

Las matemáticas en la Cité des Sciences et de l'Industrie La Villette-París

Una mirada a *La Cité*



Creado por la mano del arquitecto Adrien Fainsilber este espléndido Museo de ciencia y de la técnica forma parte del gran conjunto del parque de La Villette, dedicado a la cultura y el ocio y tiene ya un peso crucial en el París actual. En este parque, proyectado sobre los antiguos mataderos de París por el arquitecto Bernard Tshumi, además de los diversos jardines y follies propuestos, se ha conservado el Grande Halle del siglo XIX, ahora dedicado a grandes exposiciones y congresos y se han realizado de nueva planta toda una serie de edificios dedicados a la cultura y a la música como la Cité de la



Musique y Le Zenit. En este entorno se sitúan el Museo y la Geode, una sala cinematográfica, también proyectada por Fainsilber, inaugurada en 1985 y preparada para la proyección de películas en pantalla de gran formato tipo IMAX.

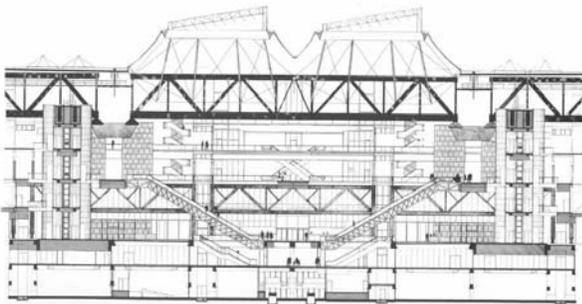


El edificio, como la mayoría de museos de ciencia y tecnología, consiste en un gigantesco contenedor. Dentro de él se desarrolla una gran variedad de actividades culturales y cien-

Jacinto Quevedo
museos.suma@fespm.org



tíficas, basadas en el atractivo de exposiciones monográficas simultáneas. El interior se organiza según un espacio central monumental y escenográfico, al que se accede por diversas entradas y pasarelas. Está articulado sobre la base de docenas de escaleras mecánicas que dan acceso a los espacios alojados en las franjas perimetrales del edificio, distribuidas en seis niveles. Mediatecas, salas de exposiciones, salas de recepción y talleres para jóvenes y niños, planetarium, cines, centro internacional de conferencias, tiendas y bares se alojan en el interior. En realidad se trata de una especie de gran ciudad científica, una enorme galería comercial para exhibir los progresos de la ciencia, la técnica y la industria. La luz natural del gran vestíbulo se consigue mediante dos grandes cúpulas rotatorias de 17 m de diámetro que dirigen la luz solar hasta el mismo corazón del edificio.



Un poco de historia

En los museos de la ciencia, la técnica y la industria se continúa, en cierto sentido, la tradición iniciada en el Renacimiento tardío en las cámaras de las maravillas —Wunderkammern— y los gabinetes de ciencias naturales. Esta tradición se prolongó en los museos de ciencias natura-

les del siglo XIX que promovió la cultura postilustrada, científica, positivista y obsesionada por la clasificación. Como resultado de la socialización de la ciencia y la cultura que aportó el siglo XX estos museos se plantean ahora como grandes centros didácticos, activos y estrechamente relacionados con el contexto. Se convierten así en museos interactivos, basados en la intervención del público y la manipulación. Buscan cumplir una misión esencialmente experimental y pedagógica. Su objetivo es ser centros de influencia respecto a la comunidad, lugares de formación, núcleos que potencien la cohesión cultural y social.

El Palais de la Decouverte es pionero en esta tipología de museos, pero desde la apertura en 1969 del Exploratorium de San Francisco de la mano de Frank Oppenheimer una explosión de museos interactivos han surgido en la mayoría de los países Europeos y en Estados Unidos.



Palais de la Decouverte. París



Exploratorium. San Francisco

Muchos otros grandes museos (por ejemplo el Science Museum de Londres o el Deutches Museum de Munich) han incorporado contenidos interactivos en sus espacios. En los más recientes, cada vez se ha elevado más el nivel de tecnificación, desde el soporte técnico del edificio y la sofisticación

de cada aparato, hasta todos los sistemas de obtención de información por parte de los visitantes. El caso de la Cité des Sciences de la Villette, es modélico en este sentido, ofreciendo gran variedad de exposiciones científicas temporales y multitud de servicios anexos: mediateca, centro de información, salas de conferencias, talleres, aulas para profesores, etc.

La exposición itinerante “Horizontes Matemáticos”

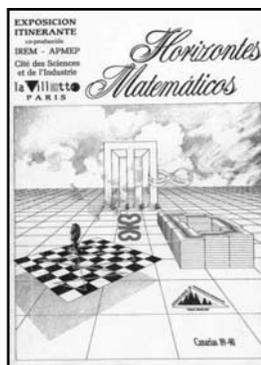
precursora de las matemáticas de La Villette

Partiendo de una exposición puramente artesanal, realizada en 1980 por profesores de matemáticas de la región francesa de Orléans-Tours, la exposición *Horizontes Matemáticos* se reconstruyó profesionalmente a partir de 1981 e itineró por toda Francia.

En 1984 la exposición adquirió su forma definitiva y empezó a recorrer varios países. *Horizontes Matemáticos* fue desarrollada por un equipo de investigadores y de enseñantes franceses, provenientes de los I.R.E.M. (Institutos para la investigación de la enseñanza de las matemáticas) y de la A.P.M.E.P. (Asociación de profesores de Matemáticas de la enseñanza pública). Con su trabajo consiguieron ofrecer algo esencialmente pedagógico que por su carácter concreto, lúdico e interactivo permitía al que la visitaba aproximarse de forma sencilla a conocimientos científicos, especialmente matemáticos.

A través de diferentes manipulaciones, imágenes y textos la exposición pretendía varios objetivos:

- Permitir a todo tipo de público, niños y adultos, “hacer matemáticas con placer”.
- Favorecer el encuentro entre investigadores y enseñantes y la gran mayoría del público no especialista.
- Mostrar que las matemáticas son una ciencia en plena evolución.
- Ofrecer a los enseñantes instrumentos pedagógicos variados.



Los 10 kioskos de la exposición

- Anamorfosis y Perspectivas: Anamorfosis cilíndricas y puzzles. Perspectivas cónicas y puntos de vista. La mirilla de Durero
- Nudos: Clasificación de nudos. ¿Qué nudo es éste? Metamorfosis: del nudo chino al turco.
- Apilamientos y simetrías: El problema de Hilbert de las 13 esferas. Granos de café y granos de arena. Espacios hiperbólicos y caleidoscopios.
- Pavimentos y repeticiones: Mosaicos islámicos y caleidoscopios. Pavimentaciones no periódicas de Penrose. Fractales y curvas del Dragón.
- Curvaturas y superficies: Curvaturas y superficies regladas. ¿Cuál es el camino más corto?. La Tierra vista desde un satélite.
- Formas y estructuras del espacio: Pintar con el menor número posible de colores. La fórmula de Euler-Poincaré. Apilamientos de pirámides. Construye tus propios poliedros.
- Grafos y caminos: Euler: los puentes de Königsberg. El vigilante nocturno. Laberintos. Un cubo y una serpiente hamiltonianos.
- Azar y sondeos: ¡Nadie juega a suertes como el azar!. ¿Estamos seguros de los sondeos?. Los azares de la vida: ¿chico o chica?. Si es más grande que tu, ¡pierdes!.
- Matemáticas y Física: Caída de los cuerpos. Circuitos automovilísticos. Llenado, curvas y recipientes. Encontrar una línea o una superficie mínima: la naturaleza es perezosa.
- Puzzles matemáticos: Superficies equidescomponibles. Tamgram y puzzle pitagórico. Pitágoras, Diofanto, Fermat.

Desde 1981, responsables de contenidos del futuro Museo de La Villette realizaron encuestas sobre el público de la exposición, captándose que el visitante quedaba sorprendido por el contraste entre el carácter abstracto de las matemáticas, que habitualmente percibían o suponían, y el aspecto concreto de las manipulaciones. Se valoró especialmente la aceptación de lo interactivo, el carácter sociológico de los visitantes no-escolares y las percepciones de los visitantes sobre las matemáticas.

Ahora presentaré cuáles fueron los presupuestos y objetivos básicos que se plantearon para la exposición permanente de matemáticas en la *Cité de La Villette*.

Las matemáticas en el *explora* de la Cité des Sciences et de l'Industrie de La Vilette hoy

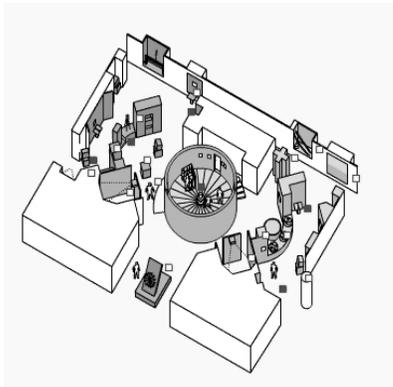
Con estos dos textos, la *Cité* anima al público a acercarse a su espacio de matemáticas:

- El placer de constatar la evidencia o de afrontar el misterio.
- El placer de crearse un reto o el placer de resolver un pro-

blema con elegancia. Las matemáticas son ante todo un juego de espíritu. No hay nada que esté menos estereotipado para la comprensión del Universo que esta herramienta capital, que se alimenta con la más viva de nuestras pasiones: comprender.

Venga a ver, vivir y palpar las matemáticas. Recorra su historia. Participe con la puesta en evidencia de varios principios suyos. Descubra las aplicaciones científicas, técnicas y sociales. Comparta el espíritu de las matemáticas.

En tres áreas bien definidas se distribuyen los contenidos de matemáticas: Geometría, números y movimientos; Complejidad y predicción y El espíritu de las matemáticas.



Geometría, números y movimientos

Pitágoras: Juego con agua y depósitos para comprobar el famoso teorema.

El cuadrado construido sobre la hipotenusa de un triángulo rectángulo es igual a la suma de los cuadrados construidos sobre los lados del ángulo recto. Este vínculo entre un hecho geométrico, el ángulo recto, y una relación de medición entre los lados del triángulo ya era conocida por los antiguos Babilonios, 2 000 años a. C. ¡Qué placer cuando el teorema se demuestra, como es aquí el caso, por simple juego de transferencia de volúmenes de agua!

Obélix y el infinito: Dibujo animado para intentar entender una de las paradojas de Zenón.

Simetría: Documento audiovisual sobre las propiedades geométricas de la simetría.

Figuras: Descubrir algunas de las propiedades fundamentales de la geometría tocando objetos.

Rotación del cubo: Manipulación interactiva sobre la noción de transformación.

Todos los mapas son falsos: Libro sonoro sobre lo difícil que resulta proyectar una superficie curva en un plano.

Para representar un cono sobre un plano, basta con abrirlo para desarrollarlo. ¿Pero qué ocurre con una esfera? La

hoja de papel que envuelve la naranja se arruga; si se aplasta la piel de la naranja, ésta se desgarrará. Dado que la esfera, contrariamente al cono, no admite su desarrollo. Diferentes tipos de proyección cartográfica nacieron de estas diversas tentativas.

Mundo de curvas: Documento audiovisual sobre las propiedades de las superficies curvas.

Juego de coordenadas: Juego del tres en raya que sirve de iniciación al sistema de referencia algebraico del espacio tridimensional.

Depósitos y gráficos: Juego sobre la noción de función.

El camino más rápido... ¿es siempre el más corto?: Dispositivo interactivo sobre la noción de cicloide.

Superficies del esfuerzo mínimo: Películas de jabón que materializan superficies mínimas.

Movimiento y cálculo: Documento audiovisual que sirve de introducción al análisis del movimiento.

Orbitograma: Dispositivo interactivo para visualizar las elipses descritas por una canica de acero lanzada sobre una superficie curva.

Cónicos: Dispositivo interactivo para visualizar círculos, elipses, parábolas e hipérbolas.

Tiovivo inercial: Sala interactiva para experimentar la fuerza de Coriolis.

Imagínese que está confinado en un mundo cerrado que gira alrededor de sí mismo. Una abeja pasa por encima de su mundo y lo atraviesa todo recto. ¿Todo recto? ¡No para usted! La abeja le ha visto describir una curva. Pero usted, que pensaba estar inmóvil, juraría que no voló recto. ¿Ilusión? No; cuestión de punto de vista. Así, encerrado en el tiiovivo inercial, si lanza una bala sobre un blanco, le parecerá que ésta se encuentra desviada a la derecha. Pero un observador exterior, en cambio, vería el lanzador girar con el tiiovivo y la bala describir una trayectoria recta.

Complejidad y predicción

Fuente turbulenta: Escultura animada en la que la sencillez y perfección iniciales generan caos.

Este objeto fascinante constituye una ilustración muy elegante del caos determinista. Al extremo de cada uno de los brazos de la rueda se encuentra un cubilete agujereado. En el punto más alto, un hilo de agua se vierte dentro del cubilete situado bajo éste. Esta débil impulsión es suficiente para poner en movimiento la rueda. Cada cubilete, a su vez, recibe unas gotas. Debajo del plano inclinado, unas paletas sumergidas en el agua regulan el sistema. La rueda, de fibra de carbono, gira con un leve rozamiento y el caudal de la fuente es perfectamente regular. Sin embargo, la

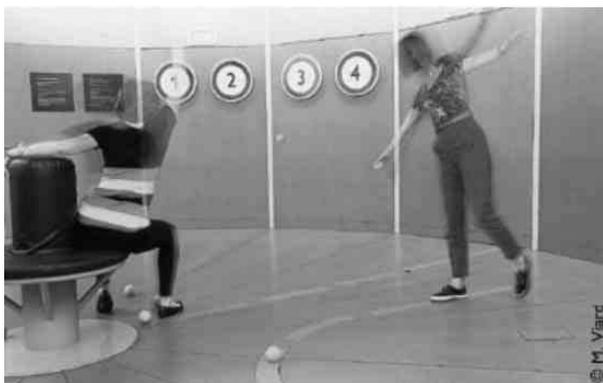
rotación se detiene, arranca de nuevo, cambia de sentido, acelera y se ralentiza sin que nunca se pueda predecir lo que va a suceder en el momento siguiente: los diversos parámetros que influyen sobre el movimiento están ajustados de forma que una perturbación ínfima es suficiente para modificar el comportamiento del sistema. Así mismo, los calculistas superpoderosos de los meteorólogos pueden prever todo... salvo lo inesperado. Se dice que un aleteo de mariposa en China puede, progresivamente, causar un ciclón en las Bermudas.

Complejidad y predicción: Documento audiovisual sobre el azar y el análisis de la complejidad.

Movimiento browniano: Dispositivo interactivo que muestra un movimiento imprevisible.

Tabla de Galton: Objeto que representa la curva de Gauss mediante la distribución con un experimento de 256 canicas.

Las leyes de la probabilidad se aplican tanto a fenómenos físicos como humanos. Permiten prever no la evolución de un individuo particular dentro de una población, sino al contrario reparticiones, medias y dispersiones. El lanzamiento de 256 bolas cayendo de forma aleatoria dentro de una tabla de Galton proporciona la curva trazada aquí, curva media teórica tal como la hubiésemos conseguido tras un número infinito de lanzamientos.



Escalones aleatorios: Software interactivo para profundizar las leyes anteriores.

Encuestas y estadísticas: Software interactivo para iniciarse al método estadístico mediante una encuesta del instituto nacional de estadística (Insee).

Triangulación de Delaunay: Software interactivo sobre uno de los algoritmos geométricos que permiten construir paisajes de síntesis.

El algoritmo de construcción de este paisaje de síntesis recurre a la triangulación de Delaunay, método matemático que permite medir rápidamente distancias o enormes superficies. A continuación se presenta la fase denominada

“perspectiva alambre de hierro”, y por último se definen facetas a las cuales se aplican texturas. ¡Parece muy sencillo pero en realidad es muy complicado!

Jaque y mates: Software interactivo sobre la explosión combinatoria de las jugadas posibles de una partida de ajedrez.

Equilibrio del doble péndulo inestable: Objeto interactivo, ejemplo de simulación analógica y de automatismo.

CAD/CAM: Software interactivo que muestra el aporte de las matemáticas en el campo de la modelización y simulación industrial.

Caotor: Péndulo interactivo sobre el problema del impacto de las condiciones iniciales.

Caos: Libro sonoro y audiovisual sobre el concepto de caos determinista.

Coliflor: Maqueta de un objeto fractal natural, la coliflor.

Fractales: Software interactivo para profundizar y experimentar la geometría fractal.

Los objetos fractales poseen una geometría particular: la similitud interna. Ampliando cualquier parte, encontramos una estructura similar a la estructura global. La coliflor es un objeto fractal natural.

Dimensión fractal: Dispositivo interactivo sobre una de las propiedades de la geometría fractal: la dimensión no entera.

El espíritu de las matemáticas.

La demostración: Sala audiovisual sobre el método central de las matemáticas inventado por los griegos.

La modelización: Sala audiovisual sobre la diferencia que operan los matemáticos entre el objeto real y su descripción matemática, que se suele llamar modelo.

El pueblo de los matemáticos: para terminar, un documento audiovisual en el cual los matemáticos nos hablan de su oficio, de su pasión. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS y WEBS

KANTOR, J.M. y DARCHE M.: *Mosaico Matemático*. ADECUM, 1988.

SC “Isaac Newton” de PM: *Horizontes Matemáticos*. Guía. Sociedad Canaria “Isaac Newton” de Profesores de Matemáticas 1989.

Cité des Sciences et de l’Industrie: *Mini-Guía EXPLORA*. Cité des Sciences et de l’Industrie.

<http://www.cite-sciences.fr> (ver EXPLORA).

<http://www.uv.es/~ten/p64.html>