

SENSORES Y SENTIDOS

Explorando la física con tecnología de bajo costo

Walter Modernell, Horacio Romano, Luciano Pérez
Colegio Santa Elena

Ficha técnica

Nivel educativo: Estudiantes de 9.º de EBI, 1.º, 2.º y 3.º de EMS.

Institución: Colegio Santa Elena. Sede Montevideo.

Áreas o unidades curriculares que integran el proyecto o la experiencia:

Física en todas las orientaciones de Educación Media Superior y en 9.º de Educación Básica Integrada.

Participantes: Estudiantes de los niveles mencionados.

Autoría del relato de la experiencia: Walter Modernell, Horacio Romano, Luciano Pérez.

Contacto:

- lucianoperez@santaelena.edu.uy
- horacioromano@santaelena.edu.uy
- [waltermmodernell@santaelena.edu.uy](mailto:waltermodernell@santaelena.edu.uy)

Resumen

La propuesta muestra una serie de experiencias educativas destinadas a incorporar tecnologías accesibles (Arduino, la *app* Phyphox y teléfonos celulares) en actividades experimentales de Física. A través de una serie de prácticas *hands-on* y demostraciones interactivas, docentes y estudiantes pueden experimentar de primera mano procedimientos de medición, adquisición de datos y diseño de pequeños montajes instrumentales. Las experiencias están pensadas para ser replicables en contextos escolares con recursos limitados y buscan inspirar estrategias de enseñanza centradas en la investigación, la creatividad y la experimentación.

Objetivos

- Fomentar metodologías activas, desarrollar competencias experimentales y promover la alfabetización digital aplicada a la enseñanza de fenómenos físicos.
- Diseñar proyectos flexibles que permitan el abordaje en distintos niveles y en aulas heterogéneas.
- Elaborar propuestas experimentales con posibilidad de ser analizadas en tiempo real, así como con análisis de datos posterior.

Introducción

Estas experiencias presentan la integración de *tecnologías accesibles y de bajo costo*, como microcontroladores Arduino, la aplicación Phyphox y teléfonos celulares, en prácticas experimentales de Física. La propuesta parte de la necesidad de transformar las prácticas de laboratorio para superar el problema del *conocimiento frágil* (Perkins, 2010), aquel que los estudiantes memorizan, pero que no comprenden ni utilizan activamente. El objetivo es transitar hacia un *aprendizaje profundo*, en el que el alumnado construye conocimiento explorando activamente su entorno (Furman y Podestá, 2024).

Mediante montajes sencillos y *actividades de indagación*, los estudiantes recopilan y analizan datos en tiempo real, diseñan soluciones y aplican lo aprendido a situaciones auténticas (Tomlinson y Mc Tighe, 2008). En este enfoque, la tecnología actúa como una herramienta mediadora que facilita la observación y la cuantificación, permitiendo *hacer visible el pensamiento* de los estudiantes y ayudándolos a reflexionar sobre sus propios procesos de aprendizaje.

La propuesta promueve *metodologías activas* como la investigación, el diseño y la resolución de problemas, posicionando al docente como un *guía y facilitador* que diseña situaciones de aprendizaje y acompaña el proceso, en lugar de ser un mero transmisor de información (Richhart et al., 2014). Este enfoque está pensado para ser replicable en contextos liceales con recursos limitados y contribuye al desarrollo de *competencias científicas y digitales*. Al mismo tiempo, estimula la creatividad y la autonomía para que los estudiantes aprendan a transformar problemas cotidianos en preguntas científicas abordables (Furman, 2019).

Estas propuestas están diseñadas para implementarse con estudiantes de nivel secundario, aunque pueden adaptarse rápidamente para los primeros años de estudios terciarios y/o universitarios.

Descripción del proyecto

La propuesta buscó transformar prácticas de laboratorio tradicionales en oportunidades de *aprendizaje significativo y profundo*. La intención fue que los estudiantes exploraran su entorno, formularan preguntas investigables, diseñaran mediciones y aplicaran conceptos físicos a problemas cotidianos, usando tecnología accesible, libre y abierta (ArduinoUno, la *app* Phyphox y celulares) como mediadora de la indagación y la cuantificación.

Actividad 1. Nivel 3.º EMS (CTQ y CTA)

Tema: Carga y descarga de un capacitor.

Descripción: Los estudiantes trabajaron con una placa programable Arduino Uno, configurada para cumplir dos funciones principales:

1. Suministrar corriente continua para la carga de un capacitor electrolítico.
2. Medir y registrar automáticamente la diferencia de potencial y el tiempo durante los procesos de carga y descarga a través de un resistor.

Valor agregado de la propuesta: En comparación con el procedimiento tradicional, que requiere cronómetro y multímetro, esta modalidad posibilita la recolección de un gran número de datos en poco tiempo. Esto favorece un *análisis más riguroso y detallado de la curva exponencial de carga y descarga*, al mismo tiempo que potencia el desarrollo de *competencias digitales y de interpretación de datos*.

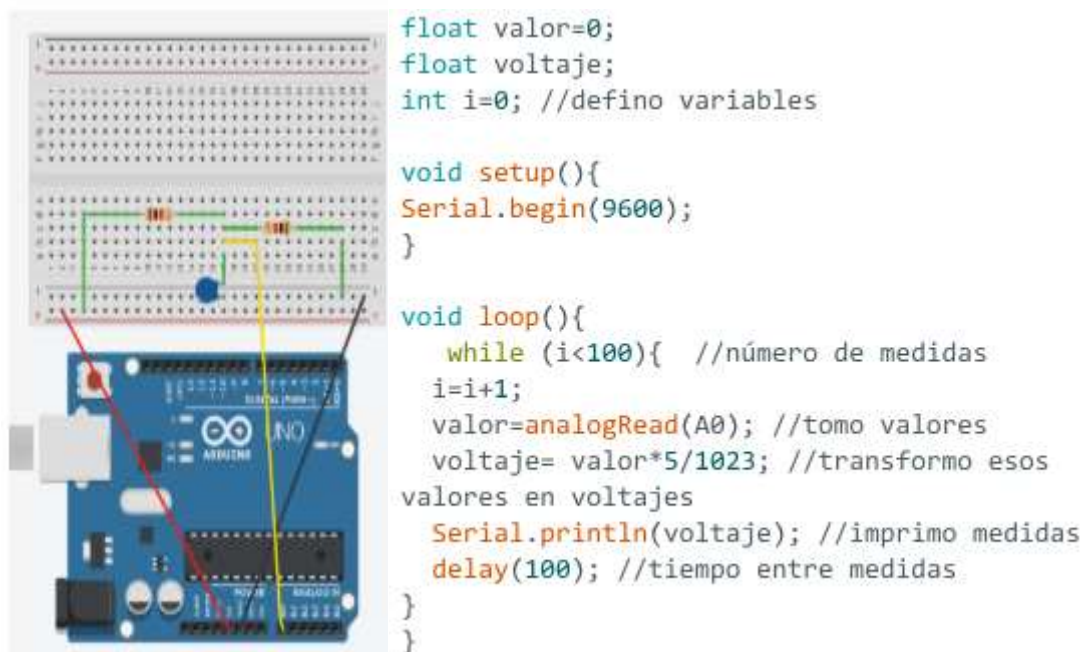


Fig.1. Circuito y código utilizado para realizar la experiencia

Resultados:

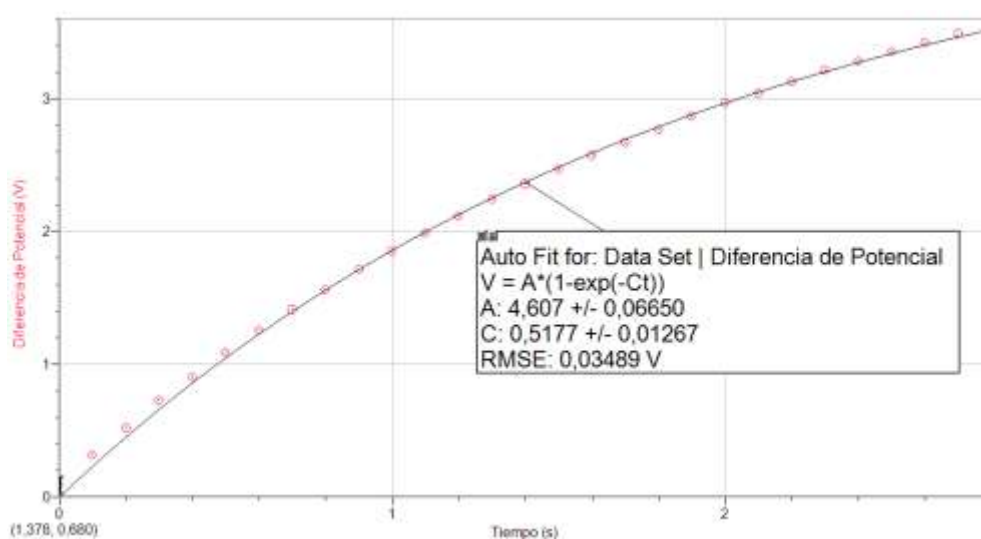


Fig.2. Gráfico de Dif. de potencial en función del tiempo obtenido en la experiencia.

Actividad 2. Nivel 2.º EMS (CT)

Tema: Movimiento circular.

Descripción: Para el estudio de un movimiento circular no uniforme, los estudiantes utilizan sus teléfonos celulares y la aplicación Phyphox, que recoge y analiza las medidas tomadas por los distintos sensores que poseen los smartphones.

Valor agregado de la propuesta: El uso de los sensores integrados en los celulares brinda la posibilidad de realizar *experiencias experimentales precisas y accesibles*, aprovechando dispositivos de uso cotidiano. Esto no solo democratiza el acceso a herramientas de medición avanzadas, sino que además promueve el *aprendizaje activo y la vinculación entre tecnología y ciencia en contextos cercanos a los estudiantes*.

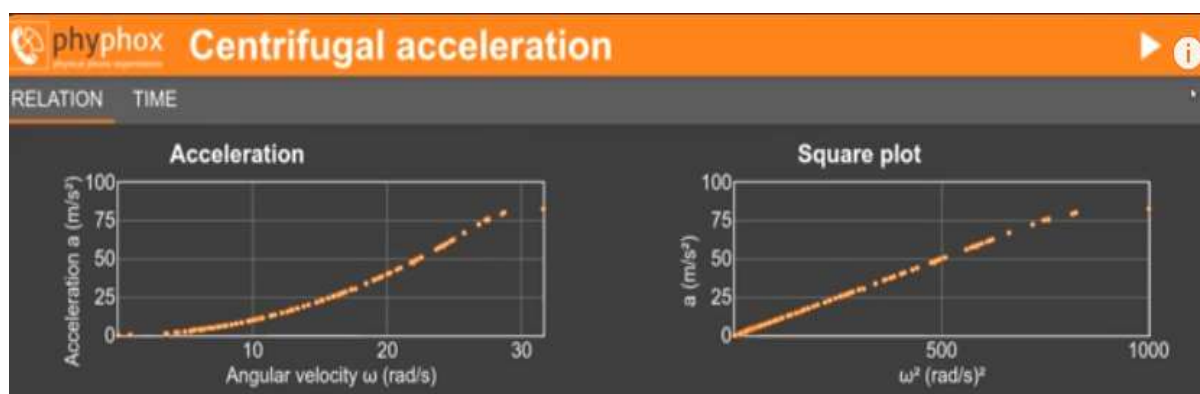


Fig.3. Gráficos generados en tiempo real con la app Phyphox.

Actividad 3. Dos propuestas, una para 9.º EBI y la otra para 2.º CT

Tema: Análisis del dispositivo utilizado y su vinculación con Phyphox.

Descripción: En este caso conectaremos la placa de Arduino por Bluetooth con el *smartphone* a través de Phyphox y de esa forma visualizaremos los datos de los sensores en tiempo real o podremos guardarlos para su análisis posterior. Para hacer posible esta vinculación se usó la biblioteca phyphoxBle.h (Krampe y Dorsel, 2024) sin modificar. Para enviar los datos de la placa al teléfono se usó y modificó el código realizado originalmente por Gautier Creutzer y Frédéric Bouquet del Grupo de Física del Estado Sólido de la Université Paris-Saclay (Creutzer, Dorsel y Vince, 2022), de forma de poder, a partir de los datos del barómetro, determinar los datos de altura para después enviarlos al teléfono.

9.º Educación Básica Integrada. Poniéndole el cuerpo al movimiento

Para este ejemplo de actividad, diseñamos un experimento para estudiar movimientos verticales en tiempo real. Esta posibilidad de rápida visualización permite hacer predicciones y comprobar casi de manera instantánea, analizar cualitativamente y

cuantitativa (sencilla), dando más tiempo para la reflexión sobre las predicciones. Además de generar actividades lúdicas poniéndole el cuerpo al movimiento.



Fig. 4. Secuencia metodológica realizada.

Al estudiar movimientos una dificultad común para los estudiantes es la de traducir esos movimientos a su representación gráfica. Podemos partir de la situación real para realizar la secuencia fenómeno - idea - terminología (Furman y de Podestá, 2021) y hacer experimentos para caracterizar el movimiento, ya sea analizando videos o a partir de alguna otra técnica experimental. Al realizar el experimento de forma tradicional es difícil hacer vinculaciones claras entre distintos tipos de movimientos y cómo estos se representan a partir de gráficas de posición en función del tiempo, ya que requiere de mucho tiempo y se pierde la riqueza conceptual de la discusión de predicción – fenómeno, que, de esta manera, al hacerlo en tiempo real, es mucho más nutritiva.

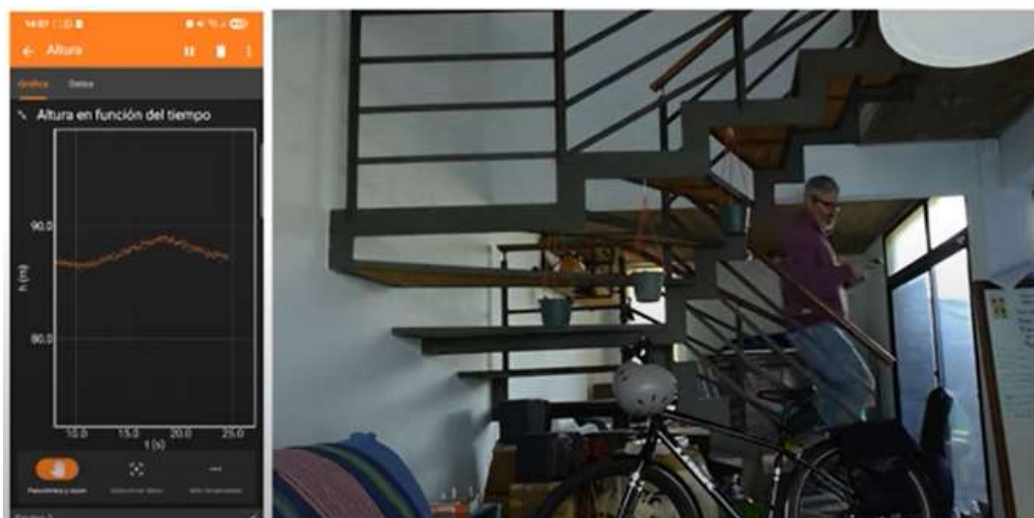


Fig.5. Gráfico generado en tiempo real junto con una captura del momento de la toma de datos.

A partir de las predicciones de los distintos movimientos se generan discusiones sobre la forma de la gráfica, el significado físico de la pendiente. Una posibilidad es también generar juegos o pequeños desafíos, imitando con el movimiento cuerpo gráficas propuestas por los compañeros.

Además de este tipo de experimentos cualitativos, esta aplicación permite hacer análisis cuantitativos sencillos y realizar ajustes lineales. Por ejemplo, determinar la velocidad de subida por una escalera o determinar la velocidad de un ascensor (Martí y Monteiro, 2017).

Actividad 4. Nivel 2.º EMS (CT) ***con posibilidad de implementarse en niveles superiores***

Tema: Proyecto paracaídas.

Descripción: Para esta propuesta también se plantea un estudio experimental de un movimiento vertical, este caso más complejo. El flujo de clase favorecerá distintos niveles de profundidad y abordaje, en plenario, pequeños grupos e individualmente. Salir y entrar en el proyecto mientras suceden otras estrategias didácticas intercaladas. Estudiar la caída de un paracaídas implica el diseño, fabricación y estudio experimental para caracterizar la caída y determinar la velocidad límite.

En este caso, la secuencia de trabajo en el experimento se refleja en la figura 6. A partir de los sensores integrados en la placa registramos presión en función del tiempo para después poder traducirla en datos de altura en función del tiempo, luego registrarlos con Phyphox en el teléfono. Por último, descargamos los datos para poder analizarlos con mayor profundidad. Poder analizar estos datos y ver cómo se ajustan estos a nuestra teoría.



Fig. 6. Secuencia de trabajo de la caída de un paracaídas.

El dispositivo propuesto permite medidas fuera del laboratorio; en este caso, la caída real del paracaídas fabricado. A continuación, vemos algunos datos de los *posters* realizados por estudiantes de segundo de educación media superior.

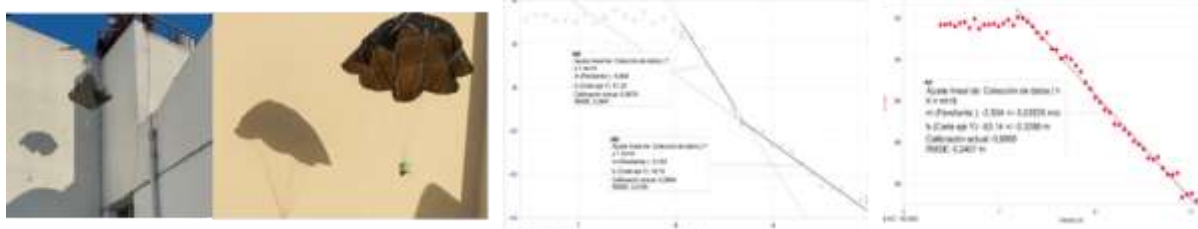


Fig. 7.

Actividad 5. Nivel 3.º EMS (CVH)

Tema: Presión y temperatura.

Descripción: Con la finalidad de responder a la pregunta *¿Qué sucede con la presión interna de un sistema cerrado al variar la temperatura?*



Fig. 8. Dispositivo final utilizado con el Arduino nano en su interior.

Los estudiantes formularon hipótesis sobre cómo la presión interna de un sistema cerrado cambia al variar su temperatura (por ejemplo: «La presión disminuirá al enfriarse porque las moléculas chocan menos frecuentemente»). Diseñaron un montaje experimental: inicialmente intentaron medir con un sensor de presión externo conectado por cable a Arduino, pero no lograron un sellado correcto entre sensor y recipiente; ante ese problema optaron por usar la Arduino Uno Sense BLE Rev 3, que integra sensor de presión y temperatura y conexión Bluetooth, evitando penetrar la pared del recipiente y permitiendo registrar datos sin romper el sello. Con la conexión Bluetooth y Phyphox pudieron tomar datos en tiempo real, visualizar las curvas y guardar CSV para análisis posterior.

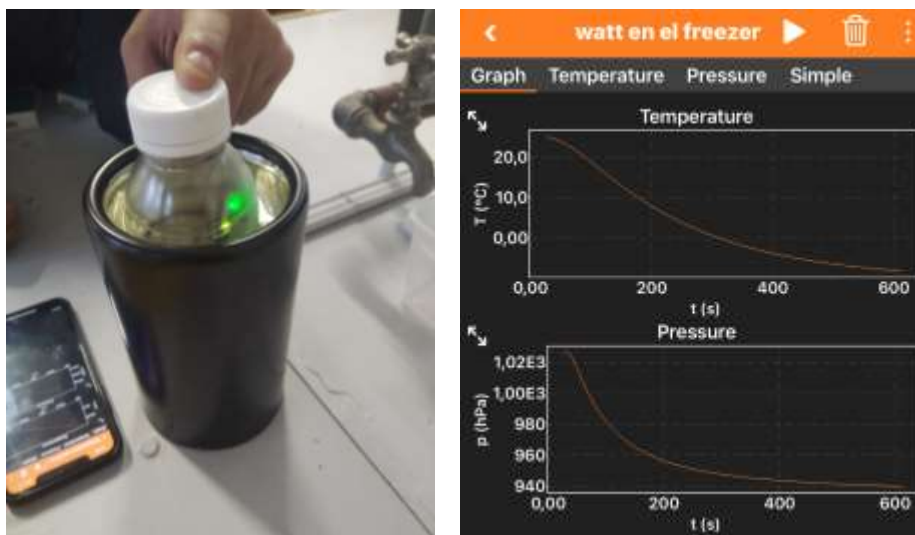


Fig. 9. Proceso de toma de datos en tiempo real.

Bibliografía

- FURMAN, M., y DE PODESTÁ, M. E. (2021). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Aique Educación.
- KRAMPE, D., y DORSEL, D. (2024). [Phyphox Arduino BLE](#).
- MARTÍ, E., y MONTEIRO, M. (2017). *Using smartphone pressure sensors to measure vertical velocities of elevators, stairways, and drones*. Physics Education.
- PERKINS, D. (2010). *La escuela inteligente: Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Gedisa.
- RITCHHART, R., CHURCH, M., y MORRISON, K. (2014). *Hacer visible el pensamiento: Cómo promover el compromiso, la comprensión y la autonomía de los estudiantes*. Paidós.
- TOMLINSON, C. A., y MCTIGHE, J. (2008). *Integrando. Comprensión por Diseño + Enseñanza basada en la Diferenciación*. [Editor no disponible en las fuentes].
- BOUQUET, F., CREUTZER, G., DORSEL, D., VINCE, J., y BOBROFF, J. (2021). *Enhance your smartphone with a Bluetooth Arduino nano board*. Université Paris-Saclay, CNRS, Laboratoire de Physique des Solides.
- VINCE, J., BOUQUET, F., BOBROFF, J., CREUTZER, G., y Dorsel, D. (2022, octubre). Des mesures sans fil avec son smartphone. *Bulletin de l'Union des professeurs de physique et de chimie*, 116(1047), 935-944.
- UNIT ELECTRONICS. (s. f.). [¿Cómo conectar y programar el Módulo AD8232 ECG con Arduino Uno?](#)