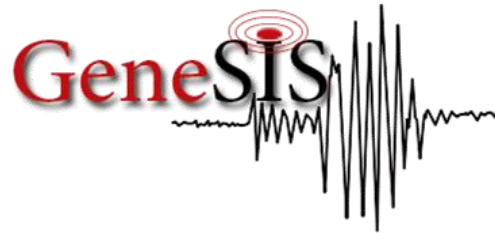


# FERIA MEXICANA DE CIENCIAS E INGENIERÍAS 2024



GeneSIS, Dispositivo lúdico para la enseñanza de los Sismos de Subducción.

FIPI: **CHP-29-IN**

**Tipo de proyecto:** Ingenierías

**Categoría:** Educación Superior

**Área de Conocimiento:** Sistemas embebidos (SEM)

**Nombre de los participantes:** Montserrat Estrada Albores  
Consuelo Cruz López

**Nombre del asesor:** Dr. José Francisco Pinto Castillo

08 de enero de 2024

# Protocolo de proyectos de Ingenierías Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías 2024

## CONTENIDO

Resumen del proyecto .....	2
Introducción .....	3
Antecedentes.....	4
Definición de la meta de ingeniería .....	6
Justificación .....	7
Objetivos.....	8
Objetivo general: .....	8
Objetivos específicos: .....	8
Diseño y Metodología .....	9
Ejecución y construcción .....	12
Resultados.....	17
Conclusiones .....	19
Referencias bibliográficas .....	20

## Resumen del proyecto

El proyecto se centra en la creación de un producto educativo y tecnológico que tiene el potencial de transformar la manera en que las personas comprenden y se preparan para los sismos de subducción, el cual es, un fenómeno geológico peligroso que ocurre entre dos placas tectónicas, una se desliza por debajo de la otra. Con el objetivo de abordar la importancia de comprender y prepararse para los sismos de este tipo. El propósito principal es crear un dispositivo lúdico e innovador, que facilite la enseñanza de los sismos de subducción y la simulación de cómo funciona un sistema de alerta temprana. Este enfoque se basa en la creencia de que la educación y la concienciación son fundamentales para preparar a las comunidades hacia la construcción de una cultura de la prevención. Para el desarrollo del dispositivo se utilizaron materiales reciclados y se implementaron diversos sensores electrónicos de bajo costo, que nos permiten leer el efecto y la dispersión de las ondas sísmicas, y así mismo, activar una alerta sonora en respuesta a un movimiento extremo, que simulan a las alertas sísmicas que se encuentran implementadas en algunas ciudades de nuestro país.

Algunos de los aspectos más relevantes de este proyecto son: **El aprendizaje significativo**, al utilizar enfoque lúdico y efectivo para enseñar sobre los sismos de subducción ayudará a personas de todas las edades a comprender mejor los procesos geológicos y los riesgos asociados. **La implementación de componentes tecnológicos** como sensores pueden beneficiar el proceso de enseñanza-aprendizaje en diversas comunidades de diferentes edades y por último la generación de una **Conciencia pública** sobre los sismos de subducción y la importancia de estar preparados, fomentando una cultura de prevención que puede salvar vidas y reducir el sufrimiento en caso de desastre.

## Introducción

Los sismos de subducción representan uno de los fenómenos geológicos más intrigantes y potencialmente peligrosos en nuestro planeta. Estos eventos geológicos ocurren cuando dos placas tectónicas convergen, y una de ellas se subduce por debajo de la otra, generando movimientos sísmicos significativos que pueden tener un impacto devastador en las regiones circundantes. Comprender estos sismos y desarrollar sistemas de alerta temprana efectivos es esencial para la mitigación de riesgos y la seguridad pública.

El propósito fundamental de este proyecto es la creación de un dispositivo lúdico e innovador destinado a facilitar la enseñanza de los sismos de subducción, así como la simulación de un sistema de alerta temprana por medio de la implementación de sensores. Este enfoque se basa en la creencia de que la educación y la concienciación son herramientas cruciales para preparar a las comunidades y tomar medidas preventivas y de esta manera se generen comunidades resilientes por medio de una cultura de la prevención.

La relevancia de este proyecto radica en varios aspectos, como lo son el **aprendizaje significativo**, por medio de un abordaje lúdico y efectivo de enseñar sobre sismos de subducción, ayudará a estudiantes de todas las edades a comprender mejor los procesos geológicos subyacentes y los riesgos asociados. Esta educación puede tener un impacto duradero en la preparación y la respuesta en situaciones de emergencia. Al enseñar a las comunidades sobre los sismos de subducción y cómo identificar señales de alerta temprana, podemos contribuir significativamente a la **mitigación de riesgos** y a la reducción del impacto de estos eventos en la vida y la propiedad de las personas.

La creación de un dispositivo lúdico y un sistema de alerta temprana implica un **desarrollo tecnológico** que no solo tiene aplicaciones en el ámbito educativo, sino que también puede beneficiar al proceso enseñanza – aprendizaje en la Licenciatura en Ciencias de la Tierra y otras afines.

Adicional a lo anterior el dispositivo pretende generar una **concientización pública** sobre los sismos y la importancia de estar preparados, se fomenta una cultura de seguridad que puede salvar vidas y reducir el sufrimiento en caso de desastre.

En resumen, este proyecto se centra en la creación de un producto educativo y tecnológico que tiene el potencial de transformar la manera en que las personas comprenden y se preparan para los sismos de subducción. A través de la educación y la tecnología, buscamos mejorar la seguridad de las comunidades y contribuir al avance en la comprensión de estos eventos geológicos críticos.

## **Antecedentes**

Los dispositivos lúdicos son herramientas educativas que incorporan elementos de juego para hacer que el aprendizaje sea más interactivo, atractivo y efectivo. Algunos antecedentes relevantes que contribuyeron al proyecto se mencionan a continuación:

Desarrollo de una mesa vibratoria para simulación de sismos en estructuras controlado por motores a pasos sobre un marco de aluminio. Se usó sensores IMU (unidad de medición inercial) con el objetivo de obtener señales capaces de simular eventos sísmicos, los cuales ayudarán a analizar el comportamiento estructural para mejorar los diseños constructivos. (Cabrera Flor, 2022)

El proyecto denominado “Representación de un Sistema Simulador de Sismos como herramienta de apoyo Pedagógico” busca promover una cultura de prevención para todos los habitantes que radican en zonas sísmicas con características rocosas, montañosas y que cuenten con fallas geológicas cerca de su región. Guerrero, es un estado de alta sismicidad, este registra un promedio de 8.6 sismos al día. De ahí la importancia de un simulador, que permita representar de manera dinámica y educativa el proceso, características y consecuencias de un sismo, por medio de Realizar un prototipo emulador de movimientos telúricos que permita aprender sobre la naturaleza de estos fenómenos y genere conciencia en la población. (MARTÍNEZ-BIBIANO, 2023)

Diseño, construcción, programación y puesta en marcha de un prototipo de mesa vibradora bidireccional para el estudio de sistemas estructurales a pequeña escala. La mesa vibradora representa parte de las herramientas didácticas complementarias en el programa de la licenciatura en Ingeniería Civil (IC) de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), pues dentro de los conocimientos básicos y relevantes para el proceso formativo de un ingeniero civil se encuentra el estudio y entendimiento del comportamiento de sistemas estructurales sujetos a diferentes acciones. También se considera que los estudiantes ponen en juego el capital cultural inherente en ellos desarrollado de trayectorias académicas previas, así como el tránsito en la FI, cuando construyen un prototipo para incorporarlo como herramienta didáctica a la IC. (Velasco Núñez, 2020)

Los dispositivos antes mencionados nos dan un referente importante en cuanto al uso de instrumentación dentro del proyecto actual, la principal diferencia radica en el factor pedagógico y el abordaje en específico de sismos por subducción y la simulación de un sistema de alerta temprana.

## **Definición de la meta de ingeniería**

Desarrollar un dispositivo lúdico interactivo para la enseñanza de los sismos de subducción entre dos capas tectónicas y un sistema de alerta temprana, con el propósito de proporcionar una opción lúdica de enseñanza de estos fenómenos geológicos y coadyuvar a la generación de una cultura de la prevención

El problema técnico principal a abordar es la falta de conocimiento y comprensión sobre los sismos, así como la falta de preparación adecuada para enfrentar estos eventos catastróficos.

Este problema se manifiesta en una educación Inadecuada, la mayoría de las personas no comprende los conceptos detrás de los sismos de subducción y la forma en la que funciona un sistema de alerta temprana, lo que dificulta la toma de medidas preventivas y la respuesta efectiva en caso de un sismo.

Para solucionar esta problemática se consideró tener un abordaje lúdico y de esta manera poder contribuir a un Aprendizaje significativo, el dispositivo lúdico (GeneSIS) debe ser altamente efectivo en la enseñanza de los conceptos clave, relacionados con los sismos de subducción y los elementos que componen un sistema de alerta temprana, de manera que sea accesible y comprensible para un público diverso, desde estudiantes hasta adultos. Este dispositivo es de fácil transportación, lo que da versatilidad para ser usado en distintas comunidades y estudiantes de diferentes niveles de educativos.

Algunas de las limitantes que enfrentamos durante el proceso fueron las restricciones presupuestarias, aunque no fueron un impedimento para el desarrollo del dispositivo, ya que tratamos de utilizar en su gran mayoría materiales reciclados. Otro reto fue la implementación de los sensores electrónicos, que pudimos sortear al recibir apoyo del asesor y el científico calificado.

Por último, para la solución al problema técnico, implicó el diseño y desarrollo de un dispositivo lúdico educativo que utiliza tecnología interactiva para explicar de manera efectiva los conceptos de los sismos de subducción y el funcionamiento de un sistema de alerta temprana que utilice sensores para simular la transmisión de alertas.

## **Justificación**

Este proyecto tiene una relevancia social de suma importancia al abordar la falta de una cultura de la prevención y la comprensión limitada sobre los sismos de subducción. Los sismos son eventos geológicos potencialmente devastadores que afectan a numerosas regiones del mundo, poniendo en riesgo la vida y la propiedad de millones de personas. Al proporcionar una herramienta educativa accesible y efectiva, ayudamos a las comunidades a comprender estos riesgos, lo que a su vez promueve una cultura de seguridad y preparación.

En el mes de septiembre de 2023, el Servicio Sismológico Nacional reportó 1960 sismos ocurridos en territorio mexicano, los cuales tuvieron magnitudes entre 1.0 y 5.8. La distribución de la sismicidad se concentra en los estados de **Chiapas**, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y el golfo de California, así como algunos sismos los estados de Veracruz, Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Zacatecas y Nuevo León.

De acuerdo con la Secretaría de Protección Civil, la zona de mayor sismicidad en el país, es Oaxaca con 6 mil 091, lo que equivale al 33.21 por ciento de la actividad telúrica; Guerrero con 3 mil 752 movimientos, lo que equivale al 20.46 por ciento, y Chiapas ocupa el tercer lugar con 2 mil 057 con el 11.22 por ciento.

Debido a que Chiapas es el tercer estado con mayor sismicidad en el país que la comprensión de los sismos de subducción es esencial para la protección del medio ambiente, especialmente en zonas costeras vulnerables. Estos eventos pueden desencadenar tsunamis y otros desastres naturales que tienen un impacto



significativo en los ecosistemas marinos y terrestres. Al aumentar la preparación y la conciencia, contribuimos a la protección de estos entornos frágiles. Este proyecto tiene el potencial de salvar vidas y reducir daños materiales al aumentar la preparación y la respuesta efectiva a los sismos de subducción.

La integración de tecnología interactiva para la enseñanza representa un **enfoque transdisciplinario**. La innovación radica en la adaptación de tecnologías para abordar un problema geológico y de seguridad pública. Además, contribuye al campo de la educación geológica y la divulgación científica al desarrollar un dispositivo lúdico que utiliza enfoques pedagógicos efectivos que tiene implicaciones teóricas en la intersección de las Ciencias de la Tierra y la ingeniería.

En resumen, este proyecto tiene una relevancia social y ambiental significativa al abordar la falta de conciencia pública y la preparación insuficiente frente a la cultura de prevención de los sismos. Su impacto se refleja en la mejora de las herramientas de enseñanza en los campos de las Ciencias de la Tierra y la educación. Además, ofrece un enfoque transdisciplinario que puede tener implicaciones prácticas duraderas en la mitigación de riesgos geológicos en todo el mundo.

## Objetivos

Objetivo general:

Desarrollar e implementar un dispositivo lúdico interactivo para la enseñanza de los sismos de subducción entre dos capas tectónicas y el funcionamiento de un sistema de alerta temprana eficaz en áreas propensas a estos eventos geológicos, con el fin de aumentar la comprensión pública, la preparación y la seguridad en situaciones de riesgo sísmico y de esta manera generar una cultura de la prevención.

Objetivos específicos:

- Investigar y recopilar información científica actualizada sobre sismos de subducción y sus características.

- Diseñar y desarrollar el dispositivo lúdico interactivo, que incluya elementos visuales, sonoros y táctiles para facilitar la comprensión de los conceptos relacionados con los sismos de subducción.
- Adquirir y configurar la placa de desarrollo y los sensores necesarios para la simulación de un sistema de alerta temprana en el dispositivo lúdico.
- Realizar pruebas piloto del dispositivo con grupos de estudiantes y ajustar el diseño en función de los comentarios y retroalimentación recibidos.

### Diseño y Metodología

El diseño del dispositivo lúdico para la enseñanza de sismos de subducción se basará en un enfoque interactivo y multidisciplinario para lograr una comprensión efectiva de los conceptos geológicos y de seguridad. Los componentes y materiales necesarios para su desarrollo incluyen:

**Hardware y Software:** Se requerirá de una Laptop y el software Arduino IDE que permita la visualización de la programación de la placa de desarrollo, sensores y la visualización de la representación gráfica. A continuación, se describe de manera específica:

#### Sensor de Movimiento:

Sensor MPU6050, Acelerómetro y el Giroscopio lo cual nos permitió el uso de sistemas de control, medición inercial (IMU), medición de vibración, detección de caídas, sensor de distancia y/o velocidad o goniometría (medición de ángulos). (uelectronics, 2023) (Figura 1)

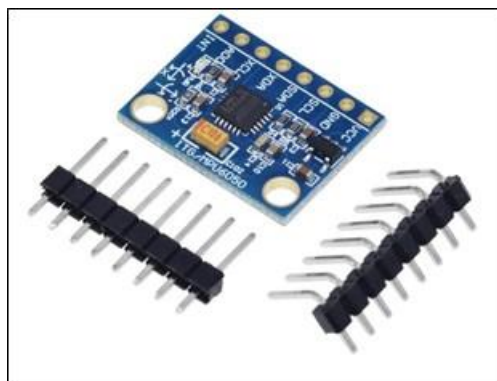


Figura 1. Sensor MPU6050 Acelerómetro

## Grabador de Voz:

El módulo ISD1820, es un dispositivo de un solo chip que contiene un micrófono, un codificador de voz, un decodificador de voz y un reproductor de audio. El micrófono se utiliza para capturar la voz, el codificador de voz se utiliza para convertir la voz en un formato digital, el decodificador de voz se utiliza para convertir el formato digital de la voz en una señal de audio y el reproductor de audio se utiliza para reproducir la señal de audio.

El módulo tiene una capacidad de grabación de 8 a 20 segundos y reproducirlo de forma manualmente mediante los botones de control o utilizando un microcontrolador ya sea placas de desarrollo de la familia de Arduino. (Figura 2) (uelectronics, 2023)

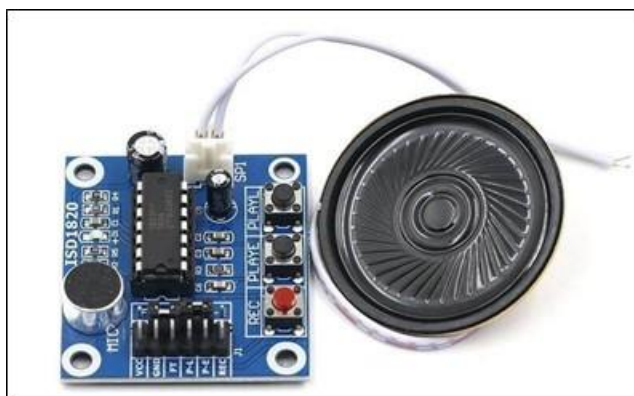


Figura 2. Módulo ISD1820 Grabar y Reproducir audio

**Contenido Educativo:** Se realizó una maqueta que representaran las dos capas tectónicas y las ciudades que interactúan con ellas. Para esto fue necesario dos rodillos que obtuvimos del tóner de una impresora láser, un motor síncrono de 120 v de un microondas fuera de servicio, lona reciclada de eventos de la escuela y una tabla de madera de 25 cm x 2 mts, también fue necesario una lámina corrugada de polipropileno, también conocida como Coroplast, para esto utilizamos una lámina utilizada en la feria del año pasado. Por último, para simular la ciudad nos dimos a la tarea de construir casas de cartón de diversos colores, para hacerla atractiva para niños y adultos.

## Metodología:

La metodología del proyecto seguirá los siguientes pasos:

**Investigación y Diseño Inicial:** Se realizará una revisión exhaustiva de la literatura científica sobre sismos de subducción y sistemas de alerta temprana. Se diseñarán los componentes del dispositivo lúdico y del sistema de alerta temprana en base a los hallazgos de la investigación.

**Desarrollo de Prototipos:** Se construirán prototipos del dispositivo lúdico y de la simulación del sistema de alerta temprana con los sensores. Para ello se realizó el modelo con cajas de cartón (Figura 3), esto nos permitió conocer dimensiones aproximadas para posteriormente realizar el corte de las tablas con herramientas de carpintería como la caladora y el taladro para unirlos, para esto fue necesario medir los rodillos y adaptar los cortes a la medida de los rodillos.



Figura 3. Prototipo en Cartón

Posterior de cartón y teniendo las piezas de madera cortadas, se procedió a construir la maqueta de madera, adaptando los tamaños de los rodillos; una vez instalados los rodillos se tomaron medidas para cortar la lona de tal manera que rotara por los rodillos lo que permitió la simulación del movimiento de subducción

de la placa y a su vez se cortó la lámina corrugada de polipropileno que simularía la otra placa tectónica y el espacio donde se ubicaría la ciudad y de esta manera simular el sismo. Para proceder a las pruebas piloto del dispositivo para observar el comportamiento del rodillo, la lona y la lámina corrugada de polipropileno (Figura 4)



Figura 4. Pruebas piloto del funcionamiento de GeneSIS.

## Ejecución y construcción

**Investigación Científica:** Se llevó a cabo una exhaustiva investigación científica para comprender los conceptos clave relacionados con los sismos de subducción y la tecnología necesaria en cuanto a software y hardware para simular una alerta temprana. Esto incluyó la revisión de literatura geológica, estudios sísmicos previos y componentes tecnológicos.

**Diseño de Componentes:** Con base en la investigación, se diseñaron los componentes clave del proyecto, incluyendo el dispositivo lúdico interactivo. La placa de desarrollo y los sensores necesarios.

## Desarrollo de Prototipos

Ya implementado el prototipo descrito anteriormente se procedió a la implementación de los sensores y el módulo de grabar reproducción para la simulación del sistema de alerta temprana, para esto ocupamos un Arduino Nano y un protoboard para el montaje de los sensores (Figura 5), así como los sensores MPU6050 y el Módulo ISD1820 (Figura 1 y 2).

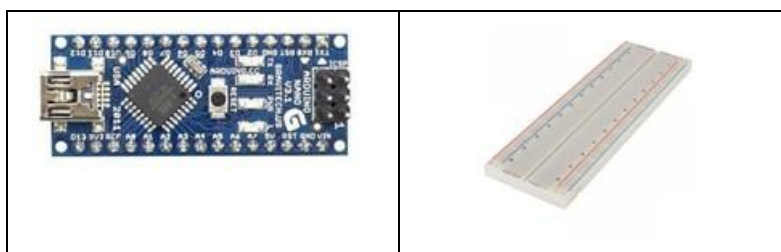


Figura 5. Arduino nano y protoboard

Los sensores y el Arduino NANO fueron montados en un protoboard de acuerdo al circuito que se representa en la (Figura 6). Así como la implementación del módulo ISD1820, como se ilustra en la (Figura 7), esto acompañado de la programación necesaria para que de acuerdo a la vibración registrada por el Arduino se active el modulo ISD1820, con la alerta sísmica previamente grabada.

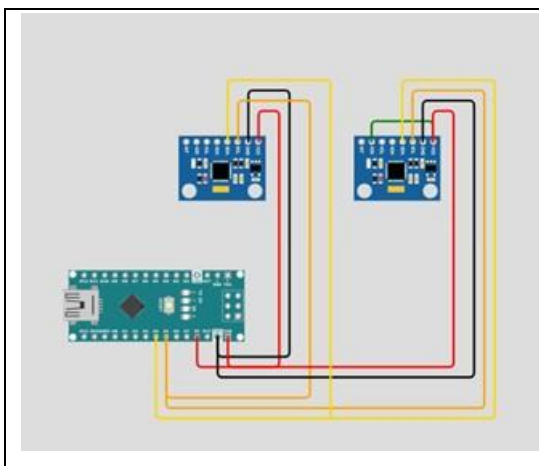


Figura 6. Circuito Acelerómetro y Giroscopio MPU 6050 en Arduino

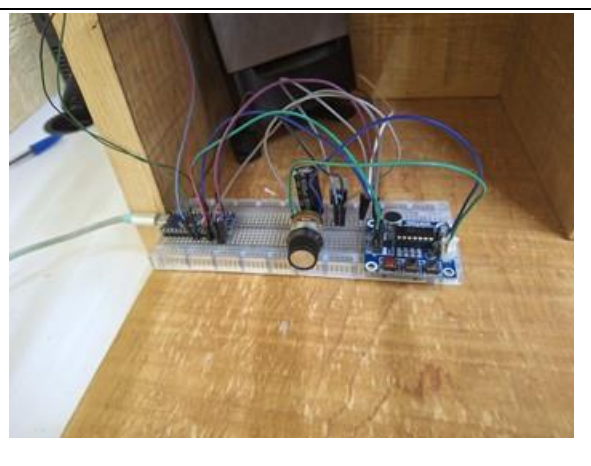


Figura 7 Protoboard con el Arduino Nano, los sensores y el módulo ISD1820



## Implementación

Basándonos en los resultados de las pruebas piloto y las retroalimentaciones recibidas, en cuanto al funcionamiento de la simulación de subducción a cargo de los rodillos y la lámina de polipropileno (Coroplast), así como el funcionamiento de los sensores (Acelerómetro y Modulo de grabar y reproducir audio), y los resultados de la programación necesaria para activar la alerta sísmica (Figura 8), se procedió a colocar calcomanías respecto a las diversas capas de las placas tectónicas a la maqueta de madera, para hacer más didáctico su uso. (Figura 9)



Figura 8. GeneSIS Dispositivo lúdico para la enseñanza de los Sismos



Figura 9. GeneSIS – con calcomanías de las placas tectónicas

Dentro de la última etapa de implementación cambiamos el protoboard y dejamos una placa de tal manera que con el movimiento no surgieran problemas con pequeños falsos de conexión (Figura 10). Igualmente se calibraron los valores del acelerómetro de acuerdo a los picos provocados en la gráfica (Figura 11), de tal manera que cuando rebasara dicho valor se activara el sonido de alerta sísmica. (Figura 12). Quedando como producto final lo que se ilustra en la (Figura 13).

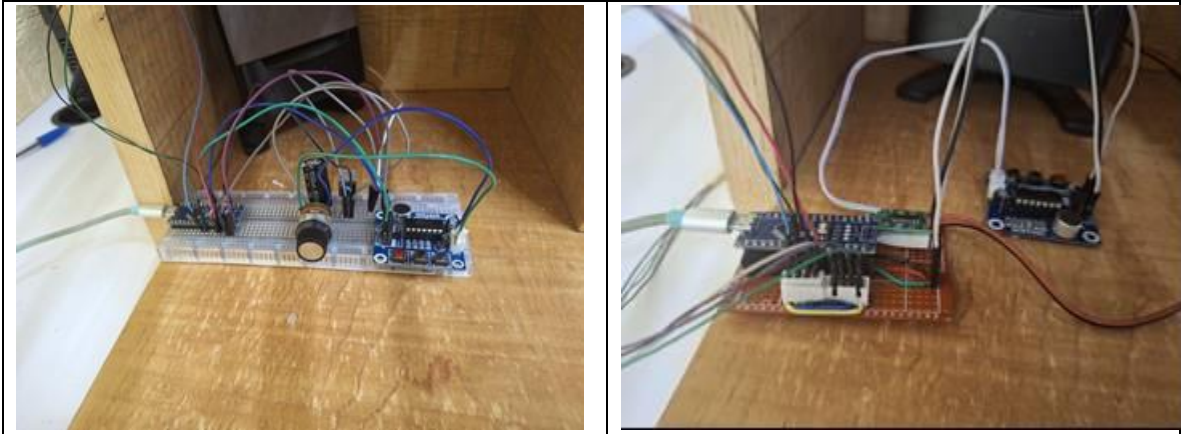


Figura 11. Protoboard a placa soldada



Figura 12. Calibración de los picos para activar la alerta sísmica



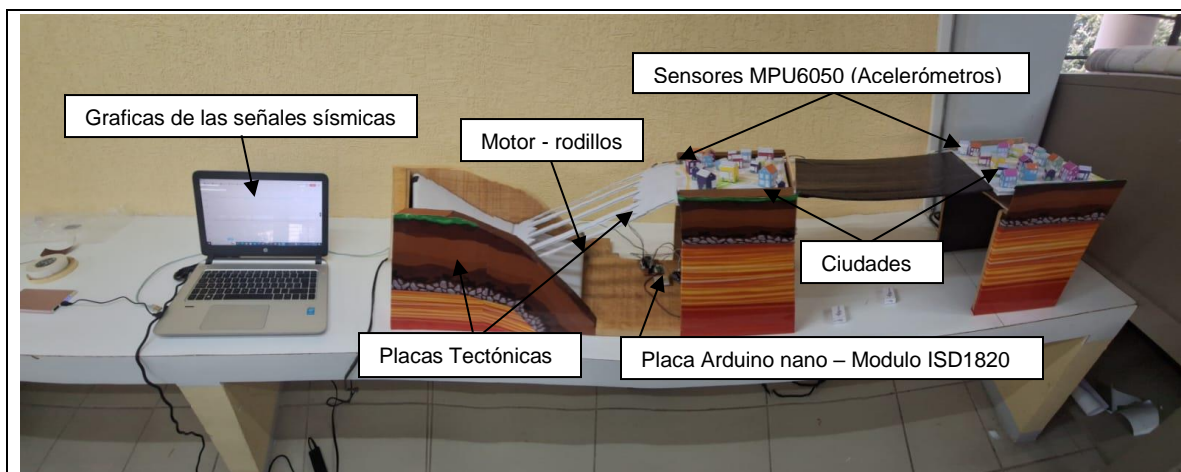


Figura 13. GeneSIS Dispositivo lúdico para la enseñanza de los Sismos.

Dentro de este proyecto algunas de las habilidades que desarrollamos a lo largo de este tiempo fue conocimientos acerca de los sismos por subducción y su monitoreo, así como las afectaciones de estos en las ciudades. Adicionalmente adquirimos las que se describen a continuación:

- Adquirimos habilidades respecto a diseño de **Dispositivos Interactivos**, incluyendo la integración de hardware y software para lograr una experiencia educativa significativa.
- Habilidades de **carpintería** para el manejo y construcción de la maqueta de madera, uso de diferentes herramientas como caladoras, taladros, sierras circulares, escuadras, etc.
- Habilidades básicas de **electrónica** como soldadura, manejo de placas de desarrollo, uso de sensores.
- Habilidades de **programación** para el manejo de la placa de desarrollo Arduino en Arduino IDE, para interactuar entre el acelerómetro y el módulo de reproducción de sonido y de esta manera activar la alerta sísmica.
- Habilidades **pedagógicas** para que el diseño del dispositivo contribuya de diferentes maneras con la comprensión y el aprendizaje significativo de las comunidades.

## Resultados

Dispositivo educativo y tecnológico para la enseñanza de la génesis de los sismos de subducción, que está dividido en dos secciones, la primera consiste en una maqueta que simula una de las placas tectónicas por medio de un motor, un rodillo y una lona, para la segunda placa tectónica utilizamos un material flexible (coroplast) que nos permitiera simular la tensión, en la cual ubicamos la ciudad y los sensores (Acelerómetros).

La segunda sección consistió en simular el sistema de alerta temprana, para esto utilizamos 2 acelerómetros (MPU6050), que nos registran la aceleración por el movimiento provocado por las placas. Estos acelerómetros están conectados a un arduino el cual nos ayuda a graficar los valores de X, Y y Z del acelerómetro. Así como el módulo de grabación-reproducción (ISD1820) que permite reproducir la alarma sísmica, cuando los valores de Z exceden el rango previamente establecidos, esto a través del software (Arduino IDE), donde se programó los rangos por medio de una condicional IF. Como se muestra en la. (Figura 14)

Adicional a esto graficamos por medio del software Arduino IDE, los valores resultantes de los sensores como se muestra en la figura 15, donde podemos observar los picos provocados por la liberación de tensión originada por la simulación de un sismo de subducción.

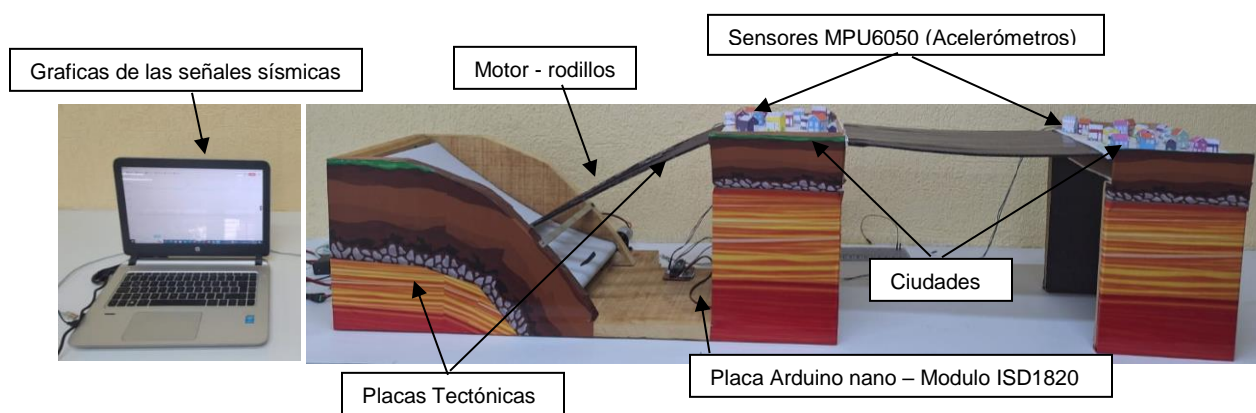


Figura 14. GeneSIS – Dispositivo Lúdico para la enseñanza de los sismos de subducción



Figura 15. Ejemplo de gráficas de valores resultantes de los sensores y los picos de la aceleración provocada por el movimiento de la simulación de un sismo de subducción.

## Conclusiones

El proyecto "GeneSIS" representa un esfuerzo significativo para abordar la falta de conocimiento y conciencia pública sobre los sismos de subducción. A través del desarrollo de un dispositivo lúdico interactivo y educativo, se busca transformar la manera en que las personas comprenden y se preparan para estos eventos geológicos peligrosos.

El enfoque multidisciplinario, que combina las Ciencias de la Tierra, Tecnología y la Pedagogía, nos ha llevado a la innovación de un dispositivo que simula de manera efectiva el fenómeno de subducción, y un sistema de alerta temprana para generar conciencia sobre la importancia de los sismos en pro de una cultura de prevención.

El uso de materiales reciclados y la implementación de sensores electrónicos de bajo costo (arduino, acelerómetros y módulo de grabación reproducción) demuestran la viabilidad de desarrollar soluciones educativas innovadoras de manera accesible. Además, la adaptabilidad del dispositivo para ser utilizado en diferentes comunidades y niveles educativos lo convierte en una herramienta versátil, que podremos aplicar en zonas rurales, escuelas primarias, secundarias y de media superior, con la finalidad de fomentar el interés en el estudio de las Ciencias de la Tierra, indispensables ante las crisis ambientales que vivimos actualmente.

Este dispositivo puede coadyuvar al proceso de enseñanza en materias como sismología dentro de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra. (Cálculo de frecuencias, Intensidad del movimiento, efecto de sitio, etc.)

## Referencias bibliográficas

- Cabrera Flor, A. P. (10 de 2022). *Desarrollo de una mesa vibratoria para simulación de sismos en estructuras*. CUENCA, CUENCA, ECUADOR: Universidad del Azuay.
- Cardona\_Agudelo\_Manuel, A. (2022). Implementación de una Estrategia Pedagógica Para la Atención de Riesgos Sísmicos a Través del uso Simuladores en el Aula en una Institución del Municipio de Cocorná. *Universidad de Santander*.
- García, E. p. (08 de 05 de 2023). *El profe García*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=vUns-5b15Qc>
- MARTÍNEZ-BIBIANO, D. S.-M.-R.-V. (2023). Representación de un Sistema Simulador de Sismos como herramienta de apoyo Pedagógico. *FORO DE ESTUDIOS SOBRE GUERRERO*, 312–321.
- Servicio Sismológico Nacional, S. S. (09 de 10 de 2023). *Servicio Sismológico Nacional*. Obtenido de <http://www.ssn.unam.mx/>
- Velasco Núñez, E. .. (2020). Prototipo didáctico de una mesa vibradora bidireccional para el estudio de sistemas estructurales a pequeña escala. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 9(23).