

Experimentos de Ciencia y Tecnología en tiempos de Cuarentena

Dr. Salvador Gil¹, Mg. José Luis Di Laccio², Mg. Pablo Núñez³, Mg. Leila Mora Iannelli⁴

¹Universidad Nacional de San Martín, Campus Miguelete, San Martín – Buenos Aires

² Dpto. de Física del Litoral, CENUR-LN, Universidad de la República y Departamento de Física del CeRP del Litoral-Salto-Uruguay

³Instituto Superior de Formación Docente «Madre María Luisa Clara», Laferrere, Pcia. Bs. As. - Colegio Emaús-El Palomar-Pcia. de Buenos Aires.

⁴Escuela de Ciencia y Tecnología (ECyT) de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) – Buenos Aires, Campus Miguelete - Martín de Irigoyen 3100 (1650). San Martín, Buenos Aires.

¹sgil@unsam.edu.ar, ²jdilaccio@gmail.com, ³pablo_nuniez2000@yahoo.com.ar, ⁴leila88@gmail.com

1. Propuesta

El objetivo de esta propuesta educativa es afianzar una red de docentes de ciencias experimentales de distintas universidades Hispano-americanas, con la finalidad de desarrollar propuestas de proyectos educativos de ciencias, susceptibles de ser realizadas en el hogar, es decir “el laboratorio en casa”. La idea es utilizar las ventajas y disponibilidad de las nuevas tecnologías de la comunicación y la información (TIC) combinada con elementos de bajo costo que pueden estar disponibles en el hogar. Se buscan crear entornos de aprendizaje de ciencias experimentales, en una situación de cuarentena, que impide que podamos realizar actividades grupales con nuestros estudiantes en laboratorios tradicionales de nuestras escuelas y universidades. Estas propuestas de proyectos van al desarrollo de experimentos que estarían orientados a resaltar los aspectos básicos y fundamentales de las leyes de la naturaleza, como así también su vínculo con la tecnología y la posibilidad de contribuir a resolver los desafíos del mundo presente. Nuestro norte son, los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) adoptados por la mayoría de los países del mundo y las Naciones Unidas en 2015 ¹. Los ODS bien podrían servir de referencia para vincular la ciencia y la tecnología con la solución de problemas complejos, que la humanidad busca resolver.

Dentro de este marco, y con la incorporación de las actuales tecnologías, se espera tender un puente entre los enfoques tradicionales y las nuevas aproximaciones de la enseñanza de las ciencias básicas, enfatizando sus aspectos metodológicos. En este sentido los trabajos de laboratorios a proponer a los estudiantes, no deberían ser solo un conjunto de experimentos que meramente ilustren los temas desarrollados en las clases teóricas, sino proyectos simples en los que los estudiantes aprendan a investigar e ilustren el camino a través del cual se genera el conocimiento científico.

El material pedagógico a producir consistiría en la elaboración de un manual con proyectos experimentales, con sugerencias para docentes que tendrían como eje la física, la química, la matemática, la energía y su uso racional y el cuidado del ambiente. Lo innovador de estos proyectos sería la inclusión de objetos de estudio, articuladores y complejos, que necesitan de varias disciplinas para explicarlos (Física, Química, Informática, Historia, Economía, etc.) y la inclusión de diferentes tecnologías que hoy están en nuestros teléfonos inteligentes (smartphones) como: sensores de varios parámetros físicos, computadoras hogareñas, tabletas, hojas de cálculo y diferentes programas computacionales que son de uso libre y gratuito y disponibles en Internet.

Las distintas contribuciones, supervisadas por un comité editor, estarán accesibles a todo público en a un sitio Web, que podría ser usado por toda la comunidad educativa del mundo hispano parlante. Asimismo, a medida que los alumnos vayan realizando estos experimentos y escribiendo sus resultados, conclusiones e innovaciones generarían informes que se subirían asimismo al mismo sitio. Mediante esto, se contribuye a un modelo de trabajo y desarrollo de actividades, que puedan servir de motivación y efervescencia tanto para estudiantes como los propios docentes.

Un aporte inmediato de esta propuesta, es responder al desafío de atender a la población estudiantil y tener una medida paliativa para seguir realizando actividades experimentales en este tiempo de cuarentena, aunque

¹<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>

claro está que se podría trascender esta coyuntura, para ir formulando nuevos modelos de enseñanza para el aprendizaje de ciencia y tecnología, que puedan contribuir a resolver los grandes desafíos de la humanidad y aprender a dar respuesta a los desafíos que la realidad nos plantea, como es en particular esta pandemia COVID-19 Coronavirus que estamos viviendo. En esta primera etapa, el comité promotor de esta propuesta somos docentes e investigadores de Física y otras Ciencias Experimentales.

2. Planeamiento

Lista tentativa de proyectos para la primera etapa, con formulación teórica, actividades propuestas y guías ya desarrolladas.

Introducción a la Metrología de Medición y Metodología Científica

- ☞ **Análisis gráfico de resultados:** Importancia de la representación gráfica, elección de las variables, relación lineal, relación potencial, relación exponencial, transformación de variables – pseudovariables.
- ☞ **Descubriendo leyes experimentales** Actividades, Buscando leyes de conservación en la naturaleza. Importancia del tamaño en Biología, Frecuencia de aparición de palabras en los idiomas. Ley de Zipf. Ley de Benford.
- ☞ **Introducción a Análisis de los casos de infectados por la pandemia en el mundo y en una dada región:** Formas de monitoreo de la epidemia. Modelos explicativos simples. Modelo SIR. Sus potencialidades y limitaciones para explicar los datos reales.
- ☞ **Introducción a la teoría de errores Conceptos básicos de metrología** Incertidumbres de medición. Introducción, sensibilidad, precisión, y exactitud, fuente de errores: apreciación, exactitud, interacción, definición. Clasificación de los errores: sistemáticos, estadísticos, espurios. Cifras significativas.
- ☞ **Tratamiento estadístico de datos, Histogramas y estadística.** Histogramas y distribución estadística, parámetros de localización de una distribución. Parámetros estadísticos de dispersión. Magnitud que se mide N veces. Número óptimo de mediciones. Combinación de mediciones independientes, discrepancia.
- ☞ **Mediciones indirectas, Propagación de errores.** Introducción - Propagación de incertidumbres, elección de los instrumentos, propagación de incertidumbres con variable correlacionadas.
- ☞ **Método de regresión lineal.** Significación de Parámetros de un ajuste. Regresión no-lineal.
- ☞ **Cuadrados mínimos y regresión lineal.** Método de cuadrados mínimos. Regresión lineal. Correlación y causalidad. Incerteza en los parámetros de ajuste. La navaja de Occam o criterio de parsimonia.

Experimentos básicos

- ☞ **La cámara digital como instrumento de medición en el laboratorio.** Formas geométricas formadas por la sombra de una lámpara. Trayectoria de un chorro de agua. Uso de video para estudiar la cinemática de un cuerpo - fuerza de roce viscoso en el aire. Estudio de la cinemática del tiro oblicuo. Caso de roce despreciable. Caso de roce apreciable – Integración numérica de las ecuaciones de movimiento. Régimen laminar y turbulento. Movimiento de caída en un medio fluido con roce proporcional a v^2 .
- ☞ **Smartphone como herramienta de medición y aprendizaje.** Conceptos básicos de cinemática: aceleración, velocidad y posición. Estudio de la caída libre. Decaimiento de la espuma de cerveza. Efecto Doppler Acústico. Oscilaciones: sistema de masa y resorte. Ley de la inversa del cuadrado para la luz.
- ☞ **La tarjeta de sonido de una PC como instrumento de medición.** Determinación de la aceleración de la gravedad usando señales de audio. Ondas sonoras. Determinación de velocidad de sonido. Confección instrumentos musicales según escalas musicales.
- ☞ **Midiendo el Sistema Solar desde el aula.** Determinación del tamaño de la Luna y su distancia a la Tierra – Aristarco. Estimación del radio terrestre. Determinación del tamaño de la Luna y su distancia a la Tierra – Hiparco. Distancia Tierra-Sol. Distancia Venus-Sol y Mercurio-Sol. Distancia a otros planetas.

- ☞ **Parábolas y Catenarias.** Cadena simple sujeta por sus extremos. Cadena con cargas.
- ☞ **Midiendo velocidades supersónicas usando videos de YouTube.**
- ☞ **Leyes de escala.** Estudio dimensional en alambres, hojas de plantas y tuercas. Experimento con árboles: ley de conservación de la sección del tronco.
- ☞ **Obtención de coeficiente de rozamiento dinámico usando acelerómetro del celular.**
- ☞ **Caída de un martillo en la Luna y la obtención de la gravedad lunar.**

Experimentos más complejos

- ☞ **Propiedades elásticas de los materiales.** Módulo de rigidez. Flexión de barras. Medición del módulo de Young de alambres de cobre, acero, etc. por método de carga y descarga. Flexión de barras - Teoría de Euler-Bernoulli. Barra empotrada con un extremo libre. Vibraciones de una barra.
- ☞ **Estudio de una barra en rotación-Estabilidad de las rotaciones.** Consideraciones sobre sistemas rotantes-no inerciales. Estudio de una barra en rotación. Descripción teórica de una barra en rotación.
- ☞ **La tarjeta de sonido de una PC como instrumento de medición.** Reflexión de pulsos sonoros en tubos abiertos y cerrados. Medición de la velocidad del sonido en el aire. Estudio cuantitativo del efecto Doppler.
- ☞ **Experimentos con Fluidos – Experimento de Torricelli.** Fluidos ideales y teorema de Bernoulli, Fluidos viscosos. Forma de un chorro de agua. Experimento de Torricelli. Trayectoria de un chorro de agua. Velocidad de salida. Tiempo de vaciamiento de un recipiente.

Experimentos de Física moderna y aplicada

- ☞ Física Nuclear en el bar. Símil del decaimiento radiactivo. Experimento sencillo, de bajo costo y de fácil realización para estudiar la desintegración de la espuma de la cerveza, que tiene varios aspectos similares al decaimiento radiactivo, utilizando una cámara digital de un celular
- ☞ Estudio del efecto Doppler utilizando teléfonos inteligentes: características básicas del efecto Doppler usando un péndulo usando como bulbo un teléfono celular y un micrófono fijo conectado a una PC.
- ☞ Frecuencias de resonancia de un tubo abierto. Analogía con un pozo de potencial cuántico
- ☞ Frecuencias de resonancia de una botella. Analogía una partícula cuántica confinada por un potencial
- ☞ Medición de la potencia del Sol. Constante solar. Origen de la energía de Sol.
- ☞ Decaimiento Radiactivo ¿Qué es el decaimiento radiactivo? ¿Cómo puede ser explicado?
- ☞ Espectros de emisión ¿Qué cosa es un espectro de un elemento químico?
- ☞ Radiación Infrarroja ¿Cómo funciona la cámara termográfica?
- ☞ Ley de Pogson ¿Cómo podemos saber la distancia a la cual se encuentra una galaxia?
- ☞ Efecto Doppler ¿Las galaxias se alejan de nosotros?
- ☞ ¿Por qué brillan las estrellas? ¿Tiene relación con la famosa ecuación de Einstein?
- ☞ Estudio de la ley de Hubble usando un elástico que se expande. Análisis de las mediciones de Hubble y la expansión de Universo. ¿Las galaxias se alejan de nosotros? ¿Está el universo en expansión? ¿Cómo podemos saberlo?

Lista tentativa de proyectos que proponemos desarrollar en la segunda etapa

Iniciar el desarrollo de los siguientes proyectos:

- 1) ¿Qué es la energía? Su uso e impacto ambiental. Uso sustentable de la Energía.
- 2) Como construir una olla térmica u olla bruja. Medición de la efectividad del sistema y sus potencialidades tecnológicas.
- 3) ¿Qué potencia puede desarrollar una persona? Experimento para medir potencia desarrollada por los estudiantes bajo distintas condiciones. Por ejemplo, subiendo las escaleras de un edificio. Comparar con la energía aportada por los alimentos.
- 4) Estimación del calor disipado por una persona. Implicancias en el acondicionamiento térmico de un auditorio.
- 5) Energía proveniente del Sol. Medición de la constante solar en el aula.
- 6) Las estaciones del año, ¿qué las genera?
- 7) Potencia radiada por el Sol, la luminosidad el Sol.
- 8) Medidas de radiación solar global y directa en incidencia normal usando el smartphone.
- 9) Experimento para explorar el efecto de invernadero en el aula, usando una caja abierta y otra similar con tapa de vidrio. Efecto de invernadero del CO₂.
- 10) ¿Cálculo de la energía interna de distintos alimentos y productos? Midiendo la variación de temperatura de una tacita de agua calentada quemando iguales masas de distintos productos, por ejemplo: granos, semillas, alcohol, azúcar, querosén, gas de un encendedor, etc.
- 11) Origen de los combustibles fósiles. ¿De dónde se extraen? ¿Cómo se formaron? Historia de la Tierra.
- 12) Productos generados en la combustión de combustibles fósiles. Efecto de invernadero de la Tierra.
- 13) ¿Cómo podemos conocer las temperaturas del pasado?
- 14) Temperatura en el interior de la tierra a bajas profundidades. ¿Por qué nuestros antepasados vivían en cuevas?
- 15) Uso eficiente de la energía. ¿Qué es la eficiencia?
- 16) Qué es el etiquetado de eficiencia de los electrodomésticos. ¿Para qué sirve?
- 17) Potencial de uso eficiente de la energía. El uso de lámparas de bajo consumo en el país, ¿a cuántas centrales a gas de 1GW equivale el reemplazo de lámparas incandescente por la de bajo consumo? ¿Cómo se compara el gas usado pilotos con el gas importado por Argentina?
- 18) Cómo funcionan los artefactos domésticos: lámparas incandescentes, planchas, estufas a gas y eléctricas, motores eléctricos y a explosión.
- 19) Como se puede usar la energía solar para calentar agua.
- 20) Eficiencia en el transporte. ¿Cómo podemos mejorar el transporte y el uso de la energía? Emisiones generadas (huellas de carbono) por viajar a pies, en bici, buses, auto, trenes, avión.
- 21) Bicicletas y autos eléctricos, ¿qué aportan al medio ambiente? Su huella de carbono.
- 22) Eficiencia energética en el hogar. Aislación térmica de viviendas. Experimentos ilustrativos con experimentos en el aula.
- 23) Fuentes de energía renovables. Construcción de una cocina solar.

Durante el primer y segundo semestre de 2020, nos proponemos: Organizar talleres virtuales para docentes de la zona de influencia tanto en Argentina como Uruguay sobre Proyectos Experimentales y usos de nuevas tecnologías en el aula y desarrollo de aulas-laboratorios de bajo costo.

Escritura de un Manual-Guía con el material depurado y ensayado para docentes y estudiantes de escuelas medias.

3. Recursos disponibles

En cuanto a los recursos que las universidades y los institutos de formación del profesorado sí disponemos, está la capacidad de generar proyectos y propuestas. En nuestros laboratorios de enseñanza contamos con docentes auxiliares que potencialmente tendrían la posibilidad de ensayar estos proyectos, y mejorarlos con la asistencia y colaboración de los coordinadores de la propuesta. Las ideas y proyectos discutidos, depurados y mejorados, podrían luego transferirse a los cursos de física y otras ciencias que ya están en curso. También estas propuestas, como ya se dijo, estarían accesibles vía Internet para toda la comunidad educativa.

Los proyectos deberían tener diferentes grados de accesibilidad o dificultad, de modo de lograr que sean de provecho a distintos tipos de docentes y estudiantes, teniendo siempre presentes los objetivos de motivar e ilustrar el método de razonamiento característico de las ciencias. El material desarrollado de este modo podría servir como base para futuros talleres virtuales y cursos para docentes que se interesen en participar en esta propuesta.

Otro aspecto que pretendemos con los proyectos a desarrollar, es que los mismos sirvan para integrar espacios curriculares que usualmente se enseñan en cursos diferentes y que a menudo son considerados por los estudiantes como compartimentos estancos.

En síntesis, proponemos desarrollar una colaboración entre docentes de las universidades participantes y de los institutos del profesorado, material educativo que puedan ser transferidos a los laboratorios hogareños de los estudiantes.

Pretendemos que estos proyectos y experimentos ayuden a los estudiantes a entender los conceptos básicos subyacentes en la problemática científica y sus potenciales aplicaciones tecnológicas.

4. Resultados esperados

- Favorecer el mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias a través del desarrollo de proyectos experimentales de bajo costo.
- Involucrar y contagiar motivación y creatividad a docentes y estudiantes en proyectos de investigación y desarrollo de materiales educativos. Incorporar de forma genuina de nuevas tecnologías en el desarrollo de materiales didácticos para la construcción de laboratorios hogareños de costo accesible para los alumnos.
- Generar recursos didácticos para docentes que permitan favorecer la continuidad pedagógica de estudiantes en instancias de imposibilidad de asistencia presencial a la escuela.