Ciencia y realidad

De la percepción al conocimiento

Guía didáctica

Ciencia y realidad.
De la percepción al conocimiento

Consejería de Educación. Junta de Andalucía
Consorcio Parque de las Ciencias

Dirección
Ernesto Páramo Sureda

Coordinación
Paz Posse Hernanz

Autores
Parque de las Ciencias. Dept. Educación
Carlos Sampedro Villasán
Juan de Dios Jiménez Valladares
Dpto. Óptica. Fac. de Ciencias. Univ. de Granada
Javier Hernández Andrés
Eva Valero Benito
Juan Luís Nieves Gómez
José Antonio García García
Javier Romero Mora
Rafael Huertas Roa

Desarrollo expositivo
Gonzalo Rodríguez Morillas
Conrada López Hidalgo
Mª Dolores Castillo
Mª Dolores Hidalgo Jarillo

Coordinación infografía y diseño
Tarma, estudio gráfico

Guía didáctica

Edita Parque de las Ciencias, Granada
Avda. de la Ciencia s/n
18006 Granada. España
Tlf.: 958 131 900 - Fax: 958 133 582
e-mail: info@parqueciencias.com
www.parqueciencias.com

Diseño y maquetación Tarma, estudio gráfico

Imprime Gráficas Alhambra

Depósito legal GR-680-2009
ISBN 978-84-935629-9-1

© Parque de las Ciencias
Año 2009

Introducción

Oímos, vemos, percibimos texturas, saboreamos, olfateamos. Son innumerables las sensaciones que nuestro sistema nervioso procesa continuamente con la finalidad de situarnos en el mundo para guiar nuestros pasos y advertirnos de los peligros y de las oportunidades. Esas sensaciones no servirían de mucho si no dispusiéramos de un modelo mental del mundo, procedente de nuestras experiencias previas y de nuestra cultura, y de una amalgama de imágenes, recuerdos, relaciones y expectativas que constituyen "nuestra realidad".

La realidad no se muestra fácilmente, aspiramos a conocerla, es un ideal. ¿Cómo explicaban la lluvia los neandertales hace 30.000 años?, ¿qué pensaban de las enfermedades las comunidades del paleolítico?

Por la historia sabemos que el ser humano ha ido enriqueciendo su visión del mundo a partir de la experiencia y que la ha transmitido de generación en generación mediante el lenguaje oral, el arte, las religiones y, sobre todo, la escritura.

Este proceso continuo de interpretación y reinterpretación de la realidad ha llevado a la ciencia moderna a alcanzar cotas difíciles de imaginar hace solo unos años. El desarrollo alcanzado en la actualidad por la astrofísica, la biología molecular, la química atómica o la física de partículas, por citar sólo algunos ejemplos, nos permite explicar innumerables fenómenos e intervenir en el curso de los acontecimientos planetarios de forma decisiva. Es ese un poder del que debemos sentirnos orgullosos pero que debe también hacernos sentir la preocupación y la responsabilidad de usarlo adecuadamente.

Las personas interpretamos los acontecimientos desde nuestro "modelo mental" y nuestros intereses. Las sociedades modernas son muy complejas y con demasiada frecuencia se producen enfrentamientos violentos que tal vez, una mayor amplitud de miras podrían evitar.

Desde el Parque de las Ciencias deseamos contribuir al fomento del pensamiento racional con una reflexión arriesgada en la que comparamos la "predeterminación" de nuestro sistema perceptivo con la "predeterminación" del conocimiento. Mostramos las limitaciones del conocimiento individual y la necesidad de la actividad científica, ya que, a pesar de sus errores y limitaciones, no disponemos de ninguna otra herramienta mejor para conocer la realidad.

Contenido

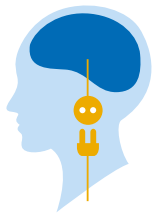
La exposición consta de **18 paneles** de gran formato y una guía. En la guía se comentan los paneles y se incluye un **taller visual** junto con diversas actividades de trabajo científico -**Investiga tus sentidos**- y de pensamiento critico –**Piensa con lógica**-. Todas ellas están suficientemente explicadas como para que el alumnado responsable de la exposición pueda presentarla a quienes la visiten.

El taller visual consiste en un conjunto de actividades sencillas para realizar durante la exposición. Su temática es la percepción visual e incluye actividades sobre el punto ciego, paradojas ópticas, visión estereoscópica y otros fenómenos que muestran la actividad "constructiva" del cerebro para crear las imágenes.

Investiga tus sentidos es el título que se da a un conjunto de sencillas actividades para investigar sobre los sentidos de la visión, tacto y olfato. Pueden ser realizadas antes por el alumnado y presentar sus resultados como parte de la exposición, o bien se pueden realizar durante ella de modo que los visitantes se conviertan en "objeto de estudio". Los resultados podrían intercambiarse y comentarse con otros centros educativos. Aspiramos a que los centros que acojan la exposición muestren sus propias investigaciones en cualquier ámbito científico, artístico o social y que tengan así ocasión de dar a conocer al resto de la comunidad el trabajo que se realiza en las aulas.

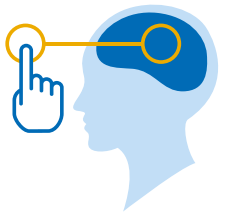
Piensa con lógica incluye actividades sobre pensamiento crítico. Si algo caracteriza al trabajo científico es la preocupación por adoptar la decisión más razonable a la hora de emitir un juicio o proponer una explicación. Se han seleccionado siete situaciones de la vida cotidiana y de contenido científico donde los estudiantes deben ejercitar su capacidad de razonamiento crítico. Las actividades se pueden realizar como punto de partida para una discusión sobre el valor de los conocimientos científicos y pueden incluirse también en la exposición como actividad para los visitantes.

Investiga tus sentidos

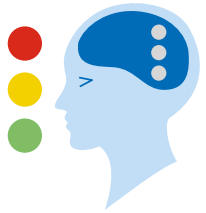


Más rápido
que el viento

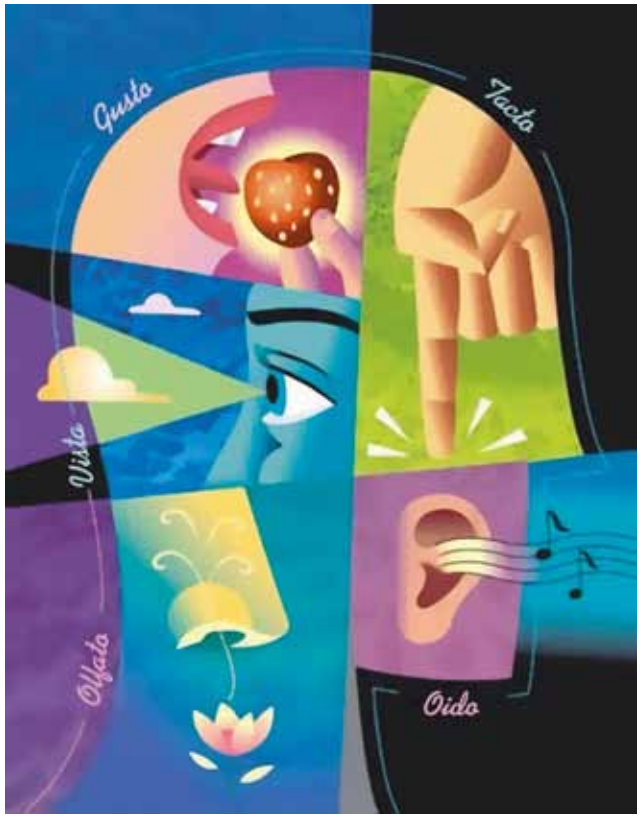
¡Qué olfato más fino!



Cuestión de tacto



El semáforo está verde.
¿Qué verde?



Material incluido en el maletín

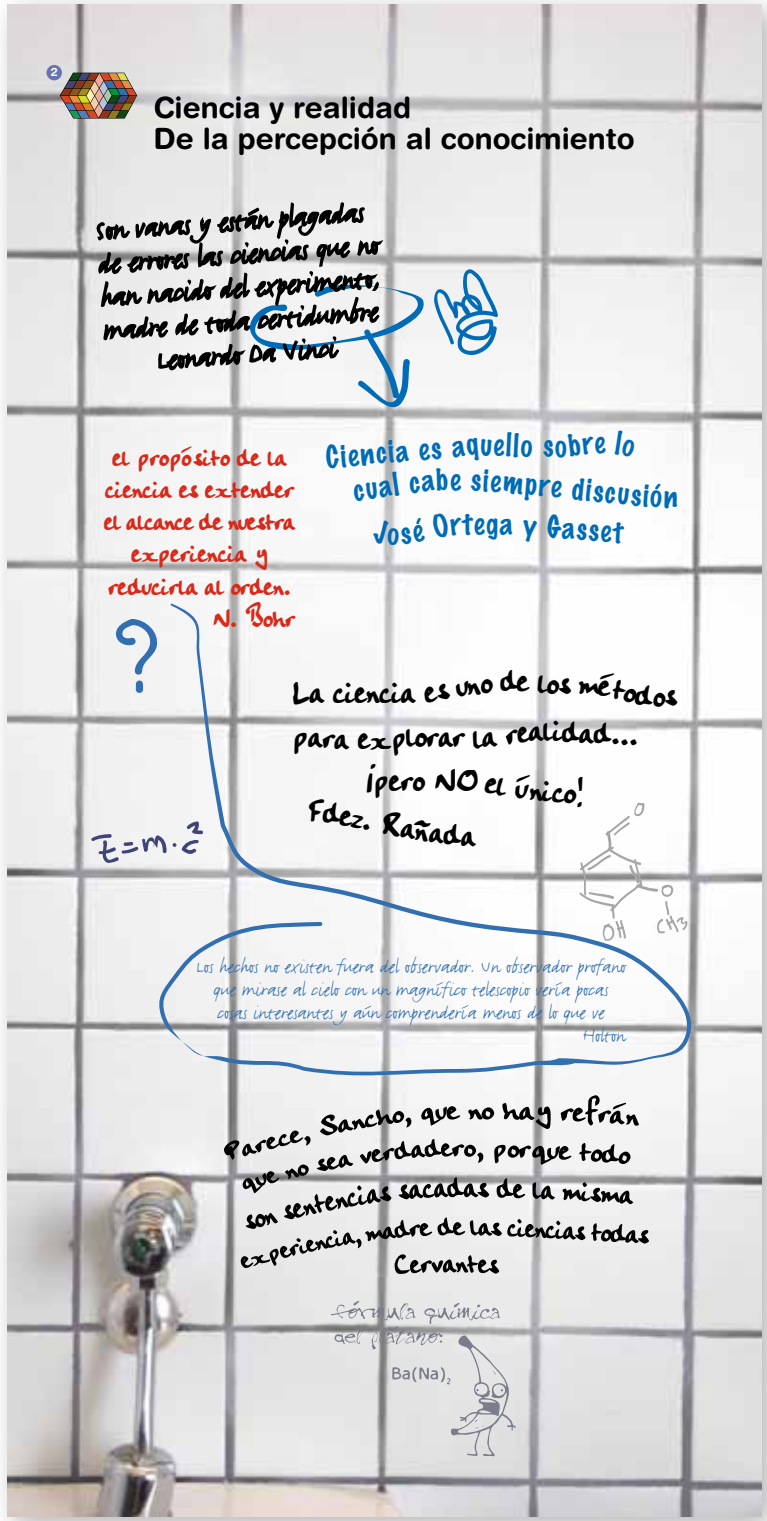
A continuación se relaciona el material que acompaña a esta guía, y se especifica también el material no incluido y que deberá aportar el centro.

ACTIVIDAD	MATERIAL DE LA EXPOSICIÓN	MATERIAL APORTADO POR EL CENTRO
Más rápido que el viento		Regla graduada de 50 cm
Cuestión de tacto	Juego con seis muestras de lija de diferente tamaño de grano numeradas del 1 al 6	Tela oscura para vendar los ojos
¡Qué olfato más fino!	Colección de aromas para ensayos olfativos	Una botella de vinagre comercial, una pipeta graduada de 10 cm^3, cuatro botellas de agua mineral de 1'5 litros, vasos de plástico de un solo uso y un cubo
El semáforo está verde ¿Qué verde?	Test de Ishihara para detección de daltonismo	
Taller visual	Guía con ilusiones ópticas Colección de hologramas Lámparas halógenas para holograma. Estereoscopio para fotografía aérea Espejos para observación de la paradoja de Cheshire Estereoscopio de un solo espejo Gafas para visualización de anaglifos	

Un paseo por la exposición

1 Ciencia y realidad

De la percepción al conocimiento



Ciencia y realidad

De la percepción al conocimiento

La ciencia extiende nuestro conocimiento sobre eso que llamamos "realidad" pero también plantea dudas. Cada vez que una nueva teoría cambia radicalmente un viejo concepto nos hacemos la eterna pregunta "¿es real la imagen que tenemos del mundo? El filósofo de la ciencia Alan Chalmers expresó así los dos puntos de vista extremos sobre la ciencia:

"…aunque existe un Universo, nuestras teorías acerca de él son modelos, representaciones más o menos arbitrarias, que como mucho pretenden ser herramientas útiles…"

"…existe una realidad ahí fuera de nuestras cabezas y las teorías científicas que construimos son representaciones fieles de esta realidad"

3

Del estímulo a la percepción
Los sentidos, nuestra primera frontera

Nuestra mente se nutre de las sensaciones, sin ellas no tendríamos conciencia del mundo exterior ni de nosotros mismos.

Del estímulo a la percepción
Los sentidos, nuestra primera frontera

Sin los sentidos nuestro cerebro no podría construir ninguna representación del mundo. Las sensaciones son la información "bruta" que nuestro sistema nervioso procesa e interpreta de una forma automática. Por otra parte, nadie podría vivir si tuviera que prestar atención a todas las señales que nos mantienen con vida. Existen pues mecanismos que nos permiten tomar conciencia de nuestra situación en el mundo y actuar cuando es preciso.

Fotorreceptores:

Transforman la luz en impulsos nerviosos.

Quimiorreceptores:

Reaccionan frente a ciertas sustancias generando impulsos nerviosos.

Nocirreceptores:

Reconocen los daños en los tejidos o posibles amenazas como quemaduras, lesiones o escozor.

Mecanorreceptores

Reaccionan ante los movimientos. Se encuentran en el oído, para el sonido y el equilibrio, y por todo el cuerpo: piel, articulaciones, músculos, etc.

Sensores cenestésicos.

Transmiten información al cerebro sobre el estado de los órganos: temperatura, presión, posición, etc.

4

Del estímulo a la percepción
¿Es real lo que vemos?

Creemos que el mundo es tal y como lo vemos, pero no es así. Nuestro sistema perceptivo selecciona lo que percibe y elabora nuestra "realidad".

1 La luz puede curvarse debido a cambios de temperatura creando los espejismos.

¿No era un desierto?
¿cómo es que hay agua?

2 Nuestra posición dirige la mirada.

¿Qué es esa "sombra" blanca
que acompaña a cada camello?

3 Interpretamos lo que vemos de acuerdo con lo aprendido.

¿Qué ocurrió con los ojos y la boca al girar la imagen?

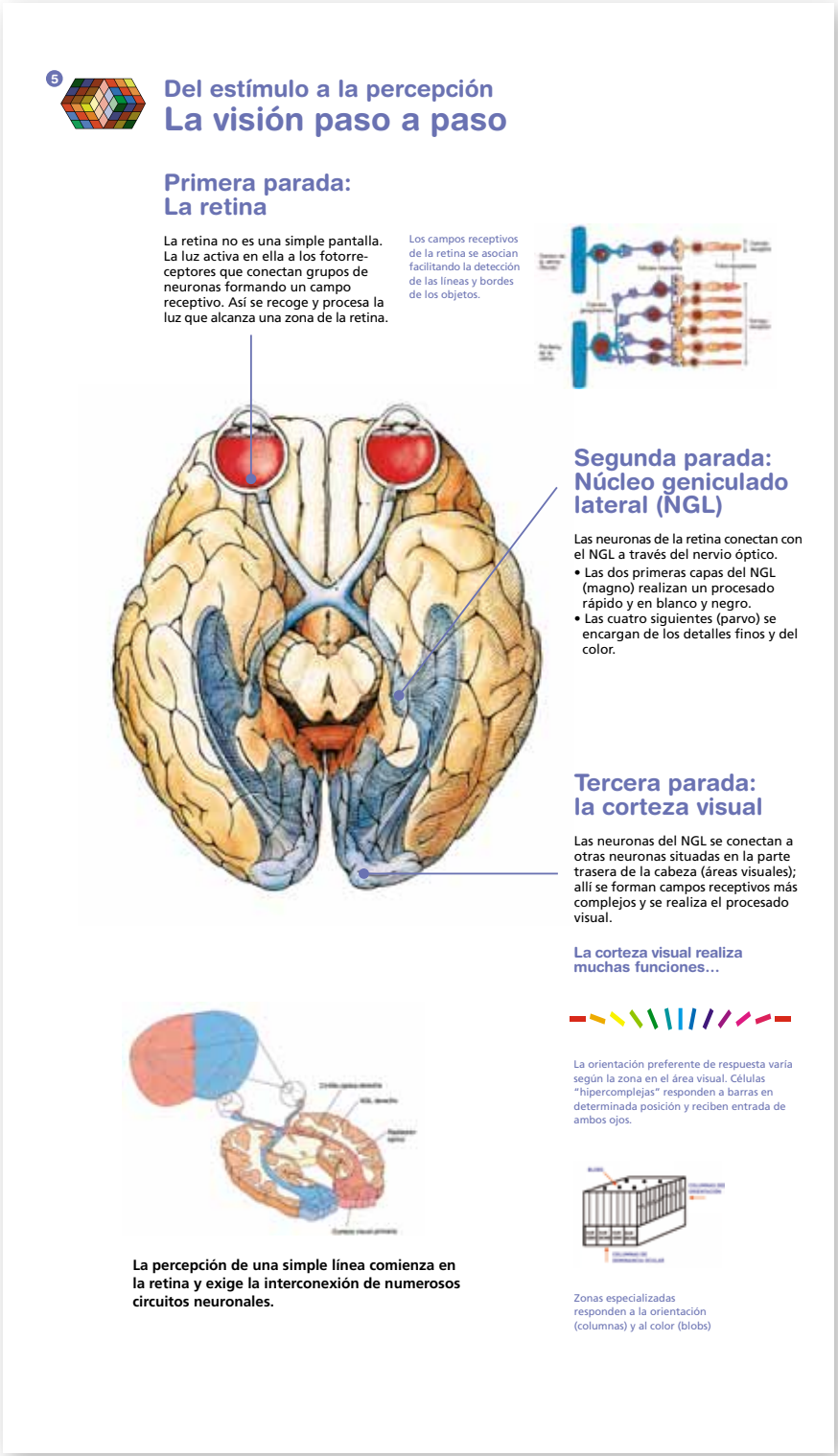
4 Disponemos de mecanismos automáticos en nuestro cerebro que dirigen la percepción. Por ejemplo, las figuras semejantes se agrupan entre sí.

¿Qué ves?
¿Grupos verticales
u horizontales?

Del estímulo a la percepción
¿Es real lo que vemos?

Los espejismos y las paradojas ópticas muestran que no siempre es real lo que creemos ver. La información que llega a nuestros sentidos debe ser procesada y organizada de acuerdo con nuestro conocimiento.

Sorprende nuestra ceguera para reconocer que la boca de la Gioconda invertida está mal, probablemente se deba a que pocas veces la boca de una persona esté situada encima de la nariz. El reconocimiento de patrones, los sistemas para distinguir y seguir el movimiento, etc. son mecanismos automáticos que nos permiten observar nuestro entorno. En condiciones de ambigüedad la información conseguida puede ser contradictoria.



5

Del estímulo a la percepción

La visión paso a paso

Primera parada: La retina

La retina no es una simple pantalla. La luz activa en ella a los fotorreceptores que conectan grupos de neuronas formando un campo receptivo. Así se recoge y procesa la luz que alcanza una zona de la retina.

Los campos receptivos de la retina se asocian facilitando la detección de las líneas y bordes de los objetos.

Segunda parada: Núcleo geniculado lateral (NGL)

Las neuronas de la retina conectan con el NGL a través del nervio óptico.

- Las dos primeras capas del NGL (magno) realizan un procesado rápido y en blanco y negro.
- Las cuatro siguientes (parvo) se encargan de los detalles finos y del color.

Tercera parada: la corteza visual

Las neuronas del NGL se conectan a otras neuronas situadas en la parte trasera de la cabeza (áreas visuales); allí se forman campos receptivos más complejos y se realiza el procesado visual.

La corteza visual realiza muchas funciones…

La orientación preferente de respuesta varía según la zona en el área visual. Células "hipercomplejas" responden a barras en determinada posición y reciben entrada de ambos ojos.

Zonas especializadas responden a la orientación (columnas) y al color (blobs)

La percepción de una simple línea comienza en la retina y exige la interconexión de numerosos circuitos neuronales.

Del estímulo a la percepción

La visión paso a paso

La información visual es un ejemplo de la complejidad del sistema nervioso. En la retina los fotorreceptores (conos y bastones) originan impulsos nerviosos al absorber la luz y se conectan entre sí y con otras células de la retina, iniciando así el procesamiento de las imágenes. El nervio óptico comunica la retina con el núcleo geniculado lateral que dispone de dos vías que procesan forma y color por un lado (vía parvocelular) y profundidad y movimiento por el otro (via magnocelular). En el NGL se asocian diferentes zonas para enviar a la corteza visual un campo receptivo más elaborado.

La corteza visual posee una estructura muy compleja y en ella se realiza el tratamiento de la información procedente del núcleo geniculado lateral. Es el paso previo antes de enviar las señales nerviosas a otras zonas del cerebro donde se reconocerán las formas activando las áreas de memoria. La simple observación de una línea exige la perfecta coordinación de múltiples circuitos neuronales especializados en diferentes tareas.

6

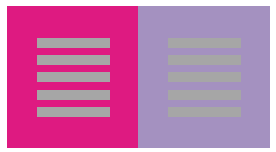
Del estímulo a la percepción
Interpretamos el color

El color es una percepción construida a partir de tres factores: la fuente de luz, las propiedades físicas de la superficie de los objetos y un observador con los mecanismos fisiológicos necesarios.

Las abejas ven las flores con un color diferente al que vemos nosotros pues son sensibles a la luz ultravioleta y nosotros no. En la imagen tienes la misma flor vista por nosotros (izq.) y por una abeja (dcha.).

¿De qué color es el tomate?

El color es un "concepto cultural". La experiencia nos hace ver y describir los colores. No todo el tomate tiene el mismo color. Decimos que es rojo pero en algunas zonas es más claro y hasta blanquecino o gris.



¿Ves todas las franjas del mismo color?

La percepción del color de un objeto depende del entorno que lo rodea.

Del estímulo a la percepción
Interpretamos el color

La luz solar es una mezcla muy compleja de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias que al interactuar con un material son absorbidas selectivamente. La porción de luz reflejada alcanza nuestro sistema nervioso a través de los ojos y crea en nuestro cerebro la sensación de color. El entorno que rodea a cada zona contribuye a crear esa sensación por lo que podemos percibir de manera diferente un mismo color. La luz va cambiando a lo largo del día y sin embargo el color de las cosas permanece más o menos constante.

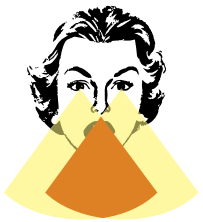
¿Cómo logra el cerebro ese ajuste?
¿por qué cuando hay muy poca luz el color desaparece?
¿vemos todos igual el color?
¿está el color en los objetos o en las personas que lo ven?

7

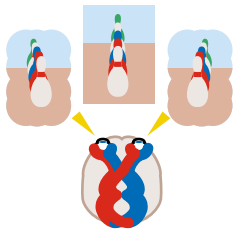
Del estímulo a la percepción
Recreamos la profundidad

¿Por qué dos ojos si no vemos doble?

- Se aumenta el campo de visión.
- Si en uno hay problemas, el otro sigue funcionando.
- Permite percibir la profundidad y estimar así las distancias.



La visión binocular frontal nos permite a los humanos un buen campo de visión estereoscópica



El cerebro procesa las dos imágenes retinianas creando la sensación de profundidad

Engañar al cerebro. Trucos para representar en 3D

Imágenes estereoscópicas

Producen la sensación de profundidad a partir de dos imágenes del mismo objeto vistas desde dos ángulos ligeramente diferentes

Anaglifos

Producen sensación de profundidad con imágenes superpuestas en dos colores diferentes vistas a través de gafas con filtros de esos colores.

Autoestereogramas

Imágenes generadas por ordenador. Al mirarlas con la vista relajada, aparece una imagen en tres dimensiones oculta y distinta de la original.

Holografía

Técnica que mediante láser genera imágenes tridimensionales que se pueden ver desde cualquier perspectiva.

Del estímulo a la percepción
Recreamos la profundidad

La visión estereoscópica se fundamenta en la interpretación que realiza el cerebro de la diferencia de fase existente en la luz que llega a cada uno de los ojos. La distancia entre los ojos es suficiente para que haya una pequeña diferencia en el ángulo de visión (podemos comprobarlo abriendo y cerrando uno y otro ojo alternativamente) y por lo tanto de la distancia.

La fase de una onda viene a ser como un reloj interno que marca el tiempo de vuelo y en el cerebro disponemos de mecanismos capaces de detectarlo.

La percepción del sonido funciona de forma similar. La integración de las ondas sonoras que llegan desfasadas a cada uno de los oídos se interpreta como información espacial. Gracias a esto podemos identificar la dirección desde la que nos llega un sonido.

Este sistema está muy extendido entre los seres vivos, por ejemplo los escorpiones localizan a sus presas gracias a sensores de vibración que poseen en las patas.

Del estímulo a la percepción

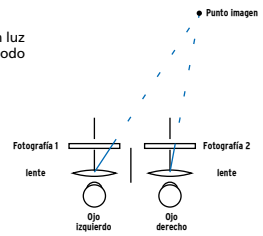
Recreamos la profundidad

¿Cómo funcionan?

Para engañar al cerebro creamos imágenes que envían luz al cerebro con un ligero desfase, algo que ocurre de modo natural cuando observamos nuestro entorno.

Imágenes estereoscópicas

Cada ojo recibe una de las imágenes y, si la persona tiene buena visión estereoscópica, se funden en una sola creando la sensación de profundidad.

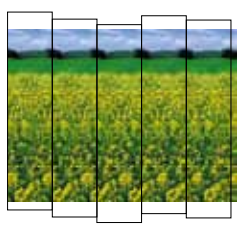


Anaglifos

Los filtros de color de las gafas dirigen a cada ojo una de las imágenes.

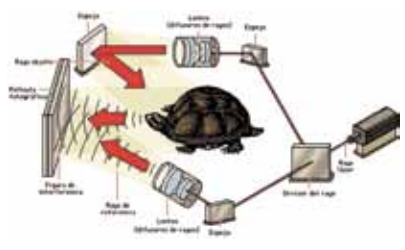
Autoestereogramas

Se repite en bandas horizontales un motivo con ligeras diferencias que nuestro cerebro interpreta como información tridimensional. Para observarlos hay que poseer una buena visión estereoscópica.



Holografía

La holografía registra en una placa fotográfica las interferencias que producen dos ondas de luz láser que proceden de la misma fuente. Una de ellas ha iluminado antes al objeto y contiene la información tridimensional, la otra llega directamente. Al superponerse crean la placa holográfica. Iluminada con un foco adecuado, se genera el holograma que aparece flotando en el aire como una escultura de luz.



Del estímulo a la percepción

Recreamos la profundidad

Las imágenes estereoscópicas y los anaglifos reproducen de una forma sencilla el procedimiento que usamos en la vida cotidiana. La imagen que llega a cada ojo posee la información suficiente como para que el cerebro aproveche la diferencia de fase y recree la visión en 3D.

En los autoestereogramas se dibuja artificialmente una trama usando programas de ordenador. Para observarlos hay que hacer un gran esfuerzo relajando la vista o bizqueando. Cuando se consigue ver se produce una sensación muy relajante. Es una habilidad que se mejora con la práctica.

Las placas holográficas presentan un microrelieve producido por las interferencias de dos ondas de luz láser. Cuando son iluminadas crean por reflexión frentes de luz que transmiten la información de la fase que necesita el cerebro para recrear el efecto 3D. Al cambiar nuestro ángulo de visión vemos diferentes partes de la escena, por este motivo el holograma es el único sistema de reproducción fiel de la realidad en 3D.

Del estímulo a la percepción
Reconocemos el entorno

"El ser humano necesita saber, una fuerza interior le impulsa a investigar su entorno, a encontrar sentido incluso a lo que no lo tiene."
Albert Durot.

Si miramos un objeto conocido lo identificamos sin que importe la distancia, la iluminación o las diferencias con el patrón.

Si el objeto es extraño, lo interpretamos según nuestra experiencia previa, la distancia al objeto y otros muchos factores como nuestro estado psicológico o nuestro estado de ánimo.

¿Puedes ver al hombre oculto entre los granos de café?

¿Eres capaz de leer este texto?

Sgeun un etsduio de una uivenrsdiad ignlsea, no ipmotra el odren en el que las ltears etsan ersciats, la uicna csoa ipormtnate es que la pmrirea y la utlima ltera esten ecsritas en la psiocion cocrrtea. El rsteo peuden estar ttaolmntee mal y aun pordas lerelo sin pobrleams. Etso es pquore no lemeos cada ltera por si msima, la paalbra es un tdoo

¿Qué ves en esta imagen?

Imagen del test de Rorschard

La distancia a la que veamos el objeto puede hacer que apreciemos detalles pequeños o veamos un todo.

Del estímulo a la percepción
Reconocemos el entorno

Los estímulos que llegan a nuestros sentidos son interpretados de una manera coherente. En este proceso interviene especialmente nuestro conocimiento del mundo. Sin la experiencia acumulada en nuestra memoria no podríamos reconocer nada.

El texto "batido" demuestra cómo nuestro cerebro asigna cada grupo de letras a la interpretación más probable según el contexto. Si las palabras enmascaradas pertenecieran a una lengua desconocida no podríamos encontrar ningún sentido. Igual ocurre con las formas, como podemos comprobar con los cambios de escala o con el test de Rorschard, unas manchas arbitrarias que son interpretadas de muy diferente manera por las personas que las contemplan.

De la percepción al conocimiento

Los prejuicios, un filtro para la mirada

Igual que nuestros sentidos procesan y dan significado a las sensaciones, nuestra cultura y nuestra experiencia filtran la realidad. Las ideas preconcebidas nublan a veces nuestra visión y, antes de darnos cuenta, ya nos hemos formado una opinión.

De la percepción al conocimiento

Los prejuicios, un filtro para la mirada

Con frecuencia analizamos y juzgamos sobre lo que nos rodea sin suficiente información, dejándonos llevar por una primera impresión y por nuestras creencias sobre determinados temas. Así, antes de darnos cuenta, nos hemos formado una opinión. Los prejuicios son la economía del pensamiento y nos hacen creer que sabemos sin haber pensado.

Pensemos en la actuación de un árbitro de fútbol ¿Por qué un mismo acontecimiento genera tantas opiniones? ¿Cuál refleja fielmente la realidad?

11

De la percepción al conocimiento
No es tan fácil razonar

Sobrevaloramos nuestra capacidad de comprensión y creemos comportarnos de forma lógica, pero nuestros razonamientos siguen caminos imprevisibles. Para remediarlo debemos apoyarnos en el grupo.

¿Qué cartas hay que voltear para comprobar si es cierta la siguiente afirmación?

"Si hay una vocal en una cara, entonces hay un número par en la otra"

¡Ánimo! Solo acierta a la primera una de cada cinco personas.

¿A quién tendrías que preguntar para estar seguro de que se cumple la siguiente afirmación?

"Si es menor de 18 años, entonces no bebe alcohol"
Basado en el test de P. Wason.

Las dos pruebas plantean el mismo problema lógico pero la primera es más difícil ¿por qué?

De la percepción al conocimiento
No es tan fácil razonar

No siempre aplicamos criterios estrictamente lógicos en nuestro pensamiento sino que en nuestra forma de razonar influye el significado de las afirmaciones que queremos demostrar, nuestra familiarización con aquello sobre los que se nos pregunta, etc.

Tenemos aquí dos ejemplos de lo que decimos, basados en el test que diseñó en 1968 el psicólogo Peter C. Wason.

Para comprobar la primera afirmación hay que levantar las cartas que muestran la E (si en el reverso aparece un número par la afirmación será cierta) y el 7 (si en el reverso apareciese una vocal la afirmación sería falsa.)

La mayoría de las personas eligen las cartas que muestran la E y el 2 pues intentan hacer una demostración positiva del enunciado, comprobar que lo se dice es cierto, y por eso eligen cartas que incluyen elementos citados en la propia frase ("vocal" y "número par"). La elección de la E es correcta, pero no la del 2 pues no se ha dicho que tras un número par "tenga" que haber una vocal. Por tanto puede haber una vocal o una consonante.

Sin embargo, son pocas las personas que intentan comprobar también aspectos negativos de la afirmación volteando la carta con el 7 (si en una cara hay un número impar, a la vuelta no puede haber una vocal). La falsación de teorías, su puesta a prueba para explicar y predecir fenómenos, los ensayos tratando de buscar si esa teoría "falla" o deja de cumplirse en algunos casos, es una de las formas de reforzar su validez y frecuentemente se utiliza en la investigación científica.

La segunda pregunta es más fácil, fundamentalmente porque se pregunta sobre situaciones que nos resultan familiares. Basta preguntar al menor lo que bebe, y a quien bebe cerveza la edad que tiene, para comprobar la veracidad de la afirmación.

De la percepción al conocimiento

La interpretación del mundo: una tarea para la Humanidad

A lo largo de la historia se han acumulado muchos conocimientos que forman parte de nuestra cultura y nos ayudan a comprender el mundo e integrarnos en él.

Hace miles de años el ser humano creía vivir en un mundo plano donde el cielo y la tierra estaban separados por la línea del horizonte.

Los griegos imaginaban el mundo redondo y rodeado por un Universo pequeño e inmutable que funcionaba como la maquinaria de un reloj.

Hoy sabemos que el Universo se extiende sin que veamos su límite y que la Tierra, situada en una de las muchas galaxias existentes, no es el centro del Universo.

¿Qué escapa aún a nuestro conocimiento?

De la percepción al conocimiento

La interpretación del mundo: una tarea para la Humanidad

La acumulación de conocimientos que se ha conseguido a lo largo de la historia nos ha permitido conocer cada vez mejor nuestro mundo, explicar cada vez mejor cuanto nos rodea. De las primeras y limitadas percepciones que los humanos tenían del ámbito en que se desenvolvían se pasó paulatinamente a visiones cada vez más ambiciosas sobre el mundo en su conjunto y después sobre el Universo.

Todos esos avances han sido posibles gracias al esfuerzo de millones de personas trabajando durante miles de años. Demasiado esfuerzo para que, todavía en nuestro tiempo, sigamos creyendo sin pruebas, dando crédito a lo que no son más que supercherías y supersticiones y rechazando o menospreciando argumentos y teorías lógica y científicamente justificadas.

Y a pesar de eso, a pesar de que sabemos muchas cosas, de que cada vez avanzamos más en el conocimiento de lo más pequeño y de lo más grande que existe en el Universo, estamos muy lejos de saberlo todo. Cada vez que se avanza en la investigación sobre un tema se abren nuevas preguntas: ¿Hasta cuándo así? ¿Qué escapa aún a nuestro conocimiento?

13

De la percepción al conocimiento
El punto de vista científico

Desconfiando de nuestras intuiciones, compartiéndolas, poniéndolas a prueba, observando con detalle, buscando contradicciones, modificando nuestras ideas, aprendimos a interpretar el mundo desde un punto de vista científico.

La ciencia construye teorías que:

1. **Responden a las preguntas que nos hacemos sobre la realidad**

¿Qué pasó con estos animales?

2. **Nacen de nuestra curiosidad**

¿Qué hay más allá?

3. **Establecen relaciones entre fenómenos.**

¿Estarán algunas enfermedades producidas por la contaminación?

4. **Se ponen a prueba mediante estudios experimentales**

Nunca se da un tema por cerrado.

De la percepción al conocimiento
El punto de vista científico

El salto de la percepción al conocimiento no puede hacerse de cualquier forma. La explicación del mundo desde un punto de vista científico se basa en teorías que no son simples explicaciones ad hoc sobre lo que percibimos sino que:

1. Responden a las preguntas que nos hacemos sobre la realidad.
2. Nacen de nuestra curiosidad.
3. Establecen relaciones entre fenómenos.
4. Se ponen a prueba mediante estudios experimentales.
   Nunca se da un tema por cerrado.

La elaboración de esas teorías ha sido posible porque hemos sido capaces de desconfiar de nuestras intuiciones, compartirlas con los demás, ponerlas a prueba, buscar en ellas contradicciones, modificar nuestras ideas. Gracias a eso aprendimos a interpretar el mundo desde un punto de vista científico.

14

De la percepción al conocimiento

El conocimiento evoluciona

La ciencia es el camino más exigente para conocer la realidad

Percibimos e intuimos

Hasta el siglo XVII creíamos que en la basura se generaban espontáneamente seres vivos.

Aceptamos y asumimos

Cada cultura elabora sus propias explicaciones.

En el principio, Dios creó el cielo y la Tierra

El dios azteca Quetzalcoat creó a los hombres

Ra, Khepri y Atum crearon el mundo

Dudamos e indagamos

El esfuerzo de algunos rompió viejas ideas y amplió nuestro conocimiento.

1859 Darwin plantea, tras años de investigación, que los seres vivos evolucionan de unas formas a otras.

En 1668 Francesco Redi demostró la falsedad de la teoría de la generación espontánea. Dejando carne en botes abiertos, con gasa o herméticamente cerrados Redi demostró que las moscas de la carne procedían de huevos que otras moscas ponían.

Rectificamos y avanzamos

Los errores científicos son frecuentes pero se pueden rectificar:

1896: Becquerel descubre la radiactividad. Su aplicación en medicina generó grandes esperanzas.
1925: W. Bailey patenta el Radithor, un "elixir radiactivo" para curar más de 150 enfermedades.
1932: muere de cáncer el millonario Eben Byers tras consumir más de 1000 botellas de Radithor. Hoy se usa la radiactividad en medicina con mínimo riesgo para los pacientes.

De la percepción al conocimiento

El conocimiento evoluciona

A lo largo de la historia cada pueblo asumió, como parte de su cultura, diferentes explicaciones para la curación de enfermedades, la búsqueda de alimentos, el origen del mundo y de los humanos, la presencia de brillantes objetos celestes, las estaciones del año, los fenómenos meteorológicos, etc.

Hasta no hace mucho aceptamos explicaciones que hoy nos parecen absurdas y en eso la ciencia ha demostrado ser el camino más exigente para conocer la realidad. El esfuerzo de muchos permitió romper con las viejas ideas a base de dudar, indagar, ensayar, y rectificar. Francesco Redi, en 1668, demostró la falsedad de la teoría de la generación espontánea, Charles Darwin, en 1859, planteó su teoría de la evolución de las especies. Son sólo dos ejemplos pues, como ellos, muchos hombres y mujeres, estudiando e investigando, han ido construyendo ese gran edificio intelectual que es la ciencia.

La ciencia no posee verdades absolutas pero trabaja con las mejores teorías de que dispone en cada momento pues sus métodos de trabajo permiten, antes o después, identificar los errores y rectificar. Así, mientras aún se investigaban las propiedades de las sustancias radiactivas, Bayley, en 1925, patentaba el Radithor, una disolución de sales radiactivas en agua destilada, como remedio para curar más de 150 enfermedades. Tuvo un gran éxito al principio, pero luego acarreó desastrosas consecuencias para muchas personas. La muerte en 1932 de Eben Byers, un famoso millonario, deportista y hombre de negocios estadounidense, invadido por el cáncer tras haber tomado en 5 años unas 1.400 botellas de Radithor, acabó con el mito y planteó los riesgos de la radiactividad. Hoy se sigue usando en medicina, pero con riesgos mínimos para los pacientes, y se sabe del peligro que supone un escape radiactivo en las centrales nucleares, o el uso de la energía nuclear y de la radiactividad con fines bélicos.

La construcción de una teoría científica
El caso de la úlcera de estómago

Los conocimientos científicos de cada momento retardan a veces la solución de un problema.

Desde la antigüedad muchos seres humanos han padecido úlceras de estómago y de duodeno.

Se creía que el exceso de ácido, producido por el estrés o el consumo de ciertos alimentos, originaba y agravaba la úlcera.

En 1910 el cirujano alemán Karl Schwartz afirmó: "Sin ácido no hay úlcera". Pero los tratamientos antiácidos sólo controlaban la enfermedad y aliviaban sus síntomas, pero no la curaban. Las crisis ulcerosas se repetían una y otra vez.

¿Padecía Napoleón úlcera de estómago? Algunos historiadores atribuyen a ese causa su famosa pose.

Pavlov demostró que podía desencadenar la segregación de saliva y jugos gástricos en un perro al presentarle un estímulo asociado anteriormente con la comida.

La construcción de una teoría científica
El caso de la úlcera de estómago

Desde la antigüedad muchos seres humanos han padecido úlceras de estómago y de duodeno. Todos conocemos la famosa pose de Napoleón con una mano apoyada a la altura del estómago ¿tendría úlcera? Algunos historiadores así lo afirman…

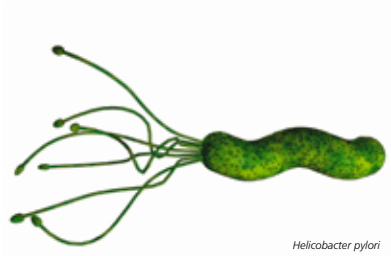
A principios del siglo pasado se pensaba que las úlceras eran producidas por el exceso de ácido en el estómago y que el consumo de ciertos alimentos y el estrés podía producirlas o agravarlas. Los experimentos de Pavlov, que demostró que podía desencadenar la producción de saliva y jugos gástricos en un perro al presentarle un estímulo asociado anteriormente con la comida, así parecían confirmarlo. En 1910 el cirujano alemán Karl Schwartz llegó a decir. “Sin ácido no hay úlcera”. El tratamiento de las úlceras se basaba por tanto en el empleo de antiácidos, pero así sólo controlaban la enfermedad y aliviaban sus síntomas, no llegaban a curarla. Las crisis ulcerosas se repetían una y otra vez… ¿Acaso no era cierta la afirmación de Schwartz?

La construcción de una teoría científica
Un giro en la historia

Hay sucesos imprevistos que permiten, a quien sabe aprovecharlos, estudiar los problemas desde nuevos puntos de vista.

Un giro en la historia

En 1984, R. Warren observó que muchas úlceras estaban infectadas por una bacteria que inflamaba la mucosa del estómago y del duodeno.
En 1994, B. J. Marshall y R. Warren determinaron que la úlcera era provocada por una bacteria: *Helicobacter pylori*.



Helicobacter pylori

Científicos de la época no lo tenían claro y se preguntaban:

¿Cómo pueden sobrevivir las bacterias en el ácido?
¿Por qué todas las personas infectadas no enferman?

Marshal se infectó deliberadamente con la bacteria y enfermó de úlcera. Tomando antibióticos consiguió curarse completamente.

Desde entonces el tratamiento con antibióticos y antiácidos logra erradicar la enfermedad en la mayoría de los casos. Pero no está todo resuelto…

La bacteria *helicobacter pylori* es la causante de la mayoría de las úlceras de estómago y duodeno.

La construcción de una teoría científica
Un giro en la historia

Entre 1970 y 1980 se descubrieron los mecanismos bioquímicos que regulaban la secreción gástrica del ácido, reforzándose así la teoría de que el exceso de ácido podía ser el causante de la enfermedad y lográndose, como aspecto positivo, el descubrimiento y preparación de nuevos medicamentos muy eficaces y rentables . Parecía haberse encontrado un buen camino para resolver el problema.

Todo empezó a cambiar cuando, en 1984, Robin Warren observó que la mitad de las úlceras estaban infectadas por una bacteria que inflamaba la mucosa del estómago y el duodeno.

Barry J. Marshall se interesó por este descubrimiento y junto con Warren realizó un estudio que determinó que la ulcera estaba provocada por una bacteria, *helicobacter pylori*.

La idea era demasiado novedosa y los científicos de la época se mostraban reacios a aceptarla, sobre todo porque había preguntas para las que aún no había respuesta:

¿Cómo pueden sobrevivir las bacterias en el ácido?
¿Por qué todas las personas infectadas no enferman?

En medio de la polémica Marshall se infectó deliberadamente con la bacteria y enfermó. Posteriormente tomó antibióticos y consiguió con ello eliminar completamente la úlcera. Ese hecho fue decisivo para romper las últimas barreras. Desde entonces el tratamiento combinado de antibióticos y antiácidos logra erradicar la enfermedad en la mayoría de los casos.

La construcción de una teoría científica
Nuevas soluciones, nuevos problemas

Al resolver un problema surgen nuevas preguntas para ser investigadas.

¿Cómo puede una bacteria vivir en un medio tan ácido como el estómago?

H. pylori infecta a la mitad de adultos del mundo.
¿Por qué no todos desarrollan la enfermedad?

En países desarrollados ha disminuido la tasa de infección por *H. pylori* y hay menos cáncer de estómago, pero aumenta la incidencia del cáncer de esófago.
¿Influye en eso la bacteria?

Se conocen varias cepas de *H. pylori*, unas más agresivas que otras.
¿Cómo evolucionan las bacterias para adaptarse a su huésped?

H. pylori vive en los seres humanos desde hace milenios.
¿Actúa de igual forma en todos los grupos étnicos?

Investigador estudiando organismos extremófilos en un medio muy ácido.

Surgen nuevos campos de investigación.

Se espera que el estudio de organismos capaces de vivir en condiciones extremas de acidez y temperatura ayude a comprender los mecanismos que originaron la vida.

La construcción de una teoría científica
Nuevas soluciones, nuevos problemas

Estamos ante un claro ejemplo de cómo evoluciona la ciencia. La hipótesis de la acidez como causa de la úlcera de estómago va encontrando hechos que la apoyan, pero al mismo tiempo quedan preguntas sin responder, el problema no está completamente resuelto, lo que lleva al planteamiento de una nueva hipótesis, la de la bacteria *H. pylori* como causante de la úlcera, que a su vez abre una serie de nuevas preguntas:

¿Cómo puede una bacteria vivir en un medio tan ácido como el estómago?

Si *H. pylori* infecta a la mitad de adultos del mundo.
¿Por qué no todos desarrollan la enfermedad?

En países desarrollados ha disminuido la tasa de infección por *H. pylori* y hay menos cáncer de estómago, pero en cambio ha aumentado la incidencia del cáncer de esófago.
¿Tiene la bacteria alguna influencia en ese hecho?

Se conocen varias cepas de *H. pylori*, unas más agresivas que otras.
¿Cómo evolucionan las bacterias para adaptarse a su huésped?

H. pylori vive en los seres humanos desde hace milenios.
¿Actúa de igual forma en todos los grupos étnicos?

Surgen así nuevos campos de investigación y así evoluciona el conocimiento científico. El estudio de organismos capaces de vivir en condiciones extremas de acidez y temperatura, los llamados extremófilos, es hoy un tema con cuya investigación se espera saber algo más sobre los mecanismos que originaron la vida. Algunos de esos organismos se pueden encontrar en las minas de Riotinto (Huelva), donde científicos de todo el mundo investigan sobre ellos. ¿Quién hubiera imaginado hace unos años que en Huelva podrían encontrarse algunas de las claves para investigar sobre los mecanismos que originan la vida o sobre la existencia de nuevas formas de vida en otros planetas?

18

La construcción científica de la realidad

Las personas construimos mentalmente una imagen del mundo. Las sensaciones adquieren sentido cuando el sistema nervioso las relaciona con nuestras experiencias y expectativas. El conocimiento científico recoge y ordena la experiencia colectiva y le da sentido a una interpretación detallada del mundo. Como en las paradojas sensoriales, también hay errores y confusión en la ciencia, pero no hay un camino tan fiable como ella para construir una imagen veraz de nuestra realidad.

Miguel Servet (1511-1553). Descubrió la circulación de la sangre en el cuerpo humano. Murió quemado en la hoguera por oponerse a la idea de la Santísima Trinidad y defender el bautismo en la edad adulta.

Marie Curie (1887-1934). Pionera en el estudio de la radiactividad, descubrió los elementos radio y polonio. Premio Nobel de Física en 1903 y de Química en 1906.

Charles Darwin (1809-1882). En "El origen de las Especies" expone las bases de su teoría de la evolución. Fue ridiculizado tras la publicación de su obra. Aún hay países y estados, como Kansas, donde se prohibió la enseñanza de su teoría hasta 2006.

Albert Einstein (1879-1955). Aportó una nueva forma de entender el Universo. En su teoría de la Relatividad revisó profundamente nociones tan arraigadas como las de espacio y tiempo. Recibió el premio Nobel por su interpretación del efecto fotoeléctrico en 1905.

Rosalind Franklin (1922-1958). Obtuvo las imágenes de difracción de rayos X que permitieron descubrir la estructura del ADN.

Lise Meitner (1878-1968). Dio una primera explicación al proceso de fisión nuclear descubierto en 1939 por Hahn y Strassmann. Premio Nobel en 1944.

Galileo Galilei (1564-1642). Inventó el telescopio, estudió la caída de los cuerpos y contribuyó a la aceptación del modelo heliocéntrico de Copérnico. Fue condenado por la Inquisición. Sus libros fueron prohibidos.

La construcción científica de la realidad

Las personas construimos mentalmente una imagen del mundo. Las sensaciones adquieren sentido cuando el sistema nervioso las relaciona con nuestras experiencias y expectativas. De la misma forma, el conocimiento científico recoge y ordena la experiencia colectiva y le da sentido a una interpretación detallada del mundo. Como en las paradojas sensoriales, en ciencia también hay errores y confusión, pero no existe otro camino más fiable y abierto a las nuevas ideas para construir una imagen veraz de nuestra realidad.

Y aquí tienes varios ejemplos de personajes que a lo largo de los siglos han contribuido de forma importante al desarrollo del conocimiento científico. Son muchos más y detrás de ellos o de ellas, hay miles de personas dedicadas a la investigación, la docencia, la ingeniería, la construcción de instrumentos, etc. sin los cuales no podría entenderse la ciencia.

Desgraciadamente sólo algunas de estas personas figuran en los libros, pero no olvidemos a todas las que de algún modo colaboraron.

Galileo Galilei (1564-1642) Inventó el telescopio, estudió la caída de los cuerpos y contribuyó a la aceptación del modelo heliocéntrico propuesto por Copérnico. En 1633 fue condenado por la Inquisición a permanecer recluido de por vida en su residencia. Sus libros fueron prohibidos.

Miguel Servet (1511-1553) Descubrió la circulación pulmonar de la sangre en el cuerpo humano. Murió quemado en la hoguera por oponerse a la idea de la Santísima Trinidad y defender el bautismo en la edad adulta.

Charles Darwin (1809-1882) Ridiculizado tras la publicación de su teoría de la evolución en "El origen de las Especies". En algunos estados de EE.UU. como Kansas estuvo prohibida la enseñanza de su teoría hasta 2006.

Lise Meitner (1878-1968) Da una primera explicación al proceso de fisión nuclear descubierto por Otto Hahn y Fritz Strassmann en 1939. Nobel en 1944. No quiso colaborar con los aliados en la producción de armas.

Albert Einstein (1879-1955) Aportó una nueva forma de entender nuestro universo revisando profundamente nociones tan arraigadas como las de espacio y tiempo en su teoría de la Relatividad. Precursor de la mecánica cuántica, recibió el premio Nobel por su interpretación del efecto fotoeléctrico en 1905.

Mari Curie (1887-1934) Pionera en el estudio de la radiactividad descubrió los elementos radio y polonio. Premio Nobel de Física en 1903 y de Química en 1906.

Rosalind Franklin (1922-1958) obtuvo las imágenes de difracción de rayos X que permitieron a otros descubrir la estructura del ADN.

JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Educación

Consorcio Parque de las Ciencias

JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Educación
Consejería de Medio Ambiente
Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa

Ayuntamiento de Granada
Diputación Provincial de Granada

Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Ministerio de Ciencia e Innovación

Universidad de Granada
Fundación Caja Rural de Granada
Fundación CajaGRANADA

Consejería de Empleo

Fundación El Legado Andalusí
Consejería de Cultura

Agencia Andaluza de la Energía

Fondos FEDER

Avda. de la Ciencia s/n 18006 Granada (España) · Tlf.: 958 131 900 · Fax: 958 133 582 · e-mail: info@parqueciencias.com
www.parqueciencias.com