



Vol. 3 N.º 9 / Guayaquil  
mayo 2024  
ISSN 2953-657x

# Implementación de una aplicación *software* para la emulación de una consola mezcladora de audio como herramienta de aprendizaje significativo

Semillero Salud, Discapacidad e Ingeniería  
Grupo de Investigación en Acústica Aplicada  
Facultad de Ingeniería Universidad de San Buenaventura  
Bogotá, Colombia

**Michael Javier Acevedo Cutta**  
Estudiante en el programa de Ingeniería de Sonido  
[mjacevedoc@academia.usbbog.edu.co](mailto:mjacevedoc@academia.usbbog.edu.co)

**Josué Felipe Ordóñez Castro**  
Estudiante en el programa de Ingeniería de Sonido  
[jfordonezc@academia.usbbog.edu.co](mailto:jfordonezc@academia.usbbog.edu.co)

**Juan Diego Prieto Pedraza**  
Estudiante en el programa de Ingeniería de Sonido  
[jprietop@academia.usbbog.edu.co](mailto:jprietop@academia.usbbog.edu.co)

**Daniel Leonardo Layton Rodríguez**  
Estudiante en el programa de Ingeniería de Sonido  
[dlaytonr@academia.usbbog.edu.co](mailto:dlaytonr@academia.usbbog.edu.co)

**Eric Julián Rodríguez Babativa**  
Estudiante en el programa de Ingeniería de Sonido  
[ejrodriguezb@academia.usbbog.edu.co](mailto:ejrodriguezb@academia.usbbog.edu.co)

**Daniel Jara-Hurtado**  
Tutor del proyecto, docente en el programa de Ingeniería de Sonido  
[jjara@unal.edu.co](mailto:jjara@unal.edu.co) - [jjara@usbbog.edu.co](mailto:jjara@usbbog.edu.co)

## Resumen

A raíz de la pandemia producto de la COVID-19, la educación tradicional se vio en la obligación de adoptar alternativas para continuar la formación de estudiantes. En el caso universitario, las clases con componentes prácticos debieron ser reestructuradas implementando herramientas digitales. Dados los cambios del modelo educativo y el continuo desarrollo de soluciones digitales, así como la necesidad de capacitar a quienes inician su proceso formativo en ingeniería de Sonido, es necesario desarrollar herramientas o métodos de enseñanza que tengan en cuenta las condiciones del aprendizaje. Por lo tanto, se propone la construcción de una aplicación software que emula una consola mezcladora de audio existente en el mercado, con sus componentes básicos por canal, efectos y suma de señales, como instrumento de enseñanza de audio en estudiantes del programa de ingeniería de Sonido de la Universidad de San Buenaventura. Al implementar y validar este material de apoyo, se llegará a una herramienta de aprendizaje significativo que se utilizará como recurso en semestres iniciales del programa y como plan de contingencia ante circunstancias que afecten el desarrollo de las clases prácticas, de modo que al manipular una consola real los estudiantes estén en la capacidad de operarla adecuadamente.

**Palabras clave:** Educación en ingeniería, enseñanza, sistemas de audio, programación de audio.

## Abstract

As a result of the COVID-19 pandemic, traditional education was forced to adopt alternatives to continue students' education. Specifically, in the case of universities, classes with practical components had to be restructured by implementing digital tools. Given the changes in the educational model and the continuous development of digital solutions, as well as the need to train those starting their educational process in Sound Engineering, it is necessary to develop tools or teaching methods that consider the learning conditions. Therefore, the construction of a software application that emulates an audio mixing console available in the market is proposed. This application will include its basic components per channel, effects, and signal summation, serving as a teaching instrument for audio in students enrolled in the Sound Engineering program at the University of San Buenaventura. By implementing and validating this supportive material, a meaningful learning tool will be created, which will be used as a resource during the initial semesters of the program and as a contingency plan in case circumstances affect the development of practical classes. Consequently, students will be capable of operating a real console properly by manipulating the simulated application.

**Keywords:** Engineering education, teaching, audio systems, audio coding.

## 1. Introducción

El proceso de desarrollo de nuevas tecnologías ligadas al aprendizaje moderno ha sido evidente, y es necesario comprender que este es un factor clave en la enseñanza del siglo XXI.<sup>1</sup> Reconocer las fortalezas de los estudiantes que ingresan a un pregrado de universidad permite identificar sus capacidades. Además, tener en cuenta que las tecnologías de información y comunicación (TIC) se han convertido en una herramienta de uso cotidiano ayuda a mejorar significativamente los procesos de aprendizaje de las comunidades estudiantiles. Es claro que los jóvenes de hoy poseen las aptitudes y conocimientos que les posibilitan una destreza evidente en el uso de herramientas tecnológicas.<sup>2</sup> Ahora bien, así como se menciona que las herramientas asistidas por tecnología son de gran utilidad en la academia, también se debe considerar que para ello estos materiales necesitan ser enseñados de manera eficiente. Las estrategias de aprendizaje significativo pretenden, entre otras cosas, apelar a la motivación del estudiante para promover los procesos de apropiación del conocimiento.<sup>3</sup> A partir de la idea anterior, se considera que el aspecto de la motivación es un factor de gran potencial para el correcto acoplamiento de los estudiantes con las herramientas que usan durante su proceso de formación.<sup>4</sup>

1 Luz Estela Gómez-Vahos, Luz Enid Muriel-Muñoz y David Alberto Londoño Vásquez, «El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC», *Encuentros*, vol. 17, n.º 2 (2019).

2 Jesús Alberto Fuenmayor, «Características de la educación en el siglo XXI», Jesús Alberto Fuenmayor, 24 de septiembre de 2020, <https://jesusfuenmayor.com/2020/09/24/caracteristicas-de-la-educacion-en-el-siglo-xxi/>

3 **Falta fuente: (Colby, 2017). También falta agregar en la bibliografía.**

4 Alexis Morffe, «Las TIC como herramientas mediadoras del aprendizaje significativo en el pregrado: una experiencia con aplicaciones telemáticas gratuitas», *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, vol. 11, n.º 1, (2010): 200-219.

En otra línea, la transición hacia la universidad conlleva un proceso de transformaciones biológicas, psicológicas y comportamentales.<sup>5</sup> Crear un ambiente apto para el estudiante permite cumplir ciertas condiciones elementales para el aprendizaje, entre ellas están la motivación, la práctica, la seguridad psicológica, la experimentación, la retroalimentación y la integración.<sup>6</sup>

Por otra parte, desde el ámbito pedagógico, con el propósito de empezar a focalizar todos los procesos de enseñanza a los estilos más comunes, es crucial identificar los tipos de aprendizajes que manifiesta el estudiantado. En contexto, para el caso de los estudiantes de nuevo ingreso al programa de ingeniería de Sonido de la Universidad de San Buenaventura, aunque no es requisito, sí es de gran utilidad tener conocimientos sobre las herramientas básicas que se usan diariamente en el mundo del audio, de acuerdo con la experiencia de los autores de este artículo.

Uno de los conocimientos comunes que no solo facilitan el avance, sino que son elementos transversales dentro de la malla curricular (ingeniería de Sonido, Universidad de San Buenaventura, 2013), es la operación de consolas mezcladoras de audio. En la línea de producción musical del programa, la etapa en la que se comienzan a usar esas herramientas inicia en cuarto semestre, por lo que hay una brecha temporal de año y medio, además de que en aquel lapso la mayoría de las materias corresponden al componente de ciencias básicas (Física y Cálculos). Esto puede presentar consecuencias como la falta de motivación y la pérdida del interés. Asimismo, es posible percibir que el desarrollo de herramientas relacio-

5 Viviana Rodríguez Caicedo, Ana Ximena Fajardo, «La Llegada a la Universidad: un Desafío de Adapta-ción», *Revista Universitaria. Docencia, Investigación, Innovación*, vol. 2, n.º 1 (2013): 90-104.

6 José Manuel Sáenz López, *Estilos de aprendizaje y métodos de enseñanza* (Editorial UNED, 2018).

nadas con audio apoyadas con elementos tecnológicos tiene un efecto de aprendizaje significativo.<sup>7</sup>

De ese modo, se evidencia la necesidad de crear una estrategia educativa basada en una consola mezcladora, que permita al estudiante tener un acercamiento inicial al mundo del audio y temas afines como el flujo de señal. Esta consola podría fortalecer y dar una primera aproximación a los conocimientos que serán requeridos en el futuro de su carrera académica y laboral, por medio de aprendizaje mejorado por tecnología, activo y significativo.

## 2. Parte técnica

En el presente proyecto se ha propuesto la emulación de una consola mezcladora de audio con base en una existente en el mercado —la Yamaha MG10XU—, lo que se explica en la primera parte de la metodología que acompaña este documento. Luego, se plantea el proceso que se ha seguido para la evaluación del emulador. Se continúa con un análisis de estos resultados, revisando cada respuesta de las personas evaluadas.

### 2.1. Mezcladora

Haciendo uso de herramientas de programación, se hace la emulación de la consola Yamaha MG10XU sobre el lenguaje Python, implementando la librería pyo para procesamiento de señales de audio en tiempo real. Se utilizan los siguientes métodos:

- Lectura y reproducción de un archivo de audio

<sup>7</sup> Samuel Z. Fisher, «Signal Flow Training with Virtual Simulations as a Co-Curricular Tool» (conferencia International Audio Education, Audio Engineering Society, julio 22–24 de 2021).

Ashell Fox, Jiayue Cecilia Wu «Teaching Modular Synth & Sound Design Online During COVID-19: Maximizing Learning Outcomes Through Open-source Software and Student-centered Pedagogy» (Conferencia n.º 151, Audio Engineering Society, octubre de 2021).

- Procesos de frecuencia sobre una señal
- Procesos dinámicos
- Procesos de tiempo sobre un audio



Imagen 1: Yamaha MG10XU. Fuente: Yamaha.

Se propone la emulación de la consola Yamaha MG10XU (Imagen 1), para ello, se dividió el desarrollo del aplicativo en tres secciones:

- Sección del Channel Strip
- Sección de Efectos
- Sección Master

A modo de referencia, el resultado final se ve de esta manera:

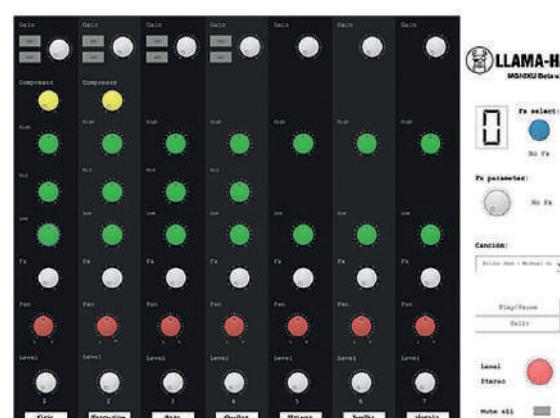


Imagen 2: simulación Llama-ha MG10XU Beta versión 2.

Dentro de cada etapa se encuentran los distintos elementos (controles, diales y botones) que componen a cada sección del aplicativo construido. Sin embargo, antes de explicar las funcionalidades de la Llama-ha MG10XU Beta versión 2 —se ha hecho una adaptación al nombre— es necesario conocer los aspectos técnicos que la componen.

### 2.1.1. Aspectos técnicos

A continuación, se presenta una breve explicación del proceso de implementación de la Llama-ha Beta versión 2.

#### 2.1.1.1. Interfaz gráfica

Para el diseño de la interfaz gráfica, se usaron dos herramientas:

- Qt designer: permite el desarrollo al momento de crear aplicaciones gráficas, además, ofrece el uso de *widgets* (elementos gráficos). Esta aplicación permite desarrollar una interfaz gráfica (con diales y botones) que se asemeja a la consola Yamaha MG10XU.
- La librería PyQt5: permite unir el trabajo desarrollado en QtDesigner con el código en Python, que, a su vez, permite manipular todos los parámetros de audio controlados por la interfaz gráfica.

#### 2.1.1.2. Software

El programa en su totalidad fue desarrollado en el lenguaje de programación de Python y se usa la librería pyo que permite el procesamiento de audio. Ahora, es necesario mencionar que esta librería es un conjunto de funciones o recursos que permiten resolver tareas en un menor tiempo y en un

menor código.<sup>8</sup> La librería de pyo permite procesar audio en tiempo real, aunque realmente tiene un tiempo tan corto de procesamiento de las señales que hace imperceptible ese retraso. El desarrollo de código se hizo bajo el paradigma de programación orientada a objetos (POO) que posibilita la reutilización de código y una óptima organización. Del mismo modo, durante el planteamiento del proyecto se crearon las siguientes clases:

- Yamaha: permite localizar el archivo .ui de la interfaz, controlar todos los eventos de la interfaz gráfica y unir estos con los objetos de la clase Canal.
- Canal: permite manipular a través de diferentes métodos los parámetros de audio de cada canal de la interfaz —*gain*, compresión, *EQ*, *FX* (qué tanta señal que sale de la ecualización se envía como copia al efecto), pano, *level* y *master*—. Esta clase permitió crear los siete canales; cada objeto que se crea es de la clase canal.

Por otro lado, la librería pyo permitió, mediante las siguientes clases, la construcción de la Llama-ha MG10XU Beta versión 2.

- SfPlayer ( ): permite importar el audio y manejar el nivel de intensidad por medio de un multiplicador.
- Disto ( ): permite generar una distorsión digital en caso de que lo que el multiplicador determinó (anterior) esté cerca al límite.
- Biquad ( ): para el filtro pasa altos [HPF].
- Compress ( ): permite comprimir la señal.
- EQ( ): permite la ecualización del audio.

<sup>8</sup> Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública, «11 librerías para crear visualizaciones de datos», datos.gob.es, 3 de mayo de 2022, <https://datos.gob.es/es/blog/11-librerias-para-crear-visualizaciones-de-datos>

- Freeverb ( ): agrega el efecto de Reverb.
- Delay ( ) y SDelay ( ): retrasan la señal de audio.
- Chorus ( ): agrega ocho señales retrasadas y moduladas.<sup>9</sup>
- b. Mid
- c. Low (salida del canal)
- 6. Fx (envío de una copia de la señal).

En el caso que el usuario esté interesado en conocer más sobre esta librería, en el siguiente enlace puede encontrar toda la información necesaria: <https://acortar.link/LM16iZ>.

## 2.1.2. Funcionalidad

Con base en lo anterior, la funcionalidad de cada parte del aplicativo Llama-ha MG10XU Beta versión 2 está conformado de la siguiente manera:

### 2.1.2.1. Channel Strip

En la imagen 2 hay siete canales. Los primeros dos, a diferencia de los canales del 3-7, tienen un control de compresión. Los canales del 1-4, en la parte de ecualización, tienen tres etapas (altos-medios-bajos). Los canales 5-7 solamente tienen dos etapas de ecualización (altos-bajos). Con esto presente, se plantea el flujo señal en cada canal:

1. Gain-Pad-Pan [LR]-Level-Master (todos estos conforman el multiplicador de la señal para cada canal).
2. Distorsión: en este paso del flujo de señal se simula esta saturación por exceso de ganancia y este depende del multiplicador del paso anterior.
3. HPF (High Pass Filter).
4. Compresor.
5. Ecualización:
  - a. High
- b. Mid
- c. Low (salida del canal)
6. Fx (envío de una copia de la señal).

<sup>9</sup> Falta fuente para (Bélanger, 2021) y colocarla en bibliografía.

Se puede observar de mejor manera en la siguiente figura:

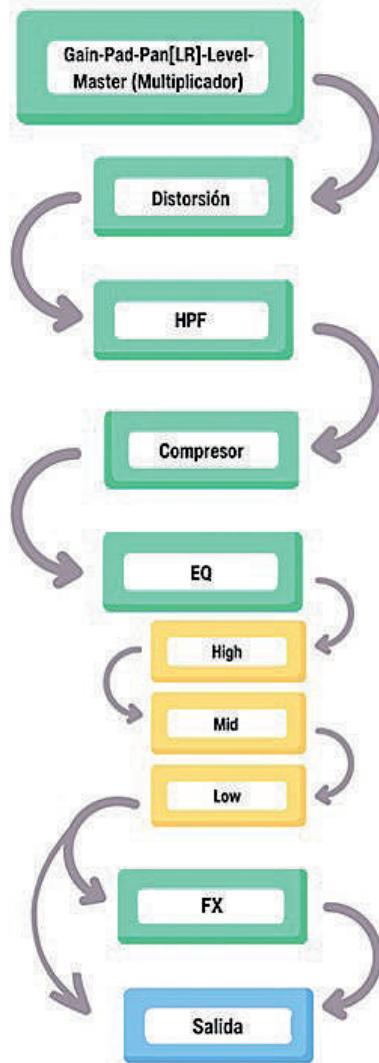


Figura 1: flujo de señal de la clase canal.

Desde el inicio del flujo de señal hasta atravesar la interfaz gráfica —que se constituye por medio de botones y diales donde se le indica al programa que cada vez que se genere un cambio (evento) cumpla con la función asignada según los parámetros que se les asignaron previamente—, de esta manera se obtiene el *channel strip* de la consola Llama-ha MG10XU Beta versión 2. Así se obtiene un flujo de señal claro con métodos eficientes para el óptimo funcionamiento de la aplicación.

Cabe destacar que, para el desarrollo del aplicativo y con el fin pedagógico planteado inicialmente, se desarrolló un manual de la aplicación para que los estudiantes puedan conocer las funcionalidades brindadas en el programa, utilizando un lenguaje sencillo y con varios ejemplos ilustrativos para algunos conceptos. Se lo puede conocer en el siguiente enlace: <https://acortar.link/9PbhIE>.

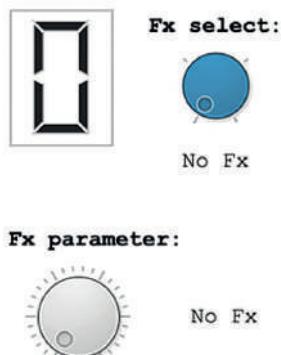


Imagen 3: sección de efectos de la Llama-ha Beta versión 2.

Esta sección recibe las copias enviadas de cada canal y permite por medio de la perilla azul, como se muestra en la imagen 3, escoger entre los tres efectos. Por su parte, la perilla blanca permite modificar un parámetro según el efecto seleccionado.

1. *Reverb (Room size)*
2. *Delay (tiempo de retraso en BPM)*
3. *Chorus (Depth)*

#### 2.1.2.2. Master

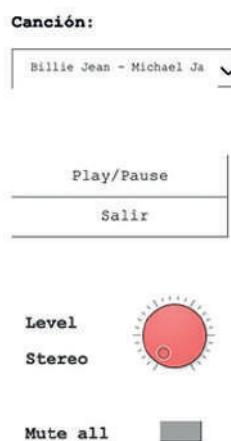


Imagen 4: sección Master de la Llama-ha Beta versión 2.

Esta sección permite controlar el nivel de intensidad de los siete canales. Además tiene un botón que permite silenciarlos a todos, pues este se encarga de detener el servidor de audio de cada canal. Como se explica en la sección del *Channel Strip*, el valor de la perilla del *Master* se multiplica junto con el *Gain-Pad-Pan-Level* de cada canal, para así permitirle controlar el nivel de intensidad a partir de la configuración individual de cada etapa.

Por último, en esta sección se encuentran el *ComboBox* —que permite escoger entre cuatro *multitracks* con instrumentos ya predeterminados para cada canal—, los botones de *play/pause* para controlar la reproducción de audio, y el botón de *salir* que permite detener el servidor del audio interno y cerrar el aplicativo.

## 2.2. Instrumento de evaluación

Con base en trabajos previamente desarrollados por este grupo,<sup>1</sup> se ha propuesto evaluar desde un paradigma cualitativo la utilidad y beneficio del emulador de consola como una herramienta que pueda aportar a procesos de aprendizaje significativo<sup>2</sup> en audio. Esto hará posible la implementación de este tipo de herramienta para procesos de formación educativa asistida por tecnología.<sup>3</sup>

1 M. Acevedo et al., «Exploración de una Propuesta Pedagógica para una Mezcladora de Audio dirigida a Estudiantes de Ingeniería» (Encuentro de Semilleros de Investigación 2022, Editorial Uniagustiniana, 2022).

J. Ordóñez et al., «Exploración de una propuesta didáctica para una consola mezcladora dirigida a estudiantes de ingeniería de Sonido», Jornadas de Acústica, Audio y Sonido UNTREF, 2022, [https://usbogedu-my.sharepoint.com/:b/g/personal/jjara\\_usbbog\\_edu\\_co/EdNh8m3yYhBBqpg-VayYoEDwB9Px0SnjicQqH5mEpJwTvlw?e=HHal7j](https://usbogedu-my.sharepoint.com/:b/g/personal/jjara_usbbog_edu_co/EdNh8m3yYhBBqpg-VayYoEDwB9Px0SnjicQqH5mEpJwTvlw?e=HHal7j)

2 Daniel Yasser Cárdenas Enríquez, Victoria Paula Murgado Hamann, Jesús Arturo Quispe Rodríguez y José Antonio Vargas Tour, «Uso de videotutoriales en la construcción de aprendizaje significativo en las clases de los estudiantes del 6º ciclo del curso de “Edición de Audio”, de la carrera de Ciencias de Comunicación de una universidad privada de Lima» (tesis de maestría, Repositorio Universidad Tecnológica del Perú, 2018).

3 Mercedes de la E. Inciarte Rodríguez, «Tecnologías de la información y la comunicación. Un eje transversal para el logro de aprendizajes significativos», *REICE Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, vol. 2, n.º 16 (2004).

Para el instrumento de evaluación, se establecen tres etapas o momentos que se realizan en un lapso de 40 minutos:

- a) Previo (diagnóstico de entrada o sondeo): 15 minutos
- b) Durante (enseñanza y exploración): 20 minutos
- c) Salida (de diagnóstico de salida o sondeo de salida): 5 minuto

Lo anterior se realiza con base en un proceso de enseñanza-aprendizaje<sup>10</sup> que tenga en cuenta un planteamiento de reconocimiento, de transmisión de conocimiento y de verificación de aprendizaje del estudiante.

### 2.2.1. Previo (diagnóstico de entrada o sondeo)

En los primeros cinco minutos se realiza una introducción del ejercicio a los participantes. Luego se les pide responder una encuesta de diez minutos en la que se determinan o exploran sus conocimientos actuales. En este cuestionario se incluyen temas que tienen relación con el funcionamiento de una mezcladora de audio, como sus etapas, efectos o el flujo de señal en este elemento.

### 2.2.2. Durante (enseñanza y exploración)

Los evaluadores (los autores de este documento) imparten una lección magistral como método de enseñanza. Allí se explican las etapas de un *channel strip* y cómo se ve reflejado este flujo en una señal de audio. Luego se le permite a los participantes probar durante cinco minutos el aplicativo en modo libre, además de darles acceso al manual presentado en la sección 2.1.2.1. Terminado este tiempo, se presenta un caso

<sup>10</sup> Sáenz López, Estilos de aprendizaje...

en el que los canales requieren parámetros y efectos específicos, haciendo que el participante utilice los conocimientos previamente adquiridos para llegar a cumplir lo propuesto en la prueba. Esto lleva a aplicar un aprendizaje basado en problemas (ABP), con el que se adquieren habilidades de resolución de problemas mientras se familiarizan con conocimientos básicos del flujo de señal en una mezcladora de audio.

### 2.2.3. Salida (diagnóstico o sondeo de salida)

Finalmente, el grupo evaluador revisa el progreso realizado en el aplicativo por cada individuo y establece una calificación utilizando una rúbrica analítica<sup>11</sup> en la que se desglosan todos los criterios que se solicitan en la prueba. Así, se logra obtener una imagen clara de qué aspectos fueron efectivos o deficientes en este proceso de aprendizaje.

En cada elemento se puede evidenciar la siguiente clasificación:

Tabla I. Clasificación de elementos de la rúbrica

< 3,0	Es necesario mejorar significativamente las habilidades y comprensión de este criterio, ya que no se realiza lo solicitado.
3,0 – 4,0	Se cumple con este criterio, no obstante falta precisión de acuerdo con lo solicitado, por lo que aún existen aspectos a mejorar y fortalecer en el manejo y compresión de este punto.
4,0 – 5,0	Se demuestra comprensión y dominio de este criterio, donde sigue las instrucciones con precisión en el tiempo de la prueba.

Se califican los siguientes criterios:

- Selección de multitrack
- Ajuste de ganancia
- Ecualización de canal

<sup>11</sup> Falta fuente para (Cortés de las Heras, 2014) y poner en bibliografía.

- Aplicación de efectos
- Ubicación estéreo (paneo)
- Nivel de cada canal (volumen)
- Nivel de salida (*master*)

De ese modo, el evaluador puede brindar una retroalimentación en la que indica las fallas y los aciertos que tuvo cada participante.

Posteriormente, se realiza una prueba cualitativa de rendimiento en la que se presentan preguntas abiertas de tipo descriptivo. Allí se espera que el estudiante demuestre haber adquirido conocimientos.

### 3. Resultados

En esta sección se analizan el desempeño del aplicativo y los resultados del instrumento de evaluación.

#### 3.1. Llama-ha MG10XU Beta versión 2

Al terminar el desarrollo del aplicativo, se tuvo un periodo de una semana para probar todas las funcionalidades de la Llama-ha MG10XU Beta versión 2; se identificaron errores en botones y en el ComboBox. Durante ese periodo, dichos *bugs* se lograron corregir, y de esta manera se obtuvo una aplicación eficiente en las funcionalidades planteadas, ya que las etapas de cada canal (ganancia, compresión, filtros, efectos, pano, volumen y *master*) se desempeñaron correctamente durante su uso por los estudiantes evaluados y en conjunto (los siete canales).

Para finalizar la ejecución de la aplicación, se debe oprimir el botón de *salir* (como se muestra en la imagen 4). Si esta acción no se realiza, puede ocasionar conflictos con el Kernel de Python, es decir, el responsable de que el código se ejecute.

Al momento de realizar la prueba con el primer grupo de estudiantes se produjo

una leve falla con el programa, ya que el servidor de pyo dejó de funcionar. Luego de hacer un análisis, se llegó a la conclusión de que el problema estaba ligado al procesador del computador, ya que paró su funcionamiento a los doce minutos luego de haber sido ejecutado. Por ese motivo, para una próxima evaluación de la aplicación, se espera corregir errores de rendimiento de la Llama-ha MG10XU Beta versión 2.

Por otro lado, se recomienda para una siguiente versión un control de reproducción de audio como el de Windows Media Player,<sup>12</sup> así como un medidor de los niveles de la señal, a manera de guía visual de la intensidad de la señal. Ambas alternativas permitirán un mayor control de la mezcla y una experiencia más didáctica para el usuario.<sup>13</sup> También, para una próxima versión, se recomienda realizar el ejecutable del aplicativo para una mayor portabilidad del software.

#### 3.2. Instrumento de evaluación

Luego de recopilar las respuestas de carácter cualitativo, se procede a realizar una síntesis en la que se presentan los resultados de manera cuantitativa. De esa forma, se obtiene un modelo numérico para entender de manera precisa los resultados. Para la recolección de datos se utilizó la herramienta de Microsoft Forms y, posteriormente, con la ayuda de Excel, se realizó la cuantificación de cada pregunta por estudiante. Allí se agregaron las tablas que muestran los resultados alcanzados.

En el primer momento se identifica si la población tiene experiencia dentro del mundo del audio. Se demostró que los participantes evaluados no tienen afinidad en esta área.

12 Ordóñez *et al.*, «Exploración de una propuesta...».

13 Ordóñez *et al.*, «Exploración de una propuesta...».

**Tabla II**  
Primera pregunta de la encuesta

	SÍ	NO
¿Tiene experiencia en el mundo del audio?	0%	100%

Para catalogar las respuestas de la encuesta se utiliza la siguiente clasificación en porcentaje del total de la muestra:

**Tabla III**  
Clasificación de las siguientes tablas

%	Responde correctamente
%	Responde con una noción básica
%	Respuesta errónea
%	No sabe / No responde

De tal manera que, en el diagnóstico de entrada, gran parte de los participantes respondieron «No sabe/No responde». Esta fue la respuesta más común a excepción de la pregunta acerca de efectos de audio, donde la mayoría responde con una noción básica.

**Tabla IV**  
Resultados del diagnóstico de entrada

	%	%	%	%
¿Qué entiende por mezcladora de audio?	33	66	-	
¿Qué entiende por un <i>channel strip</i> ?	17	-	-	83
Mencione las etapas que este comprende:	-	17	-	83
Explique brevemente: ¿cómo considera usted que funciona el flujo de señal en una consola mezcladora?	-	-	50	50
¿Qué entiende por Pre-amplificación?	16,6	16,6	16,6	50
¿Qué entiende por efectos en audio?	-	83	17	-
¿Qué entiende por imagen panorámica (paneo) en audio?	16,6	16,6	16,6	50
¿Qué entiende por ecualización?	-	33	-	67

Después del espacio de enseñanza y exploración del aplicativo, se obtienen los

siguientes resultados de la actividad propuesta para evaluar el componente práctico, teniendo en cuenta la rúbrica planteada en la tabla 1. Se observa en la mayoría un valor sobresaliente (superior a 40), lo que permite evidenciar un comportamiento favorable al usar la herramienta Llama-ha MG10XU Beta versión 2.

**Tabla V**  
Promedio de calificaciones de la actividad práctica

Estudiante	Nota
1	41
2	43
3	36
4	47
5	46
6	39
Promedio	42

En el diagnóstico de salida, se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla VI**  
Resultados del diagnóstico de salida

	%	%	%	%
Explique que es una mezcladora de audio.	-	67	33	-
Explique cómo se estructura un <i>channel strip</i>	17	33	33	17
Explique cómo funciona una etapa de preamplificación.	-	-	50	50
Explique cómo funciona un proceso de ecualización.	-	50	17	33
Explique cómo funciona el pano en una mezcladora de audio.	33	-	17	50
Explique cuál es la diferencia entre ganancia en el preamp y volumen en el fader.	-	16,5	16,5	67
Explique con sus palabras cómo funciona el flujo de señal en la mezcladora de audio.	17	-	50	33

Finalmente, se le presenta al participante una imagen de la mezcladora y debe reconocer qué etapas la componen. A continuación, se evidencia cuántas de las diez partes fueron acertadas:

Tabla VII  
Resultados de la pregunta final

Relacione el número de la parte de la consola con el nombre de la etapa correspondiente.	>7	6-4	<=3
	50 %	17 %	33 %

## 4. Conclusiones

A partir del trabajo realizado, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- La consola mezcladora Llama-ha MG10XU Beta versión 2 es viable para su uso como herramienta de práctica para nociones básicas de flujo de señal y clasificación de partes de una consola mezcladora (como la mostrada en la imagen 1).
- En temas relacionados con el software, el aplicativo Llama-ha MG10XU Beta versión 2 obtuvo los resultados esperados, ya que cumplió con todas las funcionalidades propuestas desde un inicio. Aparte del error del servidor de audio en la primera prueba, no presento ningún otro bug, cumpliendo así su propósito de manera óptima.
- Durante el uso del aplicativo por parte de los estudiantes se evidenció que el dispositivo donde se ejecuta la aplicación puede tener influencia en su correcta operación, por lo que se deben considerar elementos como CPU y RAM.
- La aplicación del proyecto a una población que posee nociones básicas sobre los elementos de la mezcladora permitió reforzar y aclarar los conceptos de cada componente durante la explicación.
- Los resultados del instrumento de evaluación demostraron, en primera instancia, que el aprendizaje observacional y de rutina son relevantes

para una buena apropiación de los conocimientos impartidos durante la actividad, debido a que la interacción con la aplicación permite una construcción de conocimiento a raíz de la práctica.

- A pesar de los resultados obtenidos, se debe considerar la revisión y validación de las preguntas que conforman el instrumento de evaluación con expertos en diseño y elaboración de rúbricas en específico.

## 5. Referencias

Acevedo, M., D. Layton, J. Ordóñez, J. Prieto y D. Jara-Hurtado. «Exploración de una Propuesta Pedagógica para una Mezcladora de Audio dirigida a Estudiantes de Ingeniería». Encuentro de Semilleros de Investigación 2022, Editorial Uniagustiniana, 2022.

Cárdenas Enríquez, Daniel Yasser, Victoria Paula Murgado Hamann, Jesús Arturo Quispe Rodríguez y José Antonio Vargas Tour. «Uso de videotutoriales en la construcción de aprendizaje significativo en las clases de los estudiantes del 6º ciclo del curso de “Edición de Audio”, de la carrera de Ciencias de Comunicación de una universidad privada de Lima». Tesis de maestría, Repositorio Universidad Tecnológica del Perú, 2018.

Fisher, Samuel Z. «Signal Flow Training with Virtual Simulations as a Co-Curricular Tool». Conferencia International Audio Education, Audio Engineering Society, julio 22-24 de 2021.

Fox, Ashell y Jiayue Cecilia Wu. «Teaching Modular Synth & Sound Design Online During COVID-19: Maximizing Learning Outcomes Through Open-source Software and Student-centered Pedagogy». Convención n.º 151, Audio Engineering Society, octubre de 2021.

- Fuenmayor, Jesús Alberto. «Características de la educación en el siglo XXI». *Jesús Alberto Fuenmayor*, 24 de septiembre de 2020. <https://jesusfuenmayor.com/2020/09/24/caracteristicas-de-la-educacion-en-el-siglo-xxi/>
- Gómez-Vahos, Luz Estela, Luz Enid Muriel-Muñoz y David Alberto Londoño Vásquez. «El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC». *Encuentros*, vol. 17, n.º 2 (2019).
- Inciarte Rodríguez, Mercedes de la E. «Tecnologías de la información y la comunicación. Un eje transversal para el logro de aprendizajes significativos». *REICE Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, vol. 2, n.º 16 (2004).
- Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública. «11 librerías para crear visualizaciones de datos». datos.gob.es, 3 de mayo de 2022. <https://datos.gob.es/es/blog/11-librerias-para-crear-visualizaciones-de-datos>
- Morffe, Alexis. «Las TIC como herramientas mediadoras del aprendizaje significativo en el pregrado: una experiencia con aplicaciones telemáticas gratuitas». *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, vol. 11, n.º 1, (2010): 200-219.
- Ordóñez, J., M. Acevedo, D. Layton, J. Prieto y D. Jara-Hurtado. «Exploración de una propuesta didáctica para una consola mezcladora dirigida a estudiantes de ingeniería de Sonido». *Jornadas de Acústica, Audio y Sonido UNTREF*, 2022. [https://usbboge-du-my.sharepoint.com/:b/g/personal/jjara\\_usbbog\\_edu\\_co/EdNh8m3yYhB-BqpgVayYoEDwB9PxoSnjicQqH5mEpJw-TvJw?e=HHaI7j](https://usbboge-du-my.sharepoint.com/:b/g/personal/jjara_usbbog_edu_co/EdNh8m3yYhB-BqpgVayYoEDwB9PxoSnjicQqH5mEpJw-TvJw?e=HHaI7j)
- Rodríguez Caicedo, Viviana, Ana Ximena Fajardo. «La Llegada a la Universidad: un Desafío de Adaptación». *Revista Universitaria. Docencia, Investigación, Innovación*, vol. 2, n.º 1 (2013): 90–104.
- Sáenz López, José Manuel. *Estilos de aprendizaje y métodos de enseñanza*. Editorial UNED, 2018.
- Webedia Brand Services. «Por qué la relación entre CPU, RAM y disco duro decide el rendimiento». Territorio Intel, 23 de octubre de 2019. <https://territoriointel.xataka.com/que-relacion-cpu-ram-almacenamiento-decide-rendimiento/>
- Yamaha. «MG10XU 10-Channel USB Mixing Desk with FX (Pre-Owned)». Kenny's Music. <https://www.kennysmusic.co.uk/yamaha-mg10xu-10-channel-usb-mixing-desk-with-fx-pre-owned-p5511>