/WAI guidelines apply to mobile*. 2015.

1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se pueden aplicar las pautas y requerimientos definidos por el W3C para el desarrollo una aplicación móvil accesible para las personas con discapacidad visual interesadas en la iniciación musical?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Se puede encontrar una gran variedad de programas accesibles relacionados a la música en los ordenadores, sin embargo, esta situación dista de lo que ocurre en los dispositivos móviles donde sucede totalmente lo contrario. Por consiguiente, se observa la posibilidad de desarrollar una aplicación móvil que disminuya la brecha de herramientas musicales que pueden utilizar las personas con discapacidad visual en smartphones.

El desarrollo de una aplicación móvil aparece como una solución viable debido a la masificación del uso de dispositivos móviles a nivel mundial, la capacidad de trabajar en cualquier momento y lugar con esta tecnología, y finalmente, por la posibilidad de integrar las funciones de accesibilidad del dispositivo, para apoyar en este caso a la población con discapacidad visual durante la ejecución del aplicativo.

Para responder a esta necesidad, se aplican los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera como los métodos de construcción de software, para entender las etapas y actividades involucradas en el desarrollo de un producto de software; y para la elaboración de la solución son imprescindibles saberes en programación y en desarrollo de aplicaciones orientadas a dispositivos móviles.

Por lo anterior, se considera el desarrollo de una aplicación móvil como una opción factible, teniendo en cuenta la población a la que se dirige, y además, ofrece un avance desde la ingeniería de sistemas a la solución de la problemática propuesta.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general. Elaborar una aplicación móvil dirigida a la población con discapacidad visual para su iniciación musical a partir de un diseño que permita integrar las funciones de accesibilidad del dispositivo con el fin de tener una herramienta de apoyo en la formación musical inicial.

1.4.2 Objetivos específicos. A continuación, se presentan los objetivos específicos del proyecto:

- 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.
- 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.
- 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).

1.5 LÍMITES Y ALCANCE

El desarrollo del presente proyecto busca generar una herramienta para el aprendizaje y la enseñanza musical en un nivel básico dirigido a personas con discapacidad visual, por lo cual las necesidades de esta población se tienen en cuenta a la hora de establecer las limitaciones y el alcance del proyecto.

La aplicación busca ser compatible con la suite de accesibilidad Android y por lo tanto estará disponible únicamente en este sistema operativo, además, debido a que la suite requiere como versión mínima Android 6.0, la aplicación se destinará a versiones posteriores a esta.

En lo que respecta a la parte musical, se requiere que el usuario pueda interactuar con elementos básicos como:

- Altura de las notas (una octava).
- Duración de las notas (redonda, blanca, negra, corchea y semicorchea).
- Silencios.
- Alteraciones (sostenido y bemol).
- Reproducción con solfeo.

El modo en que se podrá implementar estos elementos será a través de la edición de partituras básicas y juegos rítmicos que permitan su reconocimiento.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Accesibilidad. Según el Instituto Nacional para Ciegos (INCI*), consiste en la “disposición de un elemento, espacio o servicio que permiten su uso y están al alcance de todas las personas de forma segura, cómoda y eficiente, sin importar sus capacidades o condición”²³.

2.1.2 Discapacidad visual. La Organización Mundial de la Salud²⁴ (OMS**) 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:

- **Leve:** Agudeza visual menor a 6/12, o igual o mayor a 6/18.
- **Moderado:** Agudeza visual menor a 6/18, o igual o mayor a 6/60.
- **Grave:** Agudeza visual menor a 6/60, o igual o mayor a 3/60.
- **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.

2.1.3 Planning Poker. Es una técnica de estimación que ayuda a tener “[...] un

* Instituto nacional para ciegos (INCI) de Colombia.

²³ INSTITUTO NACIONAL PARA CIEGOS. Glosario. 2022.

²⁴ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Ceguera y discapacidad visual. 2022.

** Organización Mundial de la Salud (OMS).

consenso sobre la aproximación correcta del punto de historia para cada elemento”²⁵. Existen diferentes formas de asignar los puntos de historia a las historias de usuario, pero muchos coinciden en usar la serie de Fibonacci para evitar la incertidumbre en el valor que se decida poner. Dichos valores representan ciertas características como el esfuerzo, el tiempo requerido, la complejidad y el riesgo de cada funcionalidad.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Accesibilidad en dispositivos móviles. El W3C en conjunto con otras personas y entidades alrededor del mundo, ha desarrollado las pautas de accesibilidad de contenido web (WCAG*) que describen la forma de crear contenido accesible para personas que presentan alguna discapacidad, entre las que se incluyen las de carácter visual como la ceguera o la baja visión²⁶.

Según las recomendaciones del W3C²⁷, las cuales pueden ser aplicadas en aplicaciones de dispositivos móviles, la accesibilidad tiene como base cuatro principios: perceptible, operable, entendible y robusto. Además, cada principio tiene una serie de criterios de éxito, como se evidencia en la tabla 1, que se deben satisfacer si se quiere cumplir con las WCAG²⁸.

Tabla 1. Consideraciones de accesibilidad en dispositivos móviles.

Principio	Consideración	Criterio de éxito
Perceptible	Tamaño de pantalla pequeño	

²⁵ LUCID CONTENT TEAM. *How to estimate story points for improved Agile planning*.

* *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)*.

²⁶ W3C. *WCAG 2 Overview*. 2022.

²⁷ W3C. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. 2018.

²⁸ W3C. *Understanding conformance*. 2023.

Tabla 1. (Continuación)

Principio	Consideración	Criterio de éxito
Perceptible	Zoom/Ampliación	Cambiar tamaño del texto
	Contraste	Contraste (mínimo)
		Contraste (mejorado)
Operable	Control de teclado para dispositivos con pantalla táctil	Teclado
		Sin captura de teclado
		Orden de enfoque
		Enfoque visible
	Tamaño y espaciado del objetivo táctil	
	Gestos de pantalla táctil	
	Gestos de manipulación del dispositivo	Teclado
Entendible	Poner botones donde sean fáciles de acceder	
	Cambiar orientación de pantalla (horizontal/vertical)	
	Disposición consistente	Navegación consistente
		Identificación consistente

Tabla 1. (Continuación)

Principio	Consideración	Criterio de éxito
Entendible	Colocar elementos importantes antes del desplazamiento de la página	
Entendible	Agrupar elementos operables que realizan la misma acción	Propósito del enlace (en contexto)
		Propósito del enlace (solo enlace)
	Proporcionar una indicación clara de elementos accionables	Navegación consistente
		Identificación consistente
	Proporcionar instrucciones para pantallas táctiles personalizadas y gestos de manipulación del dispositivo	Etiquetas o instrucciones
		Ayuda
Robusto	Disponer el teclado virtual para el tipo de dato de entrada requerido	
	Proporcionar métodos fáciles para la entrada de datos	
	Apoyar las propiedades características de la plataforma	

Fuente: W3C. *Mobile accessibility: How WCAG 2.0 and other W3C/WAI guidelines apply to mobile*. 2015. Elaboración propia.

Pese a existir estas especificaciones, se observa que no hay una guía centrada en la accesibilidad de contenido en los dispositivos móviles, sin embargo, sigue siendo una buena base para garantizar la accesibilidad en entornos digitales, y en el caso de Colombia, ayuda a cumplir con el objetivo de la ley 1680 de 2013 el cual busca

“[...] garantizar el acceso autónomo e independiente de las personas ciegas y con baja visión, a la información, a las comunicaciones, al conocimiento, y a las tecnologías de la información y las comunicaciones [...]”²⁹.

2.2.2 Requerimientos de accesibilidad para personas con discapacidad visual.

Además de las consideraciones mencionadas anteriormente, la W3C elaboró un documento con el fin de “[...] describir que requieren las personas con baja visión para que el contenido electrónico, las herramientas y las tecnologías sean accesibles”³⁰, es decir, se hacen una serie de recomendaciones de accesibilidad enfocadas a la población con discapacidad visual, las cuales se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Requerimientos de usuario para personas con discapacidad visual.

Categoría	Requerimiento de usuario	Descripción
Brillo y color	Brillo	Establecer el brillo de la pantalla.
	Contraste	Establecer color de fondo y de texto.
	Color	El color no debe ser el único medio visual para transmitir información
Seguimiento	Ajuste	Ajustar bloques de texto para una sola dirección de desplazamiento.
	Reflujo	Establecer bloques de texto en una sola columna.
	Longitud de línea	Establecer longitud de línea de los bloques de texto.

²⁹ 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.

³⁰ W3C. *Accessibility requirements for people with low vision*. 2016.

Tabla 2. (Continuación)

Categoría	Requerimiento de usuario	Descripción
Seguimiento	Separación	Activar o desactivar separación de sílabas.
Percepción	Tamaño de texto	Cambiar tamaño de texto de todo el texto.
	Fuente	Cambiar la fuente de todo el texto.
	Estilo	Cambiar estilo de bloques de texto.
	Capitalización	Cambiar la capitalización de los bloques de texto.
	Tamaño	Cambiar tamaño de todos los elementos.
Espaciado para lectura	Interlineado	Cambiar el interlineado de los bloques de texto.
	Espaciado de letras	Cambiar espaciado de letras de los bloques de texto.
	Espaciado de palabras	Cambiar espaciado de palabras de los bloques de texto.
	Justificación	Cambiar la alineación de los bloques de texto.
	Márgenes y bordes	Cambiar márgenes y bordes alrededor de los bloques de texto.
	Espaciado entre elementos	Agrupar elementos relacionados y separar aquellos que no lo estén.
Identificación de elementos	Personalización a nivel de elemento	Personalizar texto de manera distinta para elementos específicos.

Tabla 2. (Continuación)

Categoría	Requerimiento de usuario	Descripción
Punto de mira y proximidad	Punto de mirada	Punto de mira visible al realizar cualquier cambio de la interfaz gráfica.
	Información relacionada	Conocer y encontrar información relacionada.
Trabajar con la configuración del usuario	Todos los elementos	Ver todos los elementos destinados a ser vistos a pesar de la configuración del usuario.
	Impresión	Imprimir contenido después de personalizar como se muestra el texto.
	Ajustes de usuario	El contenido adquiere las configuraciones relevantes del usuario.

Fuente: W3C. *Accessibility requirements for people with low vision*. 2016. Elaboración propia.

Al tratarse de requerimientos que se centran en el contenido electrónico en general y no se centra en el dispositivo que se encuentra en uso; solo se tendrán en cuenta para el desarrollo del proyecto aquellos que por sus características se pueden implementar en aplicaciones para dispositivos móviles y que son prioritarios para cumplir el objetivo del producto de software.

2.2.3 Lectores de pantalla en dispositivos móviles. La principal función del software lector de pantalla es describir el contenido en pantalla de forma auditiva, siendo una herramienta útil para el acceso a la información por parte de la población con discapacidad visual. Con la aparición de los smartphones, el lector de pantalla y otras funciones se han desarrollado e integrado en estos nuevos dispositivos, por

ejemplo, en el sistema operativo Android se encuentran dentro de la suite de accesibilidad.

A pesar de que los lectores de pantalla son útiles para las personas con discapacidad visual, como mencionan Rodrigues et. al. “[...] permiten a los usuarios acceder a todo el contenido disponible, pero [...] no garantizan una interfaz o navegación consistente”³¹, y la situación actual de las aplicaciones móviles justifica esta afirmación, ya que, por su diseño no todas son compatibles o no hacen uso del lector de pantalla del dispositivo, lo que dificulta su uso por parte de las personas con ceguera.

2.3 MARCO TECNOLÓGICO

2.3.1 Adobe Illustrator. “Adobe Illustrator es una de las herramientas de diseño gráfico líder del sector que [...] permite diseñar [...] desde logotipos e iconos, hasta gráficos e ilustraciones, y personalizarlo con una precisión de talla profesional [...]. La ventaja de los gráficos creados con Illustrator es que en cualquier tamaño de formato digital o de impresión se verán [...] sin pixelearse”³². La función de esta aplicación para la ejecución del proyecto es la elaboración de los iconos que se implementaran en la aplicación.

2.3.2 Android. Es “[...] un sistema operativo y una plataforma software, basado en Linux para teléfonos móviles. [...] lo que le diferencia de otros sistemas operativos, es que cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones, widgets, o incluso, modificar el propio sistema operativo, dado que Android es de

³¹ RODRIGUES, André; SANTOS, André; MONTAGUE, Kyle; GUERREIRO, Tiago. *Improving smartphone accessibility with personalizable static overlays*. 2017. p. 1.

³² ADOBE. ¿Qué es Adobe Illustrator?.

código libre, por lo que sabiendo programar en lenguaje Java, va a ser muy fácil comenzar a programar en esta plataforma.”³³

2.3.3 Android Studio. Es “[...] el entorno de desarrollo integrado (IDE*) oficial para el desarrollo de apps para Android y está basado en IntelliJ IDEA”³⁴, que, gracias a sus características, funcionalidades y herramientas, facilita el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles con sistema operativo Android.

2.3.4 Aplicación móvil. Para Islam et. al.³⁵, se considera como aplicación móvil al software o programa que se puede ejecutar en dispositivos móviles y permite al usuario realizar una tarea específica; las aplicaciones pueden encontrarse instaladas en el teléfono o pueden ser descargadas e instaladas por diferentes medios, incluso pueden ser desarrolladas para un sistema operativo específico como Android o iOS.

2.3.5 Audacity. “Audacity es el software gratuito más popular del mundo para grabar y editar audio”³⁶. Mediante esta herramienta se realiza la edición de las pistas de audio del solfeo entonado de las notas musicales para integrarlos posteriormente en la aplicación.

2.3.6 Draw.io. “Draw.io es una pila de tecnología para crear aplicaciones de diagramación [...]”³⁷. El uso de esta herramienta para el proyecto es la elaboración

³³ BÁEZ, Manuel; BORREGO, Álvaro; CORDERO, Jorge; CRUZ, Luis; GONZÁLEZ, Miguel; HERNÁNDEZ, Francisco; PALOMERO, David; RODRÍGUEZ DE LLERA José; SANZ Daniel; SAUCEDO, Mariam; TORRALBO, Pilar; ZAPATA, Álvaro. Introducción a Android. 2012. p. 1.

* *Integrated Development Environment* (IDE).

³⁴ ANDROID. Introducción a Android Studio. 2023.

³⁵ ISLAM, Rashedul; MAZUMDER, Tohidul. *Mobile application and its global impact*. 2010. p. 104.

³⁶ AUDACITY. *What is Audacity?*.

³⁷ DRAW.IO. *About draw.io*.

de los diagramas correspondientes a las vistas de arquitectura.

2.3.7 GitHub. “GitHub es una plataforma en la nube que usa Git como tecnología principal. Simplifica el proceso de colaborar en proyectos y proporciona un sitio web, herramientas de línea de comandos y un flujo global que permite a los desarrolladores y usuarios trabajar juntos”³⁸. Android Studio tiene integración nativa con Git y GitHub, lo que facilita su uso mientras se está desarrollando un proyecto.

2.3.8 GSnap. “GSnap es un efecto de ajuste automático. Se puede utilizar sutilmente para corregir el tono de una voz o, con ajustes más extremos, para crear un efecto de voz de robot”³⁹. En conjunto a Audacity, se aplica al proyecto para afinar la voz usada para el solfeo entonado de las notas.

2.3.9 Java. “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”⁴⁰. Junto a Kotlin, es uno de los lenguajes que Android Studio permite utilizar.

2.3.10 Prueba de accesibilidad. “La prueba de accesibilidad es una herramienta que analiza la interfaz de usuario de una app para dar recomendaciones a fin de mejorar su accesibilidad”⁴¹. En el proyecto se puede usar como un instrumento de apoyo para la validación del atributo de calidad de accesibilidad.

2.3.11 Suite de accesibilidad Android. La suite de accesibilidad Android ofrecida

³⁸ MICROSOFT. ¿Qué es GitHub?. Introducción a GitHub.

³⁹ PETTIT, Greg; YEADON, Graham. *GSnap Manual*. p. 1.

⁴⁰ IBM. *What is Java?*

⁴¹ GOOGLE LLC. Prueba de accesibilidad. 2016

por Google LLC, 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”⁴². Para el proyecto, se contempla la importancia de la compatibilidad de funciones del apartado visual como el TalkBack, la corrección de color, la ampliación, el tamaño de texto y el texto de alto contraste.

2.3.12 TalkBack. Samsung lo describe como “[...] una función que ayuda a los usuarios ciegos o con baja visión. Proporciona comentarios de voz para [poder usar un] teléfono o tablet sin mirar la pantalla. Los nombres de las funciones varían según la versión del software, pero las funciones son las mismas”⁴³.

2.3.13 Trello. “Trello es una herramienta flexible para la gestión del trabajo, con la que los equipos pueden diseñar planes, colaborar en proyectos, organizar flujos de trabajo y hacer un seguimiento del progreso de una manera visual, productiva y gratificante”⁴⁴. Durante el desarrollo del proyecto, se emplea para la planificación de las actividades que se deben realizar en cada sprint.

2.4 TRABAJO RELACIONADO

La música abarca una amplia gama de enfoques, y así mismo se ofrecen aplicaciones que buscan facilitar ciertas tareas en cada uno de estos, sin embargo, como se ha mencionado a lo largo del documento es reducida la cantidad de aplicaciones que tienen en cuenta a la población con discapacidad visual.

A pesar de esto, existen iniciativas a nivel nacional e internacional, que de alguna u otra forma buscan apoyar a este grupo de personas en el ámbito musical a través

⁴² GOOGLE LLC. Suite de accesibilidad Android.

⁴³ SAMSUNG. Cómo utilizar la función TalkBack. 2022.

⁴⁴ TRELLO. Acerca de Trello.

de las TIC. En la tabla 3 se describen algunas de estas herramientas, incluida la aplicación que se propone para dar solución a la problemática planteada.

Tabla 3. Descripción de aplicaciones.

Nombre	Descripción
Braille Music	Aplicación móvil para la creación de música y el aprendizaje de la teoría de musicografía braille e incorpora su propio teclado braille además de otras funciones ⁴⁵ .
Braille Music Notator	Herramienta en línea para la escritura de partituras en musicografía braille y que automáticamente se traducen a los símbolos musicales tradicionales ⁴⁶ .
Braille Music 2021	Herramienta para ordenador que permite a los músicos ciegos escribir, verificar, corregir e imprimir partituras siguiendo las reglas de escritura musical del Nuevo manual internacional de musicografía braille ⁴⁷ .
Invisible Sound	Aplicación móvil creada con Unity para iOS y Android para que las personas con ceguera compongan música. Se puede usar la aplicación de dos formas, por deslizamiento de la pantalla o por movimiento del dispositivo ⁴⁸ .
Tiresias	Aplicativo para el entrenamiento auditivo musical, en el cual se puede identificar las propiedades y características de los sonidos musicales, así como practicar el reconocimiento de intervalos, acordes, tetracordios, escalas y alturas ⁴⁹ .

⁴⁵ GARCIA CAMACHO, Francisco Javier. *Braille Music*. 2020.

⁴⁶ RUSH, Toby. *Braille music notator*. 2019.

⁴⁷ BRAILLE MUSIC 2021. *BM2021 Manual*. 2021. p. 3.

⁴⁸ STOLZE, Maximilian; HLAVACS, Helmut. *InvisibleSound: An app enabling blind people to compose music*. 2018. p. 1.

⁴⁹ INSTITUTO NACIONAL PARA CIEGOS. *Tiresias, el aplicativo que permite que las personas con discapacidad visual puedan disfrutar fácilmente de la música*. 2019.

Tabla 3. (Continuación)

Nombre	Descripción
Toccata	Software para computador que permite hacer conversiones de partituras impresas a musicografía braille, además, cuenta con un editor basado en la notación de musicografía braille ⁵⁰ .
White Sound*	Aplicación móvil para Android con compatibilidad con la suite de accesibilidad Android para la iniciación musical a partir de la edición de partituras por parte de personas con discapacidad visual.

Fuente: Elaboración propia.

Al momento de buscar este tipo de herramientas, se evidencia una mayor cantidad de estas diseñadas para computadores en comparación con los dispositivos móviles, lo que refleja en primer lugar una escasez de iniciativas para crear aplicaciones accesibles dentro del ámbito musical dirigida a esta tecnología; y en segundo lugar, una oportunidad de abarcar múltiples enfoques musicales en estos dispositivos.

Por último, se hace una comparativa en la tabla 4 de ciertas características entre las soluciones existentes y la aplicación desarrollada en el presente proyecto para la solución de la problemática planteada.

⁵⁰ PENTRONICS. *Tocatta braille music translation software*.

* Aplicación móvil desarrollada para dar solución a la problemática planteada en el proyecto.

Tabla 4. Comparativa de aplicaciones.

Nombre	Disponibilidad	Dispositivo objetivo	Accesibilidad	Ejercicios de aprendizaje	Enfoque musical
Braille Music	✓	Smartphone (Android)	✓ (sistema propio)	✓ (Notación en musicografía Braille)	Musicografía Braille
Braille Music Notator	✓	Computador (aplicación web)	✓	x	Crear partituras musicales en Braille
Braille Music 2021	✓	Computador (Windows)	✓	x	Musicografía Braille
Invisible Sound	x	Smartphone	✓	x	Composición musical
Toccata	✓	Computador (Windows)	✓	x	Conversión de partituras a musicografía Braille
Tiresias	x	Smartphone (Android)	✓	✓	Entrenamiento auditivo musical
White Sound	✓	Smartphone (Android)	✓ (compatibilidad con la suite de accesibilidad Android)	✓ (Reconocimiento de altura y duración de notas)	Edición de partituras básicas

Fuente: Elaboración propia.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE ESTUDIO

La ejecución del proyecto se hará bajo el marco de desarrollo ágil scrum, que permite una implementación iterativa e incremental para obtener partes del aplicativo en periodos cortos, y además, tener la posibilidad de adoptar cambios⁵¹. Por otra parte, se aplicará un enfoque de investigación mixto, haciendo uso de datos cuantitativos y cualitativos que justifiquen las decisiones y resultados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

3.2 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.

3.3 METODOLOGÍA

En la tabla 5 se puede evidenciar el modelo de investigación o la metodología bajo la cual se lleva a cabo cada uno de los objetivos específicos planteados. Por otra parte, se puede ver a detalle cada una de las actividades que se plantean en el cronograma que se encuentra en el anexo B.

⁵¹ ALSAQQA, Samar; SAWALHA, Samer; ABDEL-NABI, Heba. *Agile software development: Methodologies and trends*. 2020. p. 248.

Tabla 5. 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.	Para efectuar este objetivo, se trabajará bajo un modelo cualitativo con el fin de definir el diseño del aplicativo a partir de la información que se obtenga y las conclusiones a las que se llegue con la investigación.
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 realizará bajo la metodología de desarrollo ágil scrum, a través de un desarrollo iterativo y en periodos cortos.
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 cumplirá mediante un enfoque mixto, determinando a través de los datos numéricos y de otro tipo, que se cumplan los resultados esperados del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

4. DESARROLLO METODOLÓGICO

4.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

El objetivo de este capítulo es recopilar el conocimiento adquirido para la elaboración del diseño del aplicativo, y por otra parte, plantear las herramientas que se usarán para su posterior desarrollo.

4.1.1 Implementación de accesibilidad en dispositivos móviles y aplicaciones.

4.1.1.1 Servicios de la suite de accesibilidad Android. La compatibilidad de la aplicación a desarrollar con los servicios de la suite de accesibilidad Android juega un papel fundamental para cumplir el objetivo del proyecto, ya que, permite cumplir con los requisitos de accesibilidad dados por el W3C para las personas con baja visión.

Es por esto que se hace necesario verificar que en dispositivos móviles con diferentes versiones del sistema operativo Android, se pueda acceder en primer lugar a la suite de accesibilidad Android, y en segundo lugar, a los servicios dirigidos a personas con discapacidad visual. Debido a los requisitos de la suite en la Play Store, solo puede ser usada en celulares con Android 6.0 y versiones posteriores, por lo que su comprobación se reduce a dispositivos con esas características.

Para esta comprobación, se cuenta con dos dispositivos con versiones de Android distantes y que cumplen las características anteriormente mencionadas; el primero es un Motorola Moto G4 Play que se encuentra sobre la versión Android 7, y el segundo es un Xiaomi Poco X3 Pro cuyo sistema operativo se basa en la versión Android 12.

Como se observa en la figura 1, ambos dispositivos son compatibles con la suite de accesibilidad Android, aunque acceden a diferentes versiones de esta. Con

esto se verifica el primer punto descrito en esta sección al poder usar la suite en dispositivos con diferentes versiones de Android, específicamente desde la versión Android 7 y posteriores.

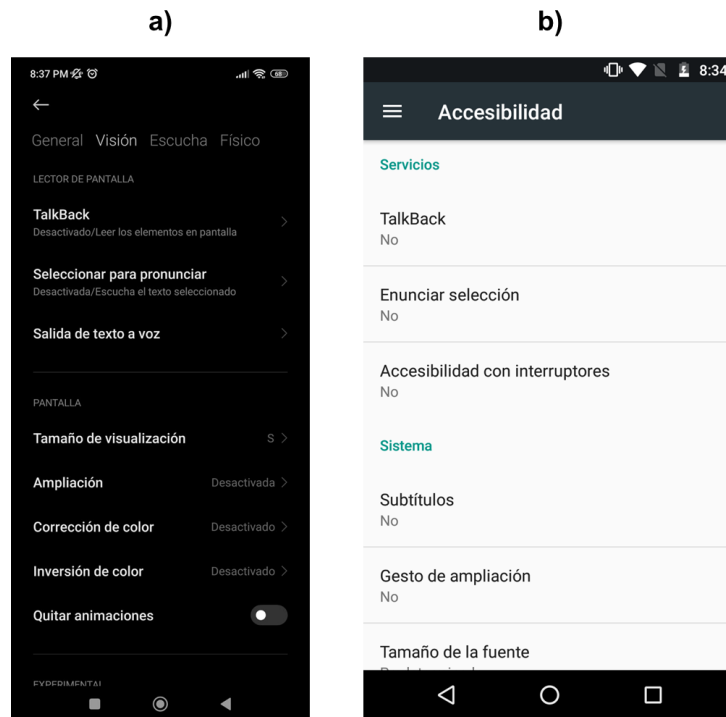
Figura 1. Compatibilidad de Suite de Accesibilidad Android con dispositivos.



Fuente: GOOGLE LLC. Suite de accesibilidad Android. Elaboración propia.

Pese a que los dispositivos cuentan con una versión diferente de la suite, se puede usar las mismas funciones dirigidas a la población con discapacidad visual cómo se evidencia en la figura 2, donde se encuentran los ajustes de accesibilidad (a) en el Xiaomi Poco X3 y (b) en el Motorola Moto G4 Play.

Figura 2. Menú de la Suite de Accesibilidad Android en diferentes versiones.



Fuente: Elaboración propia.

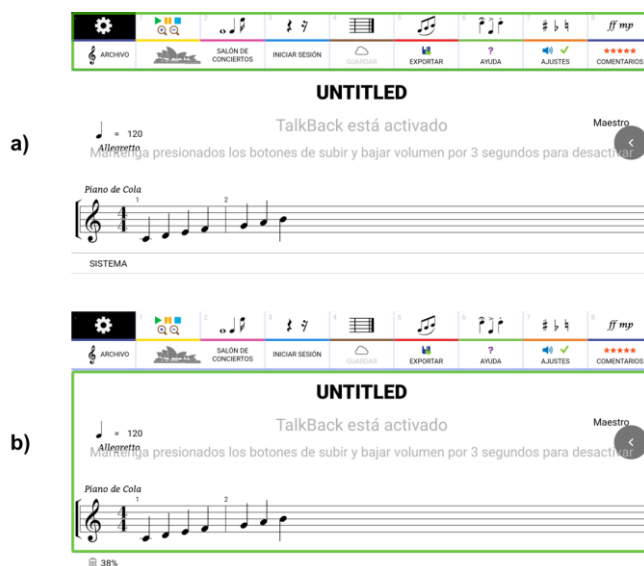
4.1.1.2 Compatibilidad de la suite de accesibilidad Android con aplicaciones.

Que una aplicación sea o no compatible con la suite de accesibilidad Android dependerá de cómo sea su diseño, por ejemplo, si un elemento no textual (como una imagen) no posee un texto alternativo, causará problemas para los usuarios con ceguera que usen TalkBack, ya que no sabrán de qué se trata dicho elemento; otro problema surge al optar por textos con escala fija, ya que impide adecuarse al tamaño de texto que elige el usuario.

Es por esto que la accesibilidad se debe tener en cuenta antes del desarrollo del aplicativo, desde el diseño. De no ser así, puede que a un usuario con cualquier discapacidad se le dificulte o le sea imposible usar la herramienta desarrollada como se evidencia en la figura 3, donde un usuario que use TalkBack (a) no puede

acceder* a las opciones del menú superior y (b) tampoco a la partitura de una aplicación de edición de partituras.

Figura 3. Problema de accesibilidad con TalkBack en la aplicación Maestro: Compositor de Música.



Fuente: FUTURE SCULPTOR. Maestro - Compositor de Música. 2016. Elaboración propia.

4.1.1.3 Recomendaciones de accesibilidad del INCI. A través del INCI, se asistió a unos talleres de accesibilidad, como se evidencia en los anexos C, D y E; donde se obtuvo información respecto a los siguientes temas:

- Introducción a la accesibilidad digital.
- Criterios de accesibilidad en sitios web.
- Accesibilidad para documentos digitales.

* El marco verde indica el elemento seleccionado por el usuario con TalkBack, nótese que no se puede seleccionar un elemento específico del menú superior o de la partitura.

Según se comentó en los talleres, uno de los puntos a tener en cuenta es que no todos los usuarios acceden a la información de la misma manera. Aplicando esa afirmación a las personas con discapacidad visual, se refiere a que no toda esta población utiliza las mismas herramientas para acceder a la información digital, por ejemplo, una persona con baja visión usará la amplificación o el texto de alto contraste, pero otro usuario que tenga ceguera hará uso un lector de pantalla.

Otro aspecto que se considera es el diseño universal, ya que, cualquier contenido digital debe tener la posibilidad de ser consumido por cualquier persona. Es desde el diseño donde se debe tener en cuenta los criterios de accesibilidad y no después de que se haya elaborado el producto, para que así pueda llegar al mayor número de personas.

Uno de los errores comunes comentados en el taller, es incluir barras de accesibilidad, que al contrario de lo que buscan, empeoran la accesibilidad. Esto sucede debido a que pueden interferir con el funcionamiento de las herramientas de accesibilidad con las que ya cuenta el usuario, o incluso con las que ya cuenta el dispositivo, y por lo tanto genera un problema* para acceder al contenido.

Al momento de validar la accesibilidad, no es recomendable usar herramientas automáticas (sitios web o programas); si bien ayudan a encontrar problemas de accesibilidad, no garantizan que se cumplan los criterios de accesibilidad del W3C. Además, como se ha mencionado a lo largo de esta sección, estos aspectos se deben tener en cuenta desde el diseño, y si desde ese momento no se aplicaron ya no es momento de hacerlo después del desarrollo.

Ahora bien, quien debe encargarse de verificar que se cumplan los criterios de accesibilidad, es la misma persona que desarrolla y publica el contenido, pues es

* Puede que la barra de accesibilidad sirva para personas con otro tipo de discapacidades, pero para aquellas con discapacidad visual es un problema.

esta quien conoce si se aplican dichos criterios o no, y el cómo se aplicaron. Si se dejara esta validación a la población objetivo, puede que haya opiniones subjetivas que no corresponden a los estándares de accesibilidad ya existentes.

Por último, el grupo de investigación del INCI presenta una serie de requisitos respecto al proyecto los cuales se presentan a continuación:

- Manejar todo desde el dispositivo móvil, es decir, no tener la necesidad de usar accesorios físicos externos.
- Tener la posibilidad de leer partituras con solfeo.
- Realizar una cartilla que cumpla la función de manual de usuario del aplicativo.
- Emplear “juegos rítmicos” que permitan reforzar conocimientos musicales.

4.1.2 Requerimientos de la solución.

4.1.2.1 Estimación y prioridad de historias de usuario. Aplicando una variación de la técnica de Planning Poker, se construye la matriz de puntos de historia que se muestra en la tabla 6; donde los puntos de historia empiezan desde el sexto elemento de la serie de Fibonacci (el 5) y el tiempo requerido máximo se ajusta al tiempo definido para los sprints del proyecto (una semana).

Tabla 6. Matriz de puntos de historia.

Puntos de historia	Esfuerzo	Tiempo requerido	Complejidad	Riesgo
5	Mínimo	Minutos	Baja	Bajo
8	Mínimo	Horas	Baja	Bajo
13	Medio	Horas	Media	Bajo

Tabla 6. (Continuación)

Puntos de historia	Esfuerzo	Tiempo requerido	Complejidad	Riesgo
21	Medio	Días	Media	Medio
34	Máximo	Una semana	Alta	Alto

Fuente: Elaboración propia.

Por último, la prioridad de las historias de usuario se asigna usando una técnica de lista, donde el elemento con el número más bajo es el que se debe implementar cuanto antes. Las características definidas anteriormente corresponden a la estimación y la prioridad que se asignan en el apartado de historias de usuario.

4.1.2.2 Tipos de usuario. Teniendo en cuenta quienes son los stakeholders del proyecto, se plantean en la tabla 7 los tipos de usuario que tendrá el aplicativo. En el apartado de historias de usuario, se describen las funcionalidades que son de interés para cada uno de estos.

Tabla 7. 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.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.3 Historias de usuario. Teniendo en cuenta la información recolectada, el objetivo del proyecto y los requisitos dados por el grupo de investigación del INCI, se plantean los requerimientos funcionales de la aplicación representados como historias de usuario presentadas a continuación y evidenciadas también en el tablero en Trello del anexo I.

En la tabla 8, se encuentra la información de la historia de usuario relacionada a la función para seleccionar una partitura existente en la aplicación.

Tabla 8. Historia de usuario: Seleccionar partitura.

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.			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, se evidencia la información de la historia de usuario relacionada a la función para añadir una nota musical en la partitura.

Tabla 9. Historia de usuario: Añadir nota.

ID	HU-02	Prioridad	12	Estimación	21
Nombre		Añadir nota.			
Historia de usuario		Como compositor deseo añadir una nota musical en la partitura de manera que pueda reproducirla posteriormente.			

Tabla 9. (Continuación)

Criterios de éxito	La nota se encuentra en la partitura.
---------------------------	---------------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10, se muestra la información de la historia de usuario relacionada a la función para aumentar la altura de una nota musical en la partitura.

Tabla 10. Historia de usuario: Aumentar altura de nota.

ID	HU-03	Prioridad	15	Estimación	8
Nombre	Aumentar altura de nota.				
Historia de usuario	Como compositor deseo aumentar la altura de una nota musical en una partitura de manera que suba su tono.				
Criterios de éxito	Cambia en la etiqueta la nota de forma ascendente.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11, se observa la información de la historia de usuario relacionada a la función para disminuir la altura de una nota musical en la partitura.

Tabla 11. Historia de usuario: Disminuir altura de nota.

ID	HU-04	Prioridad	17	Estimación	8
Nombre	Disminuir altura de nota.				
Historia de usuario	Como compositor deseo disminuir la altura de una nota musical en una partitura de manera que baje de su tono.				

Tabla 11. (Continuación)

Criterios de éxito	Cambia en la etiqueta la nota de forma descendente.
---------------------------	---

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12, se encuentra la información de la historia de usuario relacionada a la función para modificar la duración de una nota musical en la partitura.

Tabla 12. Historia de usuario: Modificar duración de notas.

ID	HU-05	Prioridad	18	Estimación	13
Nombre	Modificar duración de nota.				
Historia de usuario	Como compositor deseo modificar la duración de una nota musical en una partitura de manera que se acorte o prolongue el tiempo que suena.				
Criterios de éxito	Cambia el tiempo en que se escucha la nota al reproducirla.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13, se evidencia la información de la historia de usuario relacionada a la función para crear una nueva partitura en la aplicación.

Tabla 13. Historia de usuario: Crear partitura.

ID	HU-06	Prioridad	1	Estimación	5
Nombre	Crear partitura.				
Historia de usuario	Como compositor deseo crear una partitura de manera que pueda empezar a editar una nueva obra.				
Criterios de éxito	Se crea una partitura vacía.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 14, se muestra la información de la historia de usuario relacionada a la función para eliminar una partitura de la aplicación.

Tabla 14. Historia de usuario: Eliminar partitura.

ID	HU-07	Prioridad	3	Estimación	5
Nombre		Eliminar partitura.			
Historia de usuario		Como compositor deseo eliminar una partitura de manera que no la pueda reproducir o editar en el dispositivo.			
Criterios de éxito		La partitura no se encuentra en el almacenamiento del dispositivo.			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15, se observa la información de la historia de usuario relacionada a la función para abrir directamente el apartado de edición de la aplicación.

Tabla 15. Historia de usuario: Abrir editor de partitura.

ID	HU-08	Prioridad	2	Estimación	13
Nombre		Abrir editor de partitura.			
Historia de usuario		Como compositor deseo abrir el editor de una partitura de manera que pueda modificarla.			
Criterios de éxito		Abre el apartado de edición con la partitura seleccionada por el usuario.			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16, se encuentra la información de la historia de usuario relacionada a la función para abrir el panel de figuras musicales.

Tabla 16. Historia de usuario: Abrir panel de figuras musicales.

ID	HU-09	Prioridad	4	Estimación	5
Nombre		Abrir panel de figuras musicales.			
Historia de usuario		Como compositor deseo abrir el panel de figuras musicales de manera que pueda elegir el tipo de nota que quiero agregar.			
Criterios de éxito		Se muestran en pantalla las figuras musicales que se pueden agregar.			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17, se evidencia la información de la historia de usuario relacionada a la función para abrir el panel de silencios musicales.

Tabla 17. Historia de usuario: Abrir panel de silencios.

ID	HU-10	Prioridad	5	Estimación	5
Nombre		Abrir panel de silencios.			
Historia de usuario		Como compositor deseo abrir el panel de silencios de manera que pueda elegir el tipo de silencio que quiero agregar.			
Criterios de éxito		Se muestran en pantalla los silencios que se pueden agregar.			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18, se muestra la información de la historia de usuario relacionada a la función para abrir el panel de alteraciones musicales.

Tabla 18. Historia de usuario: Abrir panel de alteraciones.

ID	HU-11	Prioridad	7	Estimación	5
Nombre	Abrir panel de alteraciones.				
Historia de usuario	Como compositor deseo abrir el panel de alteraciones de manera que pueda elegir el tipo de alteración que quiero agregar.				
Criterios de éxito	Se muestran en pantalla las alteraciones que se pueden agregar.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19, se observa la información de la historia de usuario relacionada a la función para abrir la interfaz de ajustes de la aplicación.

Tabla 19. Historia de usuario: Abrir ajustes de la aplicación.

ID	HU-12	Prioridad	8	Estimación	8
Nombre	Abrir ajustes de la aplicación.				
Historia de usuario	Como compositor y/o lector deseo abrir los ajustes de la aplicación de manera que pueda personalizar ciertos aspectos de la reproducción.				
Criterios de éxito	Se muestra en pantalla la interfaz de ajustes de la aplicación.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20, se encuentra la información de la historia de usuario relacionada a la función para activar el solfeo entonado de las notas musicales al reproducirlas.

Tabla 20. Historia de usuario: Activar solfeo.

ID	HU-13	Prioridad	24	Estimación	21
-----------	-------	------------------	----	-------------------	----

Tabla 20. (Continuación)

Nombre	Activar solfeo.
Historia de usuario	Como compositor, lector y/o estudiante deseo activar el solfeo de manera que se reproduzcan las notas con solfeo entonado.
Criterios de éxito	Las notas se reproducen con solfeo entonado.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21, se evidencia la información de la historia de usuario relacionada a la función para cambiar el título de una partitura.

Tabla 21. Historia de usuario: Cambiar título de la partitura.

ID	HU-14	Prioridad	10	Estimación	8
Nombre	Cambiar título de la partitura.				
Historia de usuario	Como compositor deseo cambiar el título de una partitura de manera que reemplace el título antiguo.				
Criterios de éxito	Se guarda el nuevo nombre de la partitura.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 22, se muestra la información de la historia de usuario relacionada a la función para modificar el nombre del autor de una partitura.

Tabla 22. Historia de usuario: Modificar autor de la partitura.

ID	HU-15	Prioridad	9	Estimación	5
Nombre	Modificar autor de la partitura.				

Tabla 22. (Continuación)

Historia de usuario	Como compositor deseo modificar el autor de una partitura de manera que pueda corregir el nombre puesto anteriormente.
Criterios de éxito	Se guarda el nombre del autor modificado.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23, se observa la información de la historia de usuario relacionada a la función para guardar los cambios de una partitura editada.

Tabla 23. Historia de usuario: Guardar cambios de edición.

ID	HU-16	Prioridad	11	Estimación	21
Nombre	Guardar cambios de edición.				
Historia de usuario	Como compositor deseo guardar los cambios realizados durante la edición de manera que se mantengan la próxima vez que se acceda al archivo.				
Criterios de éxito	Al abrir la partitura se muestra el último estado guardado.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 24, se encuentra la información de la historia de usuario relacionada a la función para agregar una alteración a las notas musicales.

Tabla 24. Historia de usuario: Agregar alteración a una nota.

ID	HU-17	Prioridad	16	Estimación	5
Nombre	Agregar alteración a una nota.				

Tabla 24. (Continuación)

Historia de usuario	Como compositor deseo agregar una alteración a una nota de manera que se modifique la altura de la nota.
Criterios de éxito	Al seleccionar la nota se muestra la alteración en el conjunto de datos de la nota.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 25, se evidencia la información de la historia de usuario relacionada a la función para eliminar una nota musical en una partitura.

Tabla 25. Historia de usuario: Eliminar una nota.

ID	HU-18	Prioridad	19	Estimación	5
Nombre	Eliminar una nota.				
Historia de usuario	Como compositor deseo eliminar una nota de manera que no se encuentre en la partitura.				
Criterios de éxito	Al desplazarse por la partitura, ya no aparece la nota eliminada.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 26, se muestra la información de la historia de usuario relacionada a la función para cambiar al apartado de lectura de la aplicación.

Tabla 26. Historia de usuario: Cambiar a modo lectura.

ID	HU-19	Prioridad	20	Estimación	13
Nombre	Cambiar a modo lectura.				

Tabla 26. (Continuación)

Historia de usuario	Como lector deseo cambiar al modo lectura de la partitura de manera que acceda a las opciones de lectura de esta.
Criterios de éxito	Se muestra la interfaz de lectura.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 27, se observa la información de la historia de usuario relacionada a la función para reproducir una partitura.

Tabla 27. Historia de usuario: Reproducir partitura.

ID	HU-20	Prioridad	21	Estimación	13
Nombre	Reproducir partitura.				
Historia de usuario	Como lector deseo reproducir la partitura de manera que escuche todas las notas que se encuentran en esta.				
Criterios de éxito	1. Se reproducen todas las notas de la partitura. 2. La nota que se esté reproduciendo coincide con la nota que se muestra en pantalla.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 28, se encuentra la información de la historia de usuario relacionada a la función para pausar la reproducción de una partitura.

Tabla 28. Historia de usuario: Pausar reproducción.

ID	HU-21	Prioridad	22	Estimación	13
Nombre	Pausar reproducción.				

Tabla 28. (Continuación)

Historia de usuario	Como lector deseo pausar la reproducción de la partitura de manera que se mantenga la posición actual de la partitura.
Criterios de éxito	1. Se mantiene en pantalla la nota actual de la partitura. 2. No se reproduce ninguna nota.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 29, se evidencia la información de la historia de usuario relacionada a la función para reiniciar la lectura de una partitura.

Tabla 29. Historia de usuario: Reiniciar lectura de partitura.

ID	HU-22	Prioridad	23	Estimación	13
Nombre	Reiniciar lectura de partitura				
Historia de usuario	Como lector deseo reiniciar la lectura de una partitura de manera que se retorne a la posición inicial de la partitura.				
Criterios de éxito	1. Se muestra la primera nota de la partitura de la partitura. 2. No se reproduce ninguna nota.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 30, se muestra la información de la historia de usuario relacionada a la función para practicar el reconocimiento de la altura de las notas musicales.

Tabla 30. Historia de usuario: Practicar alturas de notas.

ID	HU-23	Prioridad	25	Estimación	21
-----------	-------	------------------	----	-------------------	----

Tabla 30. (Continuación)

Nombre	Practicar alturas de notas.
Historia de usuario	Como estudiante deseo practicar las alturas de las notas de manera que pueda reconocer la altura de una nota reproducida.
Criterios de éxito	1. Se reproducen alturas aleatorias para practicar. 2. Se obtiene una retroalimentación de la práctica.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 31, se observa la información de la historia de usuario relacionada a la función para practicar el reconocimiento de la duración de las notas musicales.

Tabla 31. Historia de usuario: Practicar duración de notas.

ID	HU-24	Prioridad	26	Estimación	8
Nombre	Practicar duración de notas.				
Historia de usuario	Como estudiante deseo practicar las duraciones de las notas de manera que pueda reconocer la duración de una nota reproducida.				
Criterios de éxito	1. Se reproducen duraciones aleatorias para practicar. 2. Se obtiene una retroalimentación de la práctica.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 32, se encuentra la información de la historia de usuario relacionada a la función para practicar el reconocimiento de la altura y duración de las notas musicales.

Tabla 32. Historia de usuario: Practicar altura y duración de notas.

ID	HU-25	Prioridad	27	Estimación	8
Nombre		Practicar altura y duración de notas			
Historia de usuario		Como estudiante deseo practicar la altura y duración de las notas simultáneamente de manera que pueda reconocer la altura y duración de una nota reproducida.			
Criterios de éxito		1. Se reproducen alturas y duraciones aleatorias para practicar. 2. Se obtiene una retroalimentación de la práctica.			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 33, se evidencia la información de la historia de usuario relacionada a la función para desplazarse por la partitura hacia la derecha.

Tabla 33. Historia de usuario: Desplazarse en la partitura a la derecha.

ID	HU-26	Prioridad	13	Estimación	8
Nombre		Desplazarse en la partitura a la derecha			
Historia de usuario		Como compositor y/o lector deseo desplazarme en la partitura a la derecha de manera que pueda pasar a la siguiente nota.			
Criterios de éxito		Se muestra la siguiente nota de la partitura.			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 34, se muestra la información de la historia de usuario relacionada a la función para desplazarse por la partitura hacia la izquierda.

Tabla 34. Historia de usuario: Desplazarse en la partitura a la izquierda.

ID	HU-27	Prioridad	14	Estimación	8
Nombre	Desplazarse en la partitura a la izquierda				
Historia de usuario	Como compositor y/o lector deseo desplazarme en la partitura a la izquierda de manera que pueda pasar a la nota anterior.				
Criterios de éxito	Se muestra la anterior nota de la partitura.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 35, se observa la información de la historia de usuario relacionada a la función para reproducir nuevamente la nota musical de la práctica que se está realizando.

Tabla 35. Historia de usuario: Reproducir nota de la práctica.

ID	HU-28	Prioridad	28	Estimación	5
Nombre	Reproducir nota de la práctica				
Historia de usuario	Como estudiante deseo reproducir la nota de la práctica de manera que pueda escuchar nuevamente la nota que se pregunta.				
Criterios de éxito	Se reproduce nuevamente la nota que se pregunta.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 36, se encuentra la información de la historia de usuario relacionada a la función para dar una respuesta en la práctica que se está realizando.

Tabla 36. Historia de usuario: Responder nota de la práctica.

ID	HU-29	Prioridad	29	Estimación	13
Nombre	Responder nota de la práctica				
Historia de usuario	Como estudiante deseo responder la nota de la práctica de manera que pueda saber si la respuesta es correcta o no.				
Criterios de éxito	Se informa si la respuesta es correcta o incorrecta.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 37, se evidencia la información de la historia de usuario relacionada a la función para repetir la práctica que se estaba realizando.

Tabla 37. Historia de usuario: Repetir práctica.

ID	HU-30	Prioridad	30	Estimación	13
Nombre	Repetir práctica				
Historia de usuario	Como estudiante deseo repetir la práctica de manera que vuelva a iniciar el ejercicio seleccionado.				
Criterios de éxito	Inicia nuevamente el contador de la práctica.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 38, se muestra la información de la historia de usuario relacionada a la función para cambiar al apartado de edición de la aplicación.

Tabla 38. Historia de usuario: Cambiar a modo edición.

ID	HU-31	Prioridad	31	Estimación	8
-----------	-------	------------------	----	-------------------	---

Tabla 38. (Continuación)

Nombre	Cambiar a modo edición
Historia de usuario	Como editor deseo cambiar al modo edición de la partitura de manera que acceda a las opciones de edición de esta.
Criterios de éxito	Se muestra la interfaz de edición.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 39, se observa la información de la historia de usuario relacionada a la función para abrir el apartado de información de la aplicación.

Tabla 39. Historia de usuario: Abrir información de la interfaz.

ID	HU-32	Prioridad	32	Estimación	21
Nombre	Abrir información de la interfaz				
Historia de usuario	Como editor, compositor y/o estudiante deseo abrir la información de la interfaz de manera que pueda conocer su estructura y la función de cada elemento.				
Criterios de éxito	Se muestra la interfaz de información.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 40, se encuentra la información de la historia de usuario relacionada a la función para abrir directamente el apartado de lectura de la aplicación.

Tabla 40. Historia de usuario: Abrir lectura de partitura.

ID	HU-33	Prioridad	33	Estimación	8
-----------	-------	------------------	----	-------------------	---

Tabla 40. (Continuación)

Nombre	Abrir lectura de partitura.
Historia de usuario	Como lector deseo abrir la interfaz de lectura de una partitura de manera que pueda reproducirla.
Criterios de éxito	Abre el apartado de lectura con la partitura seleccionada por el usuario.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 41, se evidencia la información de la historia de usuario relacionada a la función para volver al apartado de inicio de la aplicación.

Tabla 41. Historia de usuario: Volver a la interfaz de inicio.

ID	HU-34	Prioridad	34	Estimación	8
Nombre	Volver a la interfaz de inicio.				
Historia de usuario	Como editor, lector y/o estudiante deseo volver a la interfaz de inicio de manera que pueda acceder a las funciones principales de la aplicación.				
Criterios de éxito	Abre la interfaz de inicio de la aplicación.				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 42, se muestra la información de la historia de usuario relacionada a la función para salir de la aplicación.

Tabla 42. Historia de usuario: Salir de la aplicación.

ID	HU-35	Prioridad	35	Estimación	5
Nombre	Salir de la aplicación.				

Tabla 42. (Continuación)

Historia de usuario	Como editor, compositor y/o estudiante deseo salir de la aplicación de manera que se cierre cuando no la necesite.
Criterios de éxito	Se cierra cualquier interfaz de la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.4 Escenarios de calidad. A partir de los requisitos y necesidades del proyecto se plantean a continuación los escenarios de calidad para caracterizar los atributos de calidad considerados para el producto de software. En la tabla 43, se encuentra la especificación del escenario de calidad relacionado al atributo de calidad de accesibilidad.

Tabla 43. Escenario de calidad para evaluar el atributo de accesibilidad.

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	

Tabla 43. (Continuación)

Medida de respuesta	Obtener 0 sugerencias de la interfaz de usuario en la aplicación “Prueba de accesibilidad” de Google
----------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en la tabla 44, se observa la especificación del escenario de calidad relacionado al atributo de calidad de compatibilidad.

Tabla 44. Escenario de calidad para evaluar el atributo de compatibilidad.

ID	EC-02	
Atributo de calidad	Compatibilidad	
Justificación	Garantizar que la aplicación sea compatible con los servicios de accesibilidad dirigidos a las personas con discapacidad visual de la “Suite de accesibilidad Android”	
Fuente	Usuario	
Estímulo	Interactuar con la aplicación usando los servicios de accesibilidad dirigidos a las personas con discapacidad visual	
Artefacto	Interfaz de usuario de la aplicación	
Ambiente	Uso de un dispositivo Android activando los servicios de la “Suite de accesibilidad Android” dirigidos a personas con discapacidad visual	
Respuesta	La aplicación funciona adecuadamente usando diferentes servicios de la “Suite de accesibilidad Android”	

Tabla 44. (Continuación)

Medida de respuesta	El 100% de los servicios dirigidos a las personas con discapacidad visual de la “Suite de accesibilidad de Android” funcionan en la aplicación
----------------------------	--

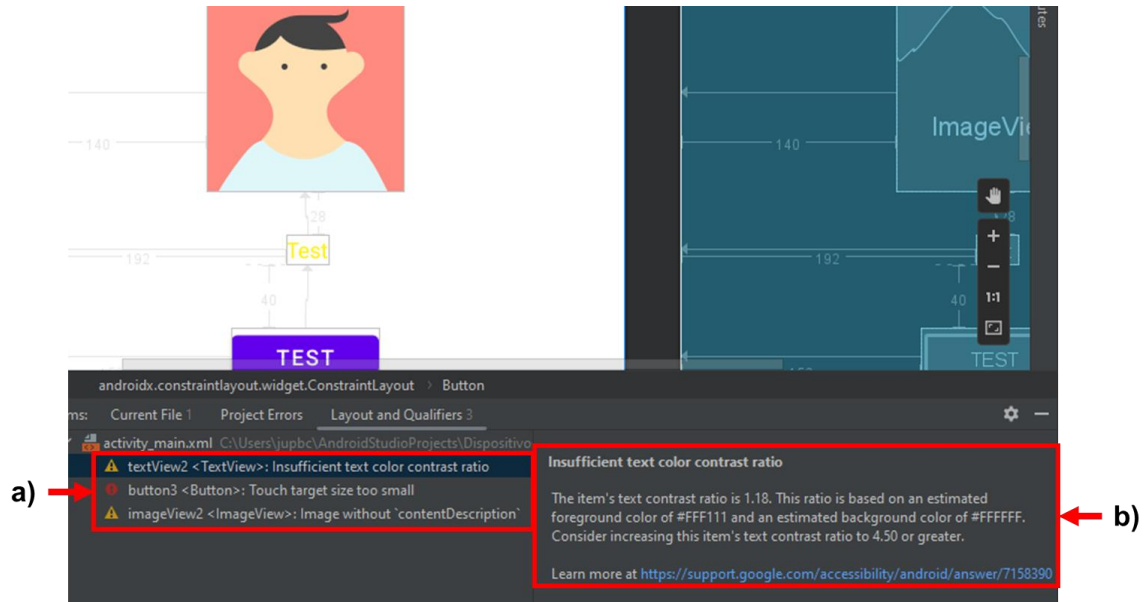
Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Herramientas viables para el desarrollo de la solución. La herramienta principal a lo largo del proyecto será la suite de accesibilidad de Android, pues con esta se hará la validación de cumplimiento de los criterios del W3C dirigidos a las personas con discapacidad visual en la aplicación que se elaborará.

Para planificar las actividades de los sprints semanales, es posible usar un tablero en Trello donde se puede disponer información como el nombre, descripción, ID, prioridad, estimación, feature y condiciones de satisfacción de las historias de usuario. Además, se indicará la fecha del sprint y el grupo de historias de usuario que se realizaron.

En lo que se refiere al desarrollo del aplicativo, el IDE Android Studio es el más apropiado para cumplir con el objetivo. Esto se debe a que ofrece los elementos necesarios para su elaboración, y además, incluye un framework de pruebas de accesibilidad que permite encontrar ciertos problemas en el diseño tal como se muestra en la figura 4, donde se indica (a) cuál es el error y (b) una breve descripción.

Figura 4. Problemas identificados por el framework de pruebas de accesibilidad de Android Studio.



Fuente: Elaboración propia.

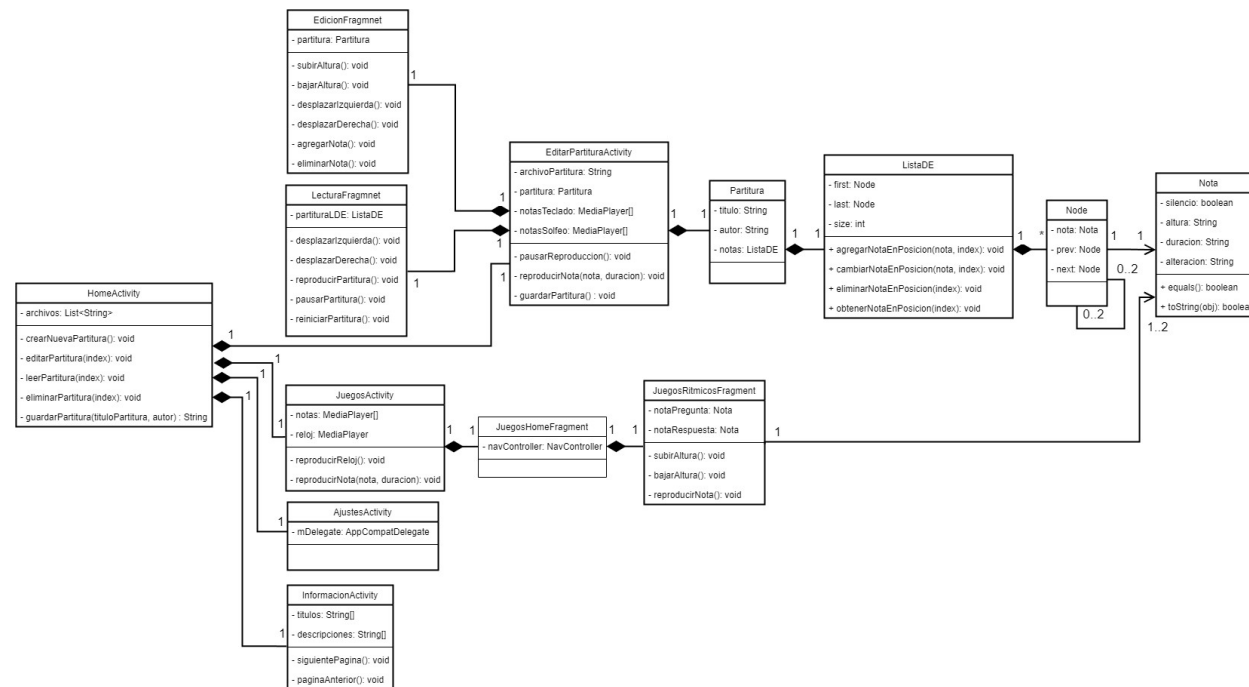
Por último, para la creación de imágenes y pistas de audio se usarán Adobe Illustrator y Audacity respectivamente. Ambos programas permiten exportar archivos compatibles con Android Studio (SVG para las imágenes y MP3 para las pistas de audio), lo que hace viable su uso para el desarrollo del proyecto.

La información detallada de los recursos principales necesarios para el desarrollo del proyecto se puede encontrar en el anexo A.

4.1.4 Diseño y arquitectura de software de la aplicación móvil. La representación de la arquitectura de software se realiza bajo el modelo de vistas 4+1 donde se encuentra la vista lógica, vista de despliegue, vista de procesos y vista física.

4.1.4.1 Vista lógica. En la figura 5, se puede observar el diagrama de clases de la aplicación, en la cual, se evidencia la forma como se estructura la aplicación de forma interna indicando las funciones y atributos que tienen cada una de sus partes.

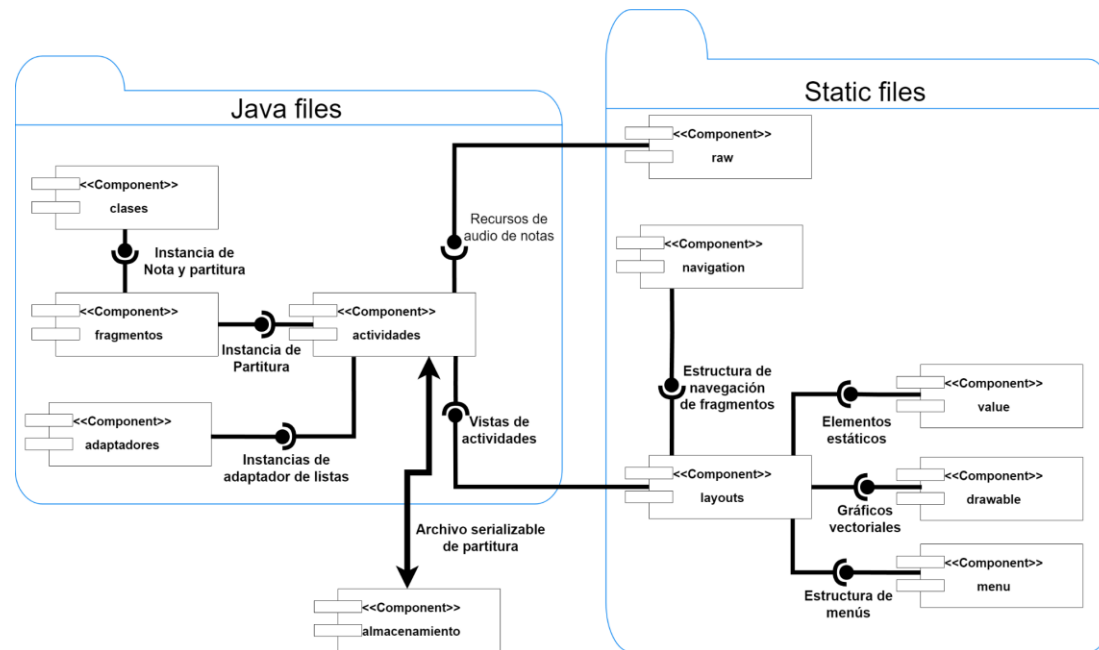
Figura 5. Diagrama de clases.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.2 Vista de despliegue. En la figura 6, se encuentra el diagrama de componentes de la aplicación, donde, se evidencia la relación que tienen los componentes de la aplicación, indicando que requiere y que ofrece cada uno de ellos.

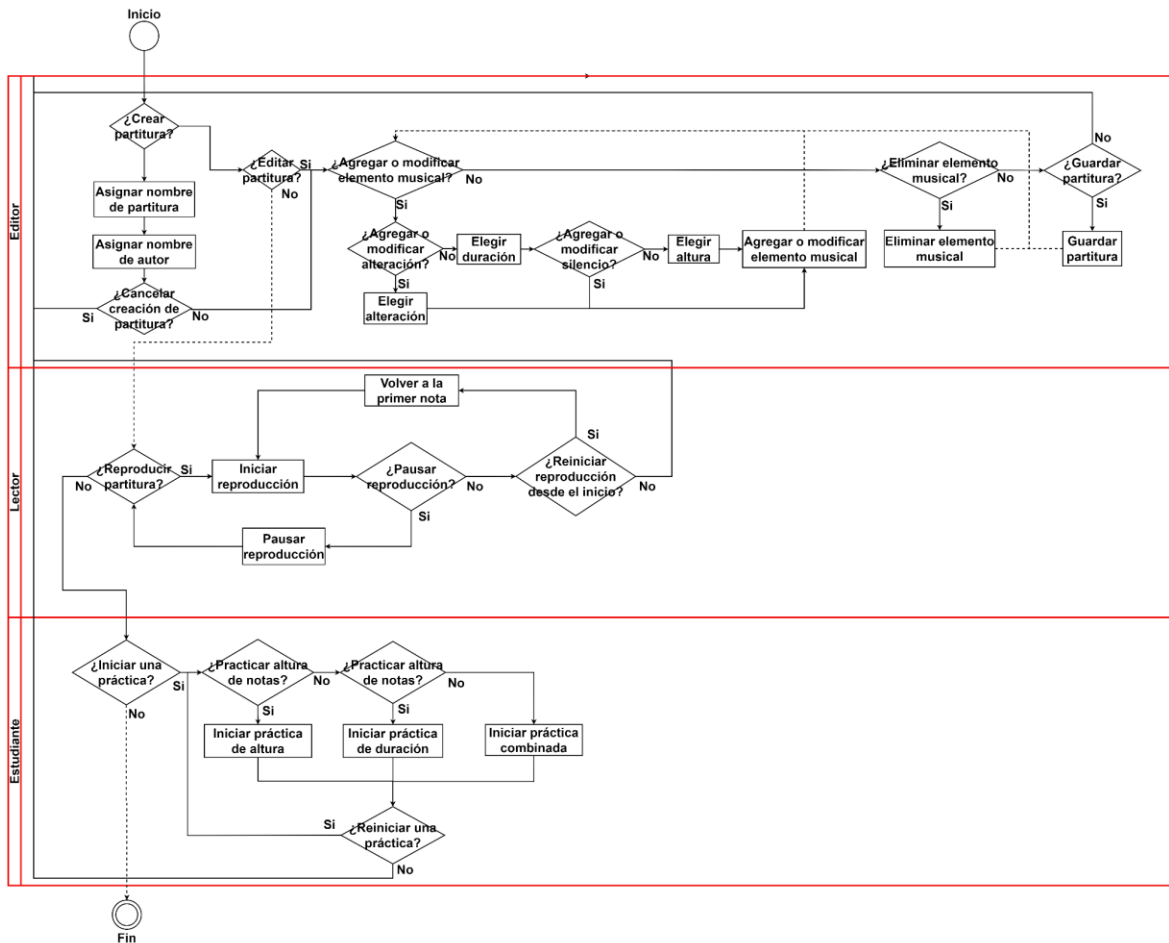
Figura 6. Diagrama de componentes.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.3 Vista de procesos. En la figura 7, se evidencia el diagrama de actividad, en la cual, se encuentra el flujo de la aplicación y la forma como el usuario navega en ella según las decisiones que tome. Además, se dividen los procesos de la aplicación según los roles a los que pertenecen las historias de usuario descritas anteriormente.

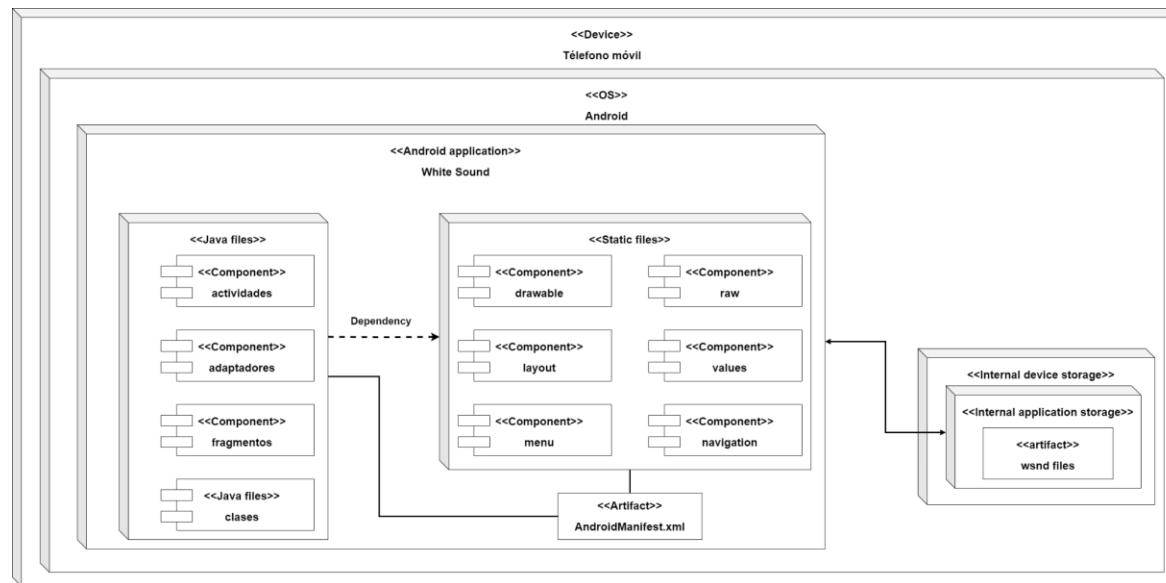
Figura 7. Diagrama de actividad.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.4 Vista física. En la figura 8, se puede ver el diagrama de despliegue de la aplicación, donde se identifica el tipo de dispositivo a los que se dirige la aplicación, que en este caso se trata de teléfonos móviles con sistema operativo Android. Además, se evidencian las relaciones internas y externas que tiene la aplicación, por ejemplo, el acceso que tiene al almacenamiento interno del dispositivo para guardar y recuperar las partituras del usuario.

Figura 8. Diagrama de despliegue.



Fuente: Elaboración propia.

4.2 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

El objetivo de este capítulo es recopilar el proceso de desarrollo de la aplicación móvil a partir de los requerimientos y el diseño definido. Se describen en detalle los aspectos más importantes durante esta fase del proyecto.

4.2.1 Confección de la interfaz de usuario de la aplicación móvil.

4.2.1.1 Colores y temas. La paleta de colores usada en la aplicación se compone de “[tonos] con alto contraste como lo son blanco-negro, rojo-amarillo, verde-azul”⁵² como se observa en la figura 9. Los colores negro, rojo y verde se aplican como colores de fondo; mientras que los colores blanco, amarillo y azul se aplican como colores de primer plano, es decir, para elementos sobrepuestos al fondo como textos o iconos.

Figura 9. Contrastes de color para personas con baja visión.



Fuente: CASTRO ÑUNGO, Marta Emilia; DEL CASTILLO SABOGAL, Elsa Marcela. Material didáctico para estudiantes con discapacidad visual. 2020. p. 23.

⁵² CASTRO ÑUNGO, Marta Emilia; DEL CASTILLO SABOGAL, Elsa Marcela. Material didáctico para estudiantes con discapacidad visual. 2020. p. 23.

Estos colores se definen en la aplicación como recursos estáticos como se observa en la figura 10. Esto permite en primer lugar, que otros componentes puedan acceder a ellos sin la necesidad de repetir constantemente su definición; y en segundo lugar, facilita realizar un cambio de los colores al tener que actualizarlos únicamente en un archivo y no en todos los componentes que acceden a él.

Figura 10. Definición de colores como recursos estáticos.

17	■	<code><color name="color_fondo_1">#000000</color></code>
18	■	<code><color name="color_sobrepuesto_1">#FFFFFF</color></code>
19	■	<code><color name="color_fondo_2">#E2001A</color></code>
20	■	<code><color name="color_sobrepuesto_2">#FEED00</color></code>
21	■	<code><color name="color_fondo_3">#91BD10</color></code>
22	■	<code><color name="color_sobrepuesto_3">#014495</color></code>

Fuente: Elaboración propia.

A partir de esto, se crean los estilos para cada una de las vistas de la aplicación (botones, etiquetas, etc.), generando así el tema de esta como se observa en la figura 11. Además, se configura de tal forma que se pueda implementar un toolbar personalizado y, que se mantengan los colores sin importar si el dispositivo del usuario se encuentra en modo oscuro o claro. Al igual que la definición de los colores, la creación del tema de la aplicación facilita realizar cambios en un futuro.

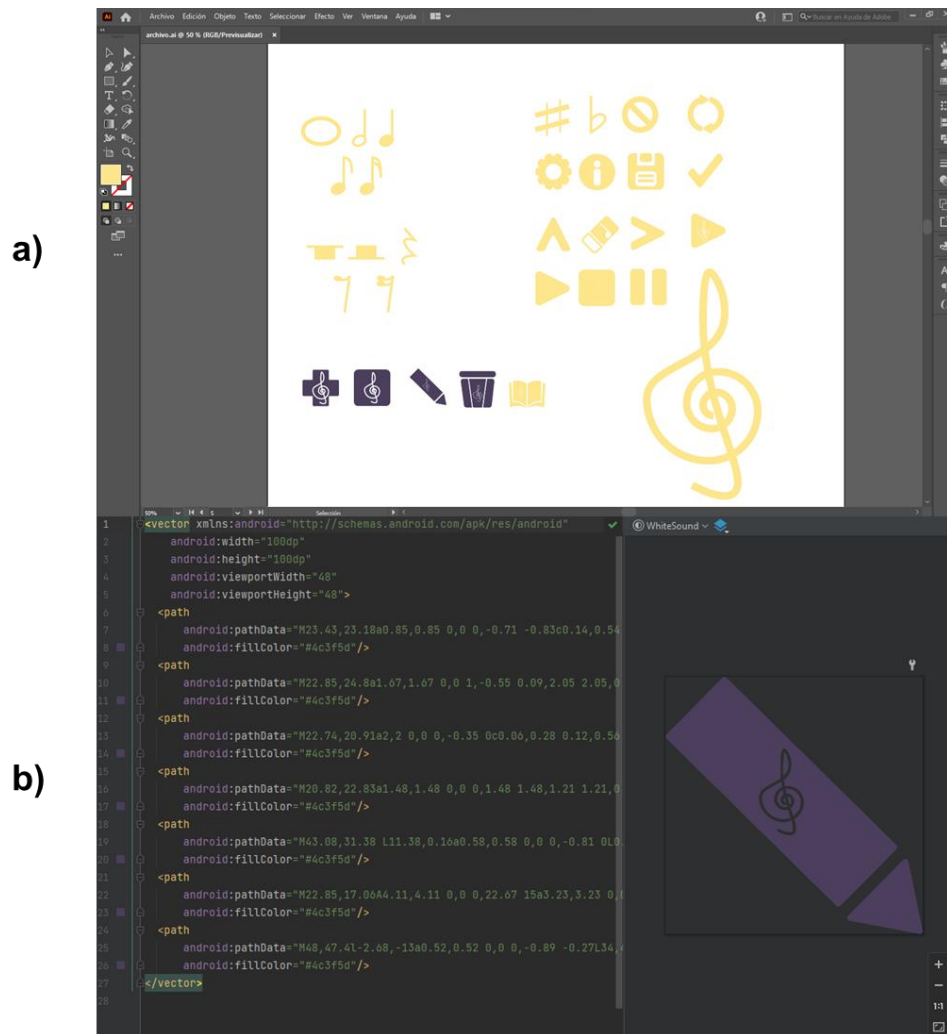
Figura 11. Tema de la aplicación.

```
1 <resources xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools">
2   <!-- Base application theme. -->
3   <style name="Theme.WhiteSound" parent="Theme.AppCompat.Light.NoActionBar">
4     <!-- Primary brand color. -->
5     <item name="colorPrimary">@color/purple_500</item>
6     <item name="colorPrimaryVariant">@color/purple_700</item>
7     <item name="colorOnPrimary">@color/white</item>
8     <!-- Secondary brand color. -->
9     <item name="colorSecondary">@color/teal_200</item>
10    <item name="colorSecondaryVariant">@color/teal_700</item>
11    <item name="colorOnSecondary">@color/black</item>
12    <!-- Status bar color. -->
13    <item name="android:statusBarColor">?attr/colorPrimaryVariant</item>
14    <!-- Customize your theme here. -->
15  </style>
16
17  <style name="fondo_color_1" parent="Theme.WhiteSound">
18    <item name="android:background">@color/color_fondo_1</item>
19  </style>
20
21  <style name="texto_color_1" parent="Theme.WhiteSound">
22    <item name="android:textColor">@color/color_sobrepuesto_1</item>
23  </style>
24
25  <style name="fondo_popup_color_2" parent="Theme.WhiteSound">
26    <item name="android:background">@drawable/bg_clr_2</item>
27  </style>
28
29  <style name="fondo_color_2" parent="Theme.WhiteSound">
30    <item name="android:background">@color/color_fondo_2</item>
31  </style>
32
```

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2 Iconos. El diseño de los iconos, como se ve en la figura 12, (a) se realiza a través de Adobe Illustrator, que posee herramientas que facilitan la manipulación de elementos vectoriales y posteriormente (b) se exportan a Android Studio en formato SVG, el cual es compatible con el IDE.

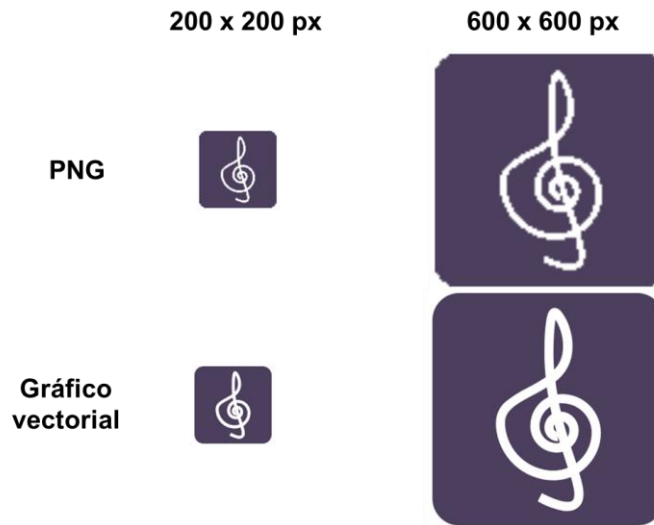
Figura 12. Iconos de la aplicación como elementos vectoriales.



Fuente: Elaboración propia.

La principal ventaja de utilizar gráficos vectoriales es que, si cambia el tamaño de un icono, no empeora su resolución, por lo que no es necesario incluir en el proyecto una imagen para cada densidad de píxel de cada uno de los iconos, como sí ocurriría con otros formatos de imagen como se observa en la figura 13. Por otra parte, estos elementos son compatibles con el tema de la aplicación, por lo que su color base no es relevante.

Figura 13. Comparación de PNG con gráfico vectorial en diferentes densidades de píxel en Android Studio.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3 Textos. La unidad usada para definir los tamaños de los textos en la aplicación son los píxeles de escala independiente (sp). La razón para hacer esto es que el tamaño del texto se ajuste a la configuración que tenga el usuario, lo cual no ocurriría si se usará como unidad los puntos (pt). También se usa la negrilla y el tipo de texto por defecto (sin serifa) como se observa en la figura 14, esto debido a que proveen las características óptimas para personas con baja visión.

Figura 14. Atributos de los textos de la aplicación en Android Studio.

```
android:textSize="42sp"  
android:textStyle="bold"
```

Fuente: Elaboración propia.

Los textos se definen como recursos estáticos en el archivo strings.xml como se observa en la figura 15, de tal forma que su modificación se haga desde un mismo archivo y no tener que inspeccionar todo el proyecto para realizar un cambio. Además, si muchas etiquetas van a usar un mismo texto, no es necesario crear un recurso de texto para cada una, sino que pueden acceder al mismo elemento.

Figura 15. Recursos de texto en el archivo string.xml.

```
1 <resources>
2     <string name="app_name">White Sound</string>
3     <string name="txt_agp_btn_nueva_partitura">Nueva partitura</string>
4     <string name="txt_agp_tv_partituras_anteriores">Partituras anteriores</string>
5     <string name="txt_pdp_tv_autor">Autor</string>
6     <string name="txt_pdp_et_nombre_autor">Nombre del autor</string>
7     <string name="txt_pdp_tv_titulo_partitura">Titulo de la partitura</string>
8     <string name="txt_pdp_et_nombre_partitura">Nombre de partitura</string>
9     <string name="txt_pdp_btn_cancelar">Cancelar</string>
10    <string name="txt_pdp_btn_aceptar">Aceptar</string>
11    <string name="txt_lp_tv_nombre_archivo_partitura">archivo</string>
12    <string name="txt_aep_tv_titulo">Sin titulo</string>
13    <string name="txt_aep_tv_autor">Sin autor</string>
14    <string name="txt_pap_imgbtn_eliminar_partitura">Eliminar partitura</string>
15    <string name="txt_pap_imgbtn_editar_partitura">Editar partitura</string>
16    <string name="txt_miep_figuras_musicales">Figuras musicales, negra</string>
17    <string name="txt_miep_silencios">Silencios, silencio de negra</string>
18    <string name="txt_lsm_tv_nombre_silencio">Silencio musical</string>
19    <string name="txt_lfm_tv_nombre_figura">Figura musical</string>
20    <string name="txt_miep_alteraciones">Alteraciones, sostenido</string>
21    <string name="txt_mt_ajustes">Ajustes</string>
22    <string name="fl_tv_partitura_vacia">Partitura vacia</string>
23    <string name="fe_tv_agregar_nota">Agregar nota</string>
24    <string name="txt_prj_tv_resultados">Resultados</string>
25    <string name="txt_prj_tv_aciertos">Aciertos: %1$d</string>
26    <string name="txt_prj_tv_fallos">Fallos: %1$d</string>
27    <string name="txt_prj_tv_precision">Precisión: %1$s</string>
28    <string name="txt_prj_btn_reiniciar">Reiniciar</string>
29    <string name="txt_prj_btn_salir">Salir</string>
30    <string name="txt_ah_btn_juegos">Juegos rítmicos</string>
```

Fuente: Elaboración propia.

Por último, entre los recursos de texto en el archivo strings.xml se incluyen los descriptores de contenido, que posteriormente se usan como un atributo en ciertos elementos de la aplicación como se ve en la figura 16, los cuales son útiles para las

personas con ceguera, debido a que es el texto que lee el lector de pantalla a la hora de pasar sobre un elemento sin texto como una imagen o un botón de imagen.

Figura 16. Descriptor de contenido en el archivo string.xml.

```
android:contentDescription="@string/cd_fe_imgbtn_modos_lectura"
```

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.4 Botones. La unidad para definir los tamaños de los botones en la aplicación son los píxeles de densidad independiente (dp) como se observa en la figura 17. La razón para usar esta unidad es que estos elementos pueden ajustarse según el tamaño de la pantalla, cosa que no ocurriría si se usara una unidad como los píxeles (px), donde el tamaño sería el mismo para cualquier dispositivo, y seguramente el diseño en algunos se dañaría.

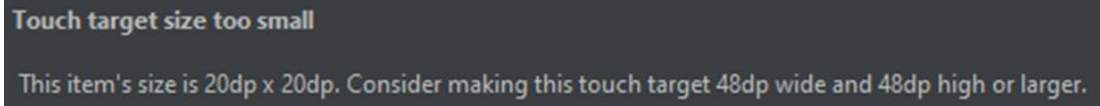
Figura 17. Uso de unidad adaptable para el tamaño de los botones.

```
android:layout_width="75dp"  
android:layout_height="75dp"
```

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo la recomendación de accesibilidad de Android Studio que se ve en la figura 18, todos los elementos con los que el usuario puede interactuar tienen un tamaño de anchura y altura superior a los 48 dp. Esto se debe a que, si fuera menor, sería difícil para el usuario interactuar con estos elementos de la aplicación.

Figura 18. Recomendación de Android Studio respecto al tamaño de objetivos táctiles.



Fuente: Elaboración propia.

Por último, en el caso de los botones que no cuentan con texto, se asigna un descriptor de contenido como se observa en la figura 19 que concuerda con la función que realiza dicho elemento. De esta forma, un usuario con ceguera puede saber qué acción realiza dicho botón a través del lector de pantalla.

Figura 19. Descripción de contenido junto al botón al que hace referencia.

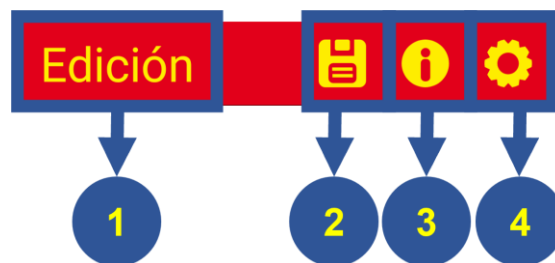
```
android:contentDescription="Desplazar a la izquierda"
```



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.5 Menús. En la aplicación solo se usan dos tipos de menús, el menú superior y el menú inferior. El menú superior o toolbar, se encuentra presente en toda la aplicación y, como se observa en la figura 20, brinda al usuario (1) un texto para saber en qué apartado se encuentra, (2) la opción para guardar la partitura, acceso al apartado (3) de información y (4) de ajustes,

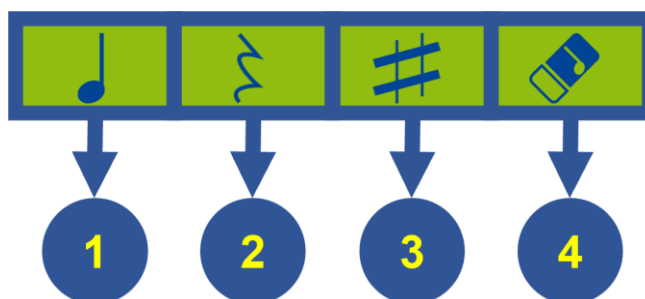
Figura 20. Toolbar de la aplicación.



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el menú inferior, el cual se puede ver en la figura 21, únicamente se encuentra presente en el apartado de edición y juegos, y sirve para elegir (1) la duración de las notas, (2) un silencio musical, (3) una alteración y (4) la opción para borrar notas de la partitura.

Figura 21. Menú inferior en el apartado de edición.

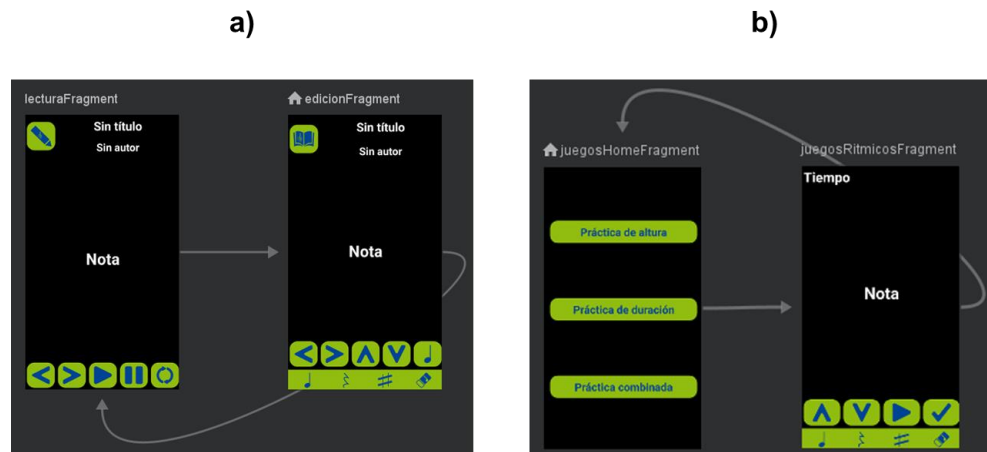


Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.6 Gráficos de navegación. Se usan los gráficos de navegación para administrar las conexiones en las actividades que usan fragmentos, en este caso como se observa en la figura 22, (a) para la actividad de juegos y (b) la actividad de edición. Posteriormente, en la lógica de la aplicación se establecen los elementos

mediante los que se puede navegar entre los fragmentos.

Figura 22. Gráficos de navegación en Android Studio.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.7 Interfaces de interés común. Lo primero con lo que se encuentra cualquier usuario es la interfaz del apartado de inicio, desde el cual se puede acceder a las principales funciones de la aplicación como la edición, eliminación y creación de partituras; y por otra parte la sección de juegos rítmicos.

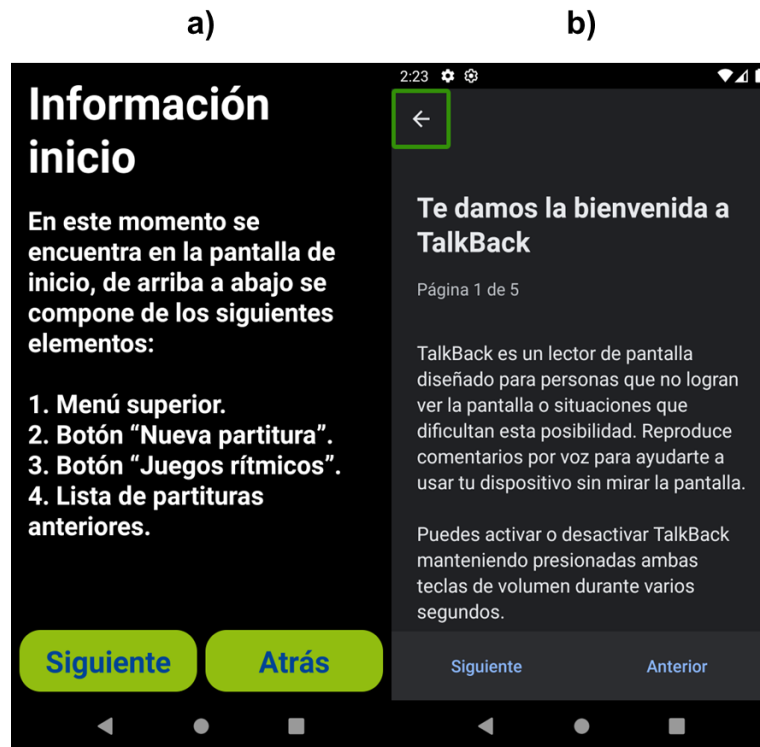
Figura 23. Interfaz del apartado de inicio.



Fuente: Elaboración propia.

La segunda interfaz de interés para cualquier usuario se puede ver en la figura 24, y (a) se trata de la interfaz del apartado de información, cuya disposición se elaboró de manera semejante a (b) la interfaz del instructivo del TalkBack, esto con el fin de que un usuario con ceguera pueda tener como referencia esa disposición de los elementos en pantalla.

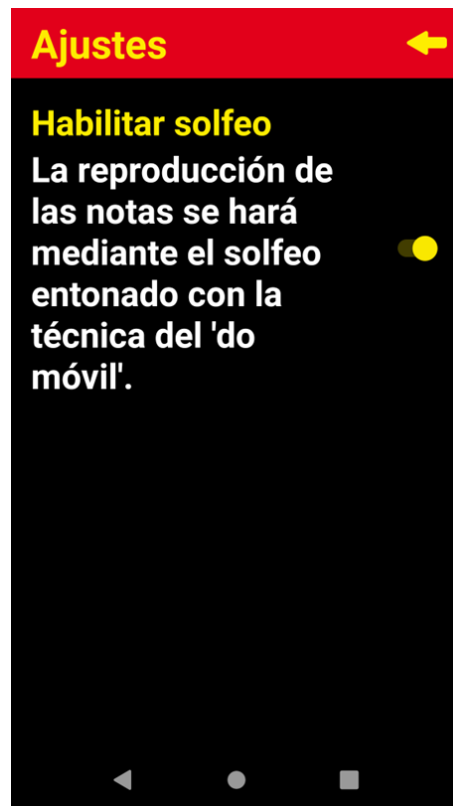
Figura 24. Interfaz del apartado de información de la aplicación comparado con la interfaz del instructivo de TalkBack.



Fuente: Elaboración propia.

La última interfaz de interés común es la del apartado de ajustes que se observa en la figura 25, es aquí donde se habilita o deshabilita el solfeo al reproducir una partitura. La razón para no incluir en este apartado opciones para cambiar el tamaño de la letra; subir o bajar el volumen de la aplicación; o cambiar los colores de la aplicación, es que se use la configuración del dispositivo del usuario.

Figura 25. Interfaz del apartado de ajustes.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.8 Interfaces de interés para el editor. Cuando un editor desea crear una nueva partitura, se encontrará con la interfaz que se observa en la figura 26, en donde podrá ingresar el nombre de la nueva partitura y el nombre del autor de esta. Posteriormente, al confirmar los datos se creará la partitura vacía con esos datos y el editor ingresará directamente a la interfaz de edición.

Figura 26. Interfaz de datos de nueva partitura.



The image shows a mobile application interface. At the top, there is a dark red header bar with the word "Inicio" in white. To the right of the header are two icons: an information icon (i) and a share icon. Below the header, there is a list of items, each represented by a green circle with a white letter. The first item is "E", the second is "F", and the third is "G". A red dialog box is overlaid on the screen, containing the following text: "Título de la partitura" (Title of the score) in yellow, "Estrellita" (Estrellita) in white, "Autor" (Author) in yellow, and "Juan" (Juan) in white. At the bottom of the dialog box are two buttons: "Aceptar" (Accept) and "Cancelar" (Cancel), both in yellow. The background of the app is dark, and the bottom of the screen shows the standard Android navigation bar with back, home, and recent apps buttons.

Fuente: Elaboración propia.

Al seleccionar una partitura existente en el apartado de inicio, se le mostrará al editor la interfaz de opciones, la cual se puede ver en la figura 27. Es allí donde el usuario puede decidir si desea eliminar la partitura, editarla o leerla.

Figura 27. Interfaz de opciones de partitura.



Fuente: Elaboración propia.

Por último, la interfaz más importante para el editor es la del apartado de edición que se puede observar en la figura 28. Es aquí donde se encuentran las herramientas necesarias para elaborar una partitura.

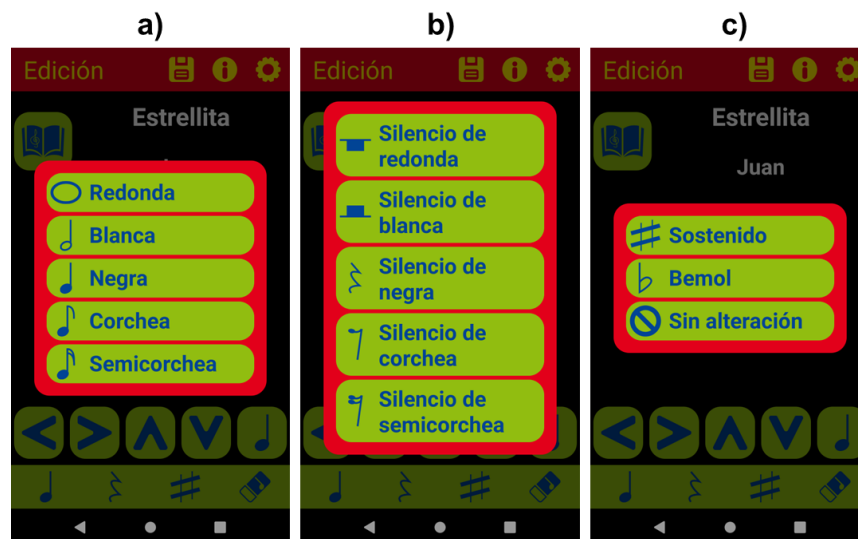
Figura 28. Interfaz del apartado de edición.



Fuente: Elaboración propia.

Al seleccionar los ítems del menú inferior, se puede acceder a las interfaces de selección de elementos musicales que se observan en la figura 29, ya sea para elegir (a) la duración de la nota, (b) un silencio o (c) alteración, para añadirla posteriormente.

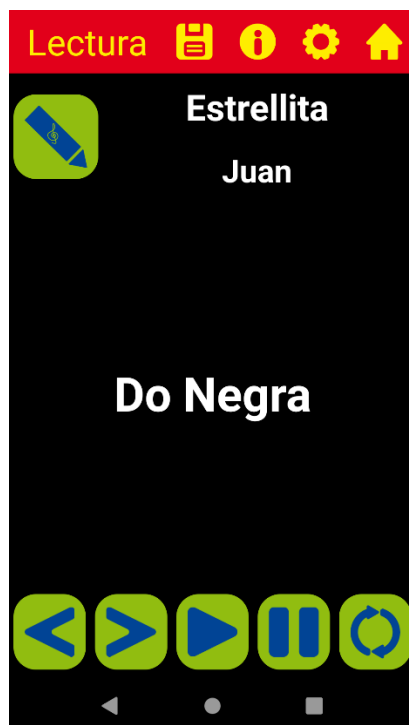
Figura 29. Interfaces de selección de elementos musicales.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.9 Interfaz de interés para el lector. El lector tiene una única interfaz de interés y corresponde a la del apartado de lectura el cual se ve en la figura 30. En esta interfaz se encuentran todas las herramientas necesarias para la interpretación de las partituras, mostrando en pantalla las notas que se van reproduciendo.

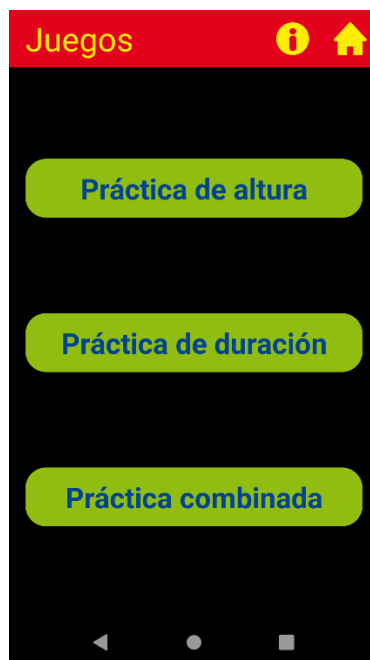
Figura 30. Interfaz del apartado de lectura.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.10 Interfaces de interés para el estudiante. Al ingresar a los juegos rítmicos, el estudiante se encuentra con la interfaz principal del apartado de juegos que se observa en la figura 31. Desde esta interfaz, el usuario puede seleccionar el tipo de práctica que desea realizar ya sea de altura, duración o combinada.

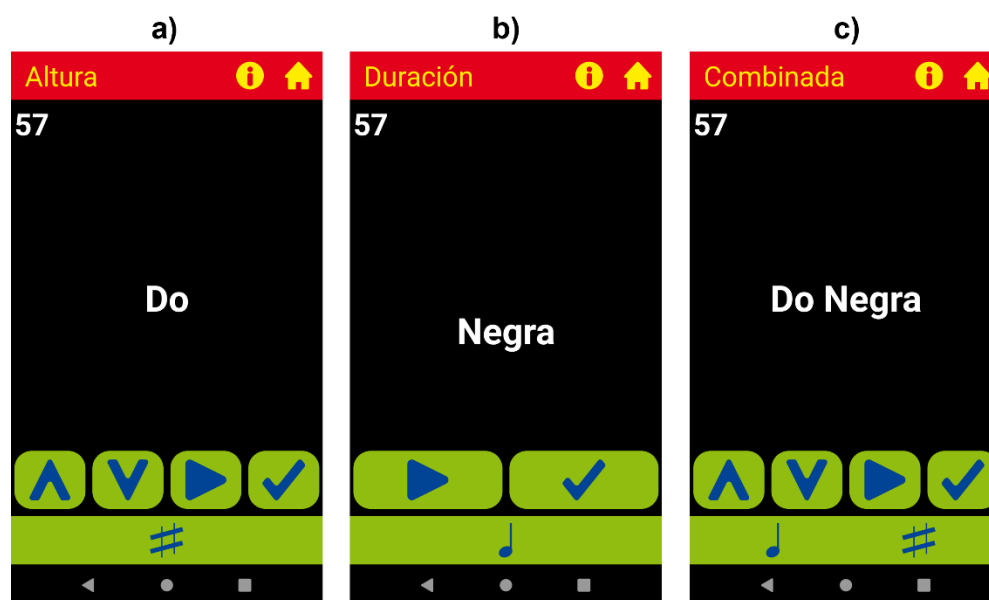
Figura 31. Interfaz principal del apartado de juegos.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 32, se observan las interfaces de la práctica de (a) altura, (b) duración y (c) combinada. Las tres interfaces comparten una estructura similar, ubicándose en medio de la pantalla la respuesta actual del usuario; y en la parte inferior las herramientas necesarias para cambiar la respuesta.

Figura 32. Interfaces de prácticas del apartado de juegos.



Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar cualquiera de las prácticas, aparecerá la interfaz de resultados que se ve en la figura 33, en donde se le brindará al estudiante datos para la retroalimentación del ejercicio realizado como el número de notas acertadas, el número de fallos y el porcentaje de precisión de las respuestas.

Figura 33. Interfaz de resultados de la práctica.



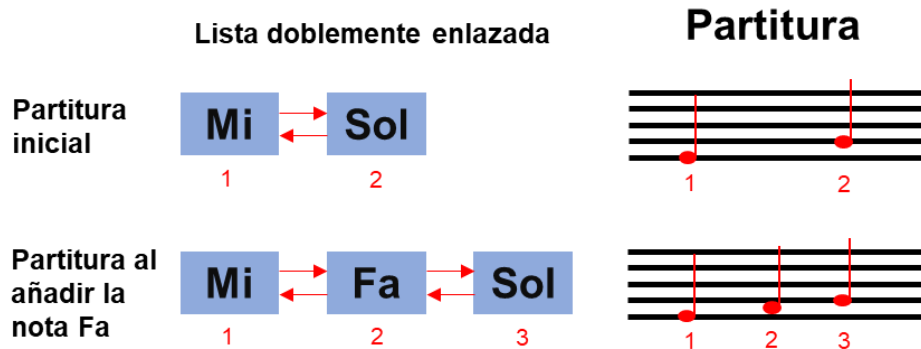
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Elaboración de la lógica de la aplicación móvil.

4.2.2.1 Modelo de objetos. Se elaboran las clases necesarias para almacenar las partituras en el dispositivo móvil las cuales son: La clase “Partitura”, la clase “Nota” y la clase “ListaDE”. La clase “ListaDE” representa una lista doblemente enlazada cuyo propósito es guardar las notas de la partitura.

Esta estructura de datos es la más adecuada debido a su semejanza con la organización y comportamiento de las partituras al editarlas, como se observa en la figura 34, 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).

Figura 34. Comparación de la lista doblemente enlazada y una partitura al añadir una nota.



Fuente: Elaboración propia.

La clase “Nota”, contiene los atributos que definen a una nota musical como su altura, duración, alteración en caso de tenerla, y finalmente si la nota se trata de un silencio musical. Se define un constructor para cada tipo de nota; en caso de ser un silencio, la nota tiene únicamente una duración, y en caso de no serlo, la nota debe tener como mínimo duración y altura.

Por último, la clase “Partitura” tiene como atributos el nombre del autor de la partitura, el título de la partitura y las notas que conforman la partitura en una lista doblemente enlazada como se mencionó anteriormente. Una característica que comparten las clases mencionadas es que todas son serializables como se puede ver en la figura 35; esto es necesario para transformar los objetos de la clase “Partitura” en secuencias de bytes y posteriormente guardarlas en archivos.

Figura 35. Implementación de la interfaz Serializable en las clases que pertenecen al modelo.

```
8 usages  jupbc
public class ListaDE implements Iterable, Serializable {

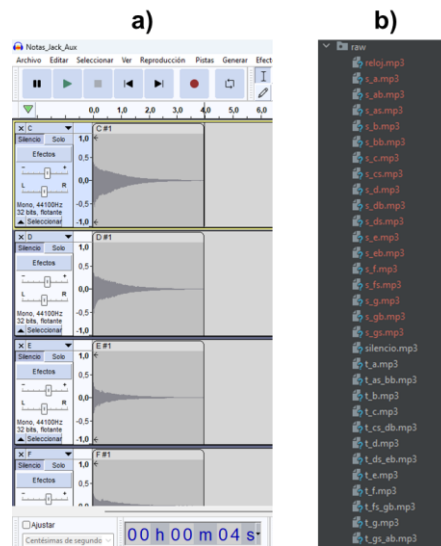
26 usages  jupbc
public class Nota implements Serializable{

24 usages  jupbc
public class Partitura implements Serializable {
```

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2 Reproducción de notas.Primero, como se observa en la figura 36, (a) se realiza la grabación de las notas y su edición a través del programa Audacity; (b) después se exportan las grabaciones como archivos en formato MP3 y se agregan como recursos estáticos al proyecto de Android Studio.

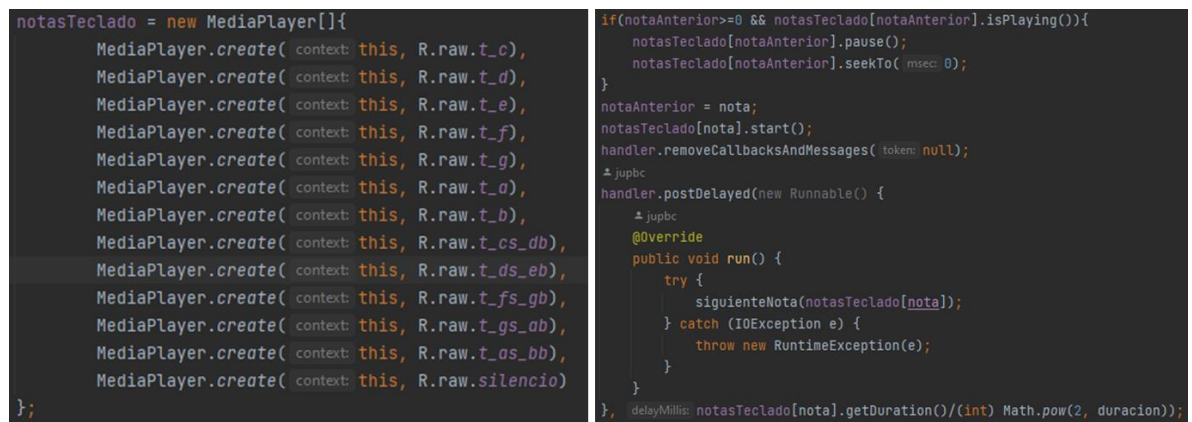
Figura 36. Grabación de las notas en Audacity y posteriormente agregadas al proyecto en Android Studio.



Fuente: Elaboración propia.

Para la reproducción de las notas en la aplicación, se usa la clase “MediaPlayer” ofrecida por Android. Esta clase permite reproducir archivos multimedia, y en conjunto a un Handler, da la posibilidad controlar la duración de reproducción de estos archivos como se ve en la figura 37. La razón para recurrir a esta clase y no a otras como “SoundPool”, es que brinda más funciones para la gestión de la reproducción.

Figura 37. Inicialización y reproducción de archivos con MediaPlayer.



```

notasTeclado = new MediaPlayer[]{
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_c),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_d),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_e),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_f),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_g),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_a),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_b),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_cs_db),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_ds_eb),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_fs_gb),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_gs_ab),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.t_as_bb),
    MediaPlayer.create(context, this, R.raw.silencio)
};

if(notaAnterior >= 0 && notasTeclado[notaAnterior].isPlaying()){
    notasTeclado[notaAnterior].pause();
    notasTeclado[notaAnterior].seekTo(0);
}

notaAnterior = nota;
notasTeclado[nota].start();
handler.removeCallbacksAndMessages(null);
// jupbc
handler.postDelayed(new Runnable() {
    // jupbc
    @Override
    public void run() {
        try {
            siguienteNota(notasTeclado[nota]);
        } catch (IOException e) {
            throw new RuntimeException(e);
        }
    }
}, delayMillis: notasTeclado[nota].getDuration() / (int) Math.pow(2, duracion));

```

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.3 Abrir y guardar partituras. Como se mencionó anteriormente, las clases que pertenecen al modelo implementan la clase “Serializable” para el almacenamiento de las partituras. Este proceso se realiza a través de (a) las clases “FileInputStream” y “ObjectInputStream” para la lectura de los archivos y restaurar el objeto serializado que pertenece a la partitura; y (b) las clases “FileOutputStream” y “ObjectOutputStream” para la escritura y serialización de los objetos de partitura en archivos como se ve en la figura 38.

Figura 38. Métodos para abrir y almacenar los archivos que contienen las partituras.

a)

```
try {
    FileInputStream fileInputStream = new FileInputStream(new File(getFilesDir(), archivoPartitura));
    ObjectInputStream objInputStream = new ObjectInputStream(fileInputStream);
    partitura = (Partitura) objInputStream.readObject();
    objInputStream.close();
    fileInputStream.close();
} catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
}
```

b)

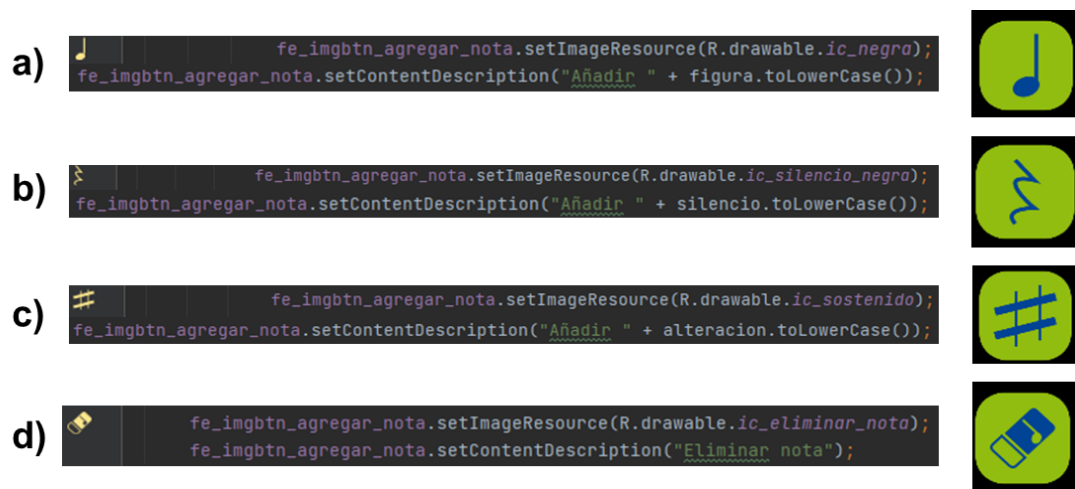
```
//Escribir contenido de la partitura en el archivo
try {
    FileOutputStream outputStream = openFileOutput(nombreArchivo, Context.MODE_PRIVATE);
    ObjectOutputStream out = new ObjectOutputStream(outputStream);
    out.writeObject(partitura);
    out.close();
    outputStream.close();
} catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
}
```

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.4 Gestión de descriptores de contenido. Se puede acceder y cambiar los atributos de los elementos visuales desde la parte lógica de la aplicación. Este aspecto es positivo para la usabilidad de la aplicación por parte de usuarios con lector de pantalla, ya que se puede indicar la acción que realiza un botón que cumple múltiples funciones.

Por ejemplo, como se ve en la figura 39, el botón agregar nota en el apartado de edición, puede cumplir la función de añadir (a) notas, (b) silencios o (c) alteraciones; o también sirve para (d) eliminar notas. Esto dependerá de la opción que se escoja en el menú inferior.

Figura 39. Gestión del descriptor de contenido del botón agregar nota.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.5 Agregar elementos musicales a la partitura. Como se mencionó anteriormente, la estructura de datos que contiene las notas de la partitura es una lista doblemente enlazada; esto permite insertar las (a) notas y (b) silencios en cualquier posición de la partitura, manteniendo los elementos preexistentes y sin realizar operaciones complejas como se ve en la figura 40.

Figura 40. Función para agregar notas y silencios a la partitura.

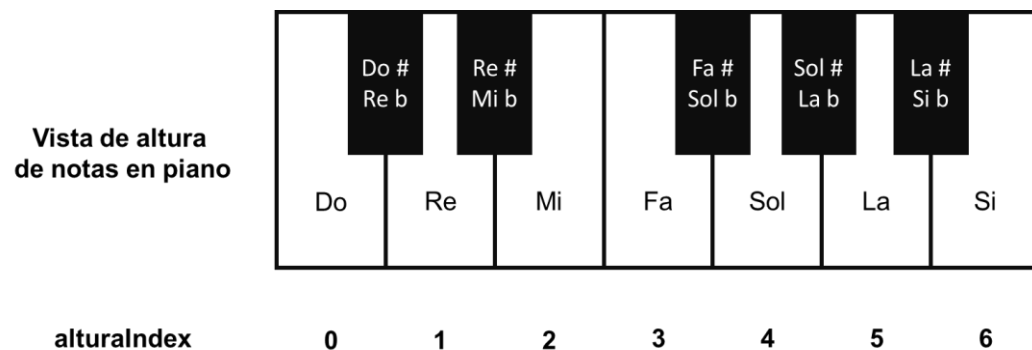
a)	<pre>partituraLDE.agregarNotaEnPosicion(new Nota(altura.get(alturaIndex), figurasMusicales.get(duracionIndex)), partituraIndex); nuevaNota = false;</pre>
b)	<pre>partituraLDE.agregarNotaEnPosicion(new Nota(figurasMusicales.get(duracionIndex)), partituraIndex); nuevaNota = false;</pre>

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, para agregar las alteraciones a las notas musicales es necesario obedecer a las reglas de la teoría musical. Cada alteración se puede agregar a ciertas alturas de nota como se observa en la vista de piano en la figura 41; el

sostenido (representado por #) no se puede agregar a “Mi” ni a “Si”, en cambio, el bemol (representado por b) no se puede agregar a “Do” ni a “Fa”.

Figura 41. Altura de las notas representadas en piano y en la variable “alturaIndex”.



Fuente: Elaboración propia.

Para cumplir con estas reglas, en el código se representan como números la altura de las notas y las alteraciones (sostenido representado por el 0 y el bemol por el 1), mediante las variables “alturaIndex” y “alteración index” respectivamente. A partir de esto, se plantea la operación lógica que se observa en la figura 42, y si se cumple se agrega la alteración a la nota.

Figura 42. Función para agregar alteraciones a las notas.

```
if(!nuevaNota && !partituraLDE.isEmpty() && !partituraLDE.obtenerNotaEnPosicion(partituraIndex).isSilencio()){
    if((alteracionIndex == 0 && alturaIndex != 2 && alturaIndex != 6)
        || (alteracionIndex == 1 && alturaIndex != 0 && alturaIndex != 3)) {
        partituraLDE.obtenerNotaEnPosicion(partituraIndex).setAlteracion(alteracionesMusicales.get(alteracionIndex));
        fe_tv_nota.setText(partituraLDE.obtenerNotaEnPosicion(partituraIndex).toString());
    }
}
```

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Corrección de defectos.

4.2.3.1 Pausas entre la reproducción de las notas. En un principio, se pensó aprovechar el listener “OnCompletionListener” que pertenece a la clase “MediaPlayer” para reproducir cada nota de la partitura secuencialmente. Para ello, se sobrescribe el método “OnCompletion” del listener como se observa en la figura 43, para que al finalizar la reproducción de la nota actual se muestre y reproduzca la siguiente nota de la partitura.

Figura 43. Listener usado anteriormente para la reproducción secuencial de la partitura.

```
77     MediaPlayer.OnCompletionListener listener = new MediaPlayer.OnCompletionListener() {
78         @Override
79         public void onCompletion(MediaPlayer mediaPlayer) {
80             Fragment fragment = getSupportFragmentManager().findFragmentById(R.id.aep_fragmentContainerView)
81                 .getChildFragmentManager().getFragments().get(0);
82             if(fragment instanceof LecturaFragment){
83                 LecturaFragment lf = (LecturaFragment) fragment;
84                 if(lf.getReproduccion()){
85                     lf.desplazarDerecha();
86                 }
87             }
88         }
89     };
```

Fuente: Elaboración propia.

El problema al aplicar este método es que, debido a la demora en la que el listener reconoce el evento y activa la función indicada, se provoca una pausa entre cada nota. Esto puede ser confuso para el usuario que esté oyendo la partitura, ya que, se pueden malinterpretar estas pausas como silencios.

Para dar solución a este defecto, se crea el método de la figura 44, que detiene la reproducción del “mediaPlayer” que se encuentra en uso y lo prepara para cuando sea requerido nuevamente; después de esto comienza la reproducción de la

siguiente nota. Este método se ejecuta según la duración que se haya asignado al Handler mencionado anteriormente en la figura 37.

Figura 44. Nuevo método para la reproducción secuencial de la partitura.

```
public void siguienteNota(MediaPlayer mediaPlayer) throws IOException {
    mediaPlayer.stop();
    mediaPlayer.prepare();
    Fragment fragment = getSupportFragmentManager().findFragmentById(R.id.aep_fragmentContainerView)
        .getChildFragmentManager().getFragments().get(0);
    if(fragment instanceof LecturaFragment){
        LecturaFragment lf = (LecturaFragment) fragment;
        if(lf.getReproduccion()){
            lf.desplazarDerecha();
        }
    }
}
```

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.2 Acceso a archivo incorrecto al crear una nueva partitura. Para acceder a la edición de una partitura, se obtiene el nombre del archivo de la partitura que el usuario desea editar y se pasa a la clase encargada del apartado de edición para que pueda acceder a su contenido. Al crear una nueva partitura, el usuario debe ingresar inmediatamente al apartado para editar esa partitura; para llevar a cabo esto, anteriormente se obtenía el nombre del último elemento registrado en el directorio de archivos de la aplicación como se ve en la figura 45.

Figura 45. Método usado anteriormente para obtener el nombre de la partitura creada recientemente.

```
nombreArchivo = archivos.get(archivos.size() - 1);
```

Fuente: Elaboración propia.

El problema que surge es que, en ocasiones el último elemento del directorio de archivos de la aplicación no corresponde a la última partitura creada por el usuario, por lo que hay la posibilidad de que el usuario cree una partitura y la aplicación lo dirija al apartado de edición mostrando el contenido de otra partitura.

Para solucionar esto, se obtiene el nombre del archivo de la nueva partitura una vez creada y se ingresa inmediatamente al apartado de edición como se muestra en la figura 46.

Figura 46. Nuevo método para obtener el nombre de la partitura creada recientemente.

```
//Guardar archivo de la nueva partitura
String nombreArchivo = guardarPartitura(nombrePartitura, nombreAutor);

//Abrir editor de la última partitura creada
editarPartitura(archivos.indexOf(nombreArchivo));
```

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.3 Defectos de accesibilidad. Como se mencionó anteriormente, una de las ventajas que ofrece Android Studio es la detección de problemas de accesibilidad presentes en la aplicación como la unidad usada para definir el tamaño de textos, botones y otros elementos de la interfaz; cumplir el tamaño mínimo de objetivos táctiles; entre otros aspectos.

Gracias a esto, se detectaron y solucionaron la mayoría de los defectos relacionados a este asunto como se muestra en la figura 47.

Figura 47. Ejemplos del registro de cambios del proyecto en GitHub relacionados a la accesibilidad.

Cambio de unidad Incorrecta en textos	- <code>android:textSize="12pt"</code> + <code>android:textSize="28sp"</code>
Cambio de tamaño de elemento táctil una unidad ajustable	- <code>android:layout_height="wrap_content"</code> + <code>android:layout_height="48dp"</code>

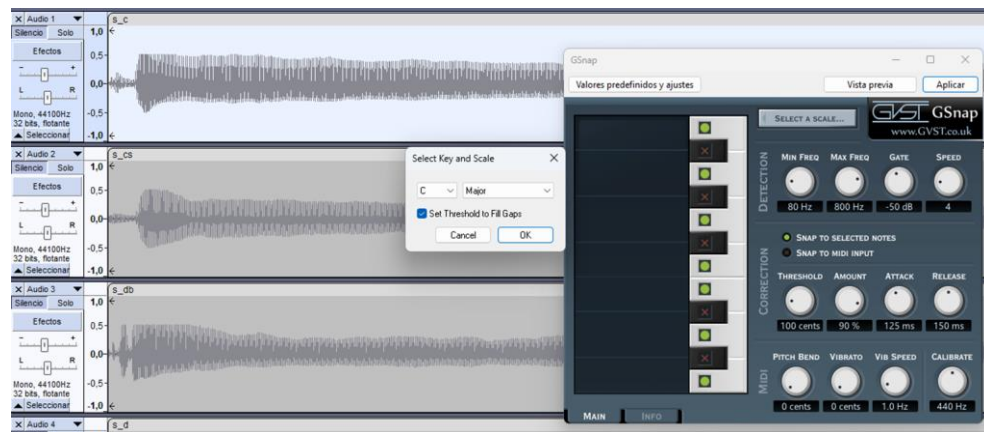
Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.4 Cambios en las grabaciones realizadas. Se realizó un ajuste en algunos archivos de audio teniendo en cuenta las observaciones realizadas por el grupo de investigación del INCI. En primer lugar, se balancea el volumen de los audios, ya que había audios que se escuchaban eran más fuertes que otros y por lo tanto los opacaban.

Y el segundo cambio respecto a este tema, es el cambio de las grabaciones de las notas solfeadas. Esto debido a que, en primera instancia, se tomó la decisión de hacer estas grabaciones usando el sintetizador de voz VOCALOID6, que mediante voces generadas por inteligencia artificial reproduce canciones entonadas. Sin embargo, debido a un comentario que realizó el grupo de investigación del INCI esto se cambió, ya que podía generar distracciones a usuarios de corta edad debido a que la voz no era tan natural.

Por esta razón, se realizó la grabación de estas notas con una voz natural, y posteriormente, se ajusta la entonación mediante el plug-in GSnap de Audacity como se observa en la figura 48, sin dejar de lado que la voz no pierda su naturaleza.

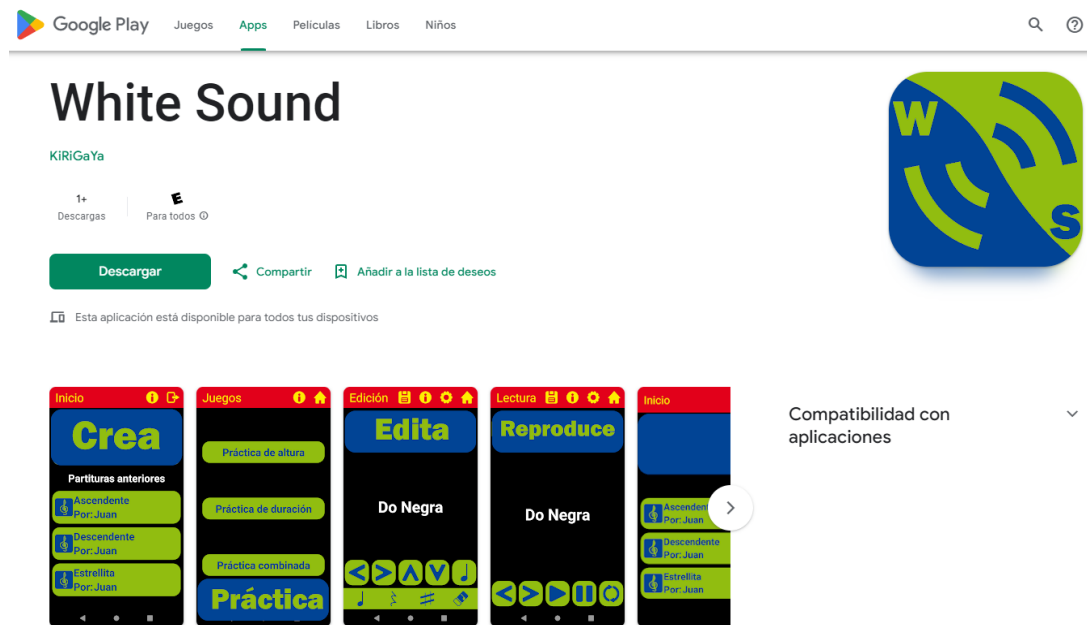
Figura 48. Entonación de voz mediante el plug-in GSnap de Audacity.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Publicación de la aplicación. Una vez realizadas las correcciones de la aplicación, se realiza el proceso de publicación para corroborar que todo esté correcto en su estado de producción. Finalmente, como se puede evidenciar en la figura 49 y en el anexo G, la aplicación ya se encuentra disponible en la Google Play Store. Por otra parte, el repositorio de GitHub donde se encuentra el código fuente de la aplicación se puede consultar en el anexo H.

Figura 49. Aplicación en la Google Play Store.



Fuente: Elaboración propia.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN

4.3.1 Pruebas funcionales.

4.3.1.1 Casos de prueba. A continuación, se presentan los casos de prueba para validar cada una de las historias de usuario presentadas en la sección 4.1.2.3, con el fin de aprobar o rechazar su funcionamiento. En la tabla 45, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al seleccionar una partitura.

Tabla 45. Caso de éxito de la historia de usuario HU-01.

ID	CP-01	
----	-------	--

Tabla 45. (Continuación)

Propósito		Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-01 “Seleccionar partitura”	
Pre-requisitos		1. Debe haber una partitura creada. 2. Encontrarse en la interfaz de inicio.	
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Escoger una partitura en la interfaz de inicio.	Mostrar las opciones que se pueden realizar con la partitura.	Se muestra en pantalla la interfaz de opciones de la partitura.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 46, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al añadir una nota musical en una partitura.

Tabla 46. Caso de éxito de la historia de usuario HU-02.

ID	CP-02	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-02 “Añadir nota”	
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada. 2. Encontrarse en el apartado de edición.	

Tabla 46. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “añadir nota”	La etiqueta de la nota cambia el texto a “Do Negra”		El texto de la etiqueta de la nota cambia a “Do negra”
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 47, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al aumentar la altura de una nota musical.

Tabla 47. Caso de éxito de la historia de usuario HU-03.

ID	CP-03		
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-03 “Aumentar altura nota”		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con la nota “Do Negra”. 2. Encontrarse en el apartado de edición.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “subir altura”	La etiqueta de la nota cambia el texto a “Re Negra”	La etiqueta de la nota tiene el texto “Re Negra”
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 48, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al disminuir la altura de una nota musical.

Tabla 48. Caso de éxito de la historia de usuario HU-04.

ID	CP-04		
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-04 “Disminuir altura nota”		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con la nota “Re Negra”. 2. Encontrarse en el apartado de edición.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “bajar altura”	La etiqueta de la nota cambia el texto a “Do Negra”	La etiqueta de la nota tiene el texto “Do Negra”
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 49, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al modificar la duración de una nota musical.

Tabla 49. Caso de éxito de la historia de usuario HU-05.

ID		CP-05	
-----------	--	-------	--

Tabla 49. (Continuación)

Propósito		Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-05 “Modificar duración de notas”		
Pre-requisitos		1. Debe haber una partitura creada con la nota “Do Negra”. 2. Encontrarse en el apartado de edición.		
Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida	
1	Escoger en el menú inferior el elemento figuras musicales	Mostrar las figuras musicales disponibles	Se muestra en pantalla la interfaz opciones de figuras musicales	
2	Escoger la opción Redonda	El icono del botón “añadir nota” cambia a la figura redonda	El icono del botón añadir nota corresponde al de la figura redonda	
3	Pulsar el botón “añadir nota”	La etiqueta de la nota cambia el texto a “Do Redonda”	La etiqueta de la nota tiene el texto “Do Redonda”	
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 50, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al crear una nueva partitura.

Tabla 50. Caso de éxito de la historia de usuario HU-06.

ID	CP-06	
-----------	-------	--

Tabla 50. (Continuación)

Propósito		Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-06 “Crear partitura”		
Pre-requisitos		1. Estar en la interfaz de inicio		
Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida	
1	Pulsar el botón “crear partitura”	Mostrar la interfaz para ingresar los datos de la partitura	Se muestra en pantalla la interfaz para ingresar el título y autor de la partitura	
2	Ingresar los datos de la partitura: Título= “Nueva partitura” Autor= “Test”	Mostrar la interfaz de edición con los datos de la partitura	Se muestra en pantalla la interfaz de edición con el título “Nueva partitura” y el autor “Test”	
3	Pulsar el botón “inicio”	Mostrar la interfaz de inicio con la partitura creada en la lista de partituras anteriores	Se muestra en pantalla la interfaz de inicio y en la lista de partituras anteriores se encuentra la partitura con el título “Nueva partitura” y el autor “Test”	
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 51, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al eliminar una partitura.

Tabla 51. Caso de éxito de la historia de usuario HU-07.

ID	CP-07		
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-07 “Eliminar partitura”		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con el título "Eliminar partitura" y el autor "Test". 2. Encontrarse en la interfaz de inicio.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Escoger la partitura en la interfaz de inicio con el título "Eliminar partitura" y el autor "Test".	Mostrar las opciones que se pueden realizar con la partitura.	Se muestra en pantalla la interfaz de opciones de la partitura.
2	Pulsar el botón “eliminar partitura”	Mostrar la interfaz de inicio sin la lista de partituras anteriores y una notificación que confirme la eliminación	Se muestra en pantalla la interfaz de inicio sin la lista de partituras anteriores y el mensaje en pantalla “Partitura eliminada”
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 52, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al ingresar directamente al apartado de edición.

Tabla 52. Caso de éxito de la historia de usuario HU-08.

ID	CP-08		
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-08 “Abrir editor de partitura”		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con el título "Editor de partitura" y el autor "Test". 2. Encontrarse en la interfaz de inicio.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Escoger la partitura en la interfaz de inicio con el título "Editor de partitura" y el autor "Test".	Mostrar las opciones que se pueden realizar con la partitura.	Se muestra en pantalla la interfaz de opciones de la partitura.
2	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 "Editor de partitura" y el autor "Test".
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 53, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al abrir el panel de figuras musicales.

Tabla 53. Caso de éxito de la historia de usuario HU-09.

ID	CP-09	
-----------	-------	--

Tabla 53. (Continuación)

Propósito		Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-09 “Abrir panel de figuras musicales”		
Pre-requisitos		1. Debe haber una partitura creada. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.		
Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida	
1	Escoger la opción del menú inferior “figuras musicales”	Mostrar las opciones de duración de las notas disponibles	Se muestra en pantalla la interfaz que contiene las opciones de duración de las notas disponibles	
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 54, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al abrir el panel de silencios musicales.

Tabla 54. Caso de éxito de la historia de usuario HU-10.

ID	CP-10	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-10 “Abrir panel de silencios”	
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.	

Tabla 54. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Escoger la opción del menú inferior “silencios”	Mostrar las opciones de silencio disponibles		Se muestra en pantalla la interfaz que contiene las opciones de silencio disponibles
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 55, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al abrir el panel de alteraciones musicales.

Tabla 55. Caso de éxito de la historia de usuario HU-11.

ID	CP-11	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-11 “Abrir panel de alteraciones”	
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.	

Tabla 55. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Escoger la opción del menú inferior “alteraciones”	Mostrar las opciones de alteración disponibles		Se muestra en pantalla la interfaz que contiene las opciones de alteración disponibles
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 56, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al ingresar al apartado de ajustes.

Tabla 56. Caso de éxito de la historia de usuario HU-12.

ID	CP-12		
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-12 “Abrir ajustes de la aplicación”		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “ajustes”	Mostrar la interfaz de ajustes de la aplicación.	Se muestra en pantalla la interfaz de ajustes.

Tabla 56. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
2	Pulsar el botón “volver”	Mostrar la interfaz de edición.		Se muestra en pantalla la interfaz de edición.
3	Pulsar el botón “cambiar a modo lectura”	Mostrar la interfaz de lectura.		Se muestra en pantalla la interfaz de lectura.
4	Pulsar el botón “ajustes”	Mostrar la interfaz de ajustes de la aplicación.		Se muestra en pantalla la interfaz de ajustes.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 57, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al activar el solfeo entonado de las notas musicales al reproducirlas.

Tabla 57. Caso de éxito de la historia de usuario HU-13.

ID	CP-13	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-13 “Activar solfeo”	
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con la nota “Do Negra”. 2. Encontrarse en la interfaz de ajustes.	

Tabla 57. (Continuación)

Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar la opción “habilitar solfeo”	Se activa la preferencia de “habilitar solfeo”.	La preferencia de “habilitar solfeo” se activa.
2	Pulsar el botón “volver”	Mostrar la interfaz de edición.	Se muestra en pantalla la interfaz de edición.
3	Pulsar el botón “cambiar a modo lectura”	Mostrar la interfaz de lectura y reproducir la nota “Do Negra” con solfeo.	Se muestra en pantalla la interfaz de lectura y se reproduce la nota “Do Negra” con solfeo.
4	Pulsar el botón “ajustes”	Mostrar la interfaz de ajustes de la aplicación.	Se muestra en pantalla la interfaz de ajustes.
5	Pulsar la opción “habilitar solfeo”	Se desactiva la preferencia de “habilitar solfeo”.	La preferencia de “habilitar solfeo” se desactiva.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 58, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al cambiar el título de una partitura.

Tabla 58. Caso de éxito de la historia de usuario HU-14.

ID	CP-14	
----	-------	--

Tabla 58. (Continuación)

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	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 59, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al modificar el nombre del autor de una partitura.

Tabla 59. Caso de éxito de la historia de usuario HU-15.

ID	CP-15		
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-15 “Modificar autor de la partitura”		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con el título “Test”. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Cambiar el texto del autor a “Nuevo autor”	Mostrar el texto “Nuevo autor” en la etiqueta del autor.	Se muestra en la etiqueta de autor de la interfaz de edición el texto “Nuevo autor”.
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 autor 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 autor.

Tabla 59. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
4	Escoger la partitura en la interfaz de inicio con el autor "Nuevo autor".	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 autor "Nuevo autor".
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 60, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al guardar los cambios de una partitura editada.

Tabla 60. Caso de éxito de la historia de usuario HU-16.

ID	CP-16	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-16 "Guardar cambios de edición"	
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con la nota "Do Negra" sin guardar. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.	

Tabla 60. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “guardar”	Guardar el estado actual de la partitura.		Se guardan los cambios realizados a la partitura.
2	Pulsar el botón “inicio”	Mostrar la interfaz de inicio.		Se muestra en pantalla la interfaz de inicio.
3	Escoger la partitura en la interfaz de inicio que tiene la nota “Do Negra”.	Mostrar las opciones que se pueden realizar con la partitura.		Se muestra en pantalla la interfaz de opciones de la partitura.
4	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 texto “Do negra” en la etiqueta de la nota.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 61, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al agregar una alteración a una nota musical.

Tabla 61. Caso de éxito de la historia de usuario HU-17.

ID	CP-17	
----	-------	--

Tabla 61. (Continuación)

Propósito		Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-17 “Agregar alteración a una nota”		
Pre-requisitos		1. Debe haber una partitura creada con la nota “Do Negra”. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.		
Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida	
1	Escoger la opción del menú inferior “alteraciones”	Mostrar las opciones de alteración disponibles	Se muestra en pantalla la interfaz que contiene las opciones de alteración disponibles	
2	Escoger la opción “Sostenido”	El icono del botón “añadir nota” cambia a la alteración “sostenido”	El icono del botón añadir nota corresponde al de la alteración “sostenido”	
3	Pulsar el botón “añadir nota”.	Cambiar el texto de la etiqueta de la nota a “Do Sostenido Negra”.	El texto de la etiqueta de la nota cambia a “Do Sostenido Negra”.	
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 62, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al eliminar una nota musical en una partitura.

Tabla 62. Caso de éxito de la historia de usuario HU-18.

ID	CP-18		
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-18 “Eliminar una nota”		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con la nota “Do Negra”. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Escoger la opción del menú inferior “eliminar nota”	El icono del botón “añadir nota” cambia a un borrador.	El icono del botón añadir nota corresponde al de un borrador.
2	Pulsar el botón “añadir nota”.	Cambiar el texto de la etiqueta de la nota a “Añadir nota”.	El texto de la etiqueta de la nota cambia a “Añadir nota”.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 63, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al cambiar al apartado de lectura.

Tabla 63. Caso de éxito de la historia de usuario HU-19.

ID		CP-19	
Propósito		Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-19 “Cambiar a modo lectura”	

Tabla 63 (Continuación)

Pre-requisitos		1. Debe haber una partitura creada. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.		
Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “cambiar a modo lectura”	Mostrar la interfaz de lectura.		Se muestra en pantalla la interfaz de lectura.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 64, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al reproducir una partitura

Tabla 64. Caso de éxito de la historia de usuario HU-20.

ID	CP-20	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-20 "Reproducir partitura"	
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con las notas "Do Negra", "Re Negra" y "Mi Negra". 2. Encontrarse en la interfaz de lectura.	

Tabla 64. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón "reproducir"	Mostrar cada nota de la partitura en la etiqueta de nota y reproducirla.		El texto de la etiqueta de la nota cambia a "Do Negra", "Re Negra" y "Mi Negra" y coincide con la nota que se reproduce.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 65, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al pausar la reproducción de una partitura.

Tabla 65. Caso de éxito de la historia de usuario HU-21.

ID	CP-21	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-21 "Pausar reproducción"	
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con las notas "Do Negra", "Re Negra" y "Mi Negra". 2. Encontrarse en la interfaz de lectura con la reproducción iniciada.	

Tabla 65. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “pausar” cuando la etiqueta de la nota tenga el texto “Re Negra”	Mantener el texto “Re Negra” en la etiqueta de la nota y detener la reproducción de la nota.		El texto de la etiqueta de la nota se mantiene en “Re Negra” y se detiene la reproducción.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 66, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al reiniciar la lectura de una partitura.

Tabla 66. Caso de éxito de la historia de usuario HU-22.

ID	CP-22	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-22 “Reiniciar lectura de partitura”	
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con las notas “Do Negra”, “Re Negra” y “Mi Negra”. 2. Encontrarse en la interfaz de lectura en la última nota de la partitura.	

Tabla 66. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “reiniciar”.	Mostrar el texto “Do Negra” en la etiqueta de la nota.		El texto de la etiqueta de la nota corresponde a “Do Negra”.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 67, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al practicar el reconocimiento de la altura de las notas musicales.

Tabla 67. Caso de éxito de la historia de usuario HU-23.

ID	CP-23	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-23 “Practicar alturas de notas”	
Pre-requisitos	1. Encontrarse en la interfaz principal de juegos.	

Tabla 67. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “práctica de altura”.	Mostrar la interfaz de la práctica de altura y reproducir una nota con altura aleatoria.		Se muestra la interfaz de la práctica de altura y una nota con altura aleatoria es reproducida.
2	Esperar a que la práctica finalice.	Mostrar la interfaz de resultados de la práctica.		Se muestra la interfaz con los aciertos y los fallos de la práctica.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 68, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al practicar el reconocimiento de la duración de las notas musicales.

Tabla 68. Caso de éxito de la historia de usuario HU-24.

ID	CP-24	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-24 “Practicar duración de notas”	
Pre-requisitos	1. Encontrarse en la interfaz principal de juegos.	

Tabla 68. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón de “práctica de duración”.	Mostrar la interfaz de la práctica de duración y reproducir una nota con duración aleatoria.		Se muestra la interfaz de la práctica de altura y una nota con duración aleatoria es reproducida.
2	Esperar a que la práctica finalice.	Mostrar la interfaz de resultados de la práctica.		Se muestra la interfaz con los aciertos y los fallos de la práctica.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 69, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al practicar el reconocimiento de la altura y duración de las notas musicales.

Tabla 69. Caso de éxito de la historia de usuario HU-25.

ID	CP-25	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-25 “Practicar altura y duración de notas”	
Pre-requisitos	1. Encontrarse en la interfaz principal de juegos.	

Tabla 69. (Continuación)

Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “práctica combinada”.	Mostrar la interfaz de la práctica de combinada y reproducir una nota con altura y duración aleatoria.	Se muestra la interfaz de la práctica de altura y una nota con altura y duración aleatoria es reproducida.
2	Esperar a que la práctica finalice.	Mostrar la interfaz de resultados de la práctica.	Se muestra la interfaz con los aciertos y los fallos de la práctica.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 70, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al desplazarse hacia la derecha en una partitura.

Tabla 70. Caso de éxito de la historia de usuario HU-26.

ID	CP-26	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-26 “Desplazarse en la partitura a la derecha”	
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con las notas “Do Negra” y “Re Negra”. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.	

Tabla 70. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “desplazar derecha”.	Mostrar el texto “Agregar nota” en la etiqueta de la nota.		Se muestra el texto “Agregar nota” en la etiqueta de la nota.
2	Pulsar el botón “cambiar a modo lectura”	Mostrar la interfaz de lectura.		Se muestra en pantalla la interfaz de lectura.
3	Pulsar el botón “desplazar derecha”.	Mostrar el texto “Re Negra” en la etiqueta de la nota.		Se muestra el texto “Re Negra” en la etiqueta de la nota.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 71, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al desplazarse hacia la izquierda en una partitura.

Tabla 71. Caso de éxito de la historia de usuario HU-27.

ID	CP-27	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-27 “Desplazarse en la partitura a la izquierda”	
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con las notas “Do Negra” y “Re Negra”. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.	

Tabla 71. (Continuación)

Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “desplazar izquierda”.	Mostrar el texto “Agregar nota” en la etiqueta de la nota.	Se muestra el texto “Agregar nota” en la etiqueta de la nota.
2	Pulsar el botón “cambiar a modo lectura”	Mostrar la interfaz de lectura.	Se muestra en pantalla la interfaz de lectura.
3	Pulsar el botón “desplazar derecha”.	Mostrar el texto “Re Negra” en la etiqueta de la nota.	Se muestra el texto “Re Negra” en la etiqueta de la nota.
4	Pulsar el botón “desplazar izquierda”.	Mostrar el texto “Do Negra” en la etiqueta de la nota.	Se muestra el texto “Do Negra” en la etiqueta de la nota.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 72, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al reproducir nuevamente la nota musical de la práctica que se está realizando.

Tabla 72. Caso de éxito de la historia de usuario HU-28.

ID	CP-28	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-28 “Reproducir nota de la práctica”	

Tabla 72. (Continuación)

Pre-requisitos		1. Encontrarse en la interfaz de práctica de altura.		
Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “repetir nota”.	Reproducir la nota que se está preguntando.		Se reproduce nuevamente la nota que se pregunta.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 73, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al dar una respuesta en la práctica que se está realizando.

Tabla 73. Caso de éxito de la historia de usuario HU-29.

ID	CP-29	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-29 “Responder nota de la práctica”.	
Pre-requisitos	1. Encontrarse en la interfaz de práctica de altura.	

Tabla 73. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “responder”.	Mostrar en pantalla una notificación de validación de la respuesta.		Se muestra en pantalla un mensaje indicando si la respuesta es correcta o incorrecta.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 74, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al repetir la práctica que se está realizando.

Tabla 74. Caso de éxito de la historia de usuario HU-30.

ID	CP-30	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-30 “Repetir práctica”.	
Pre-requisitos	1. Encontrarse en la interfaz de resultados de la práctica de altura.	

Tabla 74. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “reiniciar”.	Mostrar en pantalla la interfaz de práctica de altura con el contador reiniciado.		Se muestra en pantalla la interfaz de práctica de altura restaurando el contador.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 75, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al cambiar al apartado de edición.

Tabla 75. Caso de éxito de la historia de usuario HU-31.

ID	CP-31		
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-31 “Cambiar a modo edición”		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada. 2. Encontrarse en la interfaz de lectura.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “cambiar a modo edición”	Mostrar la interfaz de edición.	Se muestra en pantalla la interfaz de edición.

Tabla 75. (Continuación)

Aprobado	X	Rechazado	
-----------------	---	------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 76, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al ingresar al apartado de información.

Tabla 76. Caso de éxito de la historia de usuario HU-32.

ID	CP-32		
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-32 “Abrir información de la interfaz”		
Pre-requisitos	1. Encontrarse en la interfaz de inicio.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “información”	Mostrar la interfaz de información del apartado de inicio.	Se muestra en pantalla la interfaz de información de la interfaz de inicio.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 77, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al ingresar directamente al apartado de lectura.

Tabla 77. Caso de éxito de la historia de usuario HU-33.

ID	CP-33		
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-33 “Abrir lectura de partitura”		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con el título "Lectura de partitura" y el autor "Test". 2. Encontrarse en la interfaz de inicio.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Escoger la partitura en la interfaz de inicio con el título "Lectura de partitura" y el autor "Test".	Mostrar las opciones que se pueden realizar con la partitura.	Se muestra en pantalla la interfaz de opciones de la partitura.
2	Pulsar el botón de "lectura partitura".	Mostrar la interfaz de lectura con los datos de la partitura seleccionada.	Se muestra en pantalla la interfaz de lectura con el título "Lectura de partitura" y el autor "Test".
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 78, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al volver al apartado de inicio.

Tabla 78. Caso de éxito de la historia de usuario HU-34.

ID		CP-34	
-----------	--	-------	--

Tabla 78. (Continuación)

Propósito		Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-34 “Volver a la interfaz de inicio”		
Pre-requisitos		1. Encontrarse en la interfaz principal de juegos.		
Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida	
1	Pulsar el botón “inicio”	Mostrar la interfaz de inicio.	Se muestra en pantalla la interfaz de inicio.	
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 79, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento natural de la aplicación al salir de la aplicación.

Tabla 79. Caso de éxito de la historia de usuario HU-35.

ID	CP-35	
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-35 “Salir de la aplicación”	
Pre-requisitos	1. Encontrarse en la interfaz de inicio.	

Tabla 79. (Continuación)

Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón "salir"	Cerrar la aplicación.		Se cierra la aplicación.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 80, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar aumentar la altura de una nota musical cuando sea "si".

Tabla 80. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-03 (aumentar altura en la nota "si").

ID	CP-36			
Propósito	Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-03 “Aumentar altura nota”. Aumentar altura en la nota “si”			
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con la nota “Si Negra”. 2. Encontrarse en el apartado de edición.			
Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida	
1	Pulsar el botón “subir altura”	La etiqueta de la nota debe permanecer en “Si Negra”	La etiqueta de la nota tiene el texto “Si Negra”	

Tabla 80. (Continuación)

Aprobado	X	Rechazado	
-----------------	---	------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 81, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar disminuir la altura de una nota musical cuando sea “do”.

Tabla 81. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-04 (disminuir altura en “do”).

ID	CP-37			
Propósito	Validar el caso de éxito de la historia de usuario HU-04 “Disminuir altura nota”. Disminuir altura en “do”.			
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con la nota “Do Negra”. 2. Encontrarse en el apartado de edición.			
Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida	
1	Pulsar el botón “bajar altura”	La etiqueta de la nota debe permanecer en “Do Negra”	La etiqueta de la nota tiene el texto “Do Negra”	
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 82, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar agregar una alteración musical en

ocasiones donde no sea permitido, por ejemplo, al tratar de agregar un “bemo” a una nota con altura “do”.

Tabla 82. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-17 (agregar una alteración en una nota errónea).

ID		CP-38	
Propósito		Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-17 “Agregar alteración a una nota”. Agregar una alteración en una nota errónea	
Pre-requisitos		1. Debe haber una partitura creada con la nota “Do Negra”. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.	
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Escoger la opción del menú inferior “alteraciones”	Mostrar las opciones de alteración disponibles	Se muestra en pantalla la interfaz que contiene las opciones de alteración disponibles
2	Escoger la opción “Bemo”	El icono del botón “añadir nota” cambia a la alteración “bemo”	El icono del botón añadir nota corresponde al de la alteración “bemo”
3	Pulsar el botón “añadir nota”.	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Do Negra”.	El texto de la etiqueta de la nota es “Do Negra”.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 83, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar agregar una alteración musical en una posición de la partitura que se encuentre vacía.

Tabla 83. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-17 (agregar una alteración en una posición vacía).

ID	CP-39		
Propósito	Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-17 “Agregar alteración a una nota”. Agregar una alteración en una posición vacía.		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada vacía. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Escoger la opción del menú inferior “alteraciones”	Mostrar las opciones de alteración disponibles	Se muestra en pantalla la interfaz que contiene las opciones de alteración disponibles
2	Escoger la opción “Sostenido”	El icono del botón “añadir nota” cambia a la alteración “sostenido”	El icono del botón añadir nota corresponde al de la alteración “sostenido”
3	Pulsar el botón “añadir nota”.	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Agregar nota”.	El texto de la etiqueta de la nota es “Agregar nota”.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 84, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar agregar una alteración musical a un silencio.

Tabla 84. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-17 (agregar una alteración a un silencio).

ID	CP-40		
Propósito	Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-17 “Agregar alteración a una nota”. Agregar una alteración a un silencio		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura con el “Silencio Redonda”. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Escoger la opción del menú inferior “alteraciones”	Mostrar las opciones de alteración disponibles	Se muestra en pantalla la interfaz que contiene las opciones de alteración disponibles
2	Escoger la opción “Sostenido”	El icono del botón “añadir nota” cambia a la alteración “sostenido”	El icono del botón añadir nota corresponde al de la alteración “sostenido”
3	Pulsar el botón “añadir nota”.	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Silencio Redonda”.	El texto de la etiqueta de la nota es “Silencio Redonda”.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 85, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar eliminar una nota musical en una posición de la partitura que se encuentre vacía.

Tabla 85. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-18 (eliminar nota en posición vacía).

ID	CP-41		
Propósito	Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-18 “Eliminar una nota”. Eliminar nota en posición vacía		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada vacía”. 2. Encontrarse en la interfaz de edición.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Escoger la opción del menú inferior “eliminar nota”	El icono del botón “añadir nota” cambia a un borrador.	El icono del botón añadir nota corresponde al de un borrador.
2	Pulsar el botón “añadir nota”.	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Agregar nota”.	El texto de la etiqueta de la nota es “Agregar nota”.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 86, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar reproducir una partitura que se encuentre vacía.

Tabla 86. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-20 (reproducir partitura vacía).

ID	CP-42		
Propósito	Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-20 “Reproducir partitura”. Reproducir partitura vacía		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada vacía. 2. Encontrarse en la interfaz de lectura.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “reproducir”	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Partitura vacía”.	El texto de la etiqueta de la nota es “Partitura vacía”.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 87, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar pausar la reproducción de la partitura cuando todavía no se haya iniciado.

Tabla 87. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-21 (pausar reproducción no iniciada).

ID		CP-43	
Propósito		Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-21 “Pausar reproducción”. Pausar reproducción no iniciada	

Tabla 87. (Continuación)

Pre-requisitos		1. Debe haber una partitura creada vacía. 2. Encontrarse en la interfaz de lectura.		
Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada		Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “pausar”	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Partitura vacía”.		El texto de la etiqueta de la nota es “Partitura vacía”.
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 88, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar reiniciar la lectura de una partitura cuando todavía se encuentra en la primera nota.

Tabla 88. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-22 (reiniciar partitura en la primera nota).

ID	CP-44	
Propósito	Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-22 “Reiniciar lectura de partitura”. Reiniciar partitura en la primera nota	
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con las notas “Do Negra”, “Re Negra” y “Mi Negra”. 2. Encontrarse en la interfaz de lectura en la última nota de la partitura.	

Tabla 88. (Continuación)

Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “reiniciar”.	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Do Negra”.	El texto de la etiqueta de la nota es “Do negra”.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 89, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar reiniciar la lectura de una partitura que se encuentre vacía.

Tabla 89. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-22 (reiniciar partitura vacía).

ID	CP-45		
Propósito	Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-22 “Reiniciar lectura de partitura”. Reiniciar partitura vacía		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada vacía. 2. Encontrarse en la interfaz de lectura en la última nota de la partitura.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “reiniciar”.	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Partitura vacía”.	El texto de la etiqueta de la nota es “Partitura vacía”.

Tabla 89. (Continuación)

Aprobado	X	Rechazado	
-----------------	---	------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 90, se muestra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar desplazarse a la derecha cuando se encuentra en la última posición de la partitura.

Tabla 90. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-26 (desplazarse a la derecha en la última posición).

ID	CP-46		
Propósito	Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-26 “Desplazarse en la partitura a la derecha”. Desplazarse a la derecha en la última posición		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con las notas “Do Negra” y “Re Negra”. 2. Encontrarse en la interfaz de lectura en la posición de la nota “Re Negra”.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “desplazar derecha”.	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Re Negra”.	El texto de la etiqueta de la nota es “Re Negra”.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 91, se observa la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar desplazarse a la derecha en una partitura vacía.

Tabla 91. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-26 (desplazarse a la derecha en partitura vacía).

ID	CP-47		
Propósito	Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-26 “Desplazarse en la partitura a la derecha”. Desplazarse a la derecha en partitura vacía		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada vacía. 2. Encontrarse en la interfaz de lectura.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “desplazar derecha”.	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Partitura vacía”.	El texto de la etiqueta de la nota es “Partitura vacía”.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 92, se encuentra la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar desplazarse a la izquierda cuando se encuentra en la posición inicial de la partitura.

Tabla 92. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-27 (desplazarse a la izquierda en la primera posición).

ID	CP-48		
Propósito	Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-27 “Desplazarse en la partitura a la izquierda”. Desplazarse a la izquierda en la primera posición		
Pre-requisitos	1. Debe haber una partitura creada con las notas “Do Negra” y “Re Negra”. 2. Encontrarse en la interfaz de lectura en la posición de la nota “Do Negra”.		
Detalle del caso de prueba			
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida
1	Pulsar el botón “desplazar izquierda”.	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Do Negra”.	El texto de la etiqueta de la nota es “Do Negra”.
Aprobado		X	Rechazado

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 93, se evidencia la información y resultado del caso de prueba que valida el comportamiento de la aplicación al intentar desplazarse a la izquierda en una partitura vacía.

Tabla 93. Caso de no éxito de la historia de usuario HU-27 (desplazarse a la izquierda en partitura vacía).

ID		CP-49	
-----------	--	-------	--

Tabla 93. (Continuación)

Propósito		Validar el caso de no éxito de la historia de usuario HU-27 “Desplazarse en la partitura a la izquierda”. Desplazarse a la izquierda en partitura vacía		
Pre-requisitos		1. Debe haber una partitura creada vacía. 2. Encontrarse en la interfaz de lectura.		
Detalle del caso de prueba				
Pasos	Acción	Respuesta esperada	Respuesta obtenida	
1	Pulsar el botón “desplazar izquierda”.	El texto de la etiqueta de la nota permanece en “Partitura vacía”.	El texto de la etiqueta de la nota es “Partitura vacía”.	
Aprobado		X	Rechazado	

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2 Pruebas de instrumentación. 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 sirven para realizar] pruebas de IU de integración y funcionales para automatizar la interacción de usuarios”⁵³.

En la figura 50 se pueden evidenciar las pruebas de instrumentación aprobadas de los casos de éxito.

⁵³ ANDROID. Cómo realizar pruebas en Android Studio. 2023.

Figura 50. Ejecución de las pruebas de instrumentación de los casos de éxito en Android Studio.

The figure consists of two side-by-side screenshots of the Android Studio Test Results window. Both screenshots show a status bar at the top indicating '35 passed' tests in '13 m 7 s 381 ms'. The left screenshot shows a list of 35 tests, all of which passed. The right screenshot shows a different list of 35 tests, also all passed. The tests are categorized under 'Test Results' and 'PruebasDeInstrumentacionCasosDeExito'.

Test	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_desplazarseEnLaPartituraALaIzquierda	7 s	✓
✓ cp19_cambiarAModoLectura	4 s	✓
✓ cp17_agregarAlteracion	6 s	✓
✓ cp16_guardarCambiosEnPartitura	6 s	✓
✓ cp31_cambiarAModoEdicion	5 s	✓
✓ cp34_volverAlInterfazDeInicio	26 s	✓
✓ cp13_activarSolfeo	6 s	✓
✓ cp32_informacionDelInterfaz	34 s	✓
✓ cp21_pausarReproduccion	9 s	✓
✓ cp24_practicarDuracionDeNotas	2 m 6 s	✓
✓ cp08_abrirEditorDePartitura	5 s	✓

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en la figura 51 se muestra la aprobación de las pruebas para los casos de no éxito.

Figura 51. Ejecución de las pruebas de instrumentación de los casos de no éxito en Android Studio.

The screenshot shows the Android Studio Test Results window for 'PruebasDeInstrumentacionCasosDeNoExito'. The status bar indicates '14 passed' tests in '2 m 18 s 454 ms'. The list of tests shows 14 tests, all of which passed.

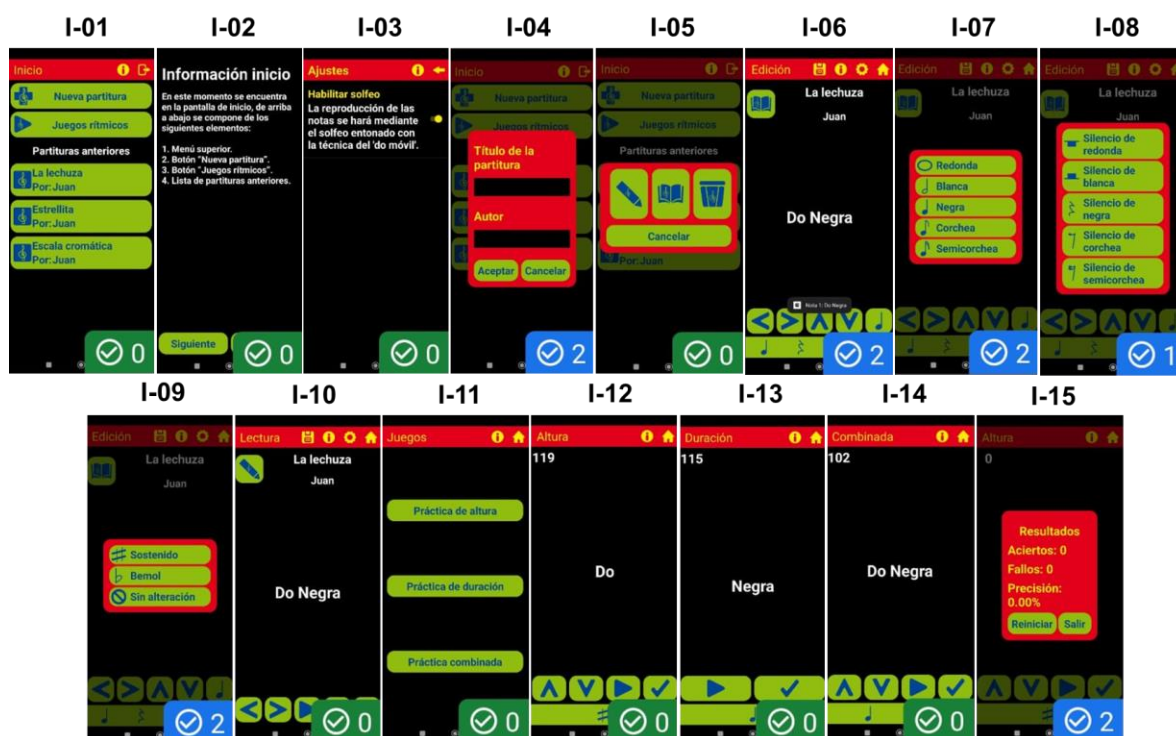
Test	Duration	Nexus_5_API_30
✓ Test Results	2 m 6 s	14/14
✓ PruebasDeInstrumentacionCasosDeNoExito	2 m 6 s	14/14
✓ cp43_pausarReproduccionNoIniciada	10 s	✓
✓ cp49_desplazarseEnLaPartituraSinNotasALaIzquierda	10 s	✓
✓ cp41_eliminarNotaEnPosicionSinNota	7 s	✓
✓ cp38_agregarAlteracionEnNotaErronea	9 s	✓
✓ 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_desplazarseEnLaPartituraALaIzquierdaEnPrimeraPosicion	8 s	✓

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Pruebas no funcionales.

4.3.2.1 Prueba del atributo de calidad de accesibilidad. Siguiendo el escenario de calidad EC-01 descrito en la sección 4.1.2.4, se evalúa el atributo de accesibilidad de la aplicación móvil.

Figura 52. Resultados de la validación de diseño dada por la aplicación “Prueba de accesibilidad”.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede evidenciar en la figura 52, se obtuvo un total de 9 sugerencias en la prueba, lo que indica que se incumple la medida de respuesta indicada en el

escenario de calidad. A partir de este informe, se elabora la tabla 94, para identificar las interfaces con defectos y los aspectos que se deben corregir.

Tabla 94. Sugerencias de las interfaces dada por la aplicación “Prueba de accesibilidad”.

ID de interfaz	Interfaz	Número de sugerencias	Descripción
I-01	Apartado de inicio	0	
I-02	Apartado de información	0	
I-03	Apartado de ajustes	0	
I-04	Datos de nueva partitura	2	1. Cambiar la unidad del tamaño de texto del botón “Aceptar” de pt a sp. 2. Cambiar la unidad del tamaño de texto del botón “Cancelar” de pt a sp.
I-05	Opciones de partitura	0	
I-06	Apartado de edición	2	1. Cambiar el tamaño de la etiqueta de “Título” de fijo a flexible. 2. Cambiar el tamaño de la etiqueta de “Autor” de fijo a flexible.
I-07	Selección de duración	2	1. Cambiar colores utilizados para mejorar la relación de contraste. 2. Cambiar el tamaño de la interfaz de fijo a flexible.
I-08	Selección de silencio	1	1. Cambiar el tamaño de la interfaz de fijo a flexible.

Tabla 94. (Continuación)

ID de interfaz	Interfaz	Número de sugerencias	Descripción
I-09	Selección de alteración	2	1. Cambiar colores utilizados para mejorar la relación de contraste. 2. Cambiar el tamaño de la interfaz de fijo a flexible.
I-10	Apartado de lectura	0	
I-11	Apartado de juegos	0	
I-12	Práctica de altura	0	
I-13	Práctica de duración	0	
I-14	Práctica combinada	0	
I-15	Resultados de la práctica	2	1. Cambiar la unidad del tamaño de texto del botón “Reiniciar” de pt a sp. 2. Cambiar la unidad del tamaño de texto del botón “Salir” de pt a sp.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo claras las correcciones que se deben realizar, se procede a realizar los cambios y crear una nueva versión de la aplicación dando solución a estos problemas de accesibilidad. Después, se vuelve a usar la “Prueba de Accesibilidad” para validar que efectivamente, no haya sugerencias en las interfaces corregidas como se muestra en la figura 53.

Figura 53. Validación de las interfaces donde se identificaron sugerencias con la aplicación “Prueba de accesibilidad”.

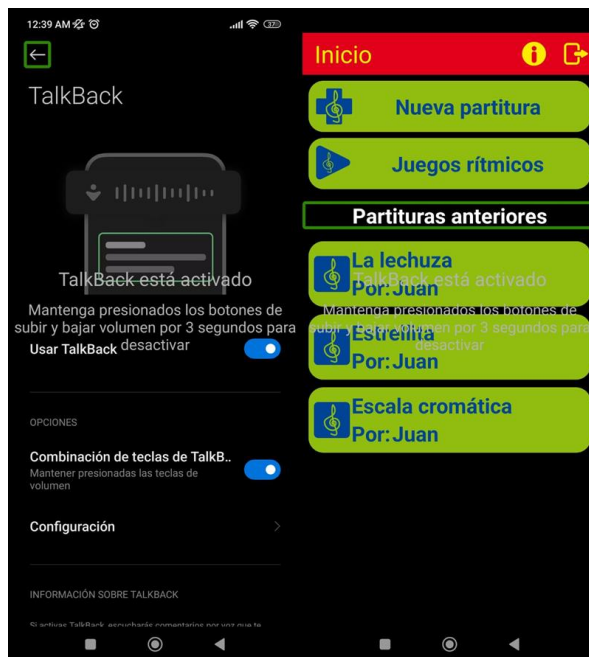


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, al realizar las correcciones pertinentes y validar que no hay sugerencias en la prueba, se da por cumplida la medida de respuesta del escenario de calidad EC-01, y por lo tanto, se afirma que la aplicación obedece al atributo de calidad de accesibilidad bajo la justificación dada.

4.3.2.2 Prueba del atributo de calidad de compatibilidad. Siguiendo el escenario de calidad EC-02 descrito en la sección 4.1.2.4, se evalúa el atributo de compatibilidad de la aplicación móvil. En primer lugar, se activa el lector de pantalla TalkBack y se procede a navegar por toda la aplicación, como se observa en la figura 54, para comprobar que se puede acceder a cada uno de los elementos interactivos, y además que los elementos no textuales (botones de imagen, iconos, etc.), tengan el texto alternativo adecuado.

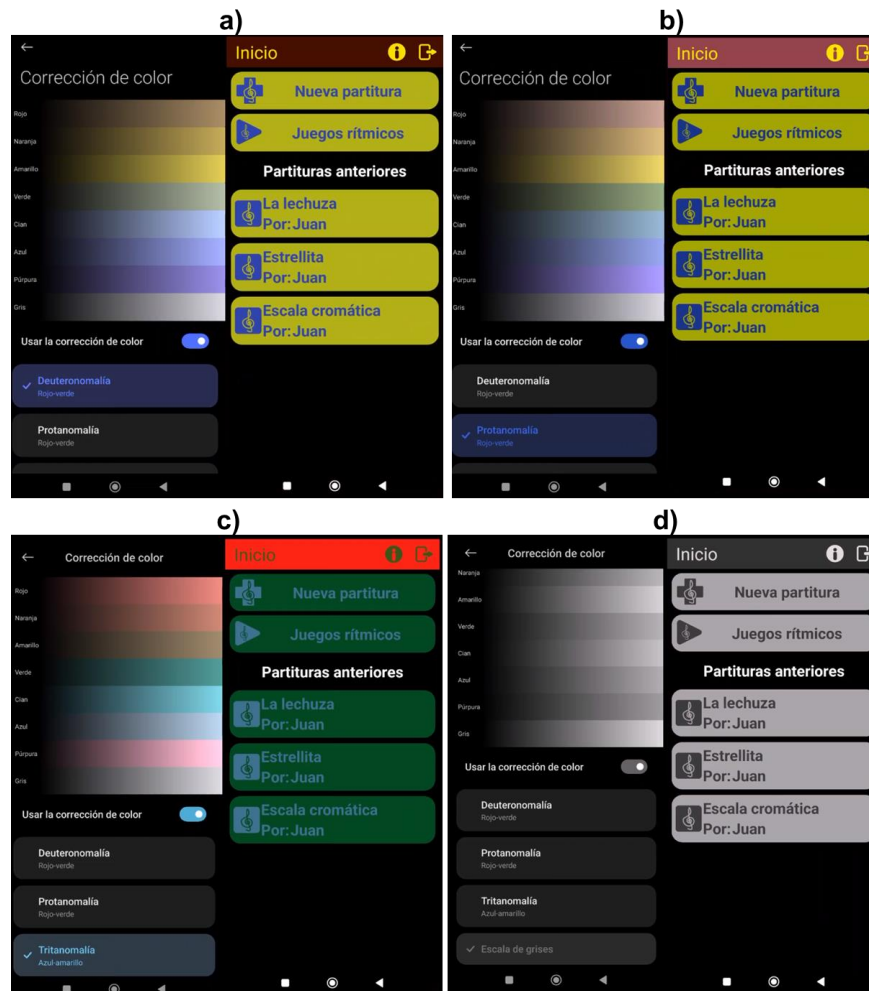
Figura 54. Comprobación del funcionamiento del lector de pantalla TalkBack en la aplicación.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se valida el servicio de corrección de color navegando por la aplicación al activar las opciones de corrección para (a) deuteranomalía, (b) protanomalía, (c) tritanomalía y en (d) escala de grises como se puede evidenciar en la figura 55.

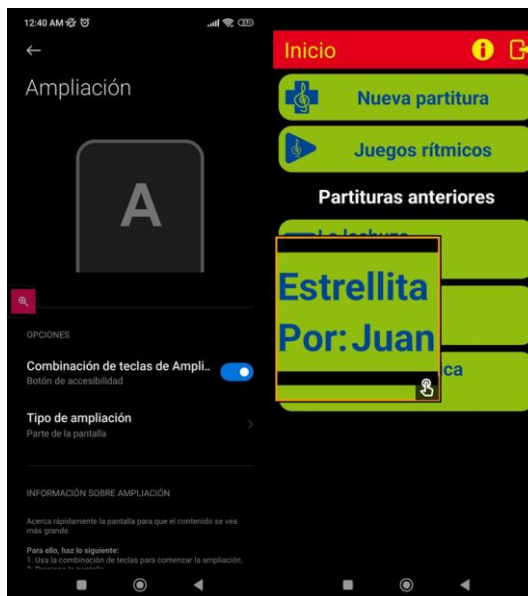
Figura 55. Comprobación del funcionamiento del servicio de corrección de color en la aplicación.



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se activa el servicio de amplificación y se verifica que se pueda interactuar con los elementos a través de la zona amplificada, y además, que no se pierda la resolución de la imagen de tal forma que los textos sigan siendo legibles como se puede ver en la figura 56.

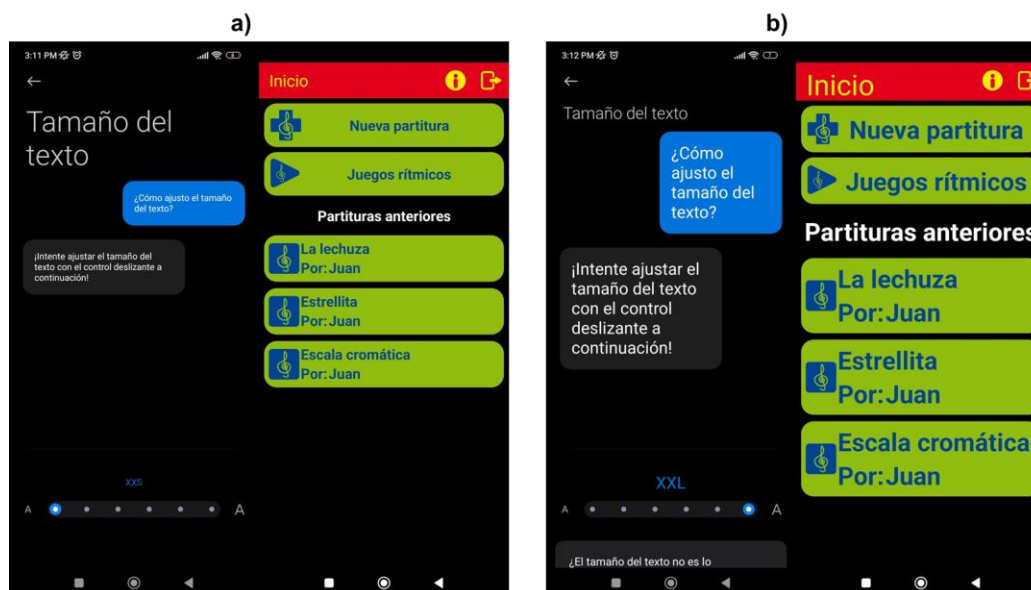
Figura 56. Comprobación del funcionamiento del servicio de ampliación en la aplicación.



Fuente: Elaboración propia.

Para comprobar el servicio de cambio del tamaño del texto, se cambia esta configuración en el dispositivo móvil y se válida que los elementos textuales se adapten a este ajuste, como se puede observar en la figura 57, donde (a) el tamaño del texto disminuye o (b) aumenta.

Figura 57. Comprobación del funcionamiento del servicio de tamaño del texto en la aplicación.



Fuente: Elaboración propia.

Por último, se activa el servicio de texto de alto contraste y se navega por la aplicación para validar que se aplique este ajuste a todos los elementos textuales como se evidencia en la figura 58.

Figura 58. Comprobación del funcionamiento del servicio de texto de alto contraste en la aplicación.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez probado cada uno de los servicios de la Suite de accesibilidad Android dirigidos a las personas con discapacidad visual y constatar que funcionen correctamente en la aplicación desarrollada, se puede afirmar que se cumple con la medida de respuesta del escenario de calidad EC-02 y por lo tanto la aplicación acata el atributo de compatibilidad bajo la justificación dada.

Para respaldar el cumplimiento de estos atributos, se prueba la aplicación con un usuario que hace parte de la población objetivo como se puede evidenciar a continuación en la sección de validación empírica del producto. Cabe resaltar que la prueba de compatibilidad se realizó en el dispositivo Xiaomi Poco X3 con sistema operativo Android 12.

5. VALIDACIÓN EMPÍRICA DEL PRODUCTO

Como se mencionó en la sección 4.1.1.3, uno de los requisitos del grupo de investigación del INCI en el desarrollo del proyecto es la elaboración de una cartilla la cual se encuentra como el anexo F en el presente documento. En esta cartilla, se incluyen una serie de ejercicios, los cuales serán la base para llevar a cabo la validación de la aplicación.

La prueba de la aplicación se realiza con la ayuda de una persona como se evidencia en la figura 59, quién además de pertenecer a la población objetivo del proyecto, tiene conocimientos en musicografía Braille. Inicialmente, se realiza una contextualización de la aplicación y un primer acercamiento a la misma.

Figura 59. Validación de la aplicación con una persona de la población objetivo.



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se procede a hacer el ejercicio de “La lechuza” que se encuentra en la cartilla, el cual, consiste en seguir una serie de pasos para crear, editar y

reproducir la partitura de la canción que lleva el mismo nombre. Finalmente, después de revisar todos los apartados de la aplicación se realiza una encuesta sobre el funcionamiento de esta, obteniendo los resultados de la tabla 95.

Esta encuesta consiste en valorar una serie de criterios con un puntaje del 1 al 5, siendo 1 el puntaje más bajo y 5 el más alto. Al final, se disponen los comentarios sobre la aplicación.

Tabla 95. Resultados de la encuesta de funcionamiento de la aplicación.

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.				

Tabla 95. (Continuación)

Comentarios	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.

Fuente: Elaboración propia.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La puntuación de 5 que se obtuvo en los siguientes criterios de la encuesta representa el cumplimiento del objetivo funcional de la aplicación como herramienta de apoyo en la formación inicial musical:

- 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.

Por otra parte, la puntuación de 5 en los siguientes criterios representa el cumplimiento de características 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.

Teniendo en cuenta lo anterior y la retroalimentación recibida, se puede afirmar que la aplicación, gracias a su función y diseño, puede ser una herramienta de apoyo viable para la formación inicial musical para las personas con discapacidad visual, y por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se finaliza el proyecto cumpliendo su objetivo principal, al desarrollar la aplicación móvil de edición de partituras para la formación musical inicial, aplicando las pautas de accesibilidad del W3C y la información recolectada con el acompañamiento y las herramientas brindadas por el INCI. Además, se aprueba la hipótesis planteada mediante la validación de la aplicación con una persona que representa la población objetivo del proyecto.

El desarrollo del proyecto genera aporte a la problemática de la poca cantidad de soluciones tecnológicas que tienen en cuenta los criterios de accesibilidad para ser utilizadas por personas con alguna discapacidad, en este caso dirigidas a la población con discapacidad visual.

Para el trabajo futuro se atiende a las propuestas dadas por los stakeholders, como incluir elementos de edición avanzados o que complementen la aplicación, por ejemplo, incluir acordes, diferentes compases, ligaduras, el becuadro, entre otros. También, se propone implementar la compatibilidad con el formato MIDI que facilite la elección de otros instrumentos para la reproducción de las partituras.

Por otra parte, siguiendo las sugerencias del grupo de investigación del INCI, se recomienda para trabajos similares el uso de los elementos de accesibilidad que ya existen en los diferentes dispositivos tecnológicos, ya que, la elaboración de un sistema de accesibilidad diferente puede generar un problema más que un beneficio para los usuarios.

Cabe recalcar que la solución tiene un impacto positivo para el medio ambiente al contribuir con el cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible 12 (garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles), específicamente con la meta 12.5 que consiste en “[...] reducir considerablemente la generación de desechos

mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”⁵⁴. Esto debido a que promueve la transición a la edición de partituras de forma digital, reduciendo el consumo de papel en la impresión y escritura de partituras.

Finalmente, se invita a las personas a realizar más investigaciones de este tipo, aprovechando los avances tecnológicos y las herramientas existentes para generar o mejorar soluciones que sean de utilidad para las personas con alguna discapacidad.

⁵⁴ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

ADOBE. Formato SVG: propiedades y aplicaciones. [Consultado el 12, octubre, 2023]. Disponible en: <<https://www.adobe.com/es/creativecloud/file-types/image/vector/svg-file.html#:~:text=El%20formato%20de%20archivo%20SVG,y%20reducir%20sin%20perder%20resolución>>

ADOBE. ¿Qué es Adobe Illustrator?. [Consultado el 12, octubre, 2023]. Disponible en: <<https://www.adobe.com/co/products/illustrator.html>>

ADOLPH, Martin. Mobile Applications. ITU-T TechWatch Alert. 2009. p.1. [Consultado el 4, octubre, 2023]. Disponible en: <https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/23/01/T230100000C0004PDFE.pdf>

ALSAQQA, Samar; SAWALHA, Samer; ABDEL-NABI, Heba. Agile software development: Methodologies and trends. 2020. p. 248. [Consultado el 9, febrero, 2023]. Disponible en: <<https://online-journals.org/index.php/ijim/article/view/13269>>

ANDROID. Introducción a Android Studio. 2023. [Consultado el 10, septiembre, 2023]. Disponible en: <<https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>>

------. Cómo realizar pruebas en Android Studio. 2023. [Consultado el 3, octubre, 2023]. 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>>

ANDROID. Handler. 2023. [Consultado el 12, octubre, 2023]. Disponible en: <<https://developer.android.com/reference/android/os/Handler>>

AUDACITY. *What is Audacity?*. [Consultado el 12, octubre, 2023]. Disponible en: <<https://www.audacityteam.org/#>>

BÁEZ, Manuel; BORREGO, Álvaro; CORDERO, Jorge; CRUZ, Luis; GONZÁLEZ, Miguel; HERNÁNDEZ, Francisco; PALOMERO, David; RODRÍGUEZ DE LLERA José; SANZ Daniel; SAUCEDO, Mariam; TORRALBO, Pilar; ZAPATA, Álvaro. Introducción a Android. 2012. p. 1. [Consultado el 14, julio, 2023]. Disponible en: <<http://www.it-docs.net/ddata/18.pdf>>

BERNERS-LEE, Tim; FISCHETTI, Mark, 1999 Citado por GUENAGA, María Luz; BARBIER, Ander; EGUÍLUZ, Andoni. La accesibilidad y las tecnologías en la información y la comunicación. 2007. p. 156. [Consultado el 4, diciembre, 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/28238883_La_accesibilidad_y_las_tecnologias_en_la_informacion_y_la_comunicacion>

BRAILLE MUSIC 2021. BM2021 Manual. 2021. p. 3. [Consultado el 15, diciembre, 2022]. Disponible en: <<https://braillemusiceditor.com/frequently-asked-questions/>>

BRITANNICA. MIDI. 2023. [Consultado el 12, octubre, 2023] Disponible en: <<https://www.britannica.com/art/MIDI-music-technology>>

----- . MP3. 2023. [Consultado el 12, octubre, 2023] Disponible en: <<https://www.britannica.com/technology/MP3>>

CASTRO ÑUNGO, Marta Emilia; DEL CASTILLO SABOGAL, Elsa Marcela. Material didáctico para estudiantes con discapacidad visual. 2020. p. 23. [Consultado el 21, agosto, 2023]. Disponible en: <<https://www.inci.gov.co/sites/default/files/cartilla%20material%20didactico%20para%20estudiantes%20con%20dv.pdf>>

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. [Consultado el 14, diciembre, 2022]. Disponible en: <<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=55611>>

DIAMOND. State of Accessibility Report. 2021. p. 16. [Consultado el 4, diciembre, 2022]. Disponible en: <https://pages.diamond.la/hubfs/SOAR%20/SOAR%202021/FINAL%20DOCUMENTS/2021%20Diamond%20State%20of%20Accessibility%20Report.pdf?utm_campaign=SOAR%202021&utm_medium=email&_hsmi=192554077&_hsenc=p2ANqtz-8xLGKMRC1ZTVSO_gQvJcJ8jHa1g7EVc1CDAUyODvm5XyJIT3LG8Cd_wGVedHCOYUe825At23T7824MRoVv5Y3Sg-wwleRDJDMIODOiZROCjtPHM_Q&utm_content=192554077&utm_source=hs_automation>

-----, -----, p. 18. [Consultado el 4, diciembre, 2022]. Disponible en: <https://pages.diamond.la/hubfs/SOAR%20/SOAR%202021/FINAL%20DOCUMENTS/2021%20Diamond%20State%20of%20Accessibility%20Report.pdf?utm_campaign=SOAR%202021&utm_medium=email&_hsmi=192554077&_hsenc=p2ANqtz-8xLGKMRC1ZTVSO_gQvJcJ8jHa1g7EVc1CDAUyODvm5XyJIT3LG8Cd_wGVedHCOYUe825At23T7824MRoVv5Y3Sg-wwleRDJDMIODOiZROCjtPHM_Q&utm_content=192554077&utm_source=hs_automation>

DRAW.IO. *About draw.io*. [Consultado el 15, agosto, 2023]. Disponible en: <<https://www.drawio.com/about#:~:text=draw.io%20is%20an%20technology,Ltd%20and%20draw.io%20AG.>>

FUTURE SCULPTOR. Maestro - Compositor de Música. 2016. [Consultado el 2, agosto, 2023]. Disponible en: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.futuresculptor.maestro&hl=es&gl=US>>

GALERA NÚÑEZ, Mar. Recursos para la enseñanza de la lectura musical: el uso de los editores de partituras en actividades creativas. 2013. p. 96. [Consultado el 4, octubre, 2023]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/298351677_Recursos_para_la_ensenanza_de_la_lectura_musical_el_uso_de_los_editores_de_partituras_en_actividades_creativas>

GARCIA CAMACHO, Francisco Javier. Braille Music. 2020. [Consultado el 15, diciembre, 2022]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_commciso.Brailles_Music&hl=es&gl=US>

GOOGLE LLC. Prueba de accesibilidad. 2016. [Consultado el 21, septiembre, 2023]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.accessibility.auditor&hl=es_419&gl=US>

------. Suite de accesibilidad Android. [Consultado el 14, julio, 2023]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.marvin.talkback&hl=es_CO&gl=US>

INSTITUTO NACIONAL PARA CIEGOS. Glosario. 2022. [Consultado el 27, enero, 2023]. Disponible en: <<https://inci.gov.co/transparencia/25-glosario>>

------. Los ciegos en el censo 2018. 2020. [Consultado el 13, agosto, 2023]. Disponible en: <<https://www.inci.gov.co/blog/los-ciegos-en-el-censo-2018>>

------. Tiresias, el aplicativo que permite que las personas con discapacidad visual puedan disfrutar fácilmente de la música. 2019. [Consultado el 17, julio, 2023]. Disponible en: <<https://www.inci.gov.co/blog/tiresias-el-aplicativo-que-permite-que-las-personas-con-discapacidad-visual-puedan-disfrutar>>

IBM. What is Java?. [Consultado el 13, julio, 2023]. Disponible en: <<https://www.ibm.com/topics/java#:~:text=Java%20is%20a%20technology%20consisting,Windows%2C%20macOS%2C%20and%20Linux.>>

ISLAM, Rashedul; MAZUMDER, Tohidul. Mobile application and its global impact. 2010. p. 104. [Consultado el 2, diciembre, 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/308022297_Mobile_application_and_its_global_impact>

LEAHY, Paul. *Java Event Listeners and How They Work*. ThoughtCo. 2020. [Consultado el 12, octubre, 2023] Disponible en: <<https://www.thoughtco.com/about-us-4779650>>

LUCID CONTENT TEAM. How to estimate story points for improved Agile planning. [Consultado el 2, agosto, 2023] Disponible en: <<https://www.lucidchart.com/blog/how-to-estimate-agile-story-points>>

MICROSOFT. ¿Qué es GitHub?. Introducción a GitHub. [Consultado el 14, julio, 2023]. Disponible en: <<https://learn.microsoft.com/es-es/training/modules/introduction-to-github/2-what-is-github>>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. [Consultado el 4, octubre, 2023]. Disponible en: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Ceguera y discapacidad visual. 2022. [Consultado el 3, diciembre, 2022]. Disponible en: <<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>>

ORGANIZACIÓN NACIONAL DE CIEGOS ESPAÑOLES. La discapacidad visual. [Consultado el 4, octubre, 2023]. Disponible en: <<https://www.once.es/dejanos-ayudarte/la-discapacidad-visual>>

PENTRONICS. Tocatta braille music translation software. [Consultado el 15, diciembre, 2022]. Disponible en: <<https://www.pentronics.com.au/Toccata.html>>

PÉREZ VALDERRAMA, Mónica. Aportes de la educación musical a las personas con discapacidad visual en la promoción de la autodeterminación. 2020. p. 21. [Consultado el 13, agosto, 2023]. Disponible en: <<https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ricercare/article/view/6400/4874>>

PETTIT, Greg; YEADON, Graham. *GSnap Manual*. p. 1. [Consultado el 27, agosto, 2023]. Disponible en: <<https://www.gvst.co.uk/gsnap.htm>>

RED HAT. ¿Qué es y para qué sirve un IDE?. 2023. [Consultado el 12, octubre, 2023]. Disponible en: <<https://www.redhat.com/es/topics/middleware/what-is-ide>>

RODRIGUES, André; SANTOS, André; MONTAGUE, Kyle; GUERREIRO, Tiago. Improving smartphone accessibility with personalizable static overlays. 2017. p. 1. [Consultado el 14, diciembre, 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/319702276_Improving_Smartphone_Accessibility_with_Personalizable_Static_Overlays>

RUSH, Toby. Braille music notator. 2019. [Consultado el 15, diciembre, 2022]. Disponible en: <<https://tobyrush.com/braillemusic/notator/>>

SAMSUNG. Cómo utilizar la función TalkBack. 2022. [Consultado el 1, diciembre, 2022]. Disponible en: <<https://www.samsung.com/latin/support/mobile-devices/how-to-use-the-talkback-feature/>>

SÁNCHEZ MUÑOZ, Gustavo. Serifa. Glosario gráfico. 2023. [Consultado el 12, octubre, 2023]. Disponible en: <<http://www.glosariografico.com/serifa>>

SANTANA-MANSILLA, Pablo; LESCANO, Germán; COSTAGUTA, Rosanna. Accesibilidad de aplicaciones móviles para discapacitados visuales: problemas y estrategias de solución. 2º Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad. 2015. [Consultado el 4, diciembre, 2022]. p. 358-359. Disponible en: <<https://44jaiio.sadio.org.ar/sites/default/files/sts356-375.pdf>>

STOLZE, Maximilian; HLAVACS, Helmut. InvisibleSound: An app enabling blind people to compose music. 2018. p. 1. [Consultado el 15, diciembre, 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/319285502_InvisibleSound_An_App_Enabling_Blind_People_to_Compose_Music>

TRELLO. Acerca de Trello. [Consultado el 14, julio, 2023]. Disponible en: <<https://trello.com/es/about>>

VELNEO. Toolbar. 2023. [Consultado el 12, octubre, 2023]. Disponible en: <<https://doc.velneo.com/velneo-vdevelop/proyectos-objetos-y-editores/proyecto-de-aplicacion/toolbar>>

VOGWELL, Deborah. Stakeholder management. Project Management Institute. 2003. [Consultado el 4, octubre, 2023]. Disponible en: <<https://www.pmi.org/learning/library/stakeholder-management-task-project-success-7736>>

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. WCAG 2 Overview. 2022. [Consultado el 14, diciembre, 2022]. Disponible en: <<https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>>

------. Accessibility requirements for people with low vision. 2016. [Consultado el 13, febrero, 2023]. Disponible en: <<https://www.w3.org/TR/low-vision-needs/>>

------. *Portable Network Graphics (PNG) Specification (Second Edition)*. 2003. [Consultado el 12, octubre, 2023]. Disponible en: <<https://www.w3.org/TR/2003/REC-PNG-20031110/>>

------. Mobile accessibility: How WCAG 2.0 and other W3C/WAI guidelines apply to mobile. 2015. [Consultado el 24, enero, 2023]. Disponible en: <<https://www.w3.org/TR/mobile-accessibility-mapping/>>

------. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. 2023. [Consultado el 25, septiembre, 2023]. Disponible en: <<https://www.w3.org/TR/WCAG21/#abbreviations>>

------. Understanding conformance. 2023. [Consultado el 14, diciembre, 2022]. Disponible en: <<https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/conformance>>

ANEXOS

Anexo A. Recursos y presupuesto.

Tipo	Nombre del recurso	Descripción	Propiedad		Cantidad/Cuotas	Costos	
			Existente	Adquirido		Costo unitario	Costo total
Software	Sistema operativo	Windows 10 Pro	x		1	N/A	N/A
		Android	x		1	N/A	N/A
	Entorno de desarrollo	Android Studio		x	1	0 COP	0 COP
	Lenguaje de programación	Java	x		1	N/A	N/A
	Plataforma de comunicación	Microsoft Teams	x		1	N/A	N/A
Hardware	Computador	Procesador: Intel i3 octava generación RAM: 16 GB VRAM: 8 GB SSD: 1 TB HDD: 1 TB	x		1	N/A	N/A
	Dispositivo móvil	Xiaomi Poco X3 Pro	x		1	N/A	N/A
Operativo	Recursos humanos	Autor del proyecto	x		1	N/A	N/A
		Asesor del proyecto	x		1	N/A	N/A
		Asesoría INCI	x		2	N/A	N/A
	Servicios	Internet		x	4	210.000 COP	840.000 COP
		Energía		x	4	190.000 COP	760.000 COP
						Total	1.600.000 COP

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B. Cronograma de actividades.

	Objetivos específicos	Actividades	Semanas													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	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.	1.1 Recolectar información relacionada a la implementación de accesibilidad en aplicaciones móviles.														
		1.2 Establecer los requerimientos del proyecto.														
		1.3 Definir las herramientas adecuadas para el desarrollo del aplicativo.														
		1.4 Elaborar el diseño de la aplicación con base a la información recolectada.														
2	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.	2.1 Elaborar la interfaz gráfica del aplicativo.														
		2.2 Desarrollar backend de la aplicación.														
		2.3 Revisar código fuente y corregir los defectos.														
3	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).	3.1 Efectuar las pruebas funcionales.														
		3.2 Efectuar las pruebas no funcionales.														
		3.3 Realizar encuestas de validación.														
		3.4 Analizar los resultados obtenidos.														

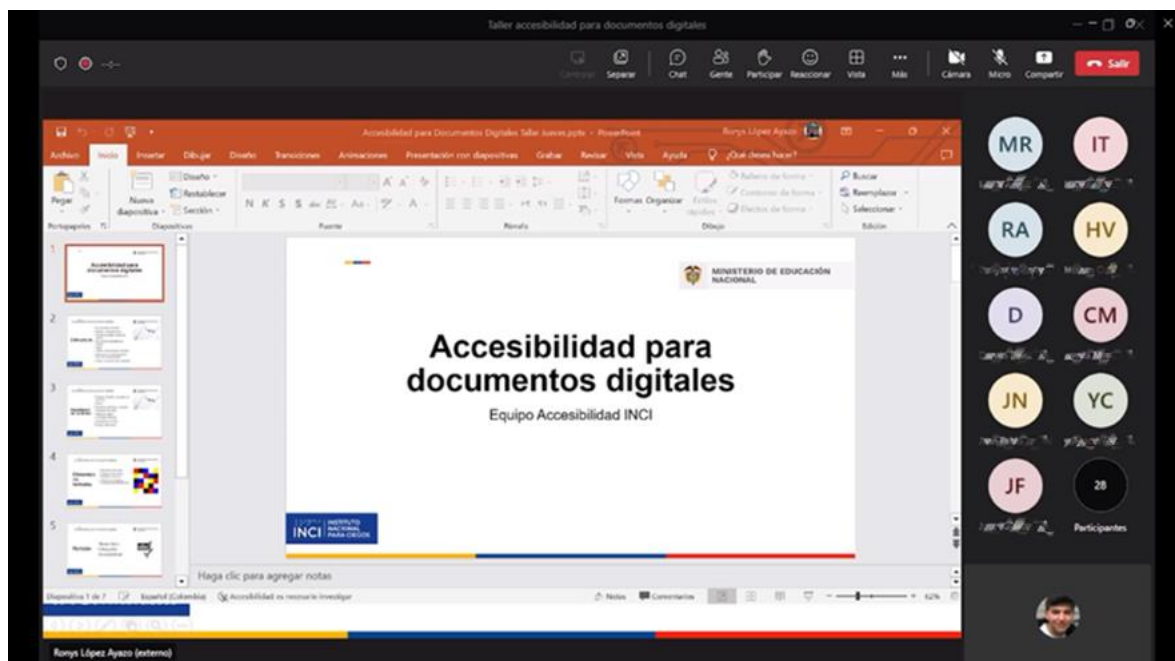
Fuente: Elaboración propia.

Anexo C. Evidencia de asistencia al taller de introducción en accesibilidad digital del INCI.



TALLER INTRODUCCIÓN EN ACCESIBILIDAD DIGITAL. (16, marzo, 2023: Colombia). INSTITUTO NACIONAL PARA CIEGOS, 2023.

Anexo D. Evidencia de asistencia al taller de accesibilidad para documentos digitales del INCI.



TALLER CRITERIOS PARA DOCUMENTOS DIGITALES. (16, marzo, 2023: Colombia). INSTITUTO NACIONAL PARA CIEGOS, 2023.

Anexo E. Evidencia de asistencia al taller de criterios para los contenidos web y documentos digitales accesibles del INCI.



TALLER CRITERIOS PARA LOS CONTENIDOS WEB. (17, marzo, 2023: Colombia). INSTITUTO NACIONAL PARA CIEGOS, 2023.

Anexo F. Cartilla de apoyo para el uso de la aplicación White Sound.

PATÍÑO BASTIDAS, Juan Diego. Estrategia de iniciación musical en dispositivos móviles para personas con discapacidad visual. 2023. [Consultado el 23, septiembre, 2023]. Disponible en: <<https://docs.google.com/document/d/1D5sID6Pa4RTx4B3CAdPI1GNEMo2w5BKs/edit?usp=sharing&oid=107233857078126741625&rtpof=true&sd=true>>

Anexo G. Aplicación White Sound en Google Play Store.

PATÍÑO BASTIDAS, Juan Diego. *White Sound*. 2023. [Consultado el 25, septiembre, 2023]. Disponible en: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=co.edu.unipiloto.whitesound>>

Anexo H. Repositorio en GitHub del proyecto.

PATÍÑO BASTIDAS, Juan Diego. *White-Sound*. 2023. [Consultado el 4, octubre, 2023]. Disponible en: <<https://github.com/Jhuro/White-Sound.git>>

Anexo I. Tablero de planificación del proyecto en Trello.

PATÍÑO BASTIDAS, Juan Diego. *White Sound Scrum product backlog*. 2023. [Consultado el 4, octubre, 2023]. Disponible en:<<https://trello.com/b/b4hrTxd6>>