

Conversatorios de física experimental en la enseñanza media.

Esther Medina¹, Martina Gamba^{1,2}, Juan F. Martiarena¹,
Eugenio Devece¹, Matías Tejerina^{1,2}.

estmedin@gmail.com

Resumen

Mediante este proyecto de extensión se pretende vincular los actores de Educación Media con estudiantes de la UNLP y docentes especializados en la enseñanza de la Física universitaria de la misma institución. Se propone organizar charlas de intercambio en diferentes escuelas medias con docentes y estudiantes de estos ámbitos, empleando experiencias que se utilizan en la Universidad sobre las leyes de la física y material audiovisual, que se desarrollarán específicamente para esta finalidad y serán obtenidos a partir de un trabajo interdisciplinario. En particular, se replicarán experiencias que desarrolló Galileo Galilei (quien se considera el primer científico) y se hablará de los costos que significó para él postular ideas que se anteponían a las imperantes en ese momento. De esta forma, se espera incentivar a estudiantes de nivel medio a mejorar su desempeño en asignaturas como la Física y, al mismo tiempo, introducirse en debates actuales como el rol de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Las herramientas didácticas serán entregadas a las unidades de Enseñanza Media involucradas (de los distritos Bolívar y Quilmes de la Provincia de Buenos Aires) para que sean utilizadas por sus docentes. Asimismo, esta práctica de extensión enrique-

- 1 Cátedra Física I, Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Av. 1 y 47, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- 2 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

cerá las herramientas pedagógicas de docentes y estudiantes de la UNLP que participen de la misma.

Palabras clave: Galileo Galilei/ Péndulo / Stellarium / Planos inclinados / Aristóteles

Introducción

En Latinoamérica, las dificultades para la enseñanza/aprendizaje de ciencias como la Física en la Escuela Media han sido estudiadas por diversas/os autores/as en las últimas décadas (Acevedo Díaz, 2004; Aquilano, 2005; Bab *et al.*, 2009; Jacinto & Terigi, 2007; Guirado *et al.*, 2013; Ratto, 2012; Roble *et al.*, 2015). Estos estudios han concluido que los resultados de las evaluaciones de aprendizaje en Ciencias Naturales y Matemática evidenciaron la necesidad de priorizar las acciones para mejorar la enseñanza en estas áreas del conocimiento. Máxime, considerando que la indagación en Ciencias Naturales y la formación científica básica constituyen puntos de partida fundamentales para el desempeño ciudadano en la época actual, como fuera manifestado por la Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y Matemáticas en su Informe Final de 2007 (Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la República Argentina, 2007). Apuntando a solucionar las mencionadas dificultades, en dicho documento se recomendó una mayor vinculación entre actores universitarios y de la ciencia con aquéllos de escuelas de nivel medio, para lograr un mayor incentivo en el estudio de estas ciencias en esta instancia educativa. En esta ponencia se presentan las características principales (planificación, contenido y desarrollo) del taller de Física Experimental, el debate llevado a cabo en la Enseñanza Media, como parte del homónimo proyecto de extensión de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), y las conclusiones obtenidas de esta intervención realizada por docentes y estudiantes UNLP en la Enseñanza Media. Describiendo esta actividad en términos generales, se puede mencionar que consistió en hacer charlas-taller de intercambio con estudiantes de estos ámbitos, empleando experiencias que fueron importantes en la historia de la Física (en Occidente) y planteando el debate sobre cuál debe ser la finalidad de la Ciencia y la Tecnología en la actualidad. El objetivo central fue incentivar a estudiantes de Escuela Media en el estudio y la comprensión de la Física, y mostrar que el concepto de “hacer ciencia” no es tan lejano como suele parecer ni tan neutral como normalmente se plantea.

Las herramientas didácticas desarrolladas con elementos de bajo costo se entregarán en la unidad de Enseñanza Técnica Media, involucradas para su posterior utilización y réplica (de los distritos Bolívar y Quilmes de la Provincia de Buenos Aires, Argentina). En la escuela ENET N°7 ya se entregó un set de materiales.

Objetivos

- Incentivar el estudio de las ciencias y, en particular, de la Física en estudiantes de Escuela Media.

- Aportar a la construcción de una visión crítica de la ciencia.
- Remarcar la importancia de la participación ciudadana en las temáticas que aborda la investigación pública.

Origen del proyecto

Al momento de presentar el proyecto para su financiación, la idea consistió en llevar a escuelas de Enseñanza Media las experiencias simples que se realizaban en la asignatura Física 1 de la Facultad de Ingeniería (UNLP). Sin embargo, notamos que era necesario una vinculación entre las experiencias de Física, su origen y algo de su historia para que llamara la atención de estudiantes de Escuela Media. Fue así como se indagó en la historia de la ciencia y, en particular, de la Física Experimental para contextualizar las experiencias a trabajar y las interrogantes que han surgido. Esta parte requirió estudiar conceptos que no se enseñan en Física de la carrera de Ingeniería (UNLP). En este sentido, encontramos en la sobresaliente figura de Galileo Galilei (Toscana, 1564-1642) razones que ameritaron su incorporación en los talleres para incentivar el estudio de la Física y otras ciencias que estudian el comportamiento de la naturaleza. Al mismo tiempo, nos preguntamos sobre los costos de realizar investigaciones científicas que se oponen a los poderes hegemónicos vigentes, entre otros debates actuales.

Galileo Galilei fue un astrónomo, filósofo, ingeniero, matemático y físico italiano. Mostró interés por casi todas las ciencias y artes. Sus logros incluyen la mejora del telescopio, la gran variedad de observaciones astronómicas, la conceptualización de la primera ley del movimiento y el apoyo determinante a la «Revolución de Copérnico». Ha sido considerado fundador de la astronomía y la física modernas. Según se registra en la historia de la ciencia occidental, fue uno de los primeros en utilizar el método científico: plantear una hipótesis para predecir el comportamiento de la naturaleza y realizar experimentos, verificarlos o rectificarlos mediante una observación directa. Su trabajo experimental es considerado complementario a los escritos de Francis Bacon en el establecimiento del moderno método y su carrera científicos es complementaria a la de Johannes Kepler.

La contribución fundamental de Galileo en los comienzos de la ciencia moderna consistió en el énfasis en realizar reiterados experimentos para comprobar las hipótesis y no confiar en el viejo planteamiento “filosófico” de intentar comprender el funcionamiento del mundo utilizando sólo la lógica pura y la razón. Además, fue un gran divulgador científico, generando textos en italiano y no en latín, como era requerido en ese momento por las autoridades eclesiásticas. Esto ponía a la ciencia al alcance de mayores sectores de la sociedad y atentaba contra la concentración elitista del saber. Su obra lo llevó a un enfrentamiento con la Iglesia Romana, porque sus conclusiones científicas se opusieron a las ideas que eran impuestas en el campo de la ciencia por el poder absolutista de la institución eclesiástica de aquella época.

También se consideró que las temáticas desarrolladas por Galileo fueron en el campo de lo que hoy se conoce como “mecánica clásica”, tópico relevante en la asignatura que imparten los docentes del equipo extensionista. Además de incentivar el estudio de la ciencia mediante experimentos analizados y contextualizados en la época que fueron planteados por primera vez, surgió la necesidad de debatir en el aula cuál es el objetivo de la ciencia: si es imparcial o si defiende intereses ideológicos o económicos. Preguntamos: ¿Creen que la ciencia es objetiva o inocente? ¿Creen que persigue algún interés? ¿Saben quién decide qué y cómo se investiga? La mejor forma que consideramos para direccionar la temática fue comparar las consecuencias que sufrió Galileo con las que sufrieron otros científicos y científicas que han sido figuras sobresalientes y que controvirtieron alguna creencia o poder establecido (como Hipatía, Andrés Carrasco y Marie Curie). En el debate se propone que la ciencia es una actividad que está enmarcada en un sistema económico y social, siendo una construcción social y, por lo tanto, se puede usar para beneficio de la población o en perjuicio de las mayorías. En ese sentido, hablamos sobre el rol de la ciencia pública de contribuir al desarrollo y al bienestar de las mayorías, independientemente de los intereses de alguna minoría poderosa, justificando la motivación de los y las talleristas en la difusión de la educación y la ciencia pública. Más información sobre los contenidos disparadores de esta sección se puede encontrar en la ponencia presentada en este Congreso IV AUGM: “Reflexionando en el aula acerca de científicos/as contrahegemónicos: la responsabilidad social”.

Diseño del taller

La modalidad empleada varió de acuerdo con lo observado en las diferentes visitas. Para mayor claridad se expondrá en el presente trabajo únicamente el formato final empleado hasta ahora. Si bien se mencionará algún cambio realizado, se hará hincapié en la última versión utilizada, porque entendemos que es la que ha logrado mejor resultado en cuanto al vínculo con los/as estudiantes y su participación.

En el diseño del taller se aprovecharon tres aspectos de la obra de Galileo:

1. Sus investigaciones acerca de la naturaleza del movimiento de los cuerpos mediante experimentos con planos inclinados y esferas: en ausencia de acciones externas, un cuerpo permanece en el estado de movimiento en que se encuentra, sea éste el reposo o un movimiento a velocidad constante. Además, sus observaciones y experimentaciones respecto del movimiento del péndulo.
2. Sus revolucionarias observaciones astronómicas que permitieron comprobar la teoría heliocéntrica de Copérnico y encontrar características de distintos cuerpos celestes que desafiaron la concepción antropocéntrica del Universo y la perfección de los cuerpos celestes.

3. Las dificultades que tuvo por contradecir la doctrina sobre la ciencia eclesiástica de la época.

En primer lugar, se eligieron tres experimentos para trabajar con el estudiantado: péndulo simple, doble plano inclinado con bola de billar y visualización de las lunas de Júpiter y otros cuerpos celestes mediante el programa “Stellarium”. Después de estas experiencias que han conformado el taller, se definió el contenido de la introducción y del debate final sobre la ciencia y los/as científicos/as. Posteriormente, se consultó con las/os docentes a cargo en la institución de destino ENET N°7, Ciudad de Quilmes, Provincia de Buenos Aires, Argentina, si consideraban factible el taller y sobre la disponibilidad de cuestiones técnicas/logísticas: edad y motivación del estudiantado, características de aula/auditorio, posibilidad de proyección de diapositivas y horarios disponibles para el taller. Cabe mencionar que, a lo largo del taller, hemos identificado que el horario de los descansos o recreos debe considerarse con especial atención, en particular en escuelas masivas, donde todos los cursos suelen estar sincronizados por regulación interna de la institución.

La respuesta del equipo docente fue que estimaba apropiado el taller propuesto y que sería destinado para estudiantes de entre 13 y 16 años, que serían alrededor de 30 por visita y que había disponibilidad técnica para proyectar la presentación y trabajar en grupos la parte experimental. Con respecto a la metodología pedagógica empleada para la interacción, sobre todo al trabajar con la experiencia del péndulo —donde la razón tallerista/estudiantes fue alta (en promedio de uno a cinco)—, el proceso de enseñanza propuesto se basó en el aprendizaje del estudiante que, de acuerdo con la clasificación de Gargallo López *et al.* (2011), se denomina “modelo constructivista”. De esta manera, es importante que el estudiantado tome un rol activo en la indagación y se dedique al estudio de la Física. En este sentido, la metodología a implementar puede clasificarse dentro del aprendizaje significativo (Morales *et al.*, 2015) y consiste en generar preguntas referidas a fenómenos físicos observables que no sigan el comportamiento esperado de acuerdo con saberes previamente adquiridos (denominados “sentido común”). El objetivo es propender a que analicen las posibles causas y acercar indicios sobre cuáles se pueden considerar más factibles. Se busca que el estudiantado explore, contrastando con su propia experiencia las diferentes opiniones/ideas y generando, sobre todo, indagación a partir de dichas experiencias. Se hizo hincapié en la importancia del cuestionamiento crítico y de los posibles mecanismos de comprobación, que son requeridos en esta asignatura.

Materiales y métodos

Los dispositivos empleados en las experiencias fueron generados por parte del equipo extensionista. Se propusieron los siguientes requisitos: que su geometría y peso permitieran un fácil traslado y que los elementos constitutivos sean de bajo costo para que las experiencias sean fácilmente reproducibles y para que se genere un dispositivo por grupo reducido de estudiantes. En total, se crearon seis

dispositivos experimentales con accesorios para cada una de las dos experiencias: péndulo y pista con doble plano inclinado.

- Péndulo:

En la Figura 1(a) se puede observar el sistema, que consistió en un bloque y base de madera donde se insertó un mástil, conformado por un caño plástico reforzado de media pulgada de diámetro y un metro de largo. En el extremo libre se perforó y se colocó un tornillo ajustado con tuercas a ambos lados. Se prepararon distintos tipos de péndulo, sujetos con hilos de algodón: plomadas para pesca de 10 y 50 gramos, esferas de madera y de telgopor. Se conformó una cartulina indicativa de los diferentes ángulos que puede alcanzar el péndulo. También se preparó una balanza de bolsillo (de uso común para todos los grupos) y una cinta métrica para cada grupo.

- Pista con doble plano inclinado:

En la Figura 1(b) se observa el sistema generado. La base consistió en una tabla de 1.5 m., en cuya zona central se adhirió con pegamento, reforzando con clavos un canal de plástico de la misma longitud. Este material es flexible y habitualmente se utiliza para cubrir instalaciones eléctricas domiciliarias externas. En los tercios de los extremos de la pista el canal quedó libre y la altura se reguló con bloques de madera de 7 centímetros de lado. Como objeto rodante se utilizó una esfera de juego de pool. Al generar este dispositivo consideramos la rigidez de la pista y la esfericidad del objeto rodante, para no disipar energía mecánica durante la rodadura.

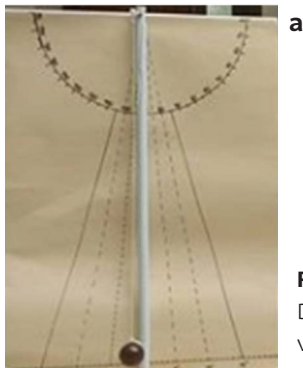


Figura 1. (a) Sistema péndulo (b) Doble plano inclinado de altura variable.



El equipo extensionista se reunió para analizar el diseño específico del taller, que se describe en la sección desarrollo del taller, y para evaluar el desempeño de los dispositivos conformados, como también detalles de las experiencias y estrategias pedagógicas a emplear con los estudiantes en el desarrollo de las experiencias en el aula (Figura 2). Para ello, se generaron preguntas disparadoras en cada experiencia y se estimaron los tiempos de duración de los diferentes momentos del taller.



Figura 2. Talleristas integrantes del proyecto evaluando las experiencias y detalles del diseño del taller.



A continuación, se detalla el desarrollo del taller:

Primer momento: presentación, planteo de interrogantes y experiencias demostrativas.

- I. En este primer momento se plantearon interrogantes para conocer qué ideas tienen de las personas que hacen ciencia y sobre Galileo:
 - ¿Han escuchado hablar de trabajadores de la ciencia? ¿Saben qué hacen? ¿Cómo representarían esta actividad con un dibujo?
 - ¿Saben quién fue Galileo Galilei? ¿Con qué lo asocian? ¿Saben cómo se explicaban los movimientos de los objetos y astros antes de su época?

Se anotaron en el pizarrón las características que decían los/as estudiantes, asociadas a esa profesión: hombre, usa anteojos, usan guardapolvo blanco y lentes,

trabajan en laboratorios, edad mayor a 40 años, contextura delgada, trabaja de noche. Aquí observábamos que, en general, la imagen de un científico es el de un hombre. Para explicar esto necesitamos referirnos a las concepciones aristotélicas, donde las mujeres estaban excluidas de la labor científica. Dice Aristóteles (384-322 a.C.) en su obra *Política* que “el macho es por naturaleza superior y la hembra inferior; uno gobierna y la otra es gobernada; este principio de necesidad se extiende a toda la humanidad”. Se analiza cómo este concepto, adoptado hace muchos años por la Iglesia Católica, tiene consecuencias en la actual situación de la desigualdad de la mujer, en particular, y en las instituciones científicas.

En una siguiente etapa se ahonda en la concepción aristotélica de la naturaleza, que postulaba que todos los objetos estaban conformados por los cuatro elementos: tierra, aire, agua y fuego. Entonces, éstos tendían a ir hacia su equilibrio; por ejemplo, una roca hacia la tierra y hacia el reposo, y el humo hacia el aire y también al reposo. Se menciona que se consideraba imposible el movimiento en ausencia de aire (en el vacío) y que los astros tenían otra naturaleza de movimiento. Para contradecir estos postulados se muestran videos de experiencias donde el humo, que está en contacto con una superficie fría, desciende (videos que pueden encontrarse en YouTube referidos al texto “cascada de humo”) en lugar de ascender como habitualmente se observa. Se consulta si se animan a generar alguna suposición que explique este fenómeno y se mencionó la hipótesis de que, al enfriarse, el humo (conformado por aire y partículas) se vuelve más denso, por lo que ya no se eleva, sino que desciende.

Posteriormente, se menciona que Galileo estudió la caída libre de los cuerpos y se experimenta utilizando dos botellas de plástico iguales, pero con distinto contenido de arena para explorar la dependencia del peso o masa en la velocidad de caída de los cuerpos. Se consultó si creen que el tiempo de caída libre de los cuerpos, soltados desde la misma altura, depende de su peso o masa. Algunos/as estudiantes han respondido de forma afirmativa y otros/as negativamente. Se convoca a que algún/a estudiante realice el experimento y que lo repita varias veces. De esta forma, pudieron observar que, independiente del peso de los cuerpos, éstos tocan el piso al mismo tiempo. Luego, se les consulta si el cuerpo influye en su caída. Para esto, se utilizan dos hojas iguales, pero una doblada por la mitad y otra extendida. Se observa que ambas caen en distinto lapso. Se pregunta si pueden suponer por qué ocurre esto. Se aclara que el postulado de Galileo sobre la misma velocidad de caída de los cuerpos es en el vacío. Se muestran dos videos demostrativos: uno con una pluma y una bola de bowling, cayendo en el vacío a la misma velocidad, filmado en el laboratorio de la NASA *Space Power Facility*, ubicado en Ohio, Estados Unidos; y otro donde el experimento es realizado en la Luna durante la expedición APOLO XV, donde dejaron caer un martillo y una pluma sobre la superficie y pudieron observar que cayeron a la misma velocidad. Al realizar esta significativa observación, el astronauta Dave Scott remató con la famosa frase: “Mr. Galileo was correct”.

Después, se presentó la pista con doble plano inclinado de altura regulable. Se menciona que este experimento fue utilizado por Galileo para cuestionar las

ideas aristotélicas sobre el movimiento. Se convoca a estudiantes para que trabajen con el sistema, soltando dos esferas (una lisa y otra rugosa) por la pista y cambiando la altura del extremo final. Se pregunta si la esfera lisa recorrerá la misma distancia al cambiar la altura del extremo final. Repitiendo la experiencia se puede inducir que intenta siempre llegar a la misma altura desde la que se arrojó, por lo tanto, si el extremo permanece horizontal, la esfera nunca se detendría. Para esto, el equipo docente consulta: “¿A qué altura final llega la esfera? ¿Por qué? ¿Qué pasa si disminuye la altura en uno de los extremos?”.

Para observar con mayor detenimiento dicho fenómeno se propone hacer una leve inclinación al extremo inicial (de algunos centímetros de altura), manteniendo el otro extremo sin inclinación y que se controle el tiempo que tarda en pasar la esfera por distintas marcas del tramo horizontal. Varios/as estudiantes midieron con cronómetro el tiempo que tarda la esfera en recorrer dos intervalos de 60 cm. Unos/as registran el intervalo entre 0 y 60 cm y, otros/as, entre 30 y 90 cm. Se puede observar que en el mismo tiempo recorre la misma distancia. Se concluye que, en ausencia de interacciones, la esfera tiende a permanecer en movimiento a velocidad constante. Esto último contradice la idea aristotélica de que los cuerpos siempre tienden a volver al reposo.

Posteriormente, se ha empleado el software libre “Stellarium” para proyectar durante el taller algunos eventos astronómicos, incluyendo las observaciones revolucionarias que realizó Galileo y que fueron la primera prueba experimental del sistema propuesto por Copérnico. Éstas son las fases de Venus y las lunas de Júpiter. En particular, se compara la configuración de las lunas de Júpiter en el momento de su observación, empleando dicho programa de computadora con los dibujos realizados por el propio Galileo, observándose la coincidencia entre las configuraciones de las lunas de Júpiter. Esta experiencia y su marco conceptual se detalla en el trabajo “Acercando al aula observaciones astronómicas que revolucionaron la comprensión del Universo”, presentado en el 4º Congreso de Extensión de AUGM.

II. Segundo momento: experimentación en grupos

Para introducir el experimento del péndulo se menciona que Galileo encontró una llamativa particularidad de este movimiento, mirando una lámpara de brazos, y que la clave de esta experiencia es el poder de la observación. El objetivo central de esta experiencia es comprobar la isocronía del péndulo y estimar la aceleración de la gravedad, aplicando el método científico.

Los/as estudiantes formaron grupos de 5 personas; cada grupo guiado por un/a tallerista. En la Figura 3 se puede apreciar la disposición. Cada grupo fue rotando para que todos realizaran los diferentes experimentos. Inicialmente, se efectuaron dos experimentos en grupos: péndulo simple y las pistas. Pero, tras analizar la respuesta de los/as estudiantes durante el taller, se advirtió que el péndulo resultó más interesante para realizar en grupos y la pista se pasó a la primera parte, haciéndose demostrativa.



Figura 3. Imagen del desarrollo del laboratorio en grupos.



En esta experiencia, los/as talleristas proponen armar el péndulo con alguna de las pesas y guían al alumno a un proceso de reflexión para formular hipótesis y realizar experimentos: ¿Qué tipo de movimiento describe la plomada? ¿De qué dependerá su movimiento? ¿Del peso o de la longitud de la cuerda? En general, se observaron coincidencias en las hipótesis iniciales de los/as estudiantes, quienes consideraron que el período de oscilación dependía del peso o masa y también de la longitud de la cuerda (sin diferenciar estrictamente estos conceptos). Se pregunta si existe una relación entre el ángulo desde el que se arroja el peso y el tiempo que tarda en volver a la misma posición. Se propone que se mida el período de cinco oscilaciones para distintos ángulos: 5° y 15° . Esto se realiza manteniendo la masa y la longitud de la cuerda constante y anotando el resultado.

El/la tallerista pregunta al grupo de estudiantes si creen que hay alguna relación entre la masa y el período. Se les propone que lo comprueben, determinando el período cuando la masa varía y manteniendo un ángulo inicial y una longitud de la cuerda constantes. Por otro lado, se les consulta si creen que existe alguna relación entre la longitud y el período. Se propone que lo comprueben, teniendo una masa y un ángulo constantes, y que registren el resultado. Después, se propone al grupo que compare los resultados para que concluya que el período no depende del ángulo inicial, ni de la masa ni de la forma del objeto, sino de la longitud de la cuerda. Este proceso de reflexión les permite contrastar y comparar sus argumentaciones o ideas iniciales con los resultados de los experimentos.

Para finalizar la experiencia grupal, se les comenta que Galileo encontró esta propiedad del péndulo y que cientos de años más tarde se estableció una expresión matemática para determinar la aceleración de la gravedad a partir de la longitud del péndulo y del período. Se les da la expresión y se les propone que busquen el valor de la gravedad. Cuando todos los grupos culminan la experiencia se coordina una puesta en común, donde se comenta que el descubrimiento de Galileo mejoró la precisión de los relojes mecánicos de esa época.

III. Tercer momento: puesta en común y reflexión final

En ronda se les pregunta a los estudiantes las observaciones y las conclusiones que han conseguido tras los experimentos. Se debate sobre la importancia de la observación independiente en la generación de conocimiento y de una mirada crítica. Galileo fue quien, por primera vez, a través de la observación y la experimentación, llegó a resultados que desafiaban las ideas imperantes en aquel momento. En ese sentido, se reflexiona sobre las consecuencias que sufrió Galileo por plantear ideas que rebatían lo impuesto por la Iglesia Católica. Las comparamos con las consecuencias que sufrieron otros científicos y científicas que han sido figuras sobresalientes, aunque silenciadas o castigadas, ya sea por los resultados de sus investigaciones o por su condición de género.

Se plantea sobre qué poderes, en la actualidad, son los que traccionan para que se ejecuten cierto tipo de investigaciones. Como respuestas, las/os estudiantes señalaron a las empresas farmacéuticas. Esto nos permite debatir acerca de la ciencia como construcción social y sujeta a disputas, es decir, como herramienta que se puede utilizar para beneficio de la población en general o en perjuicio de las mayorías. Concebimos que la ciencia pública debe cumplir el rol de contribuir al desarrollo y al bienestar de las mayorías, independiente de los intereses de alguna minoría poderosa. Tal entendimiento es el objetivo fundamental de este taller.

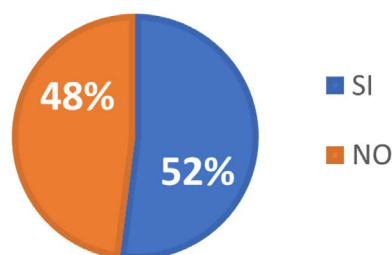
Se tensiona el desarrollo de un modelo científico que propende a la construcción y el fortalecimiento de derechos comunitarios, en tanto la utilización de la ciencia y sus resultados para promover el desarrollo de éstos. Este pasaje singular de la actividad provoca un rico intercambio entre participantes y talleristas, que representa uno de los momentos más significativos, pues emerge la inquietud sobre si la ciencia es esencialmente neutral o si está condicionada por otros factores que traban su evolución. Traer al presente eventos que marcaron una impronta en el desarrollo científico, los resignifican como avances en la liberación humana. En particular, se menciona al científico contemporáneo Andrés Carrasco, quien, mediante su actividad científica, desarrolló conclusiones que iban en contra de capitales transnacionales que comercializan semillas transgénicas y agroquímicos de alta toxicidad para la población, con foco en zonas agrarias de Argentina y de otros países. Teniendo en cuenta esto, se hace hincapié en la necesidad de que la Ciencia Pública resuelva los problemas de la mayoría de la población.

Resultados y discusión

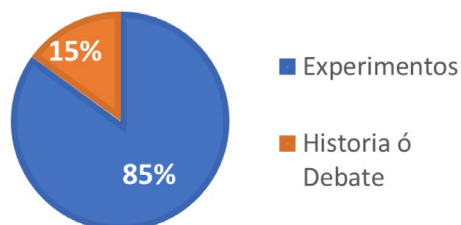
Para conocer el grado de motivación que generó en los/as estudiantes el taller implementado se realizó una encuesta. El resultado se presenta en Fig. 4. Del mismo, podemos observar que:

- Aproximadamente la mitad de los/as estudiantes conocía los contenidos.
- Que el momento que más gustó a los/as estudiantes en términos generales fue la parte experimental.
- Que los experimentos que más llamaron la atención fueron el de astronomía y el péndulo.
- Que un sesenta por ciento calificó a la actividad como muy buena o excelente.
- Que la mitad de los encuestados comentó o buscó información sobre algún tema del taller.

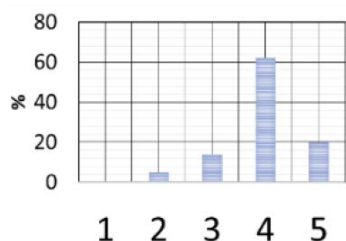
¿Conocías los contenidos del taller?



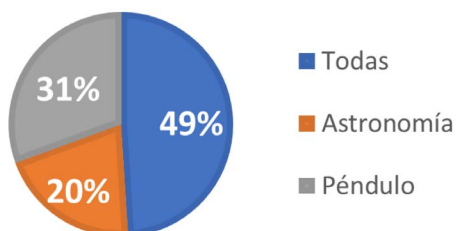
¿Qué momento de la actividad te gusto más?



¿Cómo calificarías la actividad en la escala de 1 (aburrida) a 5 (excelente)?



¿Qué experiencia te gustó más?



¿Después del taller lo comentaste con alguien?

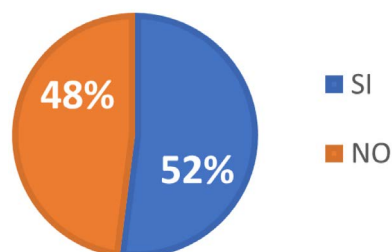


Figura 4. Resultados de encuesta realizada a un total de 21 estudiantes.

Por lo que pudimos constatar, la actividad motivó a los/as estudiantes a indagar sobre fenómenos físicos. El taller propuesto ha resultado una actividad interesante para los/as destinatarios, consiguiendo que planteen interrogantes y las confronten con los resultados observados en las experiencias. Según manifestaron las/os docentes de la escuela E.N.E.T N° 7, fue notorio el beneficio de salir de la actividad rutinaria a partir de la propuesta interactiva de experiencias y el debate en esta actividad de extensión.

Conclusiones

La ejecución de este proyecto incentivó la indagación de fenómenos físicos por parte del estudiantado y proporcionó herramientas didácticas a docentes de la E.N.E.T. N°7. Una vez finalizado el proyecto, se espera que el material experimental didáctico a suministrarse en estas instituciones sea empleado como herramienta didáctica y metodológica, que facilite el estudio de la Física por parte de los estudiantes. Además, se evidencia la posibilidad de presentar discusiones epistemológicas en relación con el papel que juega la ciencia en la promoción de derechos y como éstos se encuentran condicionados por elementos de la superestructura bajo la cual tienen lugar.

A partir de la recuperación de datos y de hitos en el desarrollo científico —y su relación con los factores de poder— se intenta correr el velo con el que se cubre a la ciencia como inmaculada, dando cuenta de cómo puede ser un instrumento de transformación en múltiples sentidos.

Bibliografía

- Acevedo Díaz, J. A. (2004) Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 3-16.
- Aquilano, R. (2005) Jóvenes, ciencia y tecnología. *Anales de la educación común. Adolescencia y juventud*. 1(1-2), 157-161 http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/revistacomponents/revista/archivos/anales/numero01-02/ArchivosParaDescargar/12_cont_art_alquilano.pdf
- Bab, M. A., Bab, M. A., Borrajo, R., Brusasco C. G., Calcaferro, L., Castiglioni, J. L., García, M. S., Jofré, L. E., Lavalle, M., Pastor, D., Pastor, V. E., Pernici, M. P., Rebón, L., Richard, D., Rodríguez Torres, S. & Vampa, V. (2009). La facultad va a la escuela del barrio. *II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Actas*, II (2): 5-9, La Plata.
- Gargallo López, B., Suárez Rodríguez, J., Garfella Esteban, P. R. & Fernández March, A. (2011). El cuestionario CEMEDEPU. Un instrumento para la evaluación de la metodología docente y evaluativa de los profesores universitarios. *Estudios sobre Educación*, 21, 9-40.
- Guirado, A., Mazzitelli, C., Olivera, A. & Quiroga, D. (2013). Relaciones entre las representaciones de los alumnos acerca de la enseñanza y el aprendizaje de

la Física y de la Química y la práctica docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 347-361.

Jacinto C. & Terigi F. (2007). *¿Qué hacer ante las desigualdades en la educación secundaria?: aportes de la experiencia latinoamericana*. Santillana.

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la República Argentina. (2007). *Comisión Nacional Para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática: Informe final*. Recuperado de http://gpdmatematica.org.ar/wp-content/uploads/2015/08/doc_comision_ciencias_matem_minist.pdf

Morales, L. M., Mazzitelli, C.A. & Olivera, A. del C. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química en el nivel secundario desde la opinión de estudiantes. *Revista Electrónica de Educación en Ciencias*, 10(2), 11-19.

Ratto, J. (2012) *Disertación Enseñanza de las ciencias*. Educación Hoy. Academia Nacional de Educación (Argentina).

Roble, M. B., Roux, P. & Cornejo, J. (2015). Acercando la Física a las Escuelas de Enseñanza Media desde la Universidad. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(Extra), 343-348.

Agradecimientos

A continuación, se mencionan a quienes integraron el proyecto:

Susana Conconi, Guillermo Bertolini, Maria Bolino, Anabella Mocciaro, Pablo PESCO, Juan F. Martiarena, Ignacio Mastromaure, Sebastián Cid, Diego Richard, Rocio Allaltuni, Zaira Allaltuni, Florencia Yarza, Florencia Hernandez, Sofía Gomez, Martina Gamba (Coordinadora), Matías Tejerina (Co-Director), Eugenio Devece (Director).

Se agradece a la Universidad Nacional de La Plata por haber avalado y financiado parcialmente este proyecto.

Se agradece al Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería (UNLP) por financiar la asistencia al 4° Congreso de Extensión AUGM.