



Espejos, dentro y fuera de la realidad

Dossier de prensa

CosmoCaixa Barcelona

Del 12 de abril de 2019 al 26 de enero de 2020

"la Caixa" presenta en CosmoCaixa la exposición *Espejos, dentro y fuera de la realidad*

- Concebida y producida por la Obra Social "la Caixa", *Espejos, dentro y fuera de la realidad* es una exposición imaginativa y llena de sorpresas que usa el potencial y las aplicaciones de estos objetos tan fascinantes para demostrar que la realidad se puede observar desde ópticas diferentes.
- Parte de su originalidad se centra en el hecho de que, con un único elemento museográfico —los espejos—, se construye un atractivo itinerario que permite experimentar de manera interactiva con sus efectos y particularidades para entender los diferentes fenómenos relacionados con ese objeto.
- *Espejos, dentro y fuera de la realidad* pretende, mediante la manipulación de esas superficies pulidas en las que se refleja la luz, unir física y matemáticas, y motivar a los visitantes para que descubran sus leyes.
- La exposición nos invita a atravesar literalmente un espejo, tal y como hizo Alicia en el País de las Maravillas. A partir de ese momento empieza el recorrido expositivo, que profundiza en primer lugar en las propiedades de estos objetos desde la vertiente más accesible, como por ejemplo los espejos planos, curvos, caleidoscópicos, etc., para descubrir sus aspectos matemáticos y empezar a preguntarnos sobre lo que reflejan.
- Un caleidoscopio construido a escala humana permitirá al público pasar al otro lado del espejo, el segundo ámbito de la muestra, en el que la luz se convierte en la protagonista. Su interacción con los espejos permite ir a la Luna navegando con un sextante o ver la primera luz después del Big Bang.

- **La muestra ha contado con el asesoramiento del Museo de Matemáticas de Cataluña y del Instituto de Ciencias Fotónicas, y con colaboraciones tan destacadas como la del proyecto Virgo, que ha cedido un valioso espejo procedente del observatorio de ondas gravitacionales que tiene en Pisa.**
- **Con la ciencia como base conceptual, la exposición suscita preguntas que pueden parecer insólitas: ¿La realidad es lo que refleja un espejo? ¿Dónde está la realidad, dentro o fuera del espejo? Y, si lo podemos ver, ¿es más real? Con este planteamiento de realidades confrontadas, la muestra invita a replantearse el mundo aplicando el método científico y a descubrir algunos de los secretos que nos rodean.**

Barcelona, 12 de abril de 2019. La directora general adjunta de la Fundación Bancaria "la Caixa", Elisa Durán; el director del área de Divulgación Científica y CosmoCaixa, Jordi Portabella, y el director de CosmoCaixa, Lluís Noguera, han presentado hoy la exposición *Espejos, dentro y fuera de la realidad*, una muestra que propone experimentar y conocer las propiedades de estos objetos y sus numerosas aplicaciones a lo largo de la historia.

Y es que los espejos son objetos que están tan presentes en nuestra vida cotidiana que, prácticamente, ni siquiera nos fijamos en ellos. Los atravesamos con la mirada y percibimos las imágenes que reflejan, pero a menudo no somos conscientes de su presencia, de su existencia como objetos. Aunque los usamos a diario, raras veces nos paramos a pensar en su funcionamiento o en sus propiedades.

Sin embargo, cuando hablamos de espejos, en realidad estamos hablando de las leyes de la reflexión y refracción de la luz, de los planos de simetría y de las relaciones matemáticas que intervienen en todo ello, más que del objeto en sí.

De hecho, los espejos se han utilizado desde la antigüedad con fines científicos y han protagonizado una serie de descubrimientos que nos han proporcionado conocimientos sobre el cosmos y el origen del universo. A lo largo del tiempo, esas investigaciones han conllevado grandes adelantos para la humanidad y han permitido entender cada día un poco más el mundo en el que vivimos.

Espejos, dentro y fuera de la realidad construye un atractivo itinerario que ofrece la oportunidad de experimentar de manera totalmente interactiva con los efectos y las particularidades de los espejos para entender diferentes fenómenos relacionados con la física y las matemáticas, a través de los dos grandes ámbitos en que se estructura la exposición. El primero se centra en explicar cómo funcionan las leyes de la reflexión y el segundo está dedicado a los espejos y su interacción con la luz.

ÁMBITOS DE LA EXPOSICIÓN

01. Dentro del espejo. Experimentamos con los espejos planos, los curvos y los caleidoscopios



Como el personaje de Alicia, que creó Lewis Carroll, el primer ámbito nos propone atravesar un espejo para descubrir los secretos que hay al otro lado. El módulo inicial que nos da la bienvenida a la exposición incluye una instalación de espejos deformantes que nos invita a cuestionarnos si lo que vemos coincide con la realidad. Se ilustra así la importancia de la duda y la relatividad de la percepción, y del punto de vista del observador como motor del pensamiento científico. A continuación, el itinerario nos ofrece la posibilidad de explorar de manera interactiva las propiedades de diferentes tipos de espejos y los conceptos básicos que caracterizan el fenómeno de la reflexión y su relación con las matemáticas.

Hablar de espejos es hablar de la ley de la reflexión. El más sencillo es el **espejo plano**, que refleja una imagen virtual que presenta una inversión lateral del modelo original. Pero, si en lugar de usar un solo espejo combinamos dos, dispuestos en ángulos diferentes, el resultado y las imágenes que percibimos varían de manera significativa. Una serie de módulos nos permite descubrir la relación de los ángulos de apertura y las distancias de los espejos con las proporciones matemáticas, y también comprobar de una manera lúdica y sorprendente que, a veces, lo que ven nuestros ojos parece traicionar nuestra percepción y engañar nuestro cerebro.

Entre las disciplinas matemáticas, la geometría ocupa un lugar destacado. Cuando disponemos los espejos en ángulos determinados, construimos relaciones entre líneas, planos y ángulos que dividen el espacio en una sucesión de imágenes especulares, opuestas y equidistantes. Forman los denominados *ejes de simetría* y, según su disposición, las imágenes se multiplican y se invierten. Al abrir o cerrar en

diferentes posiciones el libro de espejos de cuerpo entero de la muestra, multiplicamos el número de espejos virtuales y, por lo tanto, también se multiplican las imágenes virtuales generadas. Los módulos de esta sección nos permiten visualizar conceptos básicos, como por ejemplo la multiplicación o la división, así como prever el resultado de cada ejemplo aplicando procedimientos matemáticos.

Cuanto más agudo es el ángulo de apertura de los espejos, más ejes de simetría y más imágenes obtenemos. Y si observamos un motivo a través de la combinación de tres espejos dispuestos en forma de prisma tetraédrico, por ejemplo, obtenemos una cascada de imágenes característica de los caleidoscopios.



La muestra nos anima a experimentar con diferentes tipos de motivos y con combinaciones de espejos cada vez más complejas para entender el funcionamiento de los caleidoscopios y, al mismo tiempo, disfrutar de las imágenes generadas. Cada eje de simetría que añadimos genera nuevas imágenes hasta llegar a la reflexión infinita, en la cual la luz se atenúa de forma progresiva. La muestra presenta algunas instalaciones sorprendentes, hasta el punto de introducirnos en unos caleidoscopios que generan la ilusión de que estamos dentro o debajo de una gran esfera. Los caleidoscopios también juegan con nuestra percepción de lo que vemos, pero con la particularidad de que el objetivo no es la observación de la realidad de fuera de los espejos a través de su reflejo, sino la exploración por sí misma de las imágenes especulares, a menudo impresionantes, que se forman ante nuestros ojos.

Los **espejos curvos** aportan nuevas propiedades a las leyes que rigen la formación de imágenes, imprescindibles en el terreno de la óptica y la fabricación de lentes. Tienen un centro de curvatura y un foco donde convergen los rayos reflejados o bien sus prolongaciones ficticias, y pueden ser cóncavos o convexos. En ambos casos, las imágenes virtuales obtenidas difieren en tamaño de las originales y podemos aprovechar las características particulares que tienen en muchas aplicaciones prácticas, tanto en la vida cotidiana como en el ámbito de la fabricación de instrumentos de investigación científica. Diferentes instalaciones nos permiten entender cómo funcionan.

Otro tipo de imágenes reflejadas son las producidas por la **curvatura de un espejo cilíndrico**. Y una de las aplicaciones más sorprendentes son las anamorfosis, que

consisten en crear figuras distorsionadas que solo se ven correctamente cuando se miran desde un punto de vista concreto. Como en el caso de los caleidoscopios, la imagen real que queremos observar es la que vemos reflejada y no la original, que está deformada. Un módulo nos explica cómo se crean estas imágenes, que se han usado en diferentes ámbitos de la historia del arte, desde la pintura hasta el cine. Por extensión, también se pueden encontrar numerosos ejemplos de pinturas, esculturas y arquitecturas deformadas expresamente que solo se ven de forma correcta y bien proporcionadas desde un único punto de vista: el de la persona que las observa.

02. Los espejos y la luz. Aplicaciones científicas y tecnológicas

Al otro lado del espejo encontramos la luz. Sin luz no podríamos ver la realidad que nos rodea y los espejos no tendrían sentido. La luz está formada por fotones, que se comportan a la vez como ondas y como partículas cuando interactúan con la materia. La luz es, por lo tanto, un objeto físico que se propaga en forma de onda electromagnética y que transporta energía e información. Esa energía luminosa nos permite ver el mundo y todo lo que nos rodea. Y, gracias a los espejos, podemos «domarla» y utilizarla con numerosas funciones, como por ejemplo calentar, iluminar, medir, navegar o viajar en el tiempo y el espacio. Los módulos de este ámbito nos muestran algunas aplicaciones científicas y tecnológicas que utilizan los espejos como «domadores» de luz. Una de esas aplicaciones consiste en aprovechar las propiedades de los espejos para conducir la luz y llevarla allí donde queramos —como parece que hacían los constructores de las pirámides egipcias mediante un amplio sistema de espejos que alumbraban su interior— y, por ejemplo, emular el sol iluminando poblaciones situadas en valles oscuros donde no llega durante los meses de invierno. Unos módulos interactivos nos proponen experimentar con diferentes tipos de reflexiones.

Los espejos y la llegada a la Luna

Otra aplicación de los espejos para dirigir la luz son los retrorreflectores, unos sistemas de espejos que tienen la capacidad de devolver la luz que reciben exactamente a la fuente de origen, en la misma dirección, pero en sentido contrario. Los módulos de esta sección nos invitan a medir la distancia entre la Tierra y la Luna, y nos ofrecen varios ejemplos de ello, como el de los astronautas de las misiones Apolo XI, XIV y XV, que colocaron retrorreflectores en la Luna con el objetivo de medir la distancia desde la Tierra y detectar las variaciones de sus posiciones relativas.

Lo cierto es que la humanidad siempre ha tratado de idear y construir todo tipo de instrumentos para conocer su situación en la Tierra y también para explorar el universo. Y muchos de esos ingenios fueron posibles gracias a los espejos y sus

propiedades. El sextante es un buen ejemplo de ello: nos permite orientarnos en la navegación marítima y espacial. Este instrumento también fue clave en la expedición tripulada del Apolo VIII, ya que los astronautas lo usaron para orientarse en el espacio cuando la nave pasaba por detrás de la Luna y la comunicación con la Tierra quedaba interrumpida, entre otras muchas funciones.

Cazadores de luz: los telescopios

En la muestra también hay un apartado dedicado a los telescopios, unos instrumentos ideados para explorar el espacio y también el tiempo. La capacidad que tienen para



captar la luz depende del tamaño del objetivo, que puede ser una lente o un espejo. En la actualidad, grandes telescopios como el Hubble son capaces de captar emisiones de luz muy débiles, procedentes de astros situados a mucha distancia de la Tierra. Como la velocidad de la luz es finita, observar un objeto muy lejano equivale a verlo tal

como era en un pasado remoto. Así, los telescopios nos permiten explorar las profundidades del espacio, pero también remontarnos en el tiempo hasta llegar casi a los orígenes del universo. Hoy se trabaja en varios proyectos de gran envergadura, como el telescopio espacial James Webb, el más grande que se ha enviado nunca al espacio, que también se explica en la muestra.

La luz invisible

No toda la luz es visible. Una parte del espectro es la radiación infrarroja, que transporta energía térmica y es invisible a la vista. Un módulo invita a los visitantes a realizar un experimento para detectarla mediante una lámina transparente que deja pasar la radiación visible, pero no la radiación infrarroja, con la que la lámina se comporta como un espejo. Numerosas aplicaciones científicas y tecnológicas aprovechan las propiedades de estas ondas para fabricar instrumentos en ámbitos tan diversos como, por ejemplo, las comunicaciones, la fisioterapia o la industria del consumo, entre otros muchos.



En 2015 se pudieron observar, por primera vez en la historia, las ondas gravitacionales que predecía la teoría general de la relatividad de Einstein. Este descubrimiento abrió una nueva línea de observación e investigación en la exploración del cosmos y del origen del universo. Tanto el proyecto americano LIGO como el europeo Virgo

trabajan para detectar nuevas ondas que nos ayuden a avanzar en el descubrimiento del universo. Los módulos de esta sección permiten entender cuál es el funcionamiento de estos aparatos e incluyen una pieza excepcional: un espejo de interferómetro auténtico, cedido por el observatorio Virgo para su exhibición durante la muestra.

Hacer visible lo invisible

La técnica Schlieren permite hacer visible lo invisible. En este ámbito de la exposición se podrán observar cambios muy pequeños en el índice de refracción. El efecto Schlieren se encuentra en fenómenos ópticos tan conocidos como el de los espejismos.

Los espejos nos han enseñado a cuestionarnos la realidad de lo que vemos. Pero todavía nos queda dar respuesta a la pregunta inicial: Nos reconocemos constantemente en los espejos, pero ¿podríamos afirmar que las imágenes que nos devuelven somos realmente nosotros? La propia existencia de los espejos hace que nos interroguemos sobre nuestra identidad. «¿Quién soy yo?» es una de las preguntas más antiguas y más difíciles de resolver.

Ni siquiera los espejos, que creemos que nos reflejan tal como somos, nos muestran cómo nos ven los demás. En efecto, como nos propone este espacio, podemos comprobar que somos una suma de fragmentos, con la particularidad de que, a veces, algunos de esos fragmentos solo los podemos ver a través del reflejo que nos ofrecen las otras personas. Esto, hoy en día, se hace especialmente evidente con las redes sociales, en las cuales la propia identidad se difumina en múltiples fragmentos, cada uno con su pequeña porción de realidad.

ACTIVIDADES EN TORNO A LA EXPOSICIÓN

Actividades complementarias a la exposición: Las exposiciones temporales que se presentan en CosmoCaixa llevan asociado un conjunto de actividades y talleres, para el público general o para los grupos escolares, que permiten adquirir un conocimiento más transversal de la materia tratada.

Las actividades que se llevarán a cabo durante la exposición *Espejos, dentro y fuera de la realidad* serán las siguientes:

Ciclo de conferencias, los jueves del mes de mayo

El ciclo de conferencias ***Un recorrido por la simetría (y algo más) en el conocimiento*** contribuye a profundizar en los contenidos de la exposición.

En las cinco conferencias que ofrece este ciclo, las matemáticas dialogarán con la museología y las diferentes expresiones artísticas, las artes plásticas, el cine, la literatura, creando simetrías imperfectas y una visión compleja y caleidoscópica de la cultura y de la vida.

- **El museo se mira en el espejo.** Ponente: Guillermo Fernández
- **Simetría: arte, arquitectura y matemáticas.** Ponente: Capi Corrales
- **Matemáticas de cine.** Ponente: José María Sorando
- **Armonías físicas y simétricas.** Ponente: Francina Turon y Joan Jareño
- **A través del espejo: una mirada matemática a la literatura.** Ponente: Marta Macho

Visites comentadas a la exposición

Fines de semana, festivos y vacaciones escolares

Talleres familiares, a partir del 22 de junio

- **¿Qué hay al otro lado del espejo?** Durante la temporada de verano, del 22 de junio al 11 de septiembre
- **Cajas de luz.** Fines de semana, festivos y vacaciones escolares, a partir del 22 de junio y hasta el 15 de diciembre

Actividades especiales - Día Internacional de los Museos y actividades de verano

Fin de semana del Día Internacional de los Museos (sábado y domingo 18 y 19 de mayo)

- Explora: **Caleidoscopios**
- Espectáculo: **No sabe dónde**

CosmoNoches de película, los jueves de julio y agosto

- **Ready Player One.** Steven Spielberg, EE. UU., 2018
- **Cómo ser John Malkovich.** Spike Jonze, EE. UU., 1999
- **Your Name.** Makoto Shinkai, Japón, 2017
- **Origen.** Christopher Nolan, EE. UU., 2010
- **Alicia en el País de las Maravillas.** Walt Disney, EE. UU., 1954
- **Matrix Reloaded.** Lilly y Lana Wachowski, EE. UU., 2003

Actividades para grupos escolares durante el curso escolar

- Mañanas de investigación (conferencias para estudiantes): **¿Qué refleja un espejo? Del universo remoto al interior de una célula**
- Talleres: **Toca la luz, Luz y color, Entre luces y sombras: Experimentando con la luz**

Actividades para casales de verano, del 2 al 19 de julio

- Taller: **La otra cara del espejo**

Espejos, dentro y fuera de la realidad

Del 12 de abril de 2019 al 26 de enero de 2020

Inauguración: viernes 12 de abril, a las 13 h (con invitación)

CosmoCaixa (c. Isaac Newton, 26, Barcelona)

Horario: de lunes a domingo, de 10 a 20 h

Servicio de Información de "la Caixa"

Tel.: 902 223 040 (de lunes a domingo, de 9 a 20 h)

Departamento de Comunicación de "la Caixa"

Irene Roch: 934 046 027 / 669 457 094

iroch@fundaciolacaixa.org