

El Universo de Newton. Una experiencia educativa en el Museo de Física

Florencia Cabana^(1,2); **Rafaela Paladini**⁽³⁾; **Flavia Villordo**^(3,4)

¹ Museo de Física – Departamento de Física – Universidad Nacional de La Plata. 49 y 115. La Plata.

² Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación – Universidad Nacional de La Plata. cabanamf@gamil.com.

³ Museo de Física – Departamento de Física – Universidad Nacional de La Plata. ripaladini@gmail.com

⁴ flaeuge@gmail.com

Resumen

Cada año en la ciudad de La Plata se realiza el evento “Museos a la luz de Luna” que convoca a centenares de personas a visitar los museos. En noviembre de 2018 en el Museo de Física - Departamento de Física - Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata se organizaron actividades en torno al tema: “Universo y cosmovisiones”, que disfrutaron alrededor de 2000 personas de todas las edades. Entre dichas actividades, en la sala del Museo se utilizaron instrumentos del acervo para lograr un acercamiento positivo con la ciencia desde una mirada no tradicional compartiendo ideas, historias, anécdotas y mitos sobre uno de los personajes más familiares de la Física: Newton.

Palabras clave: Newton; educación no formal; alfabetización científica.

Contextualización

El Museo de Física¹, donde se desarrolló esta experiencia, tiene como misión ser difusor del patrimonio histórico que compone su acervo y funcionar como un centro participativo de ciencia. Para llevar a cabo esta misión, se propone despertar inquietudes y curiosidad sobre los fenómenos naturales que la física aborda, apelando a la capacidad de asombro mediante experiencias participativas.

El acervo del Museo consiste en una colección de instrumentos de demostración de fenómenos físicos, de procedencia alemana, que eran utilizados para la enseñanza de la Física en las universidades de principios del siglo XX. Fueron adquiridos en 1906 para equipar el Instituto de Física, creado en ese momento como pieza clave de la nueva universidad nacional.

En el marco del evento “Museos a la luz de la Luna - 2018” el Museo abrió sus puertas al público general. En la sala se exhibieron y se desarrollaron experiencias relacionadas al mundo Newtoniano, tomando en cuenta cuatro ejes principales: la descomposición de la luz blanca, la ley de gravitación universal, las tres leyes de Newton y el cálculo diferencial.

Como describe Alejandro Noguera, visitante y cronista del evento del 2017 “perdidos en la noche oscura y arbolada, emergen los gazebo blancos, como copos de nieve” y “una larga pasarela con toda clase de actividades, juegos, información que se nos viene encima, que nos rodea y nos colma” (Santamaría, 2018); porque además de las actividades en la sala había stands en los jardines de la facultad y una obra teatral con demostraciones. Todas las actividades se vincularon al mismo tema, que en el evento del 2018 giró alrededor del Universo y cosmovisiones. Por lo cual, también las actividades de la sala retomaban aspectos tratados en la obra y los stands aportando nuevos enfoques y profundizaciones. Dicha propuesta consistió en invitar al público de todas las edades a presenciar algunas experiencias “en vivo” compartiendo saberes de los visitantes, preguntando sobre posibles resultados de las experiencias, haciendo algo ameno y entretenido como herramienta para socializar los modelos que Newton presentó en sus libros “Principios matemáticos de la filosofía natural” (1687) y “Óptica: o un tratado de las reflexiones, refracciones, inflexiones y colores de la luz” (1704).

1

<http://museo.fisica.unlp.edu.ar/>

Marco referencial

“Los museos son lugares de aprendizaje pues en ellos se encuentran fragmentos del mundo en el que vivimos y están llenos de objetos reales o réplicas de personajes, paisajes o hechos históricos” (García Sampredo y Gutiérrez Berciano, 2018).

Con el objetivo de ser un centro participativo de ciencias, planificamos las actividades teniendo en cuenta que el visitante es el protagonista, que el poder “hacer” en una visita al museo involucra muchos saberes y genera aprendizajes, como así también entretiene y divierte. Las vivencias giran en torno a las experiencias y fenómenos y no sólo a los conceptos de física (Cabana, Deleglise, Fragapane y Zorba, 2010); vinculando con otras disciplinas y saberes y propiciando un aprendizaje de física y sobre física. De esta manera buscamos aportar a la alfabetización científica, considerando que los Museos de Ciencias han probado ser una herramienta eficaz para ello (Bergero, Álvarez, Moreno, y von Reichenbach, 2010).

Por otro lado, es esencial en todos los procesos de aprendizaje considerar las concepciones alternativas o ideas previas del sujeto que aprende. Las leyes de Newton son ricas en este tipo de concepciones y, si bien en una visita al Museo es imposible socializar e individualizar dichas ideas, se pueden considerar aquellas que fueron estudiadas y compartidas por la mayoría de las personas. Por ejemplo, los investigadores señalan que las Leyes de Newton son totalmente anti-intuitivas y que nuestro pensamiento es más parecido al de Aristóteles (Carrascosa Alís, 2005), donde se necesita una fuerza para mantener un movimiento y las fuerzas pueden “acabarse”. En gran medida, nos cuesta entender las leyes de Newton porque nunca podemos dejar de lado la fuerza de roce: no podemos experimentar una partícula libre de fuerzas ni un movimiento con velocidad constante. Una de las experiencias útiles para indagar esta problemática es el Tubo de Newton, que permite ver cómo caen los objetos si sólo son atraídos por la gravedad. Además, para favorecer el aprendizaje sobre ciencias se pueden poner en diálogo los diversos modelos y teorías, en este caso, los propuestos por Newton y Einstein, y así abordar algunas cuestiones vinculadas a la naturaleza epistemológica de la Física. Hace tiempo que los investigadores señalan que este abordaje es importante para la comprensión de la disciplina (Wainmaier, 2005).

Desarrollo

Los visitantes ingresaban a la sala del Museo en grupos de 30 personas aproximadamente, y se dividían en cuatro paradas establecidas de acuerdo con los ejes anteriormente citados. En cada parada se mostraba alguna experiencia relacionada al tema en cuestión. Las actividades se realizaron como para que cualquier persona pudiera abordarlas, sin necesidad de saberes previos sobre el tema. En todo el desarrollo de la jornada el público se mostró activo, con preguntas, con aportes y con conclusiones, en algunos casos confirmando sus conocimientos y en otros construyendo nuevas interpretaciones de los fenómenos planteados.

Parada sobre luz y colores

“Un hombre del pueblo de Neguá, en la costa de Colombia, pudo subir al alto cielo.

A la vuelta contó. Dijo que había contemplado desde arriba, la vida humana.

Y dijo que somos un mar de fueguitos.

-El mundo es eso -reveló- un montón de gente, un mar de fueguitos.

Cada persona brilla con luz propia entre todas las demás.

No hay dos fuegos iguales. Hay fuegos grandes y fuegos chicos y fuegos de todos los colores. Hay gente de fuego sereno, que ni se entera del viento, y gente de fuego loco que llena el aire de chispas. Algunos fuegos, fuegos bobos, no alumbran ni queman; pero otros arden la vida con tanta pasión que no se puede mirarlos sin parpadear, y quien se acerca se enciende” (Galeano, 1993).

En esta parada había prismas que podían ser iluminados por los visitantes, un disco de Newton de proyección, una red de difracción y un espectroscopio, que funcionaba con un prisma y una lámpara de mercurio. A través de los fenómenos observados se dialogaba con el público sobre los experimentos de óptica que realizó Newton, y las ideas que él utilizó para explicarlos: los colores, la luz blanca, su modelo corpuscular de la luz (que no es el actual), etc. También se dialogaba sobre su forma de trabajar, su contexto histórico y social y la comunidad que lo nombró miembro de la Royal Society, permitiendo publicar sus resultados. También, utilizando la lámpara de mercurio y el espectroscopio se discutía cómo, a través de la descomposición de la luz, podemos conocer a las estrellas y su composición.

Parada “Sobre el sistema del mundo”

*¿No será que la misma fuerza de gravedad que hace caer una manzana del árbol
también hace rotar a la luna alrededor de la Tierra?*

La segunda parada invitaba a preguntarnos sobre la manera de pensar el Universo de Newton y a compararlo con el modelo de Einstein. Para ello se invitaba a jugar con pelotas de distintas masas sobre una tela elástica tensada. De esa manera se planteaba que Newton propuso a la gravedad como una fuerza para explicar al Universo y se animó a pensar que las leyes en la Tierra sirven también para todo el cosmos. En cambio, Einstein pensaba a la gravedad como una deformación del espacio tiempo generada por una gran masa. También entre sus modelos hay diferencias en la concepción de la masa: mientras que para Newton la masa era equivalente a cantidad de materia, Einstein propone que la masa también es energía.

En esta parada surgían interrogantes como ¿quién tiene razón? ¿Hay una teoría verdadera y otra falsa? ¿Einstein reemplaza a Newton? ¿Qué rol jugó la manzana? que nos invitaban a reflexionar sobre cuestiones vinculadas a la historia y a la filosofía de las ciencias.

Parada sobre leyes de Newton

En la tercer parada, se realizaba una experiencia utilizando el “tubo de Newton” y una bomba de vacío. La motivación consistía en relatar distintos ejemplos de movimientos que generalmente experimentamos, explicitando que en ellos siempre está presente la fuerza de fricción. Dentro del tubo había una pluma y una pelotita plástica, y se preguntaba qué objeto caería primero. Luego, se volvía a realizar la experiencia pero en ausencia de aire, es decir, habiendo hecho vacío en el tubo. El público pudo concluir que el tiempo que tardan en caer dos objetos diferentes es independiente de su masa en ausencia de aire. Se ponía en debate qué sucedería en cada etapa de la experiencia, con interrogantes como ¿quién caería primero? ¿a qué se debe ese comportamiento? ¿qué cambia si quitáramos el aire?, etc.

Parada sobre el cálculo

“Es increíble que la matemática, habiendo sido creada por la mente humana logre describir la naturaleza con tanta precisión”.

“Las matemáticas puras son, en su forma, la poesía de las ideas lógicas”.

Albert Einstein

Es histórica la disputa entre Newton y Leibniz y los seguidores de ambos, en cuanto a la autoría del cálculo diferencial. Hoy, los investigadores apuntan a que los dos lo desarrollaron, independiente y simultáneamente (Barceló, 1999; Bingham, 1973). Sus enfoques y conceptos son distintos, pero llegan básicamente a los mismos resultados, proponiendo también algo diferente del que se usa en la actualidad.

En esta parada simulábamos el escritorio de Newton con una silla y muchos papeles sueltos con impresiones de sus libros. También se mostraba una regla de cálculo de gran tamaño, del acervo del Museo, que se usaba para realizar cálculos en el anfiteatro del Departamento de Física. La misma nos servía para mostrar cómo se hacían las cuentas antes de la existencia de las calculadoras, y para invitar al diálogo entre las distintas generaciones.

También nos sirvió para pensar a la matemática como una herramienta para entender a la naturaleza.

A medida que los visitantes pasaban por las distintas paradas se iban comentando aspectos y anécdotas de la vida de Newton, como los 18 meses que estuvo encerrado escribiendo su libro “Principia”, apenas acordándose de comer. Este mismo es considerado el primer libro de física teórica y el fundamento de la física moderna (Hawking, 2005). En el libro suprimió todas las referencias a Hooke ya que estaba enemistado con él y comenzó a escribirlo para demostrar, a pedido de Halley, que las órbitas alrededor del Sol serían elípticas si la fuerza de atracción fuera inversa al cuadrado de las distancias. En el libro se resuelven muchísimos problemas: composición de fuerzas, distintos movimientos (caídas, tiro oblicuo, circulares, elípticos, hiperboloides, cónicas, pendulares, etc.); usó la idea de cantidad de movimiento y centro de gravedad; explicó sobre eclipses, ondas, fluidos, densidad de los medios, fluidos en movimiento como el agua que fluye por un orificio hecho en el fondo de un vaso cilíndrico, movimientos planetarios, etc. (Herradón, 2015).

Conclusiones

En el marco de la noche de los museos 2018, cientos de visitantes pudieron conectarse con las actividades desde sus propios intereses o saberes: los fenómenos, los contenidos, la historia, la filosofía de las ciencias, etc. Sumadas las cuestiones emotivas que significan entrar a una Universidad, hacerlo de noche, y realizar experimentos que colman los sentidos de ruidos, olores y visiones únicas.

Las personas se mostraron sorprendidas y entusiasmadas al poder presenciar experiencias, preguntarse cosas nuevas, y también al hablar sobre física moderna.

Pusimos en juego diversos modelos del Universo y de la gravedad como son los propuestos por Newton y Einstein, provocando discusiones vinculadas a la filosofía de las ciencias y al modo en que ésta se construye.

Para ello fuimos indagando durante largo tiempo sobre cuestiones históricas y filosóficas junto a docentes e investigadores de otras instituciones de nuestra Universidad, que colaboraron todo el año para llevar a cabo esta propuesta.

Consideramos que la metodología utilizada en esta propuesta podría ser adaptada para ser trabajada en el aula, propiciando una innovación educativa en búsqueda de motivar a los estudiantes y favoreciendo aprendizajes significativos.

La cantidad de personas que recibimos esa noche, y el hecho de que muchas de ellas repitan la visita año tras año, nos habla del interés y la genuina demanda de la comunidad referidos a un acercamiento a la ciencia y a la Universidad. Por eso nos parece fundamental seguir fortaleciendo los espacios de comunicación social y popularización de las ciencias (Tagüeña y de Regules, 2003) siendo la extensión y los Museos universitarios marcos particularmente relevantes para llevar a cabo estas acciones que tienden a derribar mitos, alfabetizar científicamente y pensar a la ciencia como parte de la cultura.

Referencias bibliográficas

Barceló, B. (1999). *El descubrimiento del cálculo*. Departamento de Matemáticas. Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de: <http://dcb.fi-c.unam.mx/CoordinacionesAcademicas/Matematicas/CalculoIntegral/documents/articulos/Articulo3.pdf>

Bergero, P.; Álvarez, A.; Moreno, J. C.; von Reichenbach, C. (2010). Museo de Ciencias en

- Argentina: Desafíos y propuestas. Actas “1º Congreso Nacional de Museos Universitarios”. Red de Museos– Universidad Nacional de La Plata. ISBN 978-950-34-0685-4. Recuperado de <http://museo.fisica.unlp.edu.ar/investigacion/investigacion-en-educacion-9782>
- Bingham, Thomas R. (1973). Newton y el desarrollo del cálculo. *Boletín de Matemáticas Volumen VII , No.2 pp. 113 -130*. ISSN electrónico 2357-6529. ISSN impreso 0120-0380. Recuperado de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bolma/article/view/34688>
- Cabana, M. F.; Deleglise, E.; Fragapane, E. ; Zorba, B. (2010). Redescubriendo el potencial del Museo de Física. Actas “1º Congreso Nacional de Museos Universitarios”. Red de Museos– Universidad Nacional de La Plata. ISBN 978-950-34-0685-4. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/41779/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias vol. 2, número 002*. Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA. Cádiz, España.
- Galeano, E. (1993). El mundo. *El libro de los abrazos*. Buenos Aires. Editorial Siglo XXI.
- García Sampedor, M.; Gutiérrez Berciano, S. (2018). El museo como espacio multicultural y de aprendizaje: algunas experiencias inclusivas. *LIÑO 24. Revista Anual de Historia del Arte*. (pags. 117-128) Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6516441.pdf>
- Hawking, S. (2005). *A hombros de Gigantes. Las grandes obras de la Física y la Astronomía*. Cuarta edición. Editorial Crítica. Barcelona.
- Herradón, B. (2015). A hombros de Gigantes. *Principia Magazine Temporada 1 / Episodio I*. recuperado en <https://principia.io/mag/principia-magazine-1/hombros-de-gigantes/>
- Santamaría, M. (2018). *Crónicas de viajes extraordinarios*. Noche de los Museos 2017.

Museo de Física. Recuperado en <http://museo.fisica.unlp.edu.ar/extension/museos-a-la-luz-de-la-luna-una-noche-de-viajes-extraordinarios-9859>

Tagüeña, J. y de Regules, S. (2003). Popularización de la Ciencia y Tecnología. Revista de Administración Pública. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Nro.108. Recuperado de <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/rev-administracion-publica/article/view/19193/17291>

Wainmaier, C. (2005). *“Aprendizaje de la mecánica newtoniana. Desventuras del conocimiento común.”* Proyecto de Apoyo a la Articulación Universidad-Escuela Media. Bernal. Universidad Nacional de Quilmes.