

## PROBLEMAS ABIERTOS EN TIEMPOS DE VIRTUALIDAD

Devece Eugenio <sup>(1,2)</sup>, Gallego Sagastume Juana <sup>(1,2)</sup>, Vilche Ernesto A. <sup>(2)</sup>,  
Fernández Lobo Gonzalo M. J. <sup>(2,3)</sup>, Suarez Juana <sup>(3)</sup>,  
Pellegrino Eric <sup>(3)</sup>, Grippo Franco <sup>(3)</sup>, Cruz Iván <sup>(3)</sup>

(1) UIDET IMApEC, Dpto. de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (FI UNLP), 1 y 47, La Plata, Argentina. (2) Cátedra Física I - FI UNLP (3) Alumno - FI UNLP  
chinchiya@gmail.com

### Resumen:

En la cátedra de Física I de la facultad de ingeniería desde hace años se viene realizando, a modo de prueba piloto en algunos cursos, además de los laboratorios convencionales, un cambio en la dinámica del aula orientado a la resolución de problemas mediante investigación. Para ello se le presenta a los alumnos dos o tres situaciones abiertas optativas, a ser resueltas con el acompañamiento del personal docente durante el desarrollo del proyecto.

De esta forma se pretende actualizar la Educación en Ingeniería promoviendo un aprendizaje por competencias activo y centrado en el alumno.

En 2020 este tipo de actividades debieron mutar y adaptarse a la virtualidad, metodologías que se debieron tomar para poder seguir adelante con la formación de los futuros ingenieros en tiempos de aislamiento.

En este trabajo se realizará una descripción de los elementos y modalidades que se tuvieron en cuenta para adecuar este tipo de actividades a la virtualidad analizando los objetivos alcanzados y comparándolos con los alcanzados en la presencialidad.

**Palabras claves:** problema abierto, enseñanza centrada en el alumno, integración de conocimientos, competencias, virtualidad

### Introducción:

La materia Física I es una materia básica que el alumno de ingeniería debe cursar y aprobar durante su formación. En ella se desarrollan diferentes temas de la física clásica: mecánica, sonido, fluidodinámica y termodinámica.

Se espera que el futuro ingeniero sea parte de la sociedad actual, una sociedad que le requerirá, la habilidad de conocer, y de aplicar sus conocimientos a fin de encontrar una solución eficaz y eficiente a los problemas que se le presenten, [1], en el [Libro Rojo del CONFEDI](#), este conjunto de habilidades se denota como “competencias”, y describe las básicas esperadas de un ingeniero. De esta forma “*Los problemas que se presentan en la actividad diaria del ingeniero son por lo general abiertos o semiabiertos*” [2], entonces, ¿Por qué restringir el aprendizaje en el alumno, durante su cursada, a los problemas cerrados que suelen presentarse en las guías prácticas? Se busca que el futuro ingeniero sea capaz de ejercer su profesión en la realidad socio-económica que lo rodea, y, entendiendo que en su futuro, se desarrollará mayormente resolviendo problemas abiertos, es que desde hace unos años, a modo de prueba piloto, se está implementando en la cátedra de Física I, en algunos grupos, la resolución de problemas abiertos (PA) [3] pensados de manera integral, optativos, para que el alumno ponga en práctica diferentes

conceptos que fueron aprehendidos durante la cursada y sean capaces de complementarlos con tecnologías y/o saberes que pudiese tener o adquirir.

El aprendizaje basado en PA, es una estrategia de enseñanza-aprendizaje donde resulta igualmente importante que el alumno adquiera conocimientos como su capacidad para desarrollar habilidades y actitudes [1]. Algunos de los objetivos de un PA, en concordancia con la posibilidad de realizar una evaluación bajo un enfoque por competencias, son entre otras, generar en el alumno la responsabilidad de su propio aprendizaje; poner en contexto los alcances y las limitaciones de lo aprendido; desarrollar habilidades para la evaluación crítica y la adquisición de nuevos conocimientos; estimular las relaciones interpersonales, y la capacidad de trabajar colaborativamente de manera grupal; que el alumno tome la iniciativa y sienta entusiasmo al sentirse involucrado con el problema a resolver; saber identificar la falta de habilidades y/o conocimientos de manera eficiente y eficaz.

El alumno, tiene la posibilidad de desarrollar pensamiento crítico en el mismo proceso de enseñanza - aprendizaje, e incorporarlo como algo adicional, algo que es parte del mismo proceso de interacción que tuvo que realizar, para llevar adelante el aprendizaje. La estructura y el proceso de solución al problema están siempre abiertos, lo cual motiva a un aprendizaje consciente y al trabajo de grupo sistemático en una experiencia colaborativa de aprendizaje.[4]

La metodología de trabajo es crear un grupo pequeño de alumnos que pueda analizar y resolver un problema a su elección, con el acompañamiento de un docente (tutor), dentro de una serie de problemas propuestos. Se espera además, que durante el trabajo grupal, los integrantes adquieran la responsabilidad y la confianza en el trabajo realizado, desarrollando la habilidad de dar y recibir críticas orientadas a la mejora de su desempeño y del proceso de trabajo del grupo [5]

Durante el desarrollo de esta actividad, en forma presencial, los alumnos tenían la posibilidad de ir entregando un informe grupal, en el cual se debían plasmar las diferentes etapas de la resolución del problema y las conclusiones finales. Los alumnos tenían la posibilidad de realizar entregas preliminares que eran analizados por los docentes [6].

En 2020 y en tiempos de aislamiento, por aquellos tiempos única arma para enfrentar a la pandemia de COVID-19 que azotó y azota nuestro país. y el mundo, para poder continuar con el dictado de de las diferentes materias, la facultad de ingeniería debió incursionar en la virtualidad. Los PA no fueron ajenos a esta nueva forma de enseñar y aprender para la UNLP, tomando como base el trabajo desarrollado en presencialidad, se le presentó a los alumnos de un grupo de física I la posibilidad de desarrollar un trabajo integrador de laboratorio. Se presentaron tres temas:

- Gravitación y Movimiento Armónico Simple.
- Dinámica rotacional.
- Dinámica de fluidos y cinemática.

De los temas propuestos, cada grupo que quiso participar de la propuesta debió elegir uno y desarrollarlo. Para este trabajo elegimos uno de los informes más representativos del primer tema, el cual analizaremos en el desarrollo

## Desarrollo

Los antecedentes de este trabajo surgen de la experiencia adquirida en la presencialidad tratando de incorporar actividades desarrolladas en forma grupal por los alumnos estimulando en cada caso competencias inherentes a las diferentes ramas de la ingeniería [6]. Estas actividades se desarrollaban con el constante acompañamiento del personal docente del grupo. El proceso de

evaluación fue realizado a medida que desarrollaban las actividades propias de la experiencia, al concluir el trabajo se realizó un coloquio al grupo en general y a cada integrante del grupo en particular, A través de esta forma de evaluación por competencias, se evidenció la adquisición de saberes relacionados a la Ingeniería.

### Desarrollo de la experiencia en la virtualidad

De los tres temas propuestos para trabajar en este contexto de aislamientos, se eligió el siguiente: “Medir la aceleración de la gravedad con un péndulo”. Este tema, es frecuentemente utilizado en diferentes cursos de física, para afianzar temas específicos de la currícula. Particularmente, este tema, fue elegido por la simplicidad del montaje utilizando elementos hogareños. A los alumnos, se les pidió que crearan un péndulo con elementos que pudieran encontrar en su entorno, como por ejemplo monedas o una plomada de albañil, en la medida de sus posibilidades. Para medir el período del péndulo se utilizaban celulares, ya sea como cronómetro o como sensor. En el caso de los celulares que poseen sensor de proximidad, a través de la aplicación Physics Suite en modo péndulo. [7]

### Desarrollo del Trabajo elegido por los alumnos

A los alumnos se les facilitó la guía de laboratorio de este tema, con la consigna de manera que, respetando algunas condiciones necesarias se pueda determinar la aceleración de la gravedad a partir de esta experiencia.

Cada grupo contaba con absoluta libertad para modificar el montaje del dispositivo, como así la adquisición y el posterior tratamiento de los datos obtenidos durante el desarrollo de la experiencia. A continuación se muestra un breve resumen de puntos relevantes de esta guía.

#### Péndulo Simple

##### Objetivos de la Experiencia

**-Generar competencias de carácter colaborativo a través de medios virtuales**

**-Determinar el valor de la aceleración de la gravedad en la ciudad de La Plata.**

Elementos Utilizados:

- Soporte.
- Hilo.
- Cuerpo esférico sujeto en el extremo del hilo.
- Celular con la app Sensor Suite para usar el Sensor de Proximidad o en modalidad cronómetro.
- Cinta métrica

El seguimiento de los alumnos por parte de los docentes, se realizó por videollamada, generando espacios de reflexión y consulta: ¿qué es medir? ¿cómo se realiza una medida directa y una indirecta? Fueron los disparadores de estos encuentros, para luego desarrollar la teoría de incertezas. También hubo consultas sincrónicas y/o asincrónicas a través de Whatsapp: la pregunta se realizaba en el grupo, y era respondida en el mismo instante por el docente o en algún momento que tuviera disponibilidad de tiempo. En estos grupos también surgían sugerencias entre pares para optimizar el desarrollo del trabajo, y se contestaban, a partir de las preguntas, dudas que pudieran ser comunes a los distintos grupos, ya sea de procedimiento o de formato de entrega de los informes.

Los diferentes grupos de alumnos desarrollaron los montajes necesarios para realizar cada una de las experiencias en función del tema elegido.

En particular, este grupo, realizó un análisis previo de la situación planteada y mediante un CAD esquematizaron distintas opciones para solucionar el problema presentado. En esta instancia del proyecto, se realizaron diferentes modificaciones para optimizar el diseño que fueron verificadas mediante dibujos en dicho CAD.

Al obtener un diseño consensuado por todos los integrantes del grupo, se procedió al armado del montaje y la posterior realización de la experiencia.

En la [Figura 1](#) se muestra uno de los dibujos realizados durante esta etapa de diseño.

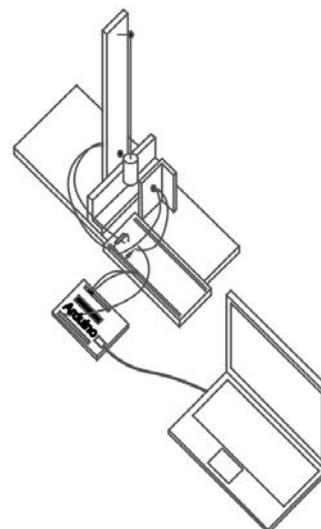


Figura 1

Para medir los períodos, en la presencialidad se utilizaron cronómetros u otros elementos similares, este grupo armó una barrera infrarroja (led emisor infrarrojo - diodo receptor infrarrojo) [Figura 2](#) y una pequeña electrónica para asegurar el óptimo funcionamiento de cada uno de los componentes. Esta barrera fue conectada a una placa Arduino UNO que fue la encargada de registrar los tiempos entre las reiteradas interrupciones de haz infrarrojo, las cuales están directamente relacionadas con el período de la oscilación.

En el informe presentado por los alumnos se fueron mostrando los diferentes estadíos durante el desarrollo del trabajo. En la [figura 3](#) se muestra la tabla con los datos crudos que iba armando el software que estaba corriendo en el microprocesador del Arduino a medida que se desarrollaba la experiencia.

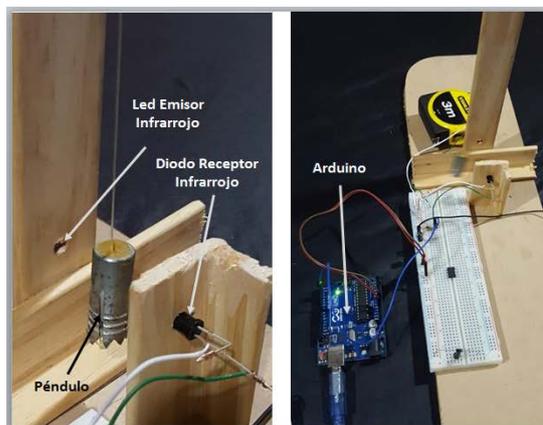


Figura 2

```

PER: 740.608 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 747.008 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 740.480 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 747.328 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 740.800 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 747.584 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 741.312 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 746.560 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 740.544 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 747.584 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 740.224 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 747.072 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 740.288 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 746.432 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 740.544 milisegundos evento hw (péndulo)
PER: 746.880 milisegundos evento hw (péndulo)

```

Figura 3

Para procesar estos datos utilizaron una hoja de cálculos determinando valores intermedios, como se muestra en la [figura 4](#) hasta llegar a obtener el valor del período con su respectiva incerteza.

Luego de interactuar con los docentes, los alumnos adoptaron diferentes formas de procesamiento de datos orientadas a minimizar la incertidumbre del resultado final, una de ellas fue: ir promediando valores de magnitudes intermedias, como se muestra en la hoja de cálculo, de la [figura 5](#) en la misma, se muestra la tabla final presentada donde se puede observar el resultado final, valor de la aceleración de la gravedad con su incertidumbre, como así diversos valores intermedios que caracterizan a la experiencia y de ser reproducida permiten realizar un seguimiento de la correcta reproducción.

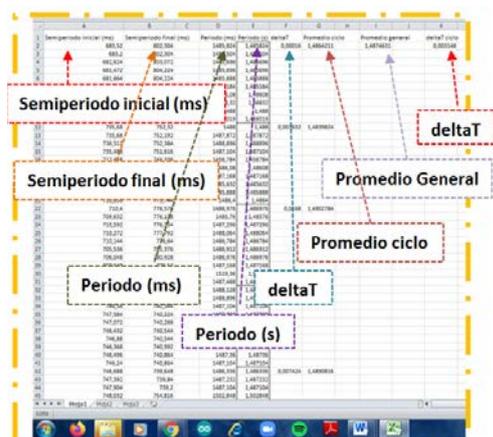


Figura 4

Longitud: $L^* = L + \Delta L = 0.553 \text{ m} \pm 1 \text{ mm}$ $= 533 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$		
Nro de medida	$T_1 = 1.48642$	$1.48642 \pm 0.00016$
	$T_2 = 1.48398$	$1.48398 \pm 0.00163$
	$T_3 = 1.49027$	$1.49027 \pm 0.01680$
	$T_4 = 1.48755$	$1.48755 \pm 0.00089$
	$T_5 = 1.48908$	$1.48908 \pm 0.00742$
Promedio	$T^* = 1.48746$	
Incertezas	$\Delta T = 0.00314$	
Periodo	$T = 1.48746 \pm 0.00314$	
Gravedad	$g^* = 9.86716 \text{ m/s}^2$	
Incertezas	$\Delta g = 0.05967$	
Resultado	$g = 9.86716 \pm 0.05967 \text{ m/s}^2$	
Exactitud	$E\% = 99.38\%$	

Figura 5

## Conclusiones

Durante el contexto de aislamiento se pudo continuar con las actividades desarrolladas en la presencialidad con el objetivo de estimular las diferentes competencias individuales y grupales de los alumnos, adaptando las mismas a las herramientas virtuales disponibles.

En este marco, las herramientas virtuales que, en presencialidad son prescindibles o muy poco utilizadas (whatsapp, google doc, meet, zoom, etc), permitieron interactuar colaborativamente en forma remota.

Los alumnos lograron llevar adelante una tarea grupal interactuando con sus pares y sumando competencias a su formación que serán de gran importancia en la actividad profesional individual y/o grupal de los futuros ingenieros. Esta experiencia, permitió profundizar los contenidos de la materia y aplicarlos a un hecho concreto. Esto se vio reflejado en el coloquio final como así también en las conclusiones del trabajo.

El desarrollo de esta actividad, permitió modelar la situación presentada e implementar el modelo de una experiencia real. Los alumnos que participaron en el trabajo presentado, lo hicieron colaborativamente tanto entre ellos como con el docente a través de medios virtuales. Ellos diseñaron su propio dispositivo de montaje, que validaron mediante la utilización de un CAD. Luego, previo a la realización de la experiencia, implementaron un dispositivo que les permitió conocer el periodo basado en la plataforma Arduino, esto hizo que los alumnos trabajen no solo en contenidos de la materia, sino que también los integren con programación, habilidad manual para desarrollar el hardware del dispositivo que crearon para la medición, también en programación del Arduino, tratamiento de incertezas y contenidos dados en clase.

Luego de analizar el informe presentado, cabe destacar que los resultados finales presentados por los alumnos tienen un gran número de cifras significativas, tema que fue trabajado con los docentes (posterior a la aprobación) visualizando que la cantidad de cifras está directamente relacionada con el error de los instrumentos utilizados para realizar las medidas y con la metodología utilizada en el procesamiento de datos. Del mismo modo, se trabajó sobre el tema propagación de incertezas, junto con los docentes y los alumnos en el coloquio final, con el objetivo de indicar en forma correcta los resultados presentados en futuros informes que el alumno (futuro profesional) deba realizar.

El personal docente quedó más que conforme, al poder llevar a cabo actividades virtuales incorporando competencias, y estimulado para seguir adelante en la formación de futuros ingenieros utilizando nuevas herramientas educativas, el trabajo desarrollado, en el contexto de virtualidad, obtuvo resultados similares a los obtenidos en trabajos realizados en presencialidad.

## Referencias

- [1] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) (2018). [Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina](#). Universidad FASTA.
- [2] Natali O., Alaniz Andrada H, Duran G.(2018) "[Problemas Abiertos, Innovación en la Enseñanza de la Termodinámica en las Carreras de Ingeniería](#)", IV Congreso de Ingeniería - X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería.
- [3] Calderón Salas, M. (2011). [Aprendizaje Basado en Problemas. Resumen](#)
- [4] El Enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas, Casos y Ejemplos en Educación en Ingeniería ISBN 978-987-4998-16-3
- [5] Nuñez Lopez S., Enrique J., Olivares S. L. (2017) "[El desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios por medio del Aprendizaje Basado en Problemas](#)" Revista Iberoamericana de Educación Superior, vol. VIII, núm. 23, pp. 84-103
- [6] Moreno Yalet N. y Devece E. (Mayo de 2020). "Experiencia de dilatación lineal", Conferencia presentada en la VII Jornada Nacional y III Latinoamericana de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico - Tecnológicas. Edición Virtual.
- [7] Devece E., Torroba P. L. Gallego Sagastume J. I., Hariyo M., Aquilano Pereyra L. (2016)"Usemos el Celular en el Aula" III Congreso Argentino de Ingeniería - IX Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería.