

# espejos

Dentro y fuera de la realidad



## ***Espejos, dentro y fuera de la realidad***

**Dossier de prensa**

**CaixaForum Tarragona**

---

Del 14 de septiembre de 2022 al 26 de febrero de 2023



## **Identidad, matemáticas y física se encuentran en la exposición *Espejos, dentro y fuera de la realidad* de CaixaForum Tarragona**

- *Espejos, dentro y fuera de la realidad* es una exposición imaginativa que utiliza el potencial y las aplicaciones de estos objetos tan fascinantes para hacer que reflexionemos y mostrar que la realidad se puede observar desde ópticas diferentes.
- Parte de su originalidad radica 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 diferentes fenómenos relacionados con este objeto uniendo física y matemáticas.
- La exposición invita a los visitantes a atravesar, literalmente, un espejo, tal como hizo Alicia en el País de las Maravillas. A partir de ese momento, comienza un recorrido expositivo que profundiza, en primer lugar, en las propiedades de objetos como los espejos planos o los caleidoscópicos desde la vertiente más accesible para descubrirnos después sus aspectos matemáticos y hacer que nos preguntemos por aquello que reflejan.
- Un caleidoscopio construido a escala humana hará posible que el público pase al otro lado del espejo en el segundo ámbito de la muestra, donde la luz se convierte en la protagonista.

**Tarragona, 13 de septiembre de 2022.** La directora de CaixaForum Tarragona, **Maria Glòria Olivé**, y el coordinador de la exposición del Área de Cultura y Ciencia de la Fundación "la Caixa", **Josep Miquel del Campo**, 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.



## Dossier de prensa

Y es que los espejos son objetos tan presentes en nuestra vida cotidiana que casi ni nos fijamos en ellos. Los atravesamos con la mirada y percibimos las imágenes que reflejan, pero a menudo no somos conscientes de que existen como objetos y raras veces nos paramos a pensar en cómo funcionan y qué propiedades tienen. No obstante, cuando hablamos de espejos, en realidad estamos hablando de la ley de la reflexión de la luz, de los planos de simetría y de las relaciones matemáticas que intervienen, más que de esos objetos en sí mismos.

De hecho, los espejos se han usado 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 supuesto grandes avances para la humanidad y han permitido que entendamos, cada día un poco más, el mundo en que vivimos.

En la muestra *Espejos, dentro y fuera de la realidad*, que cuenta con el asesoramiento del Museo de Matemáticas de Cataluña (MMACA) y del Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO), se ha construido un itinerario muy atractivo que brinda la oportunidad de experimentar de una forma totalmente interactiva con los efectos y las particularidades de los espejos, para que sea posible entender diferentes fenómenos relacionados con la física y las matemáticas a través de los dos grandes ámbitos en que está estructurada. El primero se centra en explicar cómo funciona la ley de la reflexión y el segundo está dedicado a los espejos y su interacción con la luz.

Además, la muestra nos ayuda a cuestionarnos la realidad de lo que vemos y a reflexionar sobre nuestra identidad. Ni siquiera los espejos, que creemos que nos reflejan tal como somos, nos muestran como nos ven los demás. En efecto, en 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. Hoy en día, esto resulta especialmente evidente con las redes sociales, donde la propia identidad se difumina en múltiples fragmentos, cada uno con su pequeña porción de realidad.



## ÁMBITOS DE LA EXPOSICIÓN

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

Como hizo la Alicia de Lewis Carroll, el primer ámbito propone que atravesemos 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 anima a 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, según la cual, si un rayo de luz incide sobre la superficie de un espejo formando cierto ángulo con la vertical, saldrá reflejado exactamente con el mismo ángulo.

El más sencillo es el espejo plano, en el que una imagen se forma en *el otro lado del espejo* a una distancia igual a la que existe entre la imagen original y la que proyecta el espejo. No obstante, el espejo presenta una inversión lateral del modelo original (si nos situamos frente a un espejo y levantamos, por ejemplo, la mano derecha, la imagen del espejo levantará la izquierda). Pero, si en lugar de usar un espejo combinamos dos, dispuestos en ángulos diferentes, el resultado y las imágenes que percibimos varían de manera significativa. Una serie de módulos de la exposición nos permiten descubrir la relación entre los ángulos de apertura y las distancias de los espejos con las proporciones matemáticas, y también hacen que constatemos de una manera lúdica y sorprendente que, a veces, lo que ven nuestros ojos parece que traiciona nuestra percepción y engaña nuestro cerebro.

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



## Dossier de prensa

espejos de cuerpo entero de la muestra, multiplicamos el número de espejos virtuales y, en consecuencia, también se multiplican las imágenes virtuales generadas.

Los módulos de esta sección permiten que visualicemos conceptos básicos como la multiplicación o la división, y también que preveamos el resultado de cada ejemplo aplicando procedimientos matemáticos. Cuanto más agudo sea el ángulo de apertura de los espejos, más ejes de simetría y más imágenes obtendremos. Y si observamos un motivo a través de la combinación de tres espejos dispuestos en forma de prisma tetraédrico, por ejemplo, obtendremos la 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 exposición presenta algunas instalaciones sorprendentes. Podemos, incluso, 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 observar la realidad de fuera de los espejos a través de su reflejo, sino la exploración por sí misma de las imágenes especulares que se forman ante nuestros ojos, que a menudo resultan impresionantes.

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 en el que convergen los rayos reflejados o bien sus prolongaciones imaginarias, 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 numerosas 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 es la constituida por las anamorfosis, 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 este tipo de imágenes, que se han empleado 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 manera 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.

Esta energía luminosa nos permite ver el mundo y todo lo que nos rodea. Y gracias a los espejos podemos «domarla» y usarla 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 a donde queramos, como parece que hacían, por ejemplo, los constructores de las pirámides egipcias mediante un amplio sistema de espejos que iluminaban el interior. Podemos, por ejemplo, emular el sol y llevar su luz a 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 conocemos, sobre todo, por su empleo como reflectores en las bicicletas, para se nos vea por la noche, o en piezas reflectantes.



La humanidad siempre ha intentado idear y construir todo tipo de instrumentos para conocer cuál es su lugar en la Tierra y también para explorar el universo. Precisamente, los astronautas de las misiones Apollo XI, XIV y XV usaron los retrorreflectores para medir la distancia desde la Tierra y detectar

las variaciones de las posiciones relativas.

### Cazadores de luz: los telescopios

En la muestra también hay un apartado destinado a los telescopios, instrumentos ideados para explorar el espacio y también el tiempo. La capacidad que tienen de captar la luz depende de la medida del objetivo, que puede ser una lente o un espejo. En la actualidad, grandes telescopios como el [Hubble](#) o el [James Webb](#) son capaces de captar emisiones de luz muy débiles, procedentes de astros situados a mucha distancia de la Tierra. Dado que la velocidad de la luz es finita, cuando observamos un objeto muy lejano equivale a verlo tal como era en un pasado remoto, de modo que los telescopios no solo nos permiten explorar las profundidades del espacio, sino también remontarnos en el tiempo casi hasta llegar a los orígenes del universo.

Este mismo verano, el telescopio espacial de la NASA James Webb, el más grande, sensible y complejo que jamás ha sido puesto en órbita, nos ha permitido ver el universo como no lo habíamos visto nunca antes, inaugurando así una nueva era para la astronomía. Las primeras imágenes captadas por este telescopio, que funciona a base de espejos, nos han mostrado planetas brumosos, precipicios cósmicos y espectaculares nebulosas producidas por estrellas agonizantes.



## La luz invisible

No toda la luz es visible. Una parte del espectro es la radiación infrarroja, que transporta energía térmica y es invisible al ojo humano. Un módulo invita a los visitantes a hacer un experimento para detectarla por medio de una lámina transparente que deja pasar la radiación visible, pero no la radiación infrarroja, para la cual la lámina se comporta como un espejo. Existen numerosas aplicaciones científicas y tecnológicas que aprovechan las propiedades de estas ondas para la fabricación de instrumentos en ámbitos tan variados como las comunicaciones, la fisioterapia o la industria de consumo, entre otros muchos.

---

## ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA EXPOSICIÓN

---

Las exposiciones temporales de CaixaForum siempre llevan asociado un conjunto de actividades que permiten adquirir un conocimiento más transversal de las materias tratadas en ellas. En este caso, un ciclo de conferencias, un taller familiar y visitas comentadas complementan la muestra *Espejos: dentro y fuera de la realidad*.

### PÚBLICO GENERAL

#### **CICLO DE CONFERENCIAS: [El reflejo de la ciencia](#)**

**Del 18 de enero al 1 de febrero**

¿Podemos hacer visible lo invisible, explorar organismos extremadamente pequeños o ver objetos astronómicos que se encuentran a grandes distancias de la Tierra? En este ciclo, veremos cómo ha avanzado la ciencia gracias a la gran precisión de las medidas que nos proporcionan los espejos.

- **[OBSERVATORIOS DE ONDAS GRAVITACIONALES: TECNOLOGÍA PUNTA PARA UNA CIENCIA FASCINANTE](#)**

18 de enero de 2023

La doctora en Astrofísica Isabel Cordero explicará cómo funcionan los grandes espejos de estos observatorios, qué señales son capaces de detectar y qué respuestas nuevas pueden aportar en un futuro.





- **[MIRANDO HACIA EL INFINITO: LOS TELESCOPIOS MÁS POTENTES DE LA HISTORIA](#)**

25 de enero de 2023

El doctor en Astrofísica Álvaro Labiano repasará la historia de los telescopios y el modo en que han conseguido cambiar nuestra forma de entender el cosmos. Además, nos explicará interesantes detalles sobre dos instrumentos: el telescopio espacial James Webb y el terrestre Telescopio Extremamente Grande (ELT, por sus siglas en inglés), en Chile.

- **[LO QUE NO VE EL OJO: CÓMO SE PUEDEN OBSERVAR LAS CÉLULAS DE LAS PLANTAS Y SU FUNCIONAMIENTO](#)**

1 de febrero de 2023

La doctora en Ciencias Biológicas Pilar S. Testillano nos explicará cómo nos pueden ayudar las técnicas de microscopía más avanzadas a comprender el funcionamiento de las células vegetales y qué procesos y moléculas controlan su actividad.

## **VISITA COMENTADA**

**Del 15 de septiembre de 2022 al 25 de febrero del 2023**

En la [visita comentada](#) podremos experimentar con algunos de los efectos más sorprendentes de los espejos planos, curvos o calidoscópicos. Se plantearán preguntas como la que marca la narrativa de la exposición: ¿Es la realidad eso que refleja un espejo? ¿Dónde está la realidad, dentro o fuera del espejo? Y si podemos ver una cosa... ¿eso lo hace más real?

Jueves, a las 18.30, en castellano

Sábados, a las 18.30, en catalán

## **CONFERENCIA FAMILIAR**

### **Reflexiones de un espejo**

27 de noviembre a las 11.30 h

A cargo de Jorge Barrio, asesor de la exposición.

## **TALLER FAMILIAR**

### **¿Qué hay al otro lado del espejo?**

Del 17 de diciembre al 19 de febrero



## Dossier de prensa

Cuando levantas una mano frente a un espejo, ¿tu reflejo levanta la misma mano? ¿Has intentado caminar viendo el mundo al revés? ¿Sabrías hacer operaciones matemáticas con espejos? En [este taller](#) se dará respuesta a estas y a otras muchas preguntas que nos hacemos cuando nos ponemos frente a un espejo. Actividad recomendada para niñas y niños a partir de 5 años.

### VISITA EN FAMILIA

Del 18 de septiembre de 2022 al 26 de febrero de 2023

En [esta visita](#) a la exposición *Espejos* descubrirás de manera estimulante y experimental cómo la luz se refleja en estas superficies pulidas. Podrás observar algunos de los efectos más sorprendentes de los espejos planos, curvados o caleidoscópicos, que pueden provocar que nos cuestionemos la realidad. Descubrirás, además, algunas de las aplicaciones más curiosas o trascendentes en la ciencia y la tecnología. Actividad recomendada para niñas y niños a partir de 8 años.

Domingos, 11.30 h

## PÚBLICO ESCOLAR

### VISITA ESCOLAR

En esta [visita dinamizada](#), el alumnado descubrirá el papel de los espejos en la física por medio de la manipulación de atractivos elementos. Podrá experimentar con simetrías y dimensiones, construir polígonos, comprobar la dificultad de hacer un dibujo mientras se mira un espejo, e incluso, entrar en el interior de un caleidoscopio. También descubrirá cómo se dirige un gran telescopio, cómo se conduce la luz a través de un laberinto o cómo nos podemos acercar al sistema que permitió detectar las ondas gravitacionales. Actividad recomendada para alumnos de 3.º a 6.º de primaria, ESO, bachillerato y ciclos de grado medio.



## **CaixaForum Tarragona**

### ***Espejos. Dentro y fuera de la realidad***

Del 13 de septiembre de 2022 al 26 de febrero de 2023

#### **Dirección y horarios:**

Cristòfor Colom, 2. Tarragona

De lunes a viernes, de 10 a 14 h y de 17 a 20 h; sábados, de 11 a 14 h y de 17 a 20 h; domingos y festivos, de 11 a 14 h.

#### **Para planificar la visita, reservar o comprar entradas:**

<https://caixaforum.org/es/tarragona>

**Para más información y gestión de entrevistas y reportajes:**

**Departamento de Comunicación de la Fundación "la Caixa"**

Andrea Pelayo: 618 126 685 / [apelayo@fundacionlacaixa.org](mailto:apelayo@fundacionlacaixa.org)