

MUSICNET

INFORME DE CALIDAD DE PRUEBAS

19/05/2025

V.2



Valentina Rozo González

Paula Valentina López Cubillos

Historial de cambios

Versión	Fecha	Sección del documento modificada	Descripción de cambios	Responsable(S)
1.0	2025-19-05	Documento completo	Realización primera versión completa del documento	Valentina Rozo
2.0	2025-10-06	Mejoras resultados pruebas de usabilidad	Correcciones basadas en comentarios de sustentación	Valentina Rozo

Tabla 1: Historial de cambios

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Proceso de Pruebas Unitarias.....	6
Ilustración 2 Resultados Pruebas Unitarias.....	6
Ilustración 3 Latencia por tasa de pérdida	7
Ilustración 4 Latencias en el tiempo	8
Ilustración 5 Matriz de confusión	8
Ilustración 6 Porcentaje de notas correctas e incorrectas.....	9
Ilustración 7 Histograma de error de frecuencia.....	9
Ilustración 8 Interfaz y Facilidad de Uso Sesión 1	10
Ilustración 9 Modo Multijugador Sesión 1	10
Ilustración 10 Reconocimiento de Sonido Sesión 1	11
Ilustración 11 Experiencia General Sesión 1	11
Ilustración 12 Interfaz y Facilidad de Uso Sesión 2	11
Ilustración 13 Modo Multijugador Sesión 2	12
Ilustración 14 Reconocimiento de Sonido Sesión 2	12
Ilustración 15 Experiencia General Sesión 2	12
Ilustración 16 Interfaz y Facilidad de Uso Sesión 3	13
Ilustración 17 Aprendizaje Musical Sesión 3	13
Ilustración 18 Reconocimiento de Sonido Sesión 3	13
Ilustración 19 Experiencia General Sesión 3	14
Ilustración 20 Interfaz y Facilidad de Uso Sesión 4	14
Ilustración 21 Modo Multijugador Sesión 4	15
Ilustración 22 Aprendizaje Musical Sesión 4	15

Ilustración 23 Reconocimiento de Sonido Sesión 4	15
Ilustración 24 Experiencia General Sesión 4	16
Ilustración 25 Resultados Eficiencia.....	17
Ilustración 26 Resultados Eficiencia/Satisfacción	17
Ilustración 27 Participante con poca relación con la música	18
Ilustración 28 Estudiante de Musica	18
Ilustración 29 Estudiantes explorando la herramienta educativa.....	19
Ilustración 30 Momento de interacción multijugador en Sesión 1	19
Ilustración 31 Participante en vista general de juego.....	20
Ilustración 32 Aplicación en uso durante una actividad - Sesion 3	20
Ilustración 33 Participantes colaborando en retos musicales simultáneos – Sesión 4.....	21
Ilustración 34 Estudiantes explorando la herramienta educativa.....	22

Lista de Tablas

Tabla 1: Historial de cambios	2
Tabla 2 Pruebas Unitarias	6
Tabla 3 Resultados Indicadores ISO	16
Tabla 4 Adaptaciones.....	23
Tabla 5 Adaptabilidad perfiles.....	24
Tabla 6 Validación Objetivos	25

Tabla de Contenidos

Objetivo del Informe.....	5
Estrategia de Pruebas	5
Tipos de Pruebas Aplicadas	5
Ejecución de Pruebas.....	5
Pruebas Unitarias.....	5
Cobertura de código obtenida	6
Validaciones clave	7
Pruebas de Rendimiento en Red	7
Recuperación de paquetes	7
Latencia	7
Precisión de reconocimiento de notas:	8
Error de frecuencia:	9
Conclusión:	9
Pruebas de Usabilidad	10
Encuesta de Usabilidad	10
Poblaciones	10
Objetivo del Test	10
Metodología	10
Informe de Resultados	10
Indicadores ISO 9241-11	16
Interpretación	16
Consentimiento y Protección de Datos	17
Galería de Evidencias.....	18
Pruebas de Estabilidad	23
Adaptaciones Basadas en Resultados.....	23
Conclusiones	24
Resultados por tipo de prueba	24
Adaptabilidad por perfil de usuario	24
Validación de los objetivos del proyecto	24
Conclusión	25
Anexos	25

Objetivo del Informe

El propósito de este informe es verificar el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto **MusicNet**, a través de la ejecución de pruebas funcionales, técnicas y de experiencia de usuario. Estas pruebas permiten evaluar el desempeño del sistema en condiciones reales, comprobando si los componentes fundamentales —como la transmisión de audio, el modo multijugador, la detección y sincronización de sonidos, y la estabilidad en red— operan de acuerdo con los criterios establecidos en el diseño del proyecto.

El documento presenta un resumen detallado de las estrategias, la ejecución y los resultados obtenidos durante las distintas fases de prueba, abarcando aspectos como funcionalidad, rendimiento, latencia y estabilidad. Asimismo, busca validar que la plataforma cumpla con los estándares de calidad definidos en el plan del proyecto, garantizando una experiencia robusta, eficaz y satisfactoria para los usuarios finales.

Estrategia de Pruebas

Tipos de Pruebas Aplicadas

- Pruebas Unitarias: Validación de funciones clave usando Jest.
- Pruebas de Carga y Latencia: Simulación de condiciones de red variables y evaluación de respuesta.
- Pruebas de Usabilidad: Evaluación de satisfacción, eficacia y eficiencia con usuarios reales.
- Pruebas de Estabilidad: Observación del comportamiento en sesiones prolongadas y bajo estrés.

Ejecución de Pruebas

Pruebas Unitarias

Para garantizar la fiabilidad del código base de MusicNet, se ejecutaron pruebas unitarias exhaustivas utilizando el framework Jest. Estas pruebas verificaron funciones puras y flujos críticos, aislando el comportamiento de cada módulo. A continuación, se detalla el resumen de los módulos cubiertos:

Suite de Prueba	Propósito	N.º de Test	Resultados
rhythm.test.js	Generación de duraciones y patrones rítmicos válidos	3	Pasaron todos
rhythm.branches.test.js	Casos límite en generación de ritmo	3	Pasaron todos
tuner.test.js	Precisión en frecuencia, nota MIDI y cents	3	Pasaron todos
tuner.edge.test.js	Inicialización con fallback para getUserMedia	2	Pasaron todos
tuner.initbranches.test.js	Polyfills y manejo de errores	2	Pasaron todos
tuner.play.test.js	Flujo completo de init/play/stop	3	Pasaron todos
scalemapping.test.js	Mapeo de notas ↔ niveles y generación de escalas	3	Pasaron todos

scalemapping.branches.test.js	Casos límite en escala	4	Pasaron todos
scalemapping.extra.test.js	Modos avanzados y ejemplos musicales	4	Pasaron todos

Tabla 2 Pruebas Unitarias

Cobertura de código obtenida

- Total de pruebas: 27
- Cobertura de código:
 - Statements: 76%
 - Branches: 60%
 - Functions: 60%
 - Lines: 75%
- Módulos evaluados: tuner.js, rhythm.js, scalemapping.js

> test	RUNS	_tests_/tuner.initbranches.test.js
> jest --config=jest.config.js --coverage	RUNS	_tests_/tuner.edge.test.js
	RUNS	_tests_/scalemapping.branches.test.js
RUNS _tests_/tuner.initbranches.test.js	PASS	_tests_/tuner.test.js
RUNS _tests_/tuner.edge.test.js		
RUNS _tests_/scalemapping.branches.test.js		
RUNS _tests_/tuner.initbranches.test.js	RUNS	_tests_/tuner.initbranches.test.js
RUNS _tests_/tuner.edge.test.js	RUNS	_tests_/tuner.edge.test.js
RUNS _tests_/scalemapping.branches.test.js	RUNS	_tests_/scalemapping.branches.test.js
PASS _tests_/rhythm.test.js	PASS	_tests_/tuner.initbranches.test.js
RUNS _tests_/tuner.initbranches.test.js	RUNS	_tests_/tuner.initbranches.test.js
RUNS _tests_/tuner.edge.test.js	RUNS	_tests_/tuner.edge.test.js
RUNS _tests_/scalemapping.branches.test.js	RUNS	_tests_/scalemapping.branches.test.js
PASS _tests_/rhythm.test.js	PASS	_tests_/scalemapping.test.js
RUNS _tests_/tuner.initbranches.test.js	RUNS	_tests_/tuner.initbranches.test.js
RUNS _tests_/tuner.edge.test.js	RUNS	_tests_/tuner.edge.test.js
RUNS _tests_/scalemapping.branches.test.js	RUNS	_tests_/scalemapping.branches.test.js
PASS _tests_/rhythm.test.js	PASS	_tests_/scalemapping.test.js
RUNS _tests_/tuner.initbranches.test.js	RUNS	_tests_/tuner.initbranches.test.js
RUNS _tests_/tuner.edge.test.js	RUNS	_tests_/tuner.edge.test.js
RUNS _tests_/scalemapping.branches.test.js	RUNS	_tests_/scalemapping.branches.test.js
PASS _tests_/rhythm.test.js	PASS	_tests_/scalemapping.test.js
RUNS _tests_/tuner.initbranches.test.js	RUNS	_tests_/tuner.initbranches.test.js
RUNS _tests_/tuner.edge.test.js	RUNS	_tests_/tuner.edge.test.js
RUNS _tests_/scalemapping.branches.test.js	RUNS	_tests_/scalemapping.branches.test.js
PASS _tests_/rhythm.test.js	PASS	_tests_/tuner.play.test.js
RUNS _tests_/tuner.initbranches.test.js	PASS	_tests_/scalemapping.extra.test.js
RUNS _tests_/tuner.edge.test.js	PASS	
RUNS _tests_/scalemapping.branches.test.js		
PASS _tests_/tuner.test.js		

Ilustración 1 Proceso de Pruebas Unitarias

File	% Stmts	% Branch	% Funcs	% Lines	Uncovered Line #s
All files	75.43	59.3	60	74.62	
pitchdetector	88.13	63.63	87.5	88.13	
tuner.js	88.13	63.63	87.5	88.13	46-62,115-116
rhythm	86.2	66.66	80	89.09	
rhythm.js	86.2	66.66	80	89.09	29-30,62-64,136
scalemapping	67.26	55.76	21.42	64	
scalemapping.js	67.26	55.76	21.42	64	98-127,139-150,197,206-228,278-320
Test Suites: 9 passed, 9 total					
Tests: 27 passed, 27 total					
Snapshots: 0 total					
Time: 2.561 s					
Ran all test suites.					

Ilustración 2 Resultados Pruebas Unitarias

Validaciones clave

Estas pruebas permiten verificar que:

- El sistema de generación musical no produce errores de lógica ni de tipo (Objetivo 1).
- La lógica de afinación responde con precisión (Objetivo 4).
- La inicialización de audio maneja entornos reales y simulados (Objetivos 2 y 3).
- El mapeo de escalas y notas se mantiene consistente incluso en casos extremos.

En conjunto, la batería de pruebas unitarias respalda el cumplimiento de los objetivos técnicos del proyecto, alineándose con la eficiencia y robustez definidas por ISO 9241-11

Pruebas de Rendimiento en Red

Se realizaron pruebas de simulación de pérdida de paquetes para evaluar el rendimiento del sistema bajo condiciones de red degradadas. Las tasas de pérdida evaluadas fueron del 5%, 10%, 20%, 30% y 50%.

Recuperación de paquetes

- En todos los niveles de pérdida, el sistema logró una tasa de reconstrucción de paquetes (recon_ratio) del 100%, lo que demuestra la eficacia del mecanismo de compensación implementado.
- Incluso con 135 paquetes perdidos en una fracción de segundo (50%), se logró una reconstrucción completa.

Latencia

- A mayor tasa de pérdida, la latencia promedio aumentó, pero se mantuvo dentro de límites aceptables hasta un 30%.

Gráficos

loss_rate_%	p50	p95	p99	mean
5	62.004150	95.693335	124.152456	69.224724
10	135.075806	197.749048	249.507783	146.106412
20	288.362793	347.532227	417.464160	298.859854
30	456.425415	601.986304	783.568540	475.866829
50	779.855469	950.456763	1189.287610	800.666909

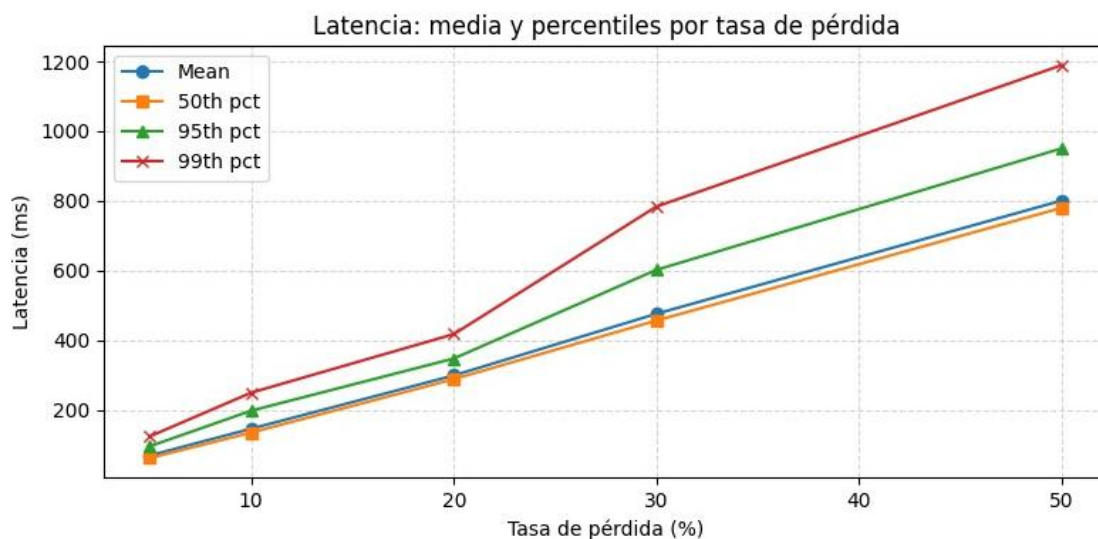


Ilustración 3 Latencia por tasa de pérdida

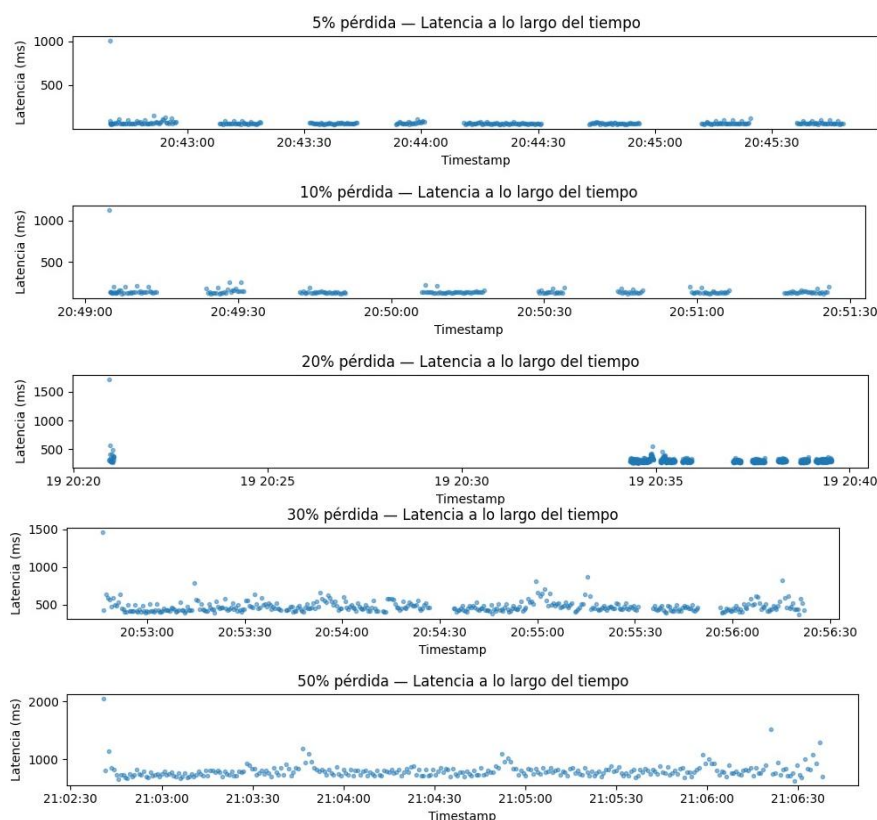


Ilustración 4 Latencias en el tiempo

Precisión de reconocimiento de notas:

- Se evaluó la precisión de detección de notas a partir de una matriz de confusión y análisis de notas correctas vs. incorrectas.
- El sistema mantuvo una precisión superior al 96% hasta un 20% de pérdida.

Gráficos

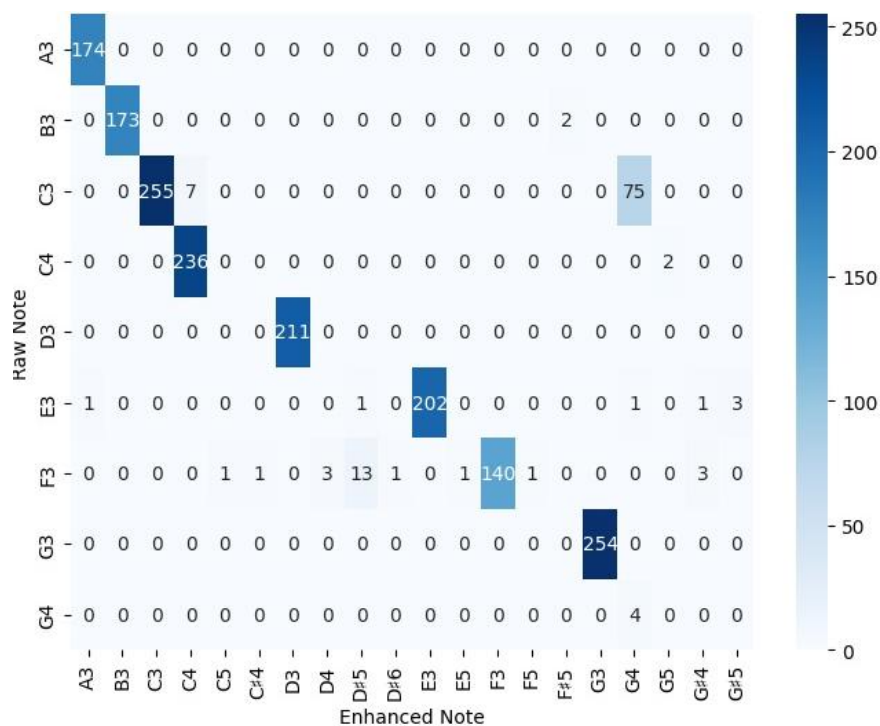


Ilustración 5 Matriz de confusión

	loss_rate_%	total_notes	correct	incorrect	% correct	% incorrect
0	5	339	339	0	100.000000	0.000000
1	10	214	213	1	99.532710	0.467290
2	20	521	504	17	96.737044	3.262956
3	30	400	355	45	88.750000	11.250000
4	50	292	238	54	81.506849	18.493151

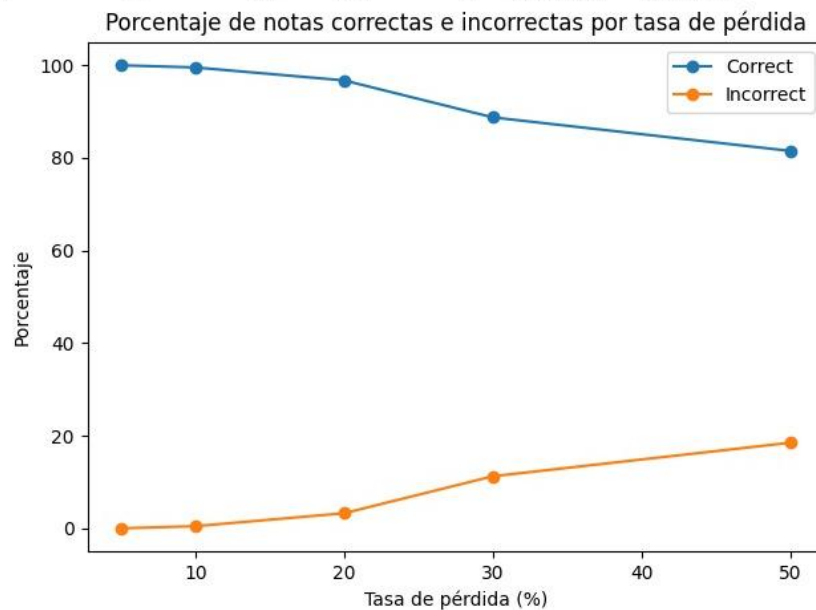


Ilustración 6 Porcentaje de notas correctas e incorrectas

Error de frecuencia:

- El error absoluto de frecuencia se incrementa con la pérdida de paquetes, pero se mantiene bajo hasta el 20%.

Gráfico:

loss_rate_%	mean_abs_error	std_abs_error	max_abs_error
5	0.010708	0.021815	0.318719
10	1.203947	17.296979	253.054299
20	4.151430	24.701556	331.158314
30	15.135651	44.512610	230.770276
50	30.567096	72.406305	527.045582

Histograma de error de frecuencia

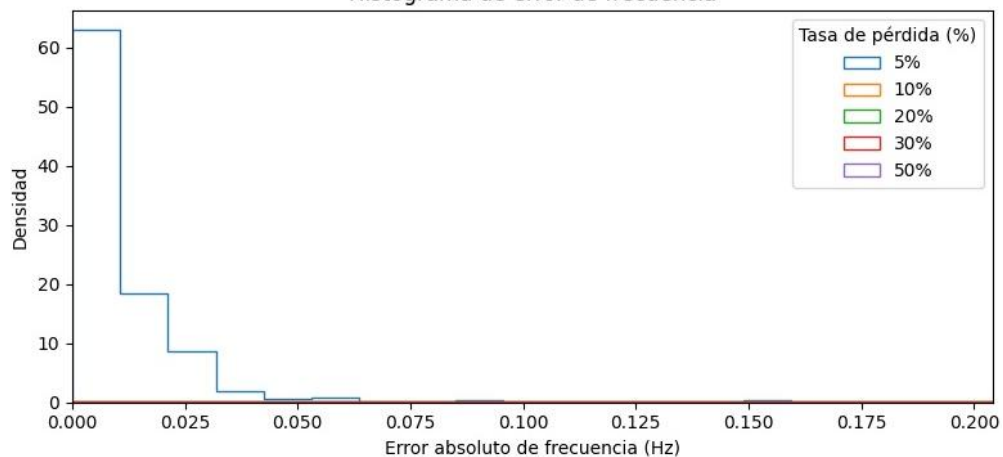


Ilustración 7 Histograma de error de frecuencia

Conclusión:

El sistema de MusicNet demuestra un rendimiento robusto en redes con hasta un 30% de pérdida de paquetes. Incluso en condiciones críticas, el sistema mantiene funcionalidad aceptable gracias a la reconstrucción completa de paquetes y la capacidad de adaptación del sistema de audio

Pruebas de Usabilidad

Encuesta de Usabilidad

Poblaciones

- Estudiantes colegio (7–17 años) – 20 participantes
- Estudiantes universitarios (18–24 años) – 30 participantes

Objetivo del Test

Evaluar la usabilidad, experiencia y percepción general de los estudiantes frente al uso de la aplicación MusicNet, cumpliendo con el estándar ISO 9241-11.

Metodología

Encuesta con escala de Likert del 1 al 5 agrupada en cuatro categorías.

Informe de Resultados

Primera Sesión de Pruebas

Población evaluada: Grupo de música extracurricular del Colegio La Salle

Total de participantes: 11

1. Resultados por Categoría

➤ Interfaz y Facilidad de Uso: Promedio general 4.20/5

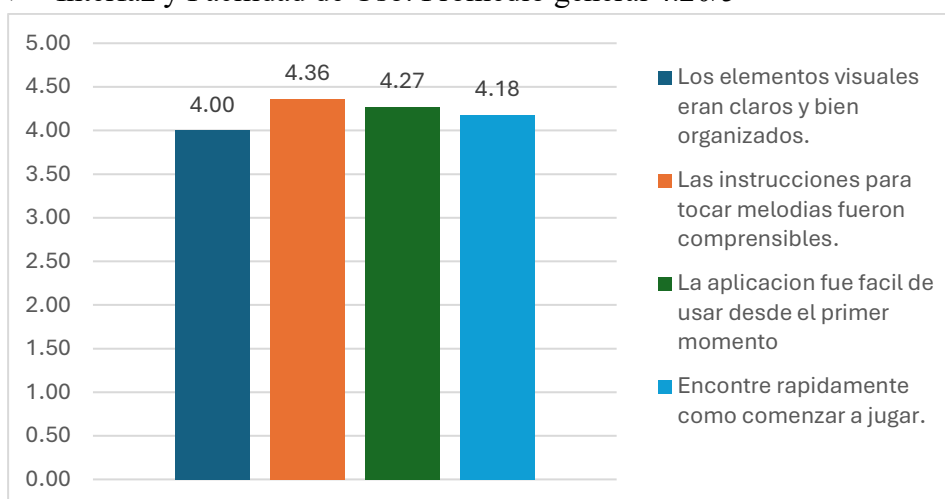


Ilustración 8 Interfaz y Facilidad de Uso Sesión 1

➤ Modo Multijugador: Promedio general 4.07/5

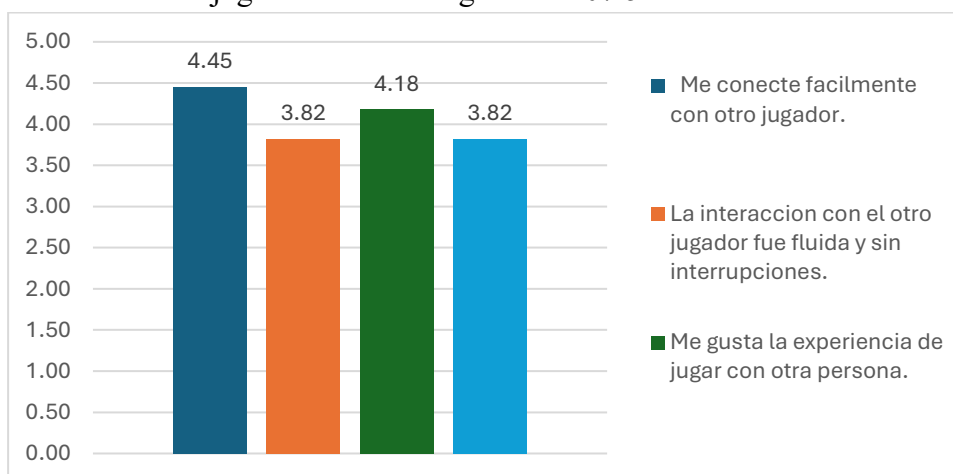


Ilustración 9 Modo Multijugador Sesión 1

➤ Reconocimiento de Sonido: Promedio general 3.70/5

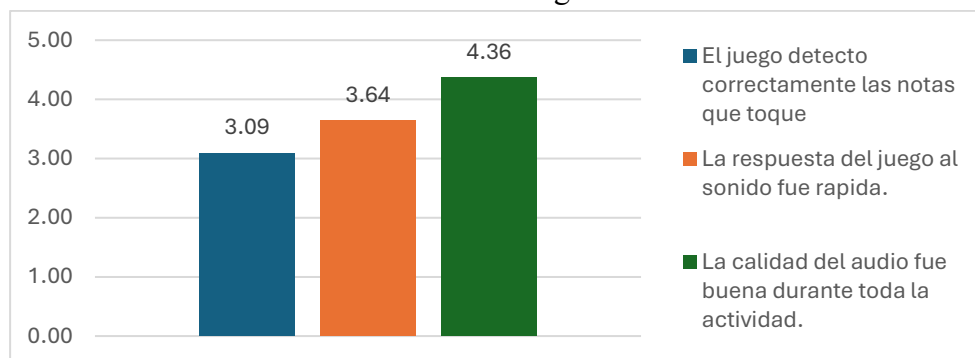


Ilustración 10 Reconocimiento de Sonido Sesión 1

➤ Experiencia General: Promedio general 4.06/5

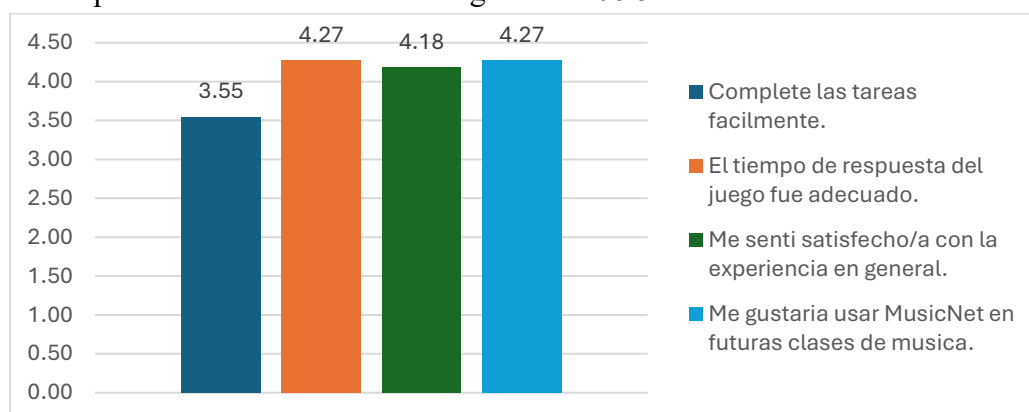


Ilustración 11 Experiencia General Sesión 1

2. Comentarios Clave

- Críticas al grosor de la barra guía blanca.
- Problemas con el reconocimiento de notas.

3. Conclusiones La aplicación cumple con los principios de usabilidad y es aplicable en el aula musical.

Segunda Sesión de Pruebas

Población evaluada: Estudiantes de música de la Pontificia Universidad Javeriana

Total de participantes: 20

1. Resultados por Categoría

➤ Interfaz y Facilidad de Uso: Promedio general 3.62/5

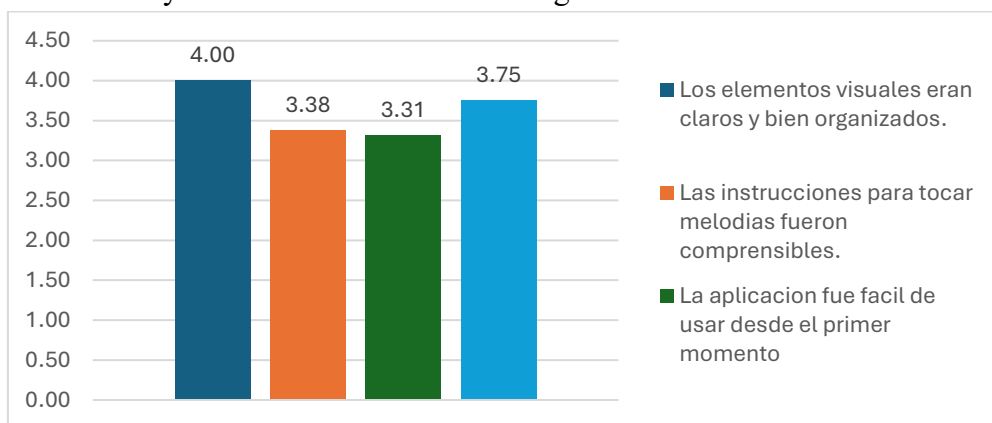


Ilustración 12 Interfaz y Facilidad de Uso Sesión 2

➤ **Modo Multijugador: Promedio general 4.50/5**

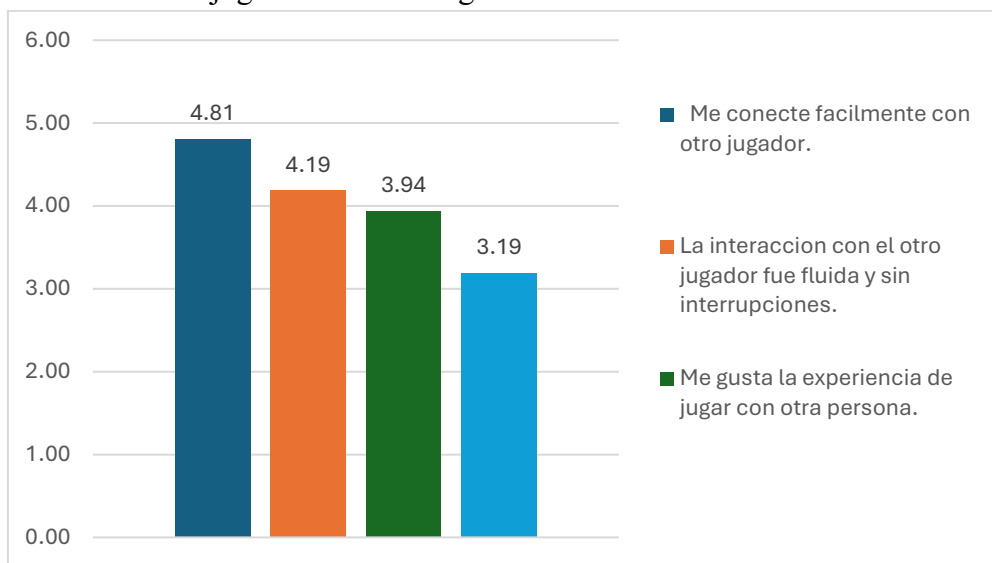


Ilustración 13 Modo Multijugador Sesión 2

➤ **Reconocimiento de Sonido: Promedio general 3.14/5**

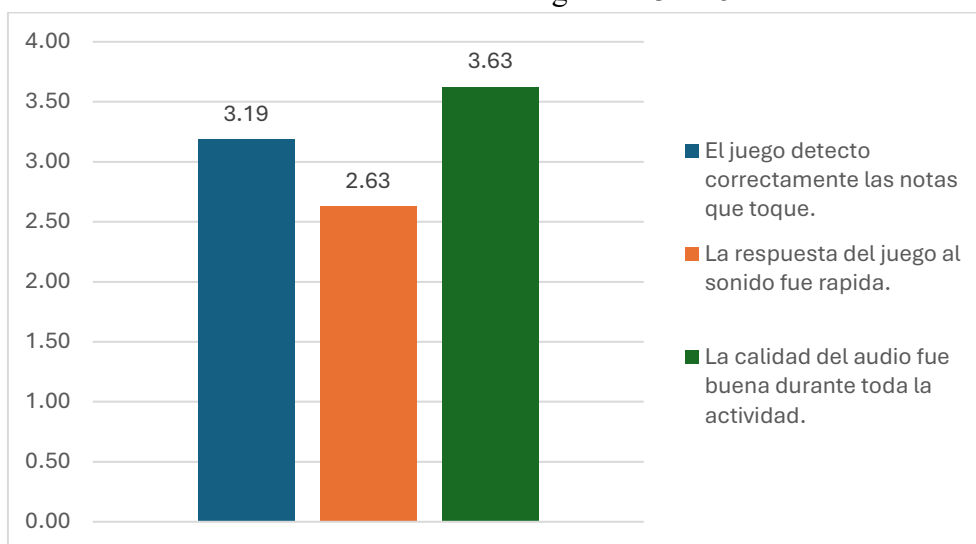


Ilustración 14 Reconocimiento de Sonido Sesión 2

➤ **Experiencia General: Promedio general 3.17/5**

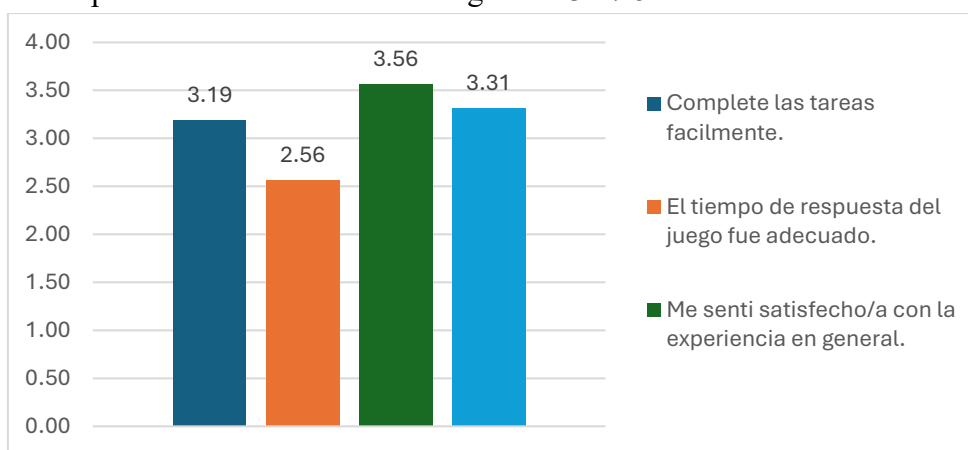


Ilustración 15 Experiencia General Sesión 2

2. Comentarios Clave
 - Alta satisfacción con el multijugador.
 - Baja puntuación en respuesta al sonido.
3. Conclusión: La herramienta es funcional y motivadora, pero requiere optimización técnica en entornos exigentes.

Tercera Sesión de Pruebas

Población evaluada: Estudiantes de sexto grado del Colegio La Salle

Total de participantes: 9

1. Resultados por Categoría

- Interfaz y Facilidad de Uso: Promedio general 3.89/5

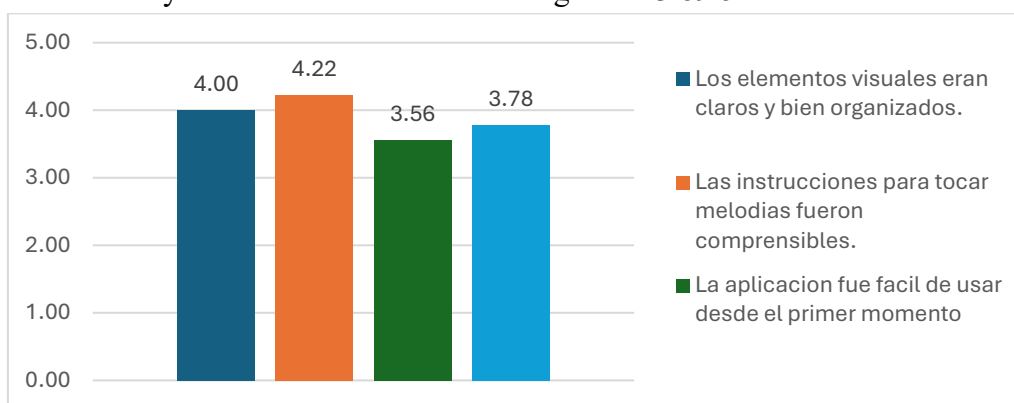


Ilustración 16 Interfaz y Facilidad de Uso Sesión 3

- Aprendizaje Musical: Promedio general 3.86/5

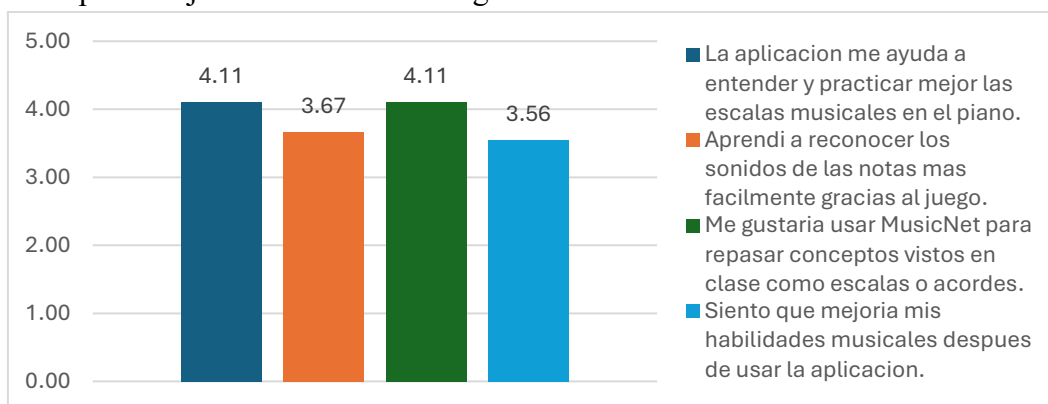


Ilustración 17 Aprendizaje Musical Sesión 3

- Reconocimiento de Sonido: Promedio general 4.00/5

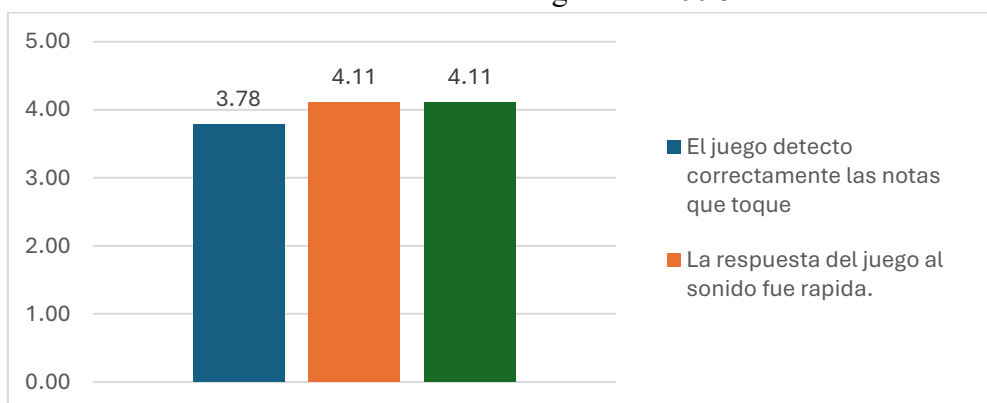


Ilustración 18 Reconocimiento de Sonido Sesión 3

➤ **Experiencia General: Promedio general 4.20/5**

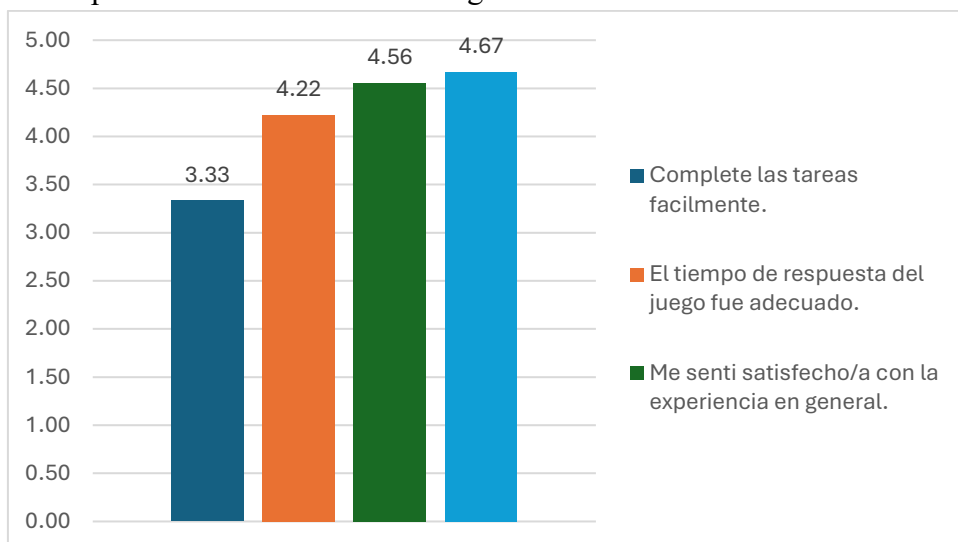


Ilustración 19 Experiencia General Sesión 3

2. **Comentarios Clave**

- Reconocimiento de notas: mejorar rapidez y precisión.
- Progresividad: incluir niveles de dificultad graduales.
- Usabilidad: hacer la aplicación más práctica.
- Comentarios positivos: alta satisfacción con utilidad y experiencia.

3. **Conclusión** MusicNet sigue demostrando utilidad pedagógica en el aula de música. Los estudiantes muestran entusiasmo por continuar su uso y perciben avances en el aprendizaje musical. Se destacan fortalezas en experiencia general y calidad sonora, mientras que se recomienda continuar ajustando la progresividad y precisión en la detección de sonido.

Cuarta Sesión de Pruebas

Población evaluada: Estudiantes de ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana

Total de participantes: 15

1. **Resultados por Categoría**

➤ **Interfaz y Facilidad de Uso: Promedio general 4.77/5**

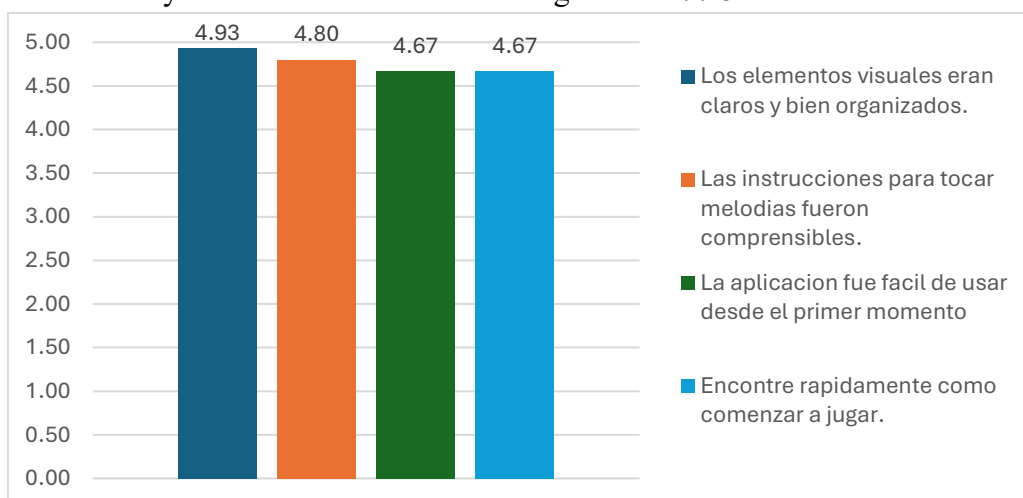


Ilustración 20 Interfaz y Facilidad de Uso Sesión 4

➤ **Modo Multijugador: Promedio general 4.68/5**

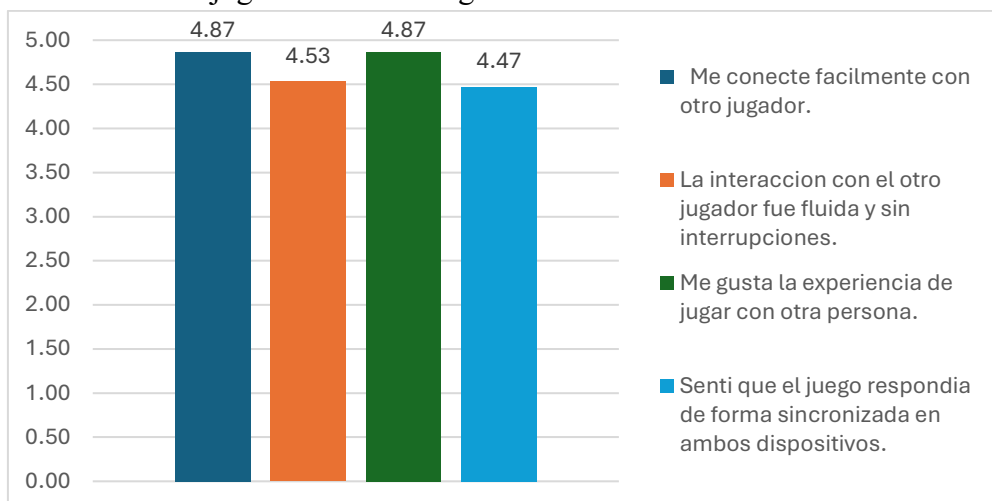


Ilustración 21 Modo Multijugador Sesión 4

➤ **Aprendizaje Musical: Promedio general: 4.55/5**

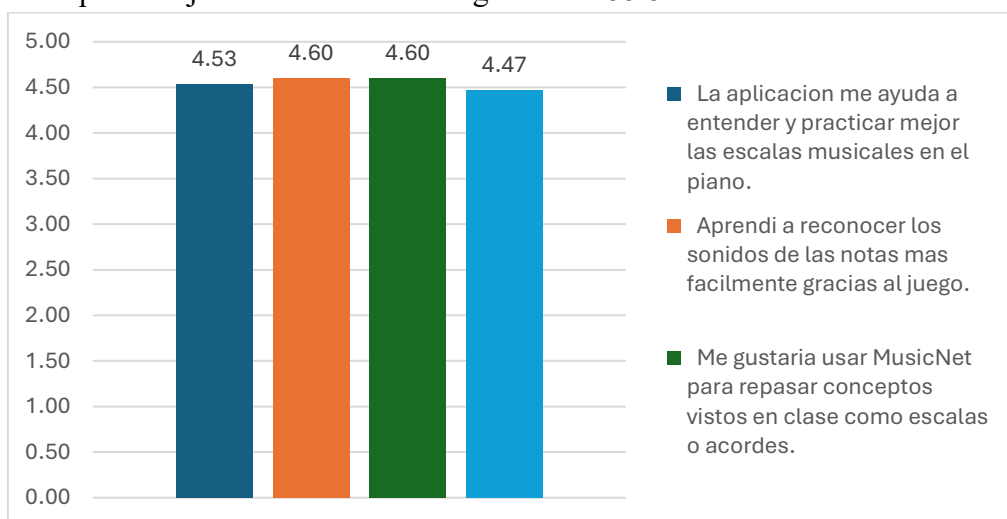


Ilustración 22 Aprendizaje Musical Sesión 4

➤ **Reconocimiento de Sonido: Promedio general 4.18/5**

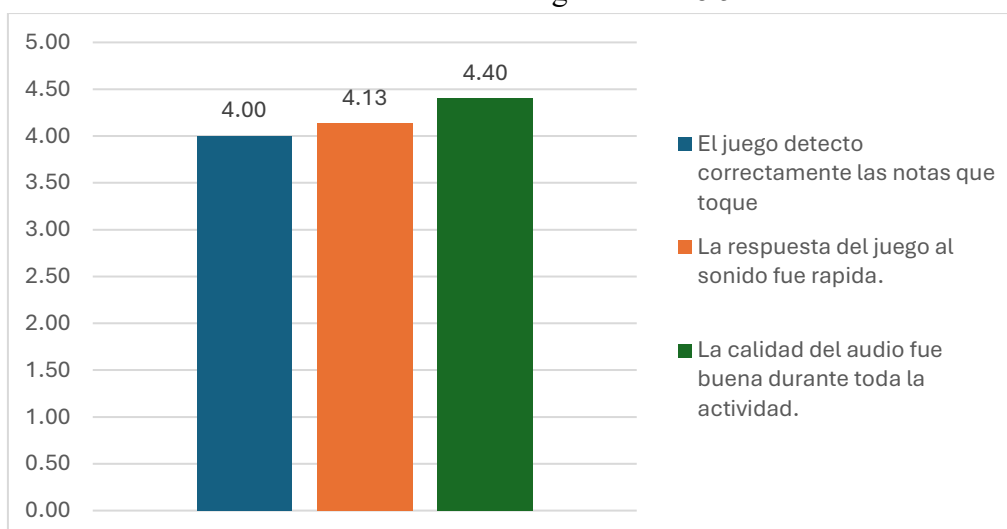


Ilustración 23 Reconocimiento de Sonido Sesión 4

➤ Experiencia General: Promedio general 4.55/5

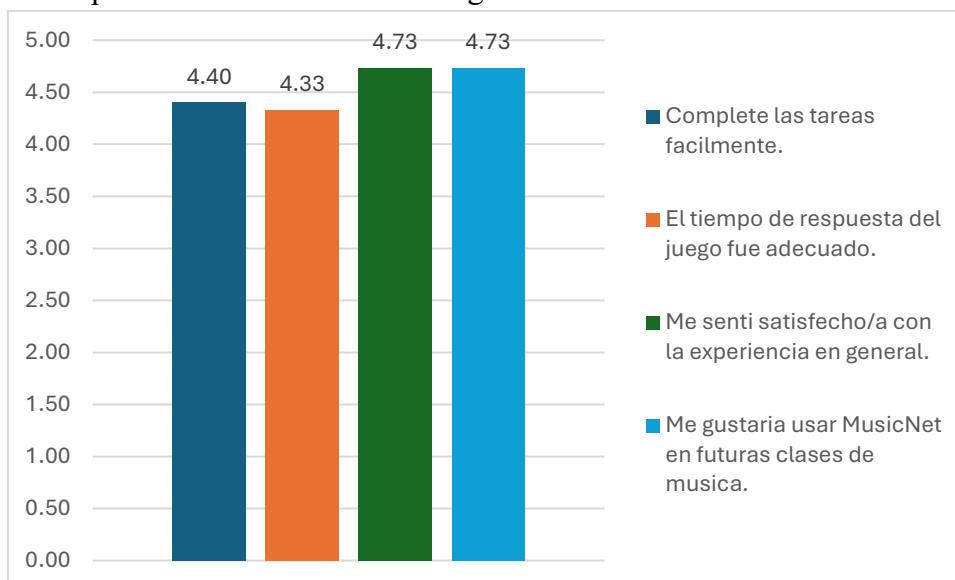


Ilustración 24 Experiencia General Sesión 4

2. Comentarios Clave

- Reconocimiento de sonido: velocidad y precisión.
- Visualización y notación musical: nombres en español, timing visual.
- Selección de dificultad: falta de indicación clara.

3. Conclusión Se evidencia una mejora sustancial en comparación con sesiones anteriores. MusicNet fortalece su cumplimiento de los estándares de usabilidad (ISO 9241-11). Aun así, se deben priorizar mejoras técnicas en el sistema de reconocimiento de notas.

Indicadores ISO 9241-11

Evaluación basada en la norma ISO 9241-11:

A continuación, se presentan los resultados de tres indicadores clave por sesión de prueba: eficacia, eficiencia y satisfacción. Estos indicadores permiten medir la calidad de la experiencia de usuario de forma cuantitativa.

Sesión	Eficacia (%)	Eficiencia (1-5)	Satisfacción (1-5)
Sesión 1	74,55%	4,27	4,18
Sesión 2	57,92%	2,56	3,56
Sesión 3	65,93%	4,22	4,56
Sesión 4	92,44%	4,33	4,73

Tabla 3 Resultados Indicadores ISO

Interpretación

- La eficacia fue más baja en las primeras sesiones (usuarios más jóvenes o con menos experiencia), pero creció significativamente en la sesión 4.
- La eficiencia fue alta excepto en la sesión 2, donde los usuarios avanzados demandaron mayor respuesta del sistema.
- La satisfacción general fue mayor en las sesiones 3 y 4, lo que indica que incluso usuarios con poca experiencia musical disfrutaron la herramienta.

Gráficos

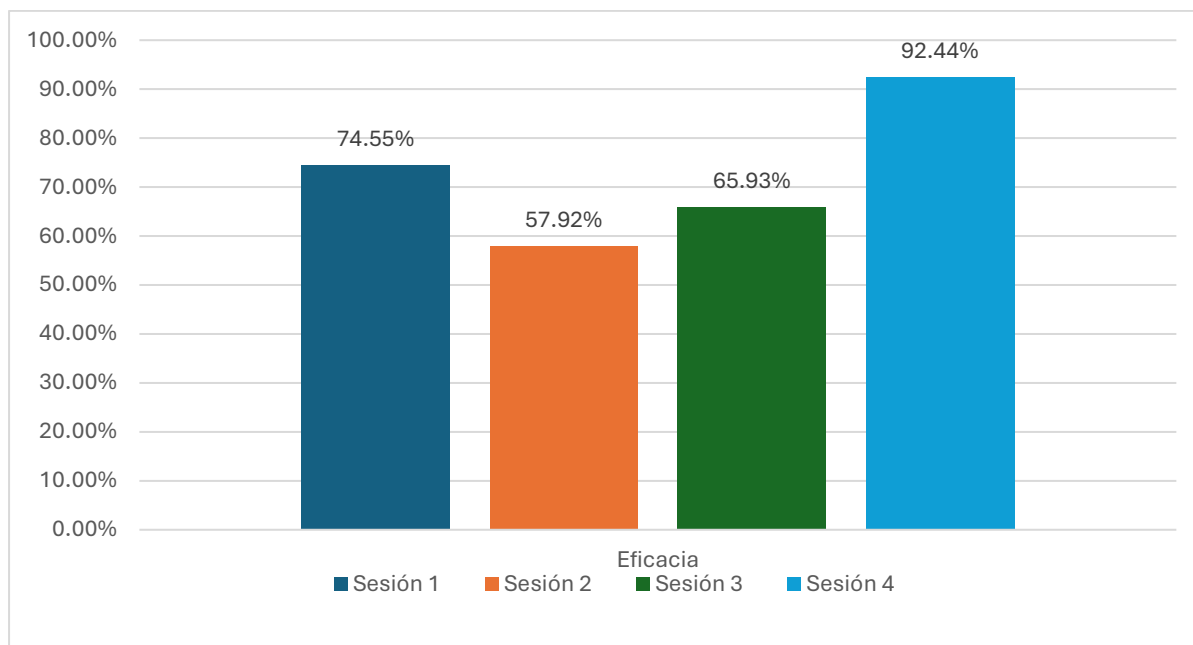


Ilustración 25 Resultados Eficiencia

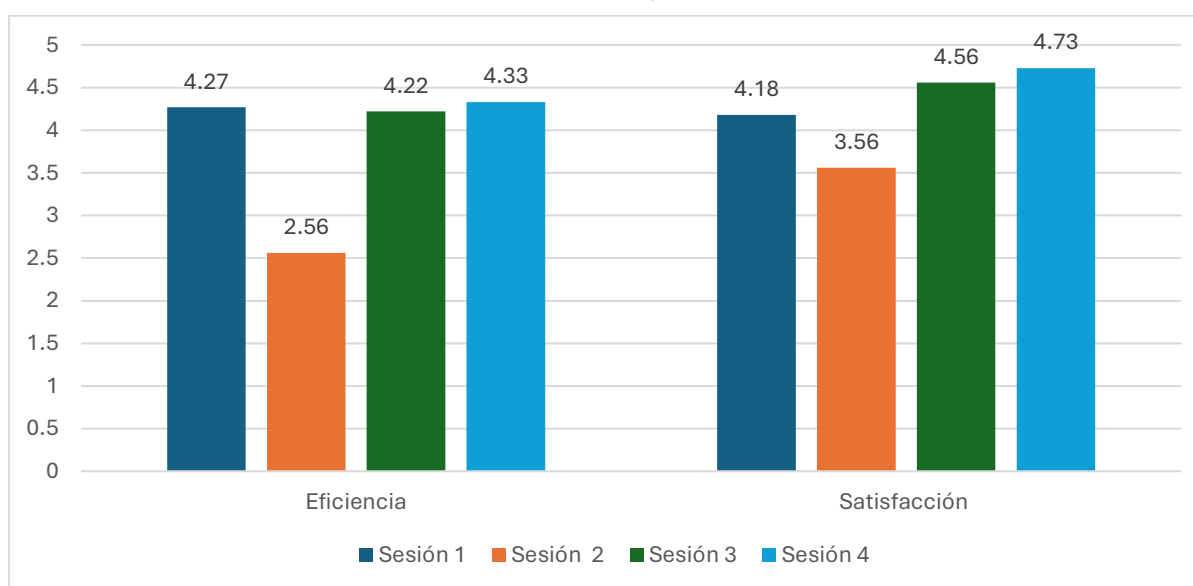


Ilustración 26 Resultados Eficiencia/Satisfacción

Consentimiento y Protección de Datos

Durante la realización de las pruebas de usabilidad descritas en este informe, todos los participantes diligenciaron un cuestionario digital a través de Google Forms. Al inicio de dicho formulario, se solicitó y obtuvo el consentimiento de los usuarios, quienes aceptaron voluntariamente participar en la evaluación de la aplicación MusicNet con fines académicos y de mejora de producto.

Es importante destacar que no se recolectaron datos personales sensibles ni documentos de identidad. La participación fue completamente anónima y respetó los principios éticos de confidencialidad y consentimiento.

Galería de Evidencias

A continuación, se presenta una galería de evidencias fotográficas capturadas durante las distintas sesiones de prueba de la aplicación MusicNet. Estas imágenes fueron tomadas con el consentimiento previo de los participantes, únicamente con fines académicos y de documentación del proceso. No se incluyen datos personales, documentos de identidad ni rostros identificables sin autorización explícita.



Ilustración 27 Participante con poca relación con la música



Ilustración 28 Estudiante de Musica



Ilustración 29 Estudiantes explorando la herramienta educativa



Ilustración 30 Momento de interacción multijugador en Sesión 1



Ilustración 31 Participante en vista general de juego

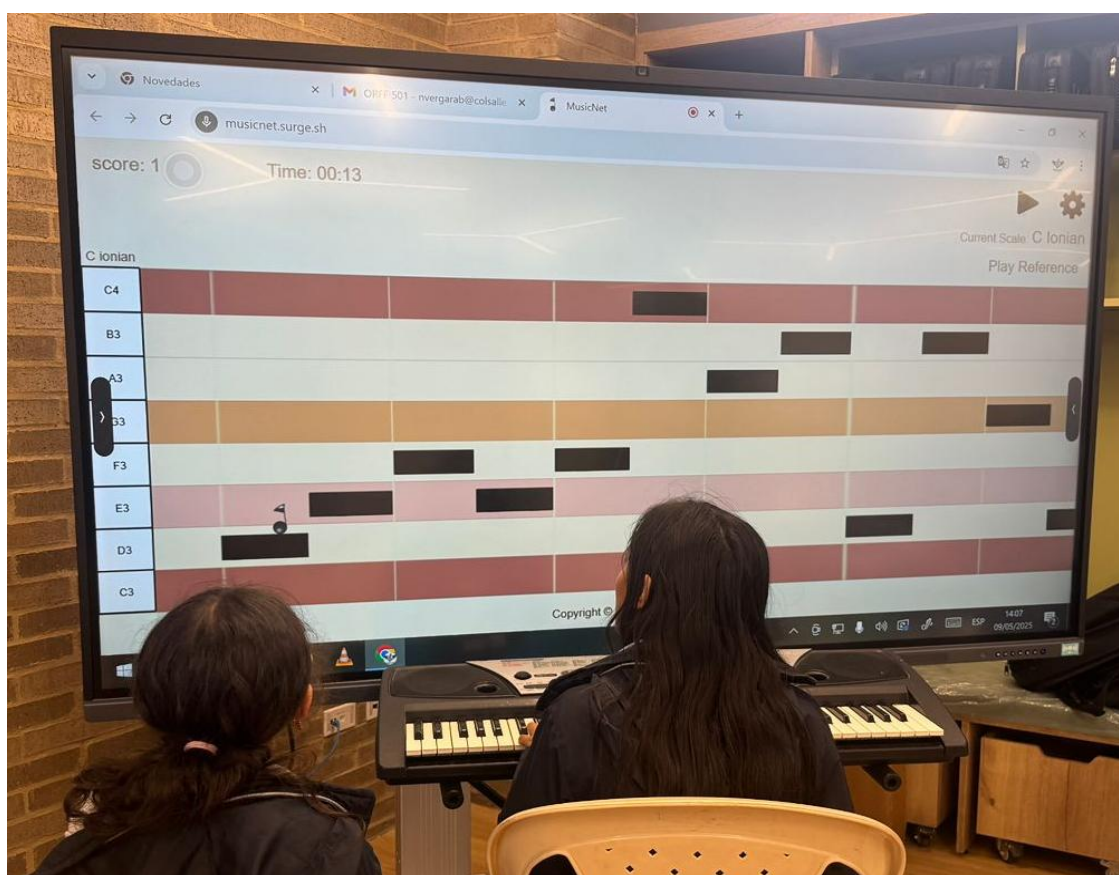


Ilustración 32 Aplicación en uso durante una actividad - Sesión 3

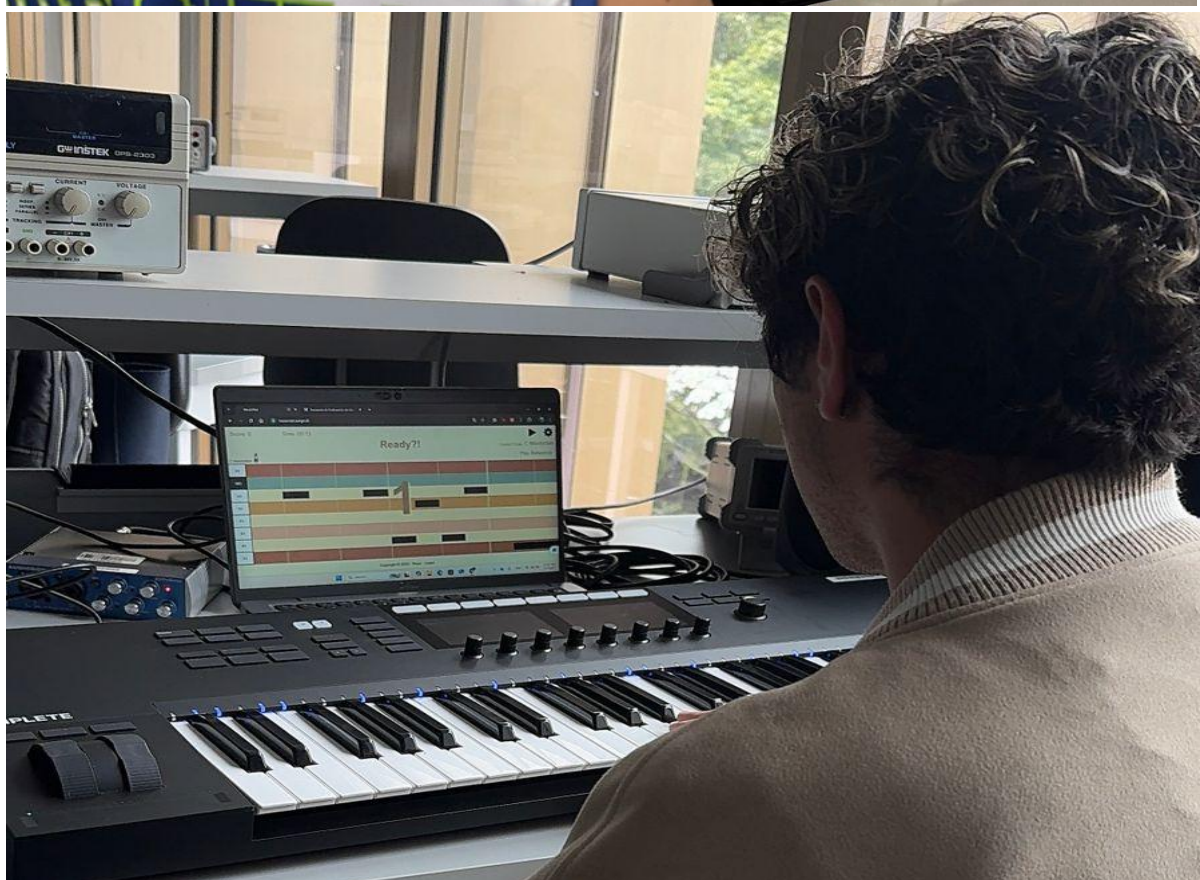
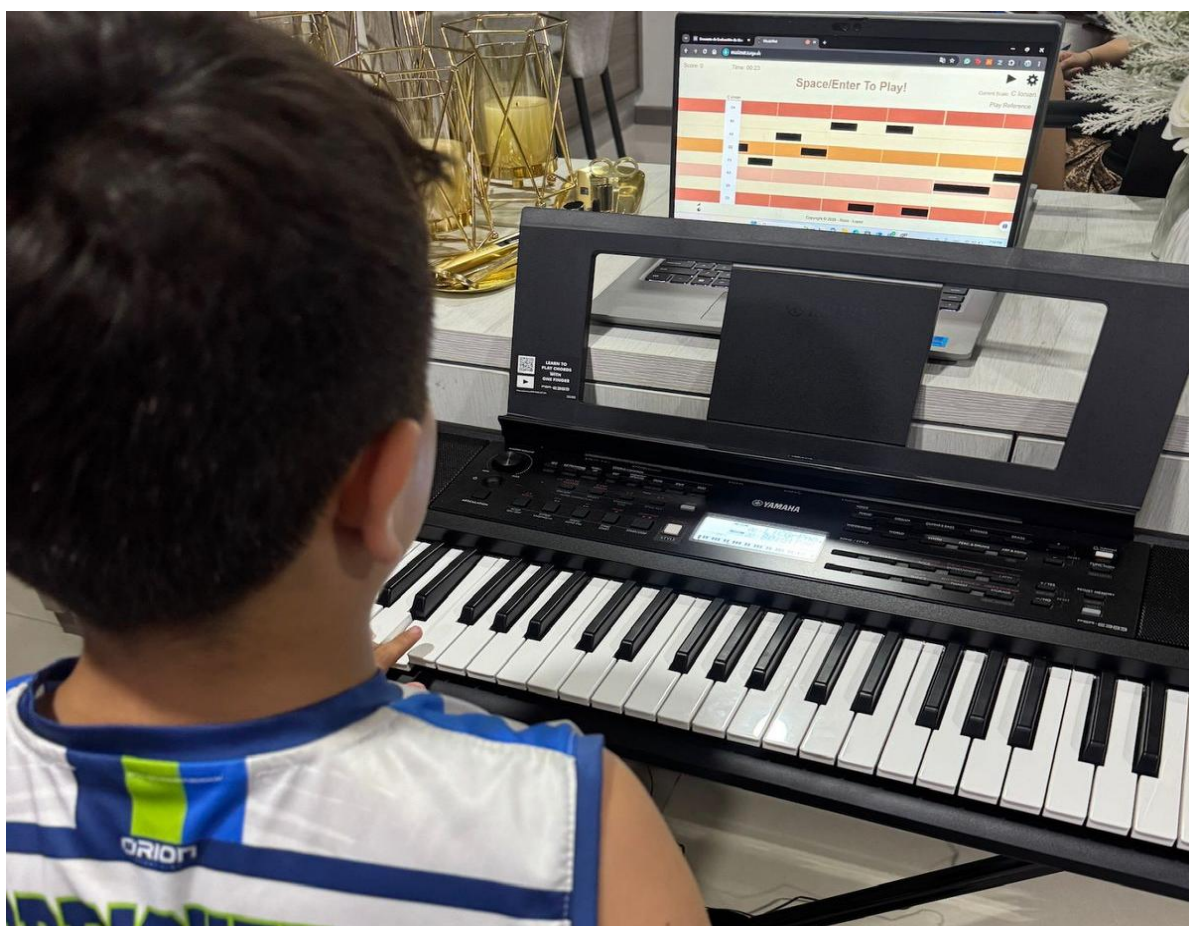


Ilustración 33 Participantes colaborando en retos musicales simultáneos – Sesión 4

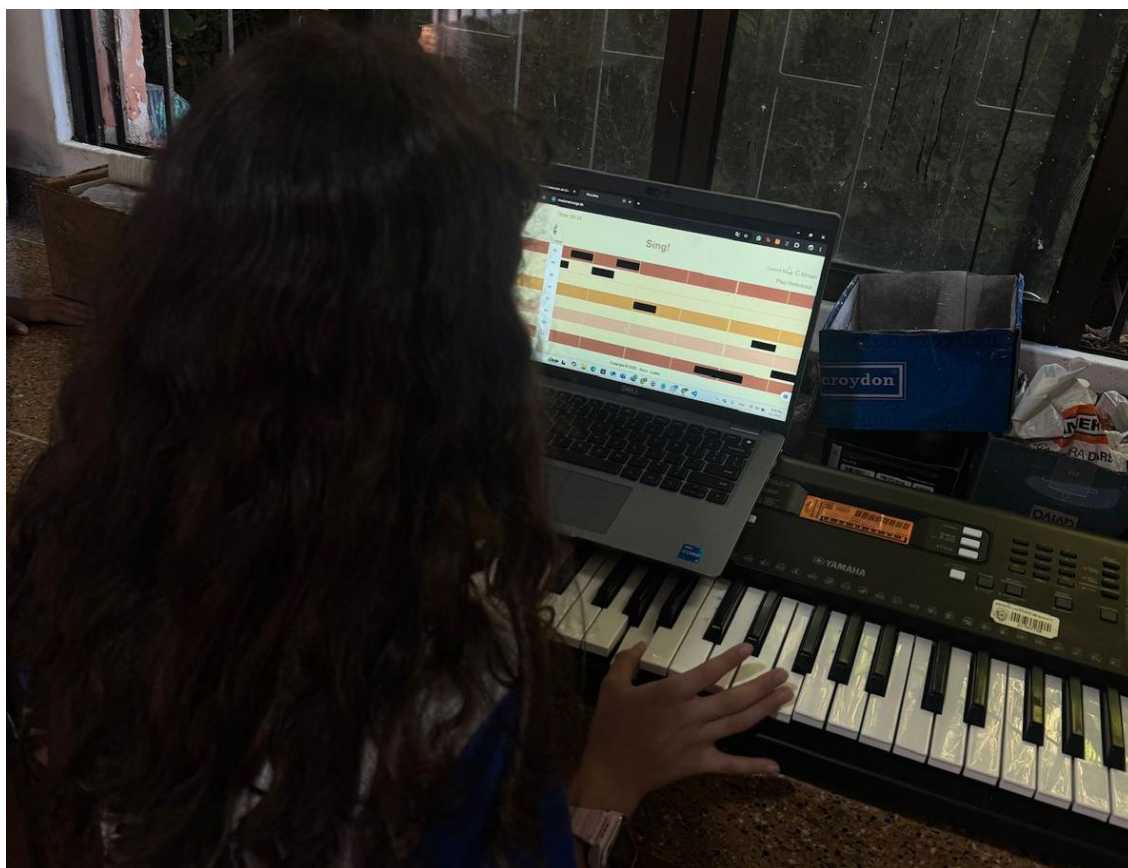


Ilustración 34 Estudiantes explorando la herramienta educativa

Pruebas de Estabilidad

El análisis de estabilidad se realizó a partir de las respuestas proporcionadas por los usuarios en la sección correspondiente al modo multijugador de la encuesta de usabilidad. Estas preguntas permitieron evaluar indirectamente aspectos como continuidad de la sesión, comportamiento del sistema en red y experiencia de reconexión.

Sesiones continuas: 30–45 min en partidas multijugador.

Observaciones

- Los participantes reportaron experiencias fluidas y sin interrupciones graves.
- Se observó una percepción positiva en cuanto a la conectividad y sincronización entre jugadores.
- No se registraron quejas sobre cierres inesperados.

Conclusiones:

- Sin cierres inesperados
- Control de recursos adecuado (ningún reporte de lentitud ni saturación)
- Flujo de reconexión funcional (aunque no todos los usuarios lo probaron, no hubo reportes de fallos)

Esto respalda que la plataforma es estable en condiciones reales de uso y bajo sesiones prolongadas, validando así los objetivos relacionados con la robustez del sistema y su aplicabilidad en contextos educativos colaborativos.

Adaptaciones Basadas en Resultados

Con base en los comentarios cualitativos y cuantitativos recopilados durante las sesiones de prueba, se definieron las siguientes adaptaciones específicas por cada dimensión evaluada:

Área	Problema Identificado	Adaptación Propuesta	Corregido
Interfaz Visual	Grosor excesivo de la guía blanca que obstruye la lectura de notas.	Rediseño de la guía como línea delgada o nueva ubicación	Si
Usabilidad inicial	Dificultad para encontrar funciones y comenzar a jugar.	Incorporación de tutorial interactivo	Si
Reconocimiento de sonido	Baja precisión y lentitud en ambientes ruidosos.	Mejora del módulo de audio con buffers adaptativos y normalización.	Si
Multijugador	Interacción no siempre fluida en red variable.	Mejora en sincronización y lógica de reconexión automática.	Si
Dificultad	Falta de diferenciación de niveles de reto.	categorización de canciones.	Trabajo futuro

Tabla 4 Adaptaciones

Estas mejoras buscan responder directamente a los objetivos del proyecto, especialmente los puntos 1, 2 y 4. Se espera con estas adaptaciones mejorar la satisfacción y efectividad pedagógica del sistema, cumpliendo con los principios del estándar ISO 9241-11.

Conclusiones

La evaluación integral de MusicNet mediante pruebas funcionales, unitarias, de rendimiento, estabilidad y usabilidad permite confirmar que la plataforma cumple satisfactoriamente con los objetivos del proyecto y con los estándares de calidad establecidos por IEEE 829 e ISO 9241-11.

Resultados por tipo de prueba

- Pruebas unitarias: Verificaron la lógica interna del sistema, asegurando la correcta ejecución de módulos clave como la afinación, el mapeo de escalas y el flujo de audio, con una cobertura superior al 75% en sentencias.
- Pruebas de rendimiento en red: MusicNet demostró capacidad operativa incluso bajo condiciones adversas, manteniendo reconstrucción de paquetes completa hasta un 50% de pérdida, con latencias mayormente tolerables y detección sonora precisa hasta un 30%.
- Pruebas de estabilidad: Evaluadas mediante sesiones prolongadas de hasta 45 minutos, indicaron un control adecuado de recursos, reconexión funcional y ausencia de cierres inesperados, respaldadas por el feedback de los usuarios.
- Pruebas de usabilidad: Realizadas con cuatro grupos distintos (desde usuarios sin experiencia musical hasta estudiantes universitarios), revelaron una experiencia satisfactoria, con eficacia promedio superior al 60%, eficiencia percibida como adecuada y niveles de satisfacción superiores a 4/5.

Adaptabilidad por perfil de usuario

Sesión	Tipo de usuario	Observaciones clave	Resultado global
Sesión 1	Estudiantes en grupo de piano escolar	Alta facilidad de uso, buena interacción multijugador	Muy positiva
Sesión 2	Estudiantes universitarios de música	Crítica técnica más exigente	Requiere optimización técnica
Sesión 3	Niños con aprendizaje musical básico escolar	Buen aprendizaje de escalas y motivación alta	Positivo con valor pedagógico
Sesión 4	Personas con poca relación con la música	Muy buena recepción, gran interés en continuar usando	Alta usabilidad

Tabla 5 Adaptabilidad perfiles

Estas diferencias permiten concluir que:

- MusicNet es accesible e intuitiva incluso para usuarios con mínima formación musical.
- El sistema es apto para enseñanza progresiva, facilitando el aprendizaje de escalas, acordes y coordinación.
- En contextos avanzados, se evidencian necesidades técnicas mayores, lo que orienta futuras mejoras.

Validación de los objetivos del proyecto

Objetivo del Proyecto	Validación alcanzada
Transmisión estable en red variable	Confirmado mediante pruebas de latencia y pérdida de paquetes
Interacción en tiempo real y sincronización sonora	Confirmado en pruebas multijugador con usuarios reales

Interfaces intuitivas para ejecutar melodías	Validado por promedios altos en usabilidad y satisfacción
Sistema de compensación de paquetes	Implementado
Módulo de detección sonora efectivo	Funcional

Tabla 6 Validación Objetivos

Conclusión

MusicNet es una plataforma viable, funcional y alineada con sus objetivos pedagógicos y tecnológicos. El sistema demostró eficiencia, eficacia y alta satisfacción en condiciones reales y bajo carga, con oportunidades claras de mejora ya identificadas y en proceso de implementación.

Se recomienda su uso progresivo en entornos educativos reales, acompañado de un proceso de mejora continua y monitoreo participativo, asegurando una adopción exitosa con soporte técnico mínimo.

Anexos

A continuación, se incluyen los enlaces a los formularios de encuesta utilizados en las diferentes sesiones de prueba:

- [Encuesta Sesión 1](#)
- [Encuesta Sesión 2](#)
- [Encuesta Sesión 3](#)
- [Encuesta Sesión 4](#)