Musical Instrument Learning System Guided By Autonomous Guide.

1st Humberto Navarrete
Department of Electronics and Informatics
Universidad Centroamericana José Simeón Cañas
Antiguo Cuscatlán, El Salvador
00159419@uca.edu.sv

2nd German Cuchilla
Department of Electronics and Informatics
Universidad Centroamericana José Simeón Cañas
Antiguo Cuscatlán, El Salvador
00128719@uca.edu.sv

3rd Herbert Escobar
Department of Electronics and Informatics
Universidad Centroamericana José Simeón Cañas
Antiguo Cuscatlán, El Salvador
00198019@uca.edu.sv

4th Kevin Quevedo
Department of Electronics and Informatics
Universidad Centroamericana José Simeón Cañas
Antiguo Cuscatlán, El Salvador
00131719@uca.edu.sv

***Resumen*—El proyecto presenta el desarrollo de una guía autónoma para la enseñanza y aprendizaje de instrumento musical. El sistema es controlado a través de Arduino, encargado de mandar señales de encendido y apagado a luces leds integradas en la guitarra. El objetivo es mejorar los métodos de aprendizaje a la hora de tocar un instrumento, haciéndolo de la manera más sencilla y amigable posible para el usuario.**

***Palabras Claves*—Instrumento, aprendizaje, arduino, guitarra, autónomo, leds, música, electrónica.**

***Abstract*—The project presents the development of an autonomous guide for the teaching and learning of musical instruments. The system is controlled through an Arduino, responsible for sending on and off signals to led lights integrated into the guitar. The objective is to improve learning methods when playing an instrument, making it as simple and friendly as possible for the user.**

***Index Terms*—Instrument, learning, arduino, guitar, autonomous, leds, music, electronics.**

I. Introduction

En la actualidad, se puede ver cómo van cambiando los métodos tradicionales de enseñanza de instrumentos por métodos más modernos, es frecuente escuchar que personas aprenden viendo vídeos en Youtube, ya que ahí se encuentran una infinidad de cursos. También han sido desarrolladas aplicaciones que sustituyen el rol que tiene una haciendo que sea un poco más interactivo pero que igual se queda corto, ya que resulta difícil mantenerse enfocado en ambas cosas a la vez.

En el presente trabajo se ha incorporado Arduino Leonardo como recurso tecnológico de aprendizaje en la música, las ventajas que se tiene es que puede incorporar múltiples salidas independientes, que en este caso sirven para representar las notas que se pueden tocar, también permite flexibilidad ya que por medio de la programación se pueden cambiar canciones y ajustar la velocidad de reproducción de cada una, para adecuarse al nivel de cada persona.

Aprender a tocar un instrumento resulta una tarea difícil para las personas que no disponen del tiempo, ni los recursos necesarios para contratar a alguien o inscribirse a una escuela de música, es debido a ello que muchas pierden motivación y dejan de lado ese interés. El sistema de aprendizaje de instrumento musical guiado por guía autonoma busca resolver esa problemática que se tiene a la hora de aprender por su cuenta, en este caso, se usa un prototipo en una guitarra, la cuál lleva incorporada luces leds en el mástil, que estarían simulando las diferentes posiciones en las que el usuario tiene que ubicar los dedos, estas luces están controladas con arduino, el programa de arduino lleva el compás de tres canciones, pero se pueden ir incorporando más y más, dependiendo de los gustos de cada persona y también adecuando la velocidad dependiendo del nivel que se tenga.[1]

En esta investigación se detalla paso por paso el diseño y construcción del prototipo, al igual que la programación necesaria para ejecutarlo en arduino, las aplicaciones que tiene tanto para su uso didáctico como para la industria, la escalabilidad, finalizando con las conclusiones obtenidas.

II. Métodos y técnicas de enseñanza utilizados por la guía autónoma

El enfoque principal que se tuvo es utilizar la vista como un medio de recepción directa, eliminando la necesidad de que la información pase inicialmente por una pantalla de teléfono o computadora. De esta forma, se logra replicar dicha información en el cuerpo del instrumento musical con una alta precisión y mínima incertidumbre. Para alcanzar este objetivo, se ha llevado a cabo una modificación en el diapasón de una guitarra acústica, permitiendo al usuario captar la información

de manera rápida y precisa, aprovechando los beneficios del seguimiento ocular. De esta forma, nuestro propósito es otorgar a las personas la capacidad de progresar de manera clara, rápida y adaptable en el ámbito musical, sin importar su nivel inicial. En lugar de depender constantemente de la búsqueda de tutores y contenido de alta calidad, nos enfocamos en brindar a los usuarios los recursos necesarios para que desarrollen su potencial musical con confianza y autonomía. El desarrollo del proyecto consiste en dos partes, el proceso de modificación de una guitarra para incorporar luces LED y la programación en Arduino.

II-A. Proceso de construcción

Inicialmente, se planteó el desafío de crear un prototipo de guitarra que conservará las mismas características y comodidades de una guitarra estándar sin alteraciones importantes. Para lograrlo, se decidió desbloquear el diapasón con el objetivo de alojar todo el cableado en la parte inferior del instrumento, lo que permitiría una organización más eficiente de los cables y la incorporación de componentes adicionales según fuera necesario.



Figura 1. Diapasón de guitarra acústica



Figura 2. Diapasón de guitarra acústica

Seguidamente, se procedió a crear una especie de malla o canaleta en el diapasón, con el propósito de ordenar las conexiones sin afectar la calidad del sonido producido por la guitarra debido a desniveles en la superficie.



Figura 3. Diapasón de guitarra acústica

Una vez completadas las conexiones, se llevó a cabo el proceso de soldadura de los componentes y se envolvieron con cinta aislante para evitar posibles cortocircuitos o interferencias con otras conexiones o la madera del instrumento.

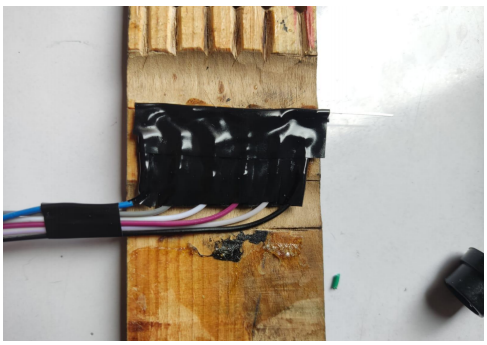

Figura 4. Diapasón de guitarra acústica

Por último, se procedió a unir el diapasón con el mástil de la guitarra, asegurándose de obtener un resultado uniforme y bien calibrado. Este paso fue de suma importancia para garantizar que la instalación de las nuevas cuerdas no afectará la calidad del sonido y se evitará cualquier distorsión no deseada durante su reproducción.

II-B. Proceso de programación

El código presentado es una implementación en lenguaje “Arduino” que permite crear un sistema de reproducción de acordes musicales en un instrumento. Utiliza clases y funciones para controlar la reproducción de los acordes y las progresiones de acordes de una manera más ordenada y modular.

La clase “Chord” se encarga de representar un acorde, con métodos para reproducir y limpiar el acorde según los pines correspondientes. Por otro lado, la clase “Progression” representa una progresión de acordes, almacenando la secuencia de acordes y los tiempos de reproducción asociados. Esto con la finalidad de proporcionar una estructura intuitiva

y reutilizable para gestionar los acordes y las secuencias de reproducción.

A continuación, se muestra la parte del código de estas funciones.

```
class Chord
{
public:
    int frets[6];

    Chord(int input_frets[6])···
    Chord()···

    void play()···
    void clear()···
};
```

Figura 5. Función Acorde - Actualiza el acorde

```
class Progression
{
public:
    vector<Chord> chords;
    vector<int> timing;

    Progression(vector<Chord> chord_input, vector<int> timing_input)

    void play(int BPM)···
};
```

Figura 6. Progresión de Acordes - Secuenciador de acordes y tiempos.

Además, se han definido funciones para canciones específicas, como “Perfecta”, “SanBlas” y “WishYouWereHere”. Estas contienen sus respectivos acordes y los tiempos de reproducción de cada nota adaptados a cada canción en particular. Así, el sistema es flexible y permite fácilmente añadir nuevas canciones o personalizar las existentes como se crea necesario.

```
void SanBlas(int BPM = 97)
{

    vector<Chord> estrofa_chords = {Em, A, D2, G, G, G, D};
    vector<int> estrofa_timing = {1, 1, 1, 4, 4, 4, 4};

    vector<Chord> coro_chords = {D2, A, Bm11, A, D2, A, G, A};
    vector<int> coro_timing = {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1};

    Progression estrofa(estrofa_chords, estrofa_timing);
    Progression coro(coro_chords, coro_timing);

    countdown(BPM);
    estrofa.play(BPM);
    estrofa.play(BPM);
    coro.play(BPM);
};
```

Figura 7. En el muelle de San Blas.

Por último, en la función “setup”, se realiza la configuración inicial del entorno de Arduino, estableciendo los pines utilizados y configurando la comunicación serial. Por otro lado, en el bucle principal de la función ”loop”, se llama a una función de canción específica para reproducir la canción deseada de forma continua, logrando así ofrecer el desarrollo completo de una guía autónoma para el aprendizaje de instrumentos musicales.

```
void loop()
{
    SanBlas();
};
```

Figura 8. Función principal del código.

III. Resultados

El sistema funciona de manera adecuada y según lo establecido, se presentó a varios grupos de personas en los cuáles se pudo ver que hubo una forma más intuitiva y rápida para poner los dedos en las posiciones según los acordes, haciendo de manera más fácil y llamativa su forma de aprendizaje, brindando confianza en agarrar el instrumento y tocarlo.

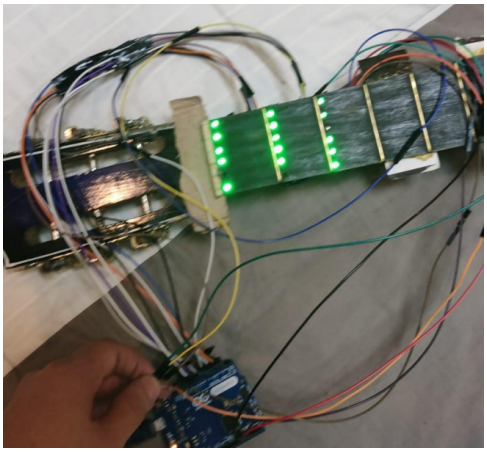

Figura 9. Visualización de guitarra terminada.



Figura 10. Estudiante utilizando guía autónoma.

Se puede hacer una comparativa entre dos diferentes enfoques, el aprendizaje guiado por guía autónoma y la

enseñanza tradicional.

La guía autónoma es un sistema de aprendizaje de instrumento musical que utiliza tecnología de Arduino y luces LED para guiar al usuario en el proceso de aprendizaje. Proporciona retroalimentación inmediata, se adapta al ritmo y nivel de habilidad del estudiante, y está disponible en cualquier momento y lugar. Fomenta la práctica autónoma y utiliza elementos interactivos para mantener la motivación.

La guía tradicional de aprendizaje de instrumento musical sigue un currículo predefinido y se basa en la interacción directa entre el estudiante y un instructor. Las lecciones suelen tener lugar en un lugar y horario específico. La retroalimentación puede ser más limitada y tomar más tiempo en obtenerse. Se enfoca en el aspecto social y emocional del aprendizaje, ofreciendo interacción con el instructor y otros estudiantes.

A continuación, se presentará una comparación entre estos dos enfoques, analizando aspectos como personalización, disponibilidad, retroalimentación, motivación, práctica autónoma y aspectos sociales y emocionales. Comprender las diferencias entre estos enfoques puede ayudar a los estudiantes a elegir el método que mejor se adapte a sus necesidades y preferencias en su viaje de aprendizaje musical.

Cuadro I
COMPARACIÓN ENTRE MÉTODOS DE ENSEÑANZA.

Guía Autónoma.	**Guía Tradicional.**
El sistema se adapta al ritmo y nivel de habilidad del usuario. Puede proporcionar retroalimentación inmediata sobre el rendimiento y ajustar la dificultad según las necesidades individuales.	Generalmente sigue un currículo predefinido, sin tener en cuenta las diferencias individuales de los estudiantes.
Puede estar disponible en cualquier momento y lugar, ya que está basado en tecnología digital. Los usuarios pueden practicar y recibir instrucciones sin restricciones de horario.	Requiere la presencia física de un instructor en un lugar y horario específico, lo que puede limitar la flexibilidad y accesibilidad.
Puede ser atractivo y motivador para los estudiantes, ya que utiliza elementos interactivos como luces LED para guiar y visualizar el progreso. Esto puede mantener el interés y la motivación a largo plazo.	La motivación puede variar según la calidad de la relación entre el estudiante y el instructor, así como por otros factores externos.
Fomenta la práctica autónoma, ya que los estudiantes pueden avanzar a su propio ritmo y repetir secciones según sea necesario. También pueden explorar canciones y ejercicios por sí mismos.	Puede estar limitada por la disponibilidad de un instructor y los recursos educativos.
Carece de interacción humana directa, lo que podría afectar el aspecto social y emocional del proceso de aprendizaje.	Ofrece interacción directa con un instructor y otros estudiantes, lo que puede proporcionar un ambiente social y emocionalmente enriquecedor.

El sistema de aprendizaje guiado por guía autónoma, aunque innovador y prometedor, también presenta algunas limitaciones y desafíos que vale la pena tener en cuenta:

- Limitaciones tecnológicas: Dependiendo de la complejidad del sistema y los recursos disponibles, puede haber limitaciones en cuanto a la precisión y la capacidad para detectar y corregir errores en tiempo real. La tecnología utilizada, como los sensores o las luces LED, puede presentar limitaciones técnicas que afecten su funcionamiento y confiabilidad.

- Adaptabilidad limitada: Aunque se puede lograr cierto grado de adaptabilidad en el aprendizaje guiado por guía autónoma, la capacidad para adaptarse completamente a las necesidades y estilos de aprendizaje individuales puede ser limitada. Algunos estudiantes pueden requerir enfoques más personalizados o adaptaciones específicas que un sistema autónomo puede tener dificultades para proporcionar.

- Falta de interacción humana: A diferencia de la enseñanza tradicional, el aprendizaje guiado por guía autónoma carece de la interacción directa con un instructor y otros estudiantes. Esta falta de interacción humana puede limitar el desarrollo de habilidades sociales y la posibilidad de recibir retroalimentación y orientación personalizada de manera inmediata.

- Limitaciones en la retroalimentación emocional: Aunque el sistema de guía autónoma puede proporcionar retroalimentación técnica y precisa, puede no ser capaz de abordar las necesidades emocionales de los estudiantes. La música es un arte y una expresión emocional, y a veces puede requerir una comprensión más profunda y sensible que un sistema automatizado puede no ser capaz de ofrecer.

- Dependencia de la tecnología: El aprendizaje guiado por guía autónoma está intrínsecamente ligado a la tecnología y puede depender de componentes electrónicos, software y conectividad. Esto puede llevar a desafíos en términos de fiabilidad, mantenimiento, actualizaciones y compatibilidad, lo que podría afectar la experiencia de aprendizaje si surgen problemas técnicos.

- Limitaciones en la creatividad y la improvisación: Si bien el sistema de guía autónoma puede ayudar a aprender y tocar canciones específicas, puede tener dificultades para fomentar la creatividad y la improvisación musical. Estos aspectos más subjetivos y libres de la interpretación musical pueden requerir una guía más flexible y adaptativa que un sistema autónomo puede no ser capaz de proporcionar.

Aunque el aprendizaje guiado por guía autónoma presenta muchas ventajas, también tiene limitaciones en términos de adaptabilidad, interacción humana, retroalimentación emocional y capacidad para fomentar la creatividad musical. Superar estos desafíos requerirá un enfoque cuidadoso en el diseño y la implementación de sistemas de guía autónoma, así como una comprensión de las necesidades y preferencias individuales de los estudiantes. Una de las maneras en que se puede mejorar el proyecto es a través de una aplicación, desarrollarla permite crear un medio de comunicación entre la app y el arduino que facilite el hecho de estar cambiando cada canción desde la programación, para este caso ya estarían directamente programadas con sus respectivos niveles según el usuario se sienta identificado, se podrá elegir entre principiante, intermedio y avanzado, en los cuales cambiarían tanto las canciones como la velocidad de variación que existe entre cada led, así el usuario podrá ir acomodando la posición de las manos e ir aprendiendo poco a poco cómo tienen que ir según la nota.

CONCLUSIONES

El sistema de aprendizaje autónomo para guitarra funciona de manera adecuada y está en línea con las expectativas. Se ha probado con varios grupos de personas y se ha encontrado que es una forma más intuitiva y adecuada para el aprendizaje, debido a que está fuertemente ligado a nuestro sentido de posicionamiento espacial. El uso de luces LEDS permite mantener una retroalimentación inmediata, lo que permite guiar de una forma más natural al usuario. Esto lo hace atractivo y motivador para los estudiantes, permitiendo que las habilidades musicales se vayan desarrollando de forma mas rapida

El aprendizaje por guía autónoma ha sido creado para facilitar el proceso de empezar a tocar un instrumento, en este caso aplicado para una guitarra, está dirigido en mayor medida para principiantes, ya que puede resultar sencillo para las personas con más experiencia, se puede aumentar la dificultad por medio de la velocidad del compás pero esto solo ayuda en la agilidad, a pesar de ello, las posibilidades de escalabilidad son enormes, se puede integrar una aplicación con la colaboración de algunas páginas que brinden los acordes y el tempo de las diferentes canciones, esto para que el usuario tenga un mayor repertorio dónde elegir y practicar, el proyecto también puede ser aplicado a otros instrumentos como el piano, batería, bajo, violín, entre otros.

Después de todo, el autoaprendizaje y la enseñanza tradicional son enfoques complementarios del aprendizaje musical. No se trata de decidir cuál es mejor, sino de reconocer que cada opción ofrece diferentes beneficios y desafíos. El autoaprendizaje destaca por su flexibilidad y retroalimentación inmediata, mientras que la enseñanza tradicional fomenta la interacción humana y la comprensión emocional. La elección entre ambos dependerá de las preferencias personales y necesidades de aprendizaje musical enriquecedor e individualizado.

REFERENCIAS

[1] ≪Los Diferentes Métodos para Aprender a Tocar la Guitarra≫, Superprof AR. https://www.superprof.com.ar/blog/como-se-puede-aprender-a-tocar-la-guitarra/ (accedido 10 de agosto de 2023).