

## EXPERIENCIA DE ARQUÍMEDES- PRINCIPIO DE FLOTACIÓN

Devece, Eugenio (1,2), Tejerina, Matias (2,4), Lobo Fernández, Gonzalo M. J.(2,3), Pesco, Pablo (2), Del Río Pauletti, Catalina (3), Cao Alfaro, Bernardo (3), Ledesma, Janet (3), Valdez, Máximo (3), Fernández, Juan Francisco (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) CETMIC, Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica.

Av. 1 750, B1900TAG La Plata, Provincia de Buenos Aires

[eugenio.devece@ing.unlp.edu.ar](mailto:eugenio.devece@ing.unlp.edu.ar)

### RESUMEN

En este trabajo se aborda el proceso de generación de nuevas experiencias que fueron desarrolladas por un grupo de alumnos y alumnas beneficiarios/as de la Beca Manuel Belgrano, coordinado por docentes a cargo del proyecto de extensión “Conversatorios de Ciencia Experimental en la Enseñanza Media”, con la intención de incorporar dichas experiencias a las actividades realizadas en el marco del proyecto en cuestión. Este proceso, permitió desarrollar una actividad que aborda el principio de flotabilidad, basándose en la medición de algunos parámetros de un cuerpo sólido (masa y volumen) y su comportamiento al sumergirlo. Para esto, los estudiantes generaron un material didáctico con todos los contenidos trabajados. En dicha experiencia se aplican principios teóricos basados en el principio de Arquímedes.

Como resultado se logró construir un prototipo compuesto por una pecera de vidrio, un cilindro metálico macizo, un dinamómetro y un soporte. Fue presentado por primera vez en la IV semana de la Promoción de la Extensión y en la 5ta jornada Territorial. En vista de la respuesta positiva que se obtuvo por el público que asistió a estas jornadas de divulgación, se incorporó como experiencia al desarrollo de las actividades llevadas a cabo por el equipo extensionista del mencionado proyecto.

**Palabras clave:** Extensión, Experimentación, Arquímedes, Desarrollo de habilidades

### Introducción

La labor de los alumnos beneficiarios de la Beca Manuel Belgrano, en el contexto del proyecto de extensión, tuvo dos objetivos principales:

- Desarrollar una experiencia nueva que pudiera integrarse a las actividades realizadas por el grupo extensionista.
- Crear actividades didácticamente prácticas, de bajo costo y sencillas de replicar.

Con respecto al primer objetivo, generar nuevos materiales es parte de la actividad extensionista, y en este marco permite mejorar el impacto de las actividades en los estudiantes. Así mismo, y según se observa en las encuestas realizadas y presentadas en nuestros trabajos previos [1], los y las estudiantes del nivel secundario tienen interés por las

experiencias desarrolladas y les gustaría que en el marco de las visitas se presenten nuevas experiencias.

Por otra parte, el segundo objetivo se enfoca en la repetitividad de las experiencias, ya sea por los docentes a cargo en las escuelas de nivel medio, o bien por los estudiantes. De este modo, el enfoque de bajo costo apunta a la accesibilidad de recursos, mientras que la sencillez de la réplica busca que el estudiante no vea lejana la posibilidad de realizar la experiencia en su hogar y compartir con otros su aprendizaje. Finalmente, el detalle de buscar una practicidad didáctica, es que el docente no requiera realizar una elaborada explicación de lo desarrollado, y pueda mostrarlo en la clase como una herramienta más dentro del aula.

El enfoque principal de la actividad extensionista, es que los estudiantes de las escuelas del nivel medio, se acerquen a la ciencia. Bajo este enfoque, es natural buscar metodologías que generen la curiosidad en el estudiante, y creemos que el mejor método es la visualización o la experimentación, tal como lo mencionan Marulanda y Gómez [2]:

*“Enfrentar el estudiante al fenómeno físico sería una estrategia para que éste se formule la pregunta del por qué de ese fenómeno y que la respuesta se convierta en la motivación de la elaboración de un formalismo.”*

El desarrollo de la actividad constó de las siguientes etapas principales

- *Planificación*, en esta etapa a partir de una serie de encuentros entre las/os estudiantes becados/as y los coordinadores, se decidieron las actividades experimentales a desarrollar. En los distintos encuentros, a partir de la bibliografía brindada por los coordinadores, se optó por realizar la experiencia de Arquímedes. Esta experimentación requería instrumental ya disponible en el área técnica, y a su vez, por su simplicidad en los fenómenos aplicados. Además, permitió continuar con la currícula del proyecto, referenciando la ciencia a experimentos sencillos y basados en personajes ilustres de la antigüedad.
- *Diseño de la experiencia*, la experiencia consistió en el desarrollo de un marco teórico, y la búsqueda de distintas maneras didácticas de visualizar el fenómeno. Este diseño permitió realizar cálculos que fueron contrastados con el modelo teórico. Se optó por la utilización de una pecera, un dinamómetro y un soporte metálico (pie), y como objeto de estudio, un cuerpo de dimensiones mensurables (un aro). La elección del cuerpo estuvo vinculado al desarrollo matemático que pudieran realizar las/os becarias/os.
- *Elaboración de la experiencia*, las/os estudiantes debieron abastecerse de los materiales necesarios para realizar la experiencia, y realizar la correspondiente construcción. En el proceso de desarrollo de material, las primeras peceras presentaron algunas deficiencias de construcción, mientras que las últimas funcionaban correctamente. Los fondos para dichos materiales fueron subsidiados por el proyecto de extensión. En esta instancia, se construyeron los contenedores del fluido (peceras), y los instrumentos de medida (dinamómetro). Si bien en el área técnica se cuenta con este equipamiento, el mismo fue utilizado para verificar y calibrar el dinamómetro construido.

- *Pruebas preliminares*, en esta etapa, los estudiantes realizaron la experiencia bajo la metodología definida en las etapas anteriores en distintos espacios de difusión. Esto ayudó a observar posibles defectos y proponer mejoras a la experiencia.
- *Puesta en marcha*, esta etapa consistió en llevar la experiencia a la práctica en las actividades realizadas por el proyecto de extensión. La experiencia desarrollada tuvo su inauguración en el contexto de la VI Semana de Promoción de la Extensión y V Jornada Territorial de la UNLP, realizadas en noviembre de 2022.

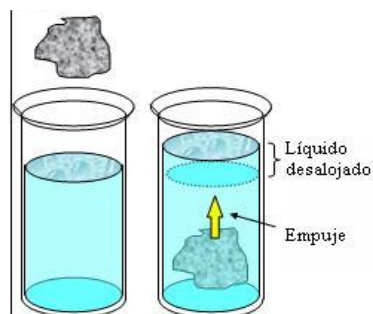
### Parte experimental, resultados y discusión

A modo de contextualizar la experiencia es interesante recordar la anécdota más conocida sobre Arquímedes, matemático griego, que cuenta cómo inventó un método para determinar el volumen de un objeto con una forma irregular.

El rey Herón II de Siracusa, le había entregado a un platero una cierta cantidad de oro para que con ella le hiciera una corona. Cuando estuvo terminada, se decía que el platero había sustituido una parte del oro por una cantidad equivalente de plata, devaluando la corona y a su vez engañando al rey. El rey le encargó a Arquímedes que descubriera si había sido engañado. El problema que Arquímedes debía resolver era determinar si el joyero había sustraído parte del oro o no, pero no podía fundir la corona y averiguarlo. Se dice que un día previo a bañarse puso demasiada agua en la tina, y que al sumergir su cuerpo en esta, el agua se derramó. Y de esta forma descubrió el principio que luego llevaría su nombre. Fue así que Arquímedes, al darse cuenta de lo sucedido, celebró corriendo por Siracusa y exclamando "¡Eureka!".

### EXPERIENCIA: PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

El principio de Arquímedes es un principio físico que afirma que un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo, será empujado con una fuerza vertical ascendente igual al peso del volumen de fluido desplazado por dicho cuerpo ([Figura 1](#)). Esta fuerza recibe el nombre de empuje hidrostático o de Arquímedes, y se mide en newtons en el Sistema de medida internacional.



(Figura 1. Cuerpo sumergido experimenta un empuje)

En el experimento se sumerge un anillo de aluminio como el que se ilustra en la imagen en una pecera ([Figura 2Izq.](#)) la cual previamente se llena de agua hasta su mitad. El

anillo tiene un diámetro exterior de 32,2 mm e interior de 24,4 mm. (Figura 2Cen.). El peso en gramo fuerza es determinado a través del dinamómetro mostrado en la Figura 2Der..

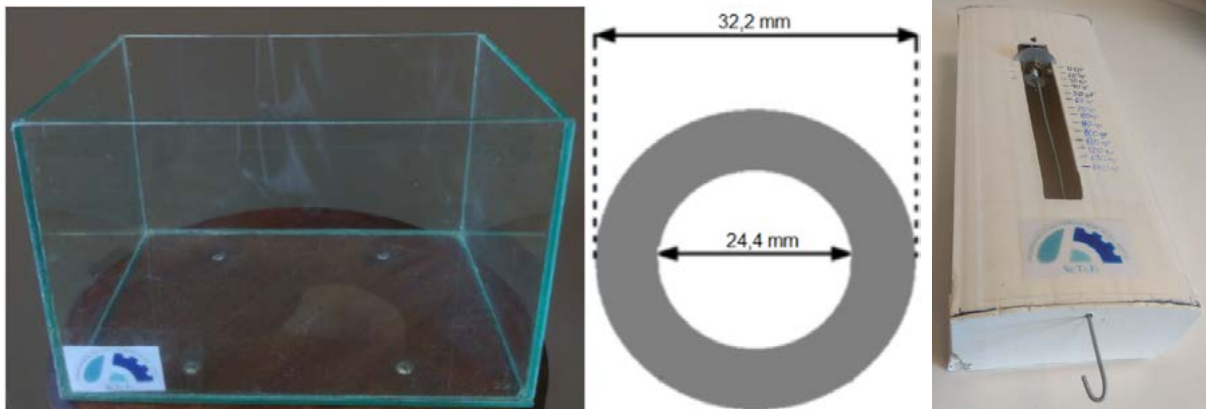


Figura 2. (Izq.) Pecera que se llena de agua para la experiencia. (Cen.) Anillo que se sumerge y sus dimensiones. (Der.) Dinamómetro construido por el grupo

Para obtener el valor de la densidad del aro separaremos el procedimiento en partes, las

cuales serán:

- Realizar un estudio dinámico del cuerpo (ya que se encontrara en equilibrio dinámico).
- Calcular el volumen del aro.
- Calcular el empuje que recibirá el aro cuando se sumerge en agua.
- Finalmente calcular la densidad del objeto.

Primero se realizó una medición con el cuerpo libre, es decir, sin sumergir. (Figura 3Izq.) y luego se realiza la medición con el cuerpo sumergido en el fluido. (Figura 3Der.). Combinando lo obtenido en el primer y segundo caso, se obtiene la densidad del cuerpo/objeto bajo estudio, a través de la ecuación 1. Cabe mencionar que no se considerará el empuje del aire en todo el experimento, ya que es despreciable respecto a las otras magnitudes en juego.

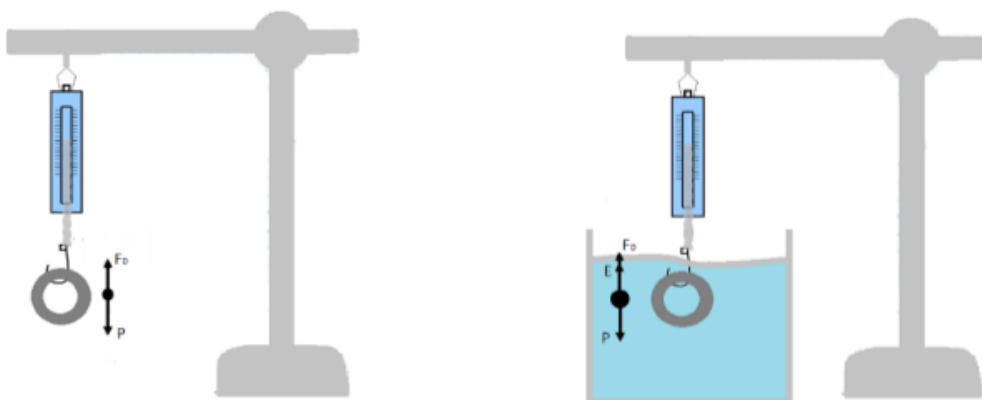


Figura 3. (Izq.) Medición con cuerpo en el aire. (Der.) Medición con cuerpo sumergido.

Aplicando la Segunda Ley de Newton sobre el aro, por un lado sin sumergirlo y despreciando el empuje del aire, se tiene:

$$\Sigma F_y = T_{aire} - P_{cuerpo} = 0$$

Siendo

$$P_{cuerpo} = m_{cuerpo} * g = \delta_{cuerpo} * V_{cuerpo} * g$$

$$T_{aire} = \delta_{cuerpo} * V_{cuerpo} * g$$

Luego

$$\text{Ecuación 1} \quad \delta_{cuerpo} = \frac{T_{aire}}{V_{cuerpo} * g}$$

Por otro lado, al sumergir el cuerpo, aplicando nuevamente la segunda Ley de Newton sobre el aro, se tendrá:

$$\Sigma F_y = T_{sumergido} + E - P = 0$$

Donde se define E como el empuje recibido por el cuerpo debido al fluido desalojado, que según el principio de Arquímedes, es:

$$E = P_{fluido} = \delta_{fluido} * V_{cuerpo} * g$$

Concluyendo entonces:

$$\text{Ecuación 2} \quad V_{cuerpo} = \frac{T_{aire} - T_{sumergido}}{\delta_{fluido} * g}$$

Finalmente, combinando las [ecuaciones 1](#) y [2](#), se llega a la [ecuación 3](#) para la determinación de la densidad del cuerpo bajo estudio. Cabe mencionar que mediante esta metodología, no es relevante la geometría del cuerpo en cuestión.

$$\text{Ecuación 3} \quad \delta_{cuerpo} = \frac{T_{aire} * \delta_{fluido}}{T_{aire} - T_{sumergido}}$$

Magnitudes medidas y datos utilizados en las ecuaciones anteriores:

$\delta_{fluido}$  Densidad del fluido, se obtiene de tabla

$T_{aire}$  Tensión en el aire, (indicación del instrumento utilizado)

$T_{sumergido}$  Tensión con el cuerpo sumergido en el fluido, (indicación del instrumento utilizado)

$g$  Gravedad

$V_{cuerpo}$  Volumen del cuerpo

$\delta_{cuerpo}$  Densidad del cuerpo

$m_{cuerpo}$  Masa del cuerpo

Las mediciones realizadas por métodos analógicos fueron contrastadas con métodos digitales (ver [figura 4](#)), resultando ambas mediciones dentro de un mismo rango definido por las incertidumbres asociadas a cada uno.



*Figura 4. Contrastación de los resultados*

### Conclusiones

El trabajo realizado junto con la experiencia en las jornadas, permitió entre otras cosas reforzar las habilidades manuales de los estudiantes, observándose una mejoría durante el desempeño de la labor de fabricación.

Así mismo, se realizó un perfeccionamiento de los conocimientos teóricos del tema abordado y en las habilidades discursivas de los estudiantes, ya que los mismos debieron conformar informes de las labores realizadas junto con la elaboración de presentaciones que permitieran observar y compartir lo realizado. Es notoria la importancia de los espacios de trabajo colaborativo tanto entre pares como con los coordinadores, sin quitar la importancia del trabajo individual. Esto se vió reflejado en la presentación de este trabajo en la muestra donde los/as becarios/as tuvieron que explicar al público lo realizado, con su fundamentación teórica, donde se pudo observar un buen desenvolvimiento de parte de becarios y becarias. Se hace mención también, de la capacitación que recibieron los/as becarios/as, en cuanto al dominio de ciertos instrumentos de medida no habituales, y del manejo de sensores digitales.

### Bibliografía

- [1] Devece E., Tejerina M. R., Fernández Lobo G. M. J., Gamba M., Pesco P. S., Conconi M. S., Del Río Pauletti C., Bolino M. A., (2021); [Conversatorios de física experimental en la enseñanza media Libro de Actas de las Sextas Jornadas de Investigación, Transferencia, Extensión y Enseñanza, 1a ed.](#) pp. 164-169.
- [2] Marulanda J. I., Gómez L. A., (2006); [Experimentos en el aula de clase para la enseñanza de la física.](#) Revista colombiana de física, Vol. 38 N°2, p.p. 699-702.
- [3] Resnick R., Halliday D. & Krane K.:1993, Física, Vol. 1 Ed. N° 4, C.E.C.S.A., México.
- [4] Física, Vol. I, Mc Graw-Hill, México.
- [5] Tipler, P. A.: 1993, Física (tercera edición), Editorial REVERTÉ, Barcelona,
- [6] Alonso M. & Finn E., 1995 Física, Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, Delaware