

LABORATORIO DE FÍSICA I EN LA VIRTUALIDAD

Devece Eugenio^{1,2}, *Mizrahi Martín*^{2,4}, *Vilche Ernesto A*²,
Fernández Lobo Gonzalo M. J.^{2,3}

(1) UIDET IMApEC, Dpto. de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (FI UNLP), (2) Cátedra Física I - FI UNLP, (3) Alumno - FI UNLP, (4) INIFTA, diag. 113 y 64 S/N, La Plata.
eugenio.devece@ing.unlp.edu.ar

Resumen:

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), la materia Física I se dicta integrando teoría, práctica y laboratorio. Los laboratorios son una parte esencial en el proceso de aprendizaje de los contenidos, y por lo tanto deben ser adaptados a las situaciones que nos atañen, actualmente, la virtualidad. Por lo general, los alumnos suelen tener dificultades para relacionar la teoría y la práctica con la realidad cotidiana. Una de las principales razones para esto es que la teoría pareciera a veces estar alejada de la realidad, y que los conceptos dados no son realmente aplicables. Por este motivo, se ha decidido a pesar de las dificultades que impone la no presencialidad, continuar realizando algunos laboratorios los cuales han sido adaptados para ser llevados a cabo con materiales de fácil acceso, como es el caso de la experiencia de la Ley de Hooke que se describe en este trabajo. El mismo consiste en crear un dispositivo empleando bandas elásticas, elásticos o resortes, y que los estudiantes realicen una serie de mediciones con el fin de determinar la constante elástica del material, así como estudiar el comportamiento del mismo en distintas configuraciones (serie y paralelo). Dicha tarea fue realizada por grupos de estudiantes de la cátedra durante el 2do semestre de 2020 habiéndose obtenido una muy buena recepción por parte de los mismos, además de resultados acordes con los vistos en la teoría. En particular, en este artículo se presenta el trabajo y resultados obtenidos por uno de los grupos el cual a modo de experiencia piloto fue evaluado por competencias.

Esta experiencia fue realizada utilizando las estrategias de aprendizaje basado en el problema y un proceso de evaluación por competencias, adaptado a la virtualidad, lo cual se explica a lo largo del artículo. También se citan en las referencias los autores en los cuales se basa el marco teórico. En el trabajo se describe la experiencia que realizaron los estudiantes. Finalmente, se analiza el proceso, los resultados y su impacto en el aprendizaje.

Palabras Clave: Ley de Hooke, Laboratorio, Aprendizaje Basado en Problemas, Enseñanza por Competencias, Virtualidad.

1. Introducción

La Cátedra Física 1 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (FI UNLP), dicta contenidos de mecánica clásica, ondas, fluidodinámica y termodinámica. En el contexto del ASPO/DISPO, los laboratorios que antes eran realizados en forma presencial, debieron ser llevados a cabo en el hogar. Este cambio implica que se pueda garantizar el acceso de todos los estudiantes a los elementos que fueran a ser utilizados, y para ello se recurrió al empleo de elementos del entorno hogareño. La experiencia descrita en este trabajo implica la determinación experimental de la constante de elasticidad de un material determinado y a elección, y empleando dos configuraciones distintas, una en serie, y otra en paralelo. Para realizar la experiencia, el plantel docente decidió realizar un enfoque de aprendizaje basado en el problema [1] y un proceso de evaluación por competencias [2].

Actualmente la homologación de los métodos de enseñanza en las Universidades es evaluada por algunos organismos Nacionales que acreditan la calidad educativa impartida.

Esto incluye la revisión de los contenidos y metodologías, reforzando la adquisición de competencias afines a la profesión de Ingeniería, así como aquellas referidas a su vinculación con la sociedad. En el área de Física se trabaja con el propósito de fortalecer la formación experimental en los estudiantes [3] y las experiencias de laboratorio constituyen un medio adecuado para ejercitar habilidades tales como procesos de medida, interpretación de resultados, análisis de incertezas, obtención de conclusiones, elaboración de informes, reforzar los conceptos expuestos en la teoría, y manejo de la comunicación oral y escrita.

Finalmente, debe entenderse que una evaluación basada en un enfoque por competencias, es una innovación, al menos en cuanto a lo que se entiende por ella desde la UNESCO [4]. Es importante destacar que se parte de una dificultad general por parte de los alumnos, por ello el adecuado aprendizaje de un concepto apoyado en ejercitación y experimentación, así como en la correcta formalización de un informe técnico/científico, son un complemento significativo que conduce al estudiante no sólo a obtener un aprendizaje crítico y duradero, sino que además contribuye en enseñarles a pensar, lo cual debe formar parte de cualquier buen proceso de aprendizaje.

1.1. Elasticidad

Se define elasticidad, como una propiedad intrínseca de los materiales en estado sólido, que le permite volver a su forma original, al dejar de actuar una fuerza deformante sobre el mismo.

En la experiencia propuesta, se analiza la elasticidad en una dirección dada de un material. La ley que rige tal deformación es la siguiente

$$\vec{F} = k * \Delta\vec{x}$$

Dónde:

\vec{F} Es la fuerza aplicada.

k Es la constante de elasticidad del material.

$\Delta\vec{x}$ Es la deformación del material, en la dirección en que es aplicada la fuerza.

La experiencia consta de tres etapas, una primera etapa, en la que se determina la constante de elasticidad de dos elementos por separado, una segunda, en la que se determina la constante de elasticidad de un sistema en serie de los elementos, y una tercera, donde se determina la constante de elasticidad de un sistema en paralelo de los mismos.

2. Desarrollo y discusión

2.1. Descripción de la experiencia

A continuación, se detalla el desarrollo de la experiencia. Los estudiantes contaban con el material de la guía de laboratorio donde se describía el objetivo, materiales, montaje y metodología a emplear para llevarlo a cabo (<https://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/F0303/>). Durante todo el proceso de realización del Laboratorio el acompañamiento a los estudiantes fue constante. Los estudiantes disponían de varios medios de contacto con el equipo docente, y de esta manera, se solventaba una de las dificultades que presenta la virtualidad, pudiendo los grupos concretar la tarea, junto con los respectivos informes, al cabo de dos semanas.

Los elementos utilizados fueron los siguientes: resortes o banda elástica, monedas o pesas pequeñas, regla milimetrada, clip sujetapapeles, caja pequeña y soporte.

Inicialmente, los grupos, debían preparar el soporte en el cual, colocarían el material elástico para posteriormente realizar las medidas. Sobre el montaje del mismo, no surgieron dificultades, y en general, el desenvolvimiento, fue satisfactorio, como era de esperar.

Luego, los estudiantes se encontraron con la dificultad de encontrar un objeto que sirva de sostén para las masas que debieran ser colgadas (de manera que actúen como fuerza deformante sobre el elemento elástico), y que el mismo, no modificará las medidas a realizar. Al consultar con los docentes, estos indicaron que no se requería una masa que no deforme el material, sino que lo deforme poco, un material, cuya masa, en comparación con las demás a utilizar, fuese prácticamente despreciable. Con esto, muchos grupos optaron por utilizar canastas de papel caseras, o pequeñas cajas, como las que se muestran en la [Figura 1](#). Otra alternativa propuesta, fue que la caja que se colgase, tuviese un peso conocido, y que la propia caja fuera la causante de la primera deformación del material elástico.

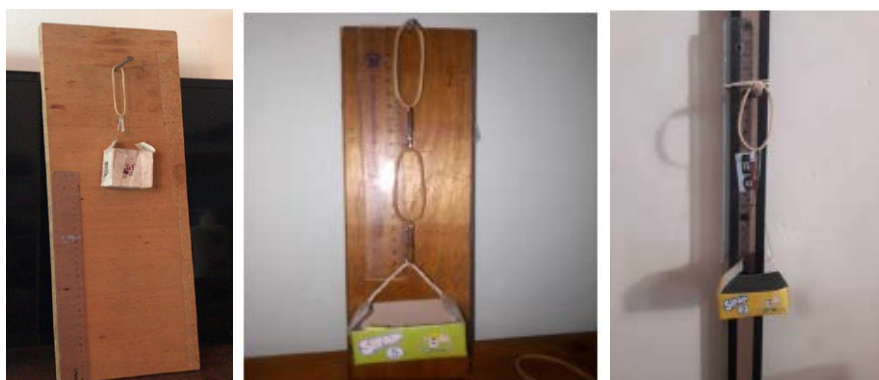


Figura 1, Descripción gráfica de los sistemas armados por los estudiantes. De izquierda a derecha: configuración de banda elástica simple, dos bandas en serie y dos bandas en paralelo.

Luego de esto, se debían incorporar los pesos de a uno, y llevar a cabo ciertas anotaciones, como lo son la elongación experimentada por el resorte/banda elástica, tales que permitieran, concluidas las medidas, realizar una discusión de los resultados obtenidos, y llegar a las respectivas conclusiones de la experiencia. Aquí, es importante destacar la importancia del análisis de los resultados obtenidos, ya que en algunos casos, los estudiantes percibieron medidas erróneas cuando se encontraban determinando los resultados finales, y estos no tenían un sentido Físico. Casos de este estilo, fueron aquellos en los que la constante del sistema en paralelo fue menor que el sistema unitario, también, aquellos, en los que no se percibía un comportamiento asintótico en la constante de elasticidad. Dependiendo de la gravedad de los errores, y de algunos factores determinantes, el docente optó en la mayoría de los casos, a solicitar que se rehagan las mediciones. Hubo casos en que se había estropeado el material utilizado, superando los límites de elasticidad del mismo, fue en estos casos, en los que se solicitó al estudiante, que en su conclusión, fuese determinante acerca de los errores que existieron y que condujeron a obtener tales resultados. Esto demuestra que a pesar de la experiencia no haber sido realizada de la forma correcta, aún puede ser útil para mostrar a los estudiantes dónde se cometieron los errores y cómo estos afectan al resultado final obtenido.

Agrupados los resultados de las mediciones y de los cálculos, en una tabla, se solicitó a un grupo en particular, que se realicen gráficos que permitan mostrar una tendencia del comportamiento del material elástico ante los distintos pesos a los que fue sometido. A modo de ejemplo, se muestran los resultados obtenidos y presentados para la constante elástica del material individual. Dicho grupo, en un principio, realizó el gráfico de la [Figura 2](#), donde, si bien se puede notar la dependencia lineal entre la fuerza aplicada y la deformación producida,

y, por lo tanto, que el valor de la constante elástica tiene un valor prácticamente constante (pendiente de la recta), no se llega a cuantificar este valor claramente de dicha figura.

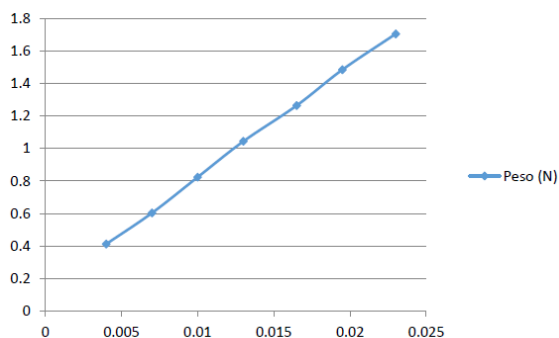


Figura 2, Primer gráfico realizado por los alumnos. Peso en las ordenadas, vs deformación en las abscisas.

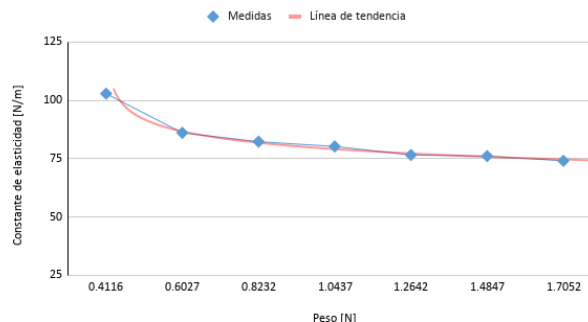


Figura 3, Segundo gráfico realizado por los alumnos. Constante de Elasticidad en Función del Peso Aplicado.

Como puede observarse, este gráfico presenta ciertas falencias, lógicas en cualquiera que experimente por primera vez con la presentación de datos en forma gráfica mediante el uso de planillas de cálculo. Luego de las indicaciones de los docentes, los alumnos realizaron un nuevo gráfico que permitía asumir una tendencia en el comportamiento de la constante elástica, de manera más práctica, como puede observarse en la [Figura 3](#).

Bajo esta nueva óptica, los estudiantes pudieron apreciar y presentar los resultados mostrando el comportamiento asintótico de la constante elástica con el peso agregado, e incluso, seguir la línea de tendencia. Con esto, los estudiantes pudieron conocer distintos tipos de aproximaciones que se pueden utilizar para analizar el comportamiento de un material, interpretar el por qué existe esta primera región donde el comportamiento no es lineal, y por consiguiente mejorar la calidad de su trabajo y conclusiones. Como es de esperar, aquí fue donde los estudiantes pudieron obtener un mayor fruto, ya que con esto, ellos podían reforzar la comprensión del fenómeno de elasticidad, y acerca del comportamiento de distintos sistemas. Esto no es poco, ya que ese tipo de comportamientos no sólo están presentes en medios elásticos, sino que dan lugar a discutir las analogías que se pueden encontrar en la teoría básica de los circuitos eléctricos, conceptos que se trabajarán en materias posteriores. En los distintos cursos de matemáticas que realizará el estudiante, se le enseñarán distintas herramientas para procesar datos obtenidos durante la realización de diferentes ensayos, esto permitirá diversas maneras de aproximar y de realizar las líneas de tendencia de la evolución de un determinado parámetro.

Por todo esto, se considera que la realización de este tipo de Laboratorios es fundamental para que el estudiante consolide los conceptos de la teoría, desarrolle habilidades manuales, aprenda el proceso de “medir”, sea capaz de expresar en forma escrita, con un lenguaje adecuado, los resultados obtenidos con su interpretación, y posibles causas para que los mismos se aparten del comportamiento esperado teóricamente. Finalmente, esta clase de Laboratorio brinda un panorama más amplio mostrando que este tipo de dependencias funcionales no sólo están presentes en los materiales elásticos y pueden ser encontradas en otros sistemas Físicos.

2.2. Evaluación

Uno de los aspectos más importantes para el alumnado al cursar una asignatura, es la evaluación de la misma. Nosotros creemos, que si bien, es una instancia importante, esta jamás podría demostrar de manera eficaz, todo lo aprendido por el estudiante. En este

sentido, el análisis por competencias, nos permite acercarnos bastante, al ideal evaluativo, donde se pueden afirmar bajo ciertos estándares de seguridad, las capacidades y aptitudes que permiten caracterizar al estudiante, mediante algunos indicadores [5].

Valorar los resultados de un curso implica evaluar tanto el proceso de enseñanza como el de aprendizaje, es decir, evaluar la didáctica desarrollada por los docentes, así como los aprendizajes efectivos de los alumnos. Estas cuestiones en general, son valoradas en función de las tasas de aprobación y encuestas a los estudiantes. En un enfoque por competencias, se puede ampliar esta metodología, mediante una “matriz de valoración”, que permite clasificar los desempeños del alumno en distintas áreas, de esta manera, se evalúa no sólo el desempeño y aprendizaje del estudiante, sino que también simultáneamente se determinan las fallas que existieron desde el Plantel Docente. De esta forma se logra una mejora continua en nuestra labor. “La innovación es un proceso que lleva tiempo y que nunca está totalmente acabado, ya que la escuela es un sistema vivo y cambiante” [4].

2.3. Evaluación bajo un enfoque por Competencias

La evaluación bajo un enfoque centrado en las competencias para este trabajo de Laboratorio, se realizó, en función de distintos parámetros, que pueden observarse en la [Tabla 1](#). Dentro de estos parámetros se evaluó la participación que presentó cada estudiante en los distintos medios de comunicación que fueron utilizados por el grupo, (las mismas, debían ser adjuntadas en los informes, como material complementario).

Calificación grupal. Grupo :			
Desempeño en	Buena	Media	Mala
Escritura	Sin faltas de ortografía. Claros en las explicaciones. Sin información repetida	Con faltas de ortografía, no son suficientemente claros, o repiten información	Con faltas de ortografía, no son suficientemente claros, y repiten información
Trabajo grupal	Trabajo colaborativo. Participación de todos en cada parte del trabajo.	Trabajo colaborativo. Participación a medias en cada parte. Se dividieron las partes por persona.	Trabajo no colaborativo. Todo recayó sobre un integrante, o hubo poca interacción.
Claridad en la conclusión	Claro y conciso	Claro, pero no muy conciso, explican cosas que deberían incorporarse en otros espacios	No concluyen, o no se entiende
Exposición oral grupal	Se percibe un trabajo conjunto. Todos entienden y comprenden lo realizado en cada etapa.	Se percibe que alguno de ellos tuvo una posición de liderazgo. Todos comprenden lo realizado en cada etapa, y pueden sacar sus conclusiones de los resultados.	Se percibe posición de liderazgo, y poco conocimiento por parte del conjunto de los integrantes.
Utilización de medios virtuales	Frecuente y equilibrada a nivel grupal	Poco frecuente, se nota preponderancia en la comunicación desde algunos de los integrantes	Pocos días de trabajo, y no hay sustento de trabajo grupal
Cálculos y manejo de unidades	Los cálculos están explicitados, se observa claramente de donde sale cada una de las cuentas, y trabajan adecuadamente con las unidades	Los cálculos están parcialmente explicitados, se observan errores mínimos en las unidades	Los cálculos no son explicados, y presentan errores graves en las unidades,
Calificación individual. Alumno :			
Desempeño en	Buena	Media	Mala
Individual	Participación acorde	Participación parcial	Sin participación
Exposición oral	Buen conocimiento de los temas, y claro desarrollo de lo realizado	Conocimiento parcial de lo realizado, buen desempeño de los conceptos teóricos.	Poco conocimiento de lo realizado, y de los sustentos teóricos del laboratorio.
Participación Individual	Activa	Poco activa	No participa

Tabla 1

Entre las herramientas tecnológicas utilizadas por los estudiantes, se destacan los grupos de Whatsapp, y el trabajo sobre archivos compartidos subidos a la nube, permitiendo al docente, observar además de la participación en las charlas, las modificaciones realizadas por cada participante en los distintos archivos compartidos. Finalmente, se realizó un coloquio oral final que permitía definir si el trabajo fue colaborativo, grupal, un “equipo de trabajo” con tareas definidas para cada integrante o un grupo de trabajo en que no todos los estudiantes participaron por igual.

Debe tenerse en cuenta que mientras los ítems referidos al desempeño grupal, engloba lo realizado y presentado por el grupo, los referidos a cada individuo, son individuales, y se realizaron tantos como participantes hubiera en el grupo.

3. Conclusiones y trabajos futuros

Bajo nuestra condición humana, jamás carecemos de defectos, sin embargo, se busca reducir los mismos. Creemos que el desarrollo de estos laboratorios en principio, es un buen acercamiento para el estudiante y en la experiencia esto se ha visto confirmado, aquellos que participaron activamente, han adquirido conocimientos en los temas trabajados durante los laboratorios de forma más precisa y asentada, y a su vez se puede presumir, que aquellos contenidos con los que estos están ligados, serán más sencillamente adquiridos y aprendidos. A futuro se pretende analizar el aprendizaje adquirido por el alumno, desde una postura estudiantil, mediante una encuesta en la que el estudiante deba dar una opinión sobre él mismo, es decir sobre su propio desempeño. También, se planea realizar este estudio, de manera más amplia y duradera, realizando dos laboratorios, uno por módulo, para así poder comparar en uno el aprendizaje, y en otro la habilidad desarrollada para la realización de los informes, y la adquisición de conocimientos, así como el concepto aprendido para formalizar las conclusiones.

“El ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer. El saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya actividades que permitan su desarrollo” [6]. Bajo este principio, es que se intentará generar en los estudiantes, habilidades centradas en la investigación y la puesta en práctica.

4. Referencias y bibliografía

- [1] Calderón Salas, M. (2011). Aprendizaje Basado en Problemas. Resumen. Disponible en: De la Orden, A. (2011). Reflexiones en torno a las competencias como objeto de evaluación en el ámbito educativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, vol. 13, nº 2, pp. 1-21.
- [2] Valverde Berrocoso, J.; Revuelta Domínguez, F.; Fernández Sánchez, M. (2012) Modelos de evaluación por competencias a través de un sistema de gestión de aprendizaje. Experiencias en la formación inicial del profesorado. *Revista Iberoamericana de Educación*. Nº 60, pp. 51-62 (1022-6508) - OEI/CAEU.
- [3] Pesa, M., Bravo, S. y Pérez, S. (2012). La importancia de las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros. Memorias del Décimo Primer Simposio de Investigación en Educación en Física. pp. 61-69 Sief XI Esquel, Argentina.
- [4] UNESCO, «Serie “Herramientas de apoyo para el trabajo docente”, [Texto 1: Innovación Educativa](#),» Lima, 2016.
- [5] 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.
- [6] 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.