



conCIENCIAS.digital

Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

[divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/16](http://divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/16)

Nº 16    NOVIEMBRE 2015

# UNA VISIÓN EMOTIVA DE LA CIENCIA

conCIENCIAS:  
PREMIO  
ESPECIAL  
DEL JURADO  
2 0 1 5  
★★★★★



## Redacción

### DIRECCIÓN:

- Ana Isabel Elduque Palomo

### SUBDIRECCIÓN:

- Concepción Aldea Chagoyen

### DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN:

- Víctor Sola Martínez

### COMISIÓN DE PUBLICACIÓN:

- Blanca Bauluz Lázaro
- Ángel Francés Román
- Cristina García Yebra
- Luis Teodoro Oriol Langa
- María Luisa Sarsa Sarsa
- María Antonia Zapata Abad

## Edita

Facultad de Ciencias,  
Universidad de Zaragoza.  
Plaza San Francisco, s/n  
50009 Zaragoza

e-mail: [web.ciencias@unizar.es](mailto:web.ciencias@unizar.es)

IMPRESIÓN: GAMBÓN Gráfico, Zaragoza.

DEPÓSITO LEGAL: Z-1942-08

ISSN: 1888-7848 (Ed. impresa)

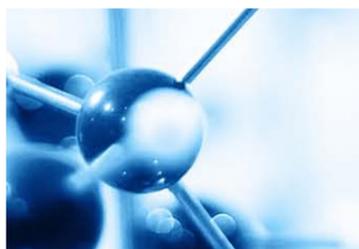
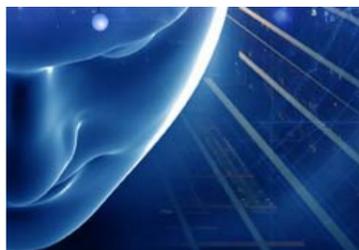
ISSN: 1989-0559 (Ed. digital)

Imágenes: fuentes citadas en pie de foto.

Portada: Fotografía participante del Premio San Alberto Magno, edición 2010  
(Leyre Villar - *Analogía del Esqueleto Humano*).

La revista no comparte necesariamente las opiniones de los artículos firmados y entrevistas.

Editorial	2
El poder de las emociones. Aprender a convivir con ellas Javier Aceña	4
Cooperación en Salud Visual en África Almudena Bea	18
Óptica y Arte: Salvador Dalí creador de imágenes Juan A. Vallés	26
Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica (parte I) Gabriel Pinto, Manuela Martín y María Teresa Martín	46
El poder de los cristales Blanca Bauluz	66
Una experiencia docente con Ibercivis Maite Pelacho	74
Los elementos químicos Luis Joaquín Boya	88
Noticias y actividades	104



## Una visión emotiva de la Ciencia

**E**stimados lectores, nos volvemos a encontrar una vez más. Hace ya ocho años que emprendimos esta tarea y aquí volvemos puntuales a nuestra cita.

Nuestras señas de identidad siempre han sido la divulgación científica y la variedad y, en este número, pienso que seguimos cumpliéndolas. Cuando hayas finalizado su lectura, querido lector, espero que tú también pienses lo mismo.

Si algo caracteriza a este número es que varios de los artículos incluidos nos hablan de la emoción, de los sentimientos, de la visión particular de diversos fenómenos científicos. No son me-

ramente descriptivos de aspectos de la Ciencia que merezcan ser divulgados, aunque ello ya supondría mérito suficiente para ser publicados en una revista como la nuestra. La pretensión de sus autores es ofrecernos algo más que información. Y como estamos en el Año Internacional de la Luz y las Tecnologías basadas en la Luz, va a ser la Óptica el área de conocimiento elegida por dos de nuestros colaboradores para desarrollar sus temas. Almudena Bea y Juan Vallés nos adentran en dos aspectos de la Óptica muy poco frecuentes, pero con un contenido humano que muestra lo cercana que está la Ciencia al hombre y a su vida cotidiana. Salud y Arte juntos, gracias a la Óptica.

Pero como ya he dicho, las emociones pesan mucho en este número. Javier Aceña así nos lo demuestra en su artículo y cómo se han convertido estas en un rasgo diferenciador y consustancial de la naturaleza humana. Pero también el ser humano se caracteriza por su deseo y voluntad continua de aprendizaje. No debemos repetir las experiencias de generaciones anteriores para alcanzar un conocimiento acumulado de siglos. Los humanos queremos aprender, por lo que la forma de transferir los conocimientos es vital para el éxito de esta transmisión. La didáctica del aprendizaje es clave en la obtención de los objetivos. La educación con emoción, con sentimiento humano, es la mejor de las herramientas. Nuestro conocimiento no es solo acumulativo.

Es, fundamentalmente, emocional. Gabriel Pinto y colaboradores y Maite Pelacho nos lo dejan muy claro en sus publicaciones. Pero no podemos olvidar que la belleza también es una forma de emocionar y, por tanto, de llamar la atención del que tiene el deseo de aprender. Blanca Bauluz nos hace un interesante relato de cómo uno de los saberes más estáticos, la Cristalografía, es capaz de dinamizar a setenta y cinco alumnos a conocer más.

Quiero finalizar este editorial mencionando el escrito del Profesor Boya. Se trata de una descripción de la trayectoria histórica, más que cronológica, del descubrimiento de las piezas fundamentales de organización del Universo: los elementos químicos.

A partir de este número los lectores dispondrán de un repositorio digital de todos los artículos publicados

hasta la fecha, que, como siempre, es de libre consulta en la dirección <http://divulgacion-ciencias.unizar.es>. Creemos que la divulgación no es la mera transmisión de información y que las publicaciones dedicadas a ella no deben agotarse en su primera lectura. Este repositorio está dedicado a ello, a permitir su lectura cuantas veces se desee por parte de los lectores y a facilitar el acceso a los artículos a cuantos lo pretendan.

Que disfrutes de este nuevo número de conCIENCIAS.

### ¡ÚLTIMAS NOTICIAS!

En el momento de cierre de esta edición, nos han comunicado que nuestra revista conCIENCIAS ha sido merecedora del prestigioso Premio Especial del Jurado de Ciencia en Acción.

¡ENHORABUENA A TODOS!

Ana Isabel Elduque Palomo  
Directora de conCIENCIAS



A woman with long dark hair, wearing a white long-sleeved shirt, is shown from the waist up. She has her arms raised and her head tilted back, looking towards the sky. The background is a bright, cloudy sky. The overall mood is one of freedom and emotional release.

# EL PODER DE LAS EMOCIONES.

**APRENDER  
A CONVIVIR  
CON ELLAS**

**POR JAVIER ACEÑA**

“Nada de lo que hacemos está exento de venir acompañado de una emoción. Efectivamente, en cada instante de nuestra vida experimentamos algún tipo de emoción”.

## El poder de las emociones. Aprender a convivir con ellas

*"No olvidemos que las pequeñas emociones son los capitanes de nuestras vidas y las obedecemos sin siquiera darnos cuenta"*

*(Vincent Van Gogh)*

Las emociones constituyen una de las facetas más fascinantes, y a la vez, desconcertantes del ser humano. Comprender qué son, cómo funcionan y de qué manera influyen en todo lo que hacemos, es el primer paso para aprender a gestionarlas.

El estudio de las emociones y las pasiones humanas no es algo reciente. Podemos considerar que tiene sus orígenes en el pensamiento filosófico de la antigua Grecia. Ya en el siglo IV a. C. Platón comparaba la mente humana (alma) con un carro alado guiado por un conductor o "auriga" tirado por 2 caballos. Uno blanco y obediente, que simboliza las tendencias positivas del hombre (alma irascible). Y otro negro y desobediente que procura constantemente apartar el carro de su camino, simbolizando las tendencias negativas del hombre, sus pasiones y sus impulsos (alma apetitiva). El conductor, que representaba el intelecto o la

razón, tenía por obligación gobernar de manera equilibrada a sus dos caballos para guiar al hombre al mundo de las ideas y al verdadero conocimiento (alma racional).

De alguna manera Platón ya adelantaba gran parte de lo que vamos a tratar en el presente artículo: el conflicto y la armonía entre la razón y la emoción. Efectivamente, a veces nuestros miedos y temores nos impiden pensar con claridad. Pero no son solamente las emociones "negativas" las que pueden interferir en nuestra capacidad de raciocinio. Algunas veces las emociones "positivas" también son capaces de ello, si no, que se lo pregunten a una pareja de enamorados (pérdida de concentración, decisiones tamizadas por la emoción sentida, etc) o cuando un estado de euforia nos hace actuar de manera menos reflexiva e impulsiva. Otras veces sucede lo contrario, y es la razón la que se impone a la emoción. Nos volvemos fríos

y calculadores. El crítico literario Churton Collins sostenía que "La mitad de nuestras equivocaciones en la vida nacen de que cuando debemos pensar, sentimos, y cuando debemos sentir, pensamos".

¿Dónde está el equilibrio? Los planteamientos del pensamiento occidental sobre las emociones han sido muy dispares. Unos niegan significado y función a las emociones, otros, aun otorgándoles funciones adaptativas, enfatizan su cualidad negativa y, por último, están los que priorizan los procesos emocionales a los racionales e incluso llegan a subordinar estos a los primeros. Los profesores norteamericanos Salovey y Mayer publicaron un artículo en 1990 en el que apareció por primera vez el concepto de "Inteligencia Emocional", pero el verdadero impulso e interés por dar a conocer su importancia lo dieron los psicólogos Howard Gardner (1993), padre de la teoría de las Inteligencias múltiples y Daniel Goleman (1995), autor del best seller "Inteligencia Emocional". A partir de entonces, el constructo psicológico de las emociones pasa a ser un tema de estudio relevante en el escenario científico de las Ciencias Sociales y Humanas, destacándose el papel primordial que desempeñan en nuestro bienestar personal y como factor decisivo para afrontar nuestros retos diarios.

Adentrándonos ya en ese apasionante mundo de las emociones, lo primero que hay que dejar claro es que nada de lo que hacemos está exento de venir acompañado de una emoción. Efectivamente, en cada instante de nuestra vida experimentamos algún tipo de emoción (cocinando, tomando el sol, e incluso leyendo este artículo), pero la mayoría de las veces no somos conscientes de ello, porque las emociones suelen trabajar a bajo nivel (hacen poco "ruido"), salvo cuando su "volumen" es tan alto y notorio que actúa como un chivato de lo que nos está sucediendo (por ejemplo, cuando nos enfrentamos a una exposición en público o discutimos acaloradamente).



clinatorrevieja.com

***"La mitad de nuestras equivocaciones en la vida nacen de que cuando debemos pensar, sentimos, y cuando debemos sentir, pensamos".***

**Churton Collins**



Templo de Erección  
(Atenas, Grecia).

www.traveltop.net

## El poder de las emociones. Aprender a convivir con ellas



www.huffingtonpost.com

### ¿NOS SIRVEN DE ALGO LAS EMOCIONES?

¿Sirve de algo sentir alegría, vergüenza, ira, tristeza o miedo? La emoción es como una señal que nos informa que tenemos que prestarle atención a algo o a alguien. El problema, a veces, es que no seamos capaces de escuchar esta señal y podemos estar desatendiendo algo importante, porque las emociones en sí cumplen una función adaptativa. La alegría, por ejemplo, nos induce a reproducir todo aquello que nos hace sentirnos bien. Es como un motor motivacional. Cuando estamos alegres, nos sentimos optimistas, positivos, emprendedores y con ganas de hacer cosas. La vergüenza surge de una autoevaluación negativa por algo que hemos hecho mal, por decir algo inapropiado o por mostrarnos inseguros ante una determi-

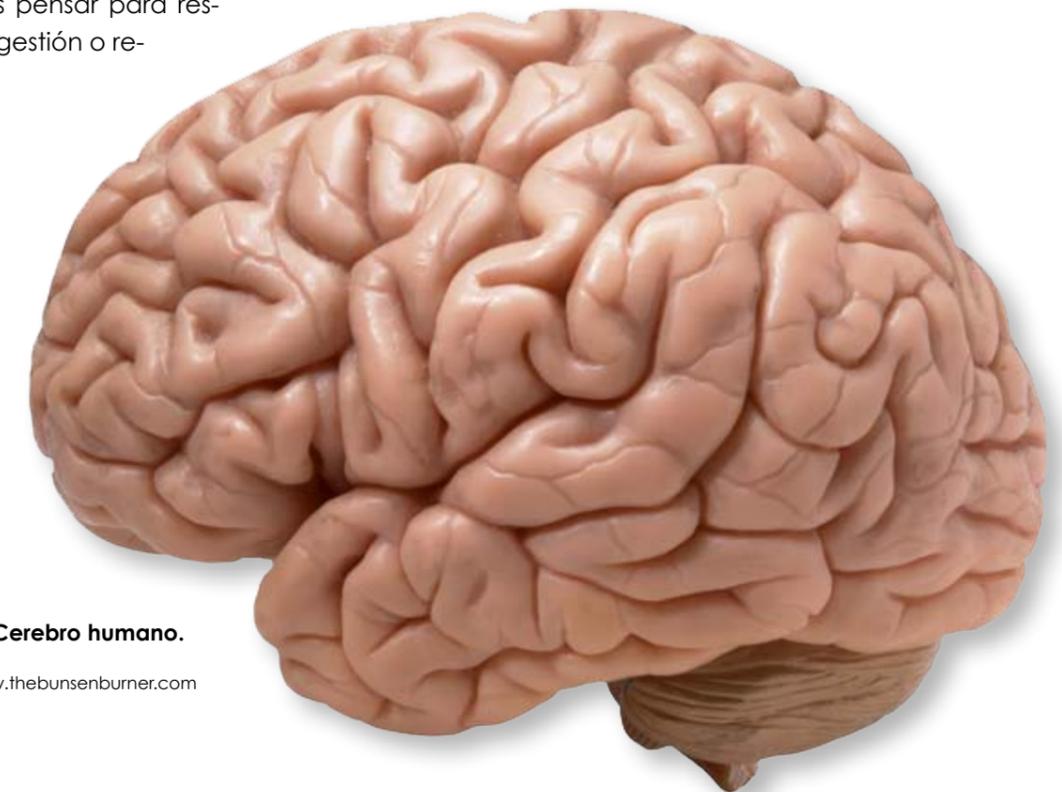
nada situación. Es un estado desagradable que provoca la interrupción de la acción, confusión mental, cierta torpeza al hablar y con deseo de escondernos o desaparecer. La tristeza conlleva una disminución de nuestra energía y entusiasmo. Supone un encierro que nos permite asimilar una situación dolorosa, evaluar sus consecuencias y planificar cómo actuaremos cuando retomemos la energía. El amor y la ternura activan el sistema nervioso parasimpático, que es el opuesto fisiológico de las respuestas de "lucha" o "huida", propias de la ira o el miedo. La reacción parasimpática está ligada a la respuesta de relajación. Conlleva un estado de calma y satisfacción que favorece la convivencia y el "comprender al otro". El miedo, sin embargo, coloca al organismo en un estado de alerta general y nos predispone para la protección porque percibimos un riesgo para nosotros. Aumenta el ritmo cardíaco y la presión arterial, aportando el aporte de oxígeno necesario para emprender una posible lucha o huida. La sangre se retira del rostro y de otras zonas periféricas del cuerpo para llevarla hasta la musculatu-

ra de las piernas y brazos (por eso nos dicen a veces que "nos hemos quedado blancos" del susto).

Pero hay veces en que estas respuestas a nuestras emociones parecen no ser adaptativas. Me explico. ¿Cómo nos sentimos cuando tenemos prisa por llegar a una cita importante y nos vemos atrapados en un descomunal atasco? Posiblemente respondamos fisiológicamente igual que la persona que se encuentra delante de un toro miura (aumenta nuestro ritmo cardíaco, mayor flujo sanguíneo a los músculos, sudoración, sequedad de boca, etc.). Todos hemos sentido alguna vez estos síntomas, pero ¿por qué se pone el organismo en este estado de alerta general?, ¿en qué nos ayuda esta activación?, ¿qué tiene esto de adaptativo?

La razón por la que sucede esto la encontramos posiblemente en nuestra propia evolución de millones de años. En los primeros tiempos necesitábamos un cerebro que regulara nuestros mecanismos biológicos fundamentales (no necesitamos pensar para respirar, hacer la digestión o re-

gular nuestra temperatura). Para ello, se desarrolló inicialmente un cerebro "instintivo", cuya localización está en el tallo cerebral (parte posterior del cuello). Más adelante, y en la medida que necesitábamos hacer frente a los peligros que iban surgiendo, necesitábamos de un cerebro que no se detuviera demasiado tiempo a pensar y que procesara de manera rápida la información disponible para dar respuesta a determinadas situaciones (de "lucha-huida" principalmente). Es el denominado cerebro "emocional" el que nos proporciona esta posibilidad y es el responsable de poner en funcionamiento ese estado de activación fisiológica. Está localizado en el sistema límbico (en el interior de nuestro cerebro), lugar donde podríamos decir que residen las emociones, porque es ahí donde se procesan las reacciones del miedo, en concreto, en una estructura del tamaño de una almendra llamada *amígdala*. Para adaptarse a las infinitas nuevas situaciones con las que se tuvieron que enfrentar nuestros antepasados, el cerebro tuvo que evolucionar

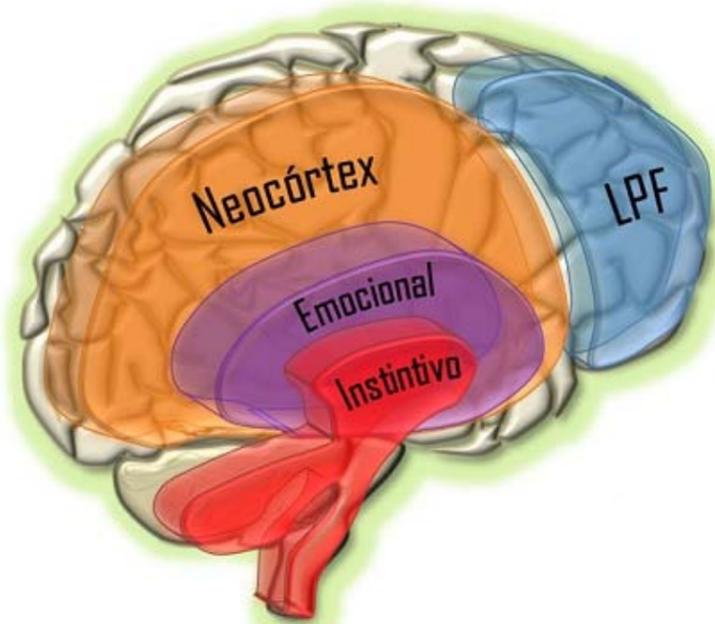


Cerebro humano.

www.thebunsenburner.com

**“La emoción es como una señal que nos informa que tenemos que prestarle atención a algo o a alguien”.**

## El poder de las emociones. Aprender a convivir con ellas



Partes del  
cerebro humano.

www.asociacioneducar.com

hasta lo que hoy conocemos como el neocórtex o "nueva corteza", su parte más reciente y evolucionada, donde se elaboran y procesan nuestros pensamientos más racionales. Se trata de nuestro cerebro "racional", una fina capa de 2 mm de grosor que recubre la zona externa del cerebro y que nos proporciona recuerdos, conocimientos, habilidades y experiencia acumulada, gracias a sus 30.000 millones de neuronas. Esta parte del cerebro más racional, ha ido aumentando a lo largo del tiempo en tamaño y complejidad, razón por la cual se ha tenido que comprimir y retorcer en sí mismo formando esos pliegues y surcos tan característicos. Para que nos hagamos una idea, si extendiéramos el cerebro de una rata, su tamaño sería el equivalente a un sello de correos, el de un mono equivaldría a un folio y el del ser humano unos cuatro folios.

Volviendo al caso anterior, la razón por la que respondemos ante un atasco de la misma manera que ante la imponente figura de nuestro toro bravo es que las personas, al percibir una situación de peligro, respondemos instintivamente como sabe la parte de nuestro cerebro más emocional. La amígdala cerebral presiona el botón del pánico y nos impulsa a reaccionar de esta manera, ya que hay una ruta neuronal directa desde el tálamo (centro integrador de nuestros sentidos) hasta la amígdala, sin pasar por el neocórtex (cerebro pensante). La amígdala es la responsable de revisar constantemente toda la información que llega al cerebro a través de los sentidos con el fin de detectar rápidamente cualquier cosa que pueda influir en nuestra supervivencia. Pero eso no es lo que necesitamos en una situación como esta. Por eso, los lóbulos frontales de nuestro cerebro

racional deben ganar esta batalla planteada en el cerebro si queremos mantener el control emocional de la situación.

En la amígdala se procesan las emociones como el miedo o la rabia, aunque las de alegría o de felicidad no se sabe bien todavía dónde tienen lugar exactamente. Su actividad es fundamental para la supervivencia del individuo. Cuando está lesionada desaparece la agresividad del individuo y su capacidad para mostrar miedo. Nos convertimos en una especie de "Juan sin miedo", que impide valorar si un estímulo es amenazador, y cómo se debe responder a él. Según los resultados del estudio del Justin Feinstein y su equipo de la universidad de Iowa (2010), las personas con la amígdala dañada, no reaccionan al miedo, aunque sí son capaces de sentir otras emociones como la felicidad y la tristeza. En su estudio, mostraba cómo una paciente que carecía de amígdala era inca-

paz de detectar y evitar el peligro. ¿Un arma contra el miedo? Los nuevos hallazgos indican que los métodos para desactivar la amígdala de forma segura y no invasiva podrían dar esperanzas a quienes padecen, por ejemplo, trastorno por estrés posttraumático. Comprendiendo el modo en que el cerebro procesa el miedo, puede que algún día seamos capaces de crear tratamientos dirigidos específicamente a las regiones cerebrales que permiten que el miedo y las fobias se apoderen de nuestras vidas.

Llegados a este punto del artículo cabe preguntarnos por qué ante una misma situación, las personas reaccionamos de manera distinta. Hay veces que ciertas palabras o actitudes por parte de los demás nos pueden llegar a ofender, haciendo que nos sintamos molestos por ello. Pero la manera de reaccionar puede ser bien distinta. Unos quizás le repliquen de manera agresiva (o asertiva)



## El poder de las emociones. Aprender a convivir con ellas

que sus reproches nos han sentado muy mal. Otros, posiblemente, actuando de manera pasiva, no digan nada e incluso se sonrojen, aunque sufran en silencio su ira, enojo y frustración (posiblemente esa noche sean incapaces de conciliar el sueño dándoles vueltas a lo sucedido). Pero ¿por qué ocurre esto? La razón está en que "sentimos de manera distinta porque percibimos las situaciones de manera distinta". Efectivamente, percibimos de manera totalmente subjetiva. Factores como la edad, la extracción social, la educación, la cultura o la sociedad, entre otros, influyen fuertemente en nuestras percepciones.

### ¿PERCIBIMOS HOMBRES Y MUJERES DE IGUAL MANERA?, ¿CÓMO SOMOS EMOCIONALMENTE UNOS Y OTROS?

Ellas dicen de nosotros que somos fríos y distantes, nunca queremos hablar de lo que nos pasa, nos cuesta expresar nuestros sentimien-

tos, somos poco cariñosos y nunca nos enteramos realmente de lo que les pasa a ellas. Es decir, somos "miopes emocionales". ¿Les suena de algo estas afirmaciones?

¿Y cómo son ellas? Cuando algo les preocupa o les molesta, las mujeres son más propensas a expresar sus sentimientos de forma directa buscando el apoyo de amigos y familiares. Por el contrario, los hombres suelen ocultar sus emociones o retirarse, les cuesta expresar lo que sienten.

La hipótesis que cobra más fuerza sobre las diferencias entre hombres y mujeres proviene de voces tan autorizadas como las de la neurobióloga canadiense Doreen Kimura quien afirma que las diferencias cerebrales entre hombres y mujeres se deben a millares de años de división del trabajo. La selección natural fue seleccionando las aptitudes cerebrales más propicias. El hombre cazaba y defendía al grupo. Convenía



silencio, sentido de orientación, puntería, fuerza y agresividad. La mujer recogía los alimentos cerca del hogar, preparaba vestidos y cuidaba a los pequeños y ancianos. Convenía tener detectados todos los objetos del grupo, saber dónde está cada cosa, reconocer rápidamente a los bebés y vigilar su localización, saber qué les sucede a sus congéneres... ese sexto sentido que se atribuye a veces a las mujeres.

Las mujeres tienden a trabajar con los dos hemisferios a la vez. Mezclan constantemente los procesos racionales con las emociones. Tienen mayor facilidad para la empatía. Los hombres, por el contrario, son más dados a trabajar con un solo hemisferio. No tienden a mezclar la razón con los sentimientos. Son más racionales y fríos a la hora de tomar sus decisiones, pero menos capaces de expresar sus sentimientos. El cerebro de las mujeres es más simétrico (son más susceptibles de usar todo el cerebro cuando un hombre usa solo medio) y con un 30% más de conexiones nerviosas entre los dos hemisferios (es como tener dos ordenadores interconectados, con la ventaja que eso puede suponer).

**“Cuando algo les preocupa, las mujeres son más propensas a expresar sus sentimientos de forma directa. Por el contrario, los hombres suelen ocultar sus emociones”.**

## El poder de las emociones. Aprender a convivir con ellas

### ¿CÓMO PODEMOS REGULAR NUESTRAS EMOCIONES?

Advertir cómo estamos emocionalmente es el primer paso hacia el gobierno de nuestras emociones. Hablamos de la autoconciencia, piedra angular de la denominada inteligencia emocional. Es la capacidad de observar qué sientes y qué piensas, darse cuenta de los propios estados emocionales en el mismo momento en que están teniendo lugar. Es decir, observar qué sientes, qué piensas y por qué.

Según cuenta un viejo relato japonés, en cierta ocasión, un belicoso samurai desafió a un anciano maestro Zen a que le explicara los con-

ceptos de cielo e infierno. Pero el monje le replicó con desprecio: *¡No eres más que un patán. No puedo malgastar mi tiempo con tus tontorrías!* El samurái, herido en su honor, montó en cólera y desenvainando la espada exclamó: *¡Tu impertinencia te costará la vida! ¡eso!, replicó entonces el maestro, ¡eso es el infierno!* El samurai conmovido por la exactitud de las palabras del maestro sobre la cólera que le estaba atenazando, se calmó, envainó la espada y se postró ante él agradecido *¡y eso!* concluyó entonces el maestro, *¡eso es el cielo!*

La súbita caída en cuenta del samurai de su propio desasosiego ilustra a la perfección la diferencia crucial existente entre permanecer

atrapado por un sentimiento (mente emocional) y darse cuenta de que uno está siendo arrastrado por él (mente racional). Quien no se percata de sus emociones, queda a merced de ellas. Advertir cómo estamos emocionalmente es el primer paso hacia el gobierno de nuestras emociones.

El segundo paso es el autocontrol emocional, la autorregulación, es decir, la capacidad que nos permite gestionar de forma adecuada nuestras emociones, no permitiendo que sean estas las que nos controlen a nosotros. Antes de manifestar mi ira, por ejemplo, reflexionar sobre lo que es más correcto (el caso del samurai, envainando la espada). De lo que se trata sim-

plemente es que todas las emociones, tanto las negativas como las positivas, se experimenten y se expresen de forma adecuada.

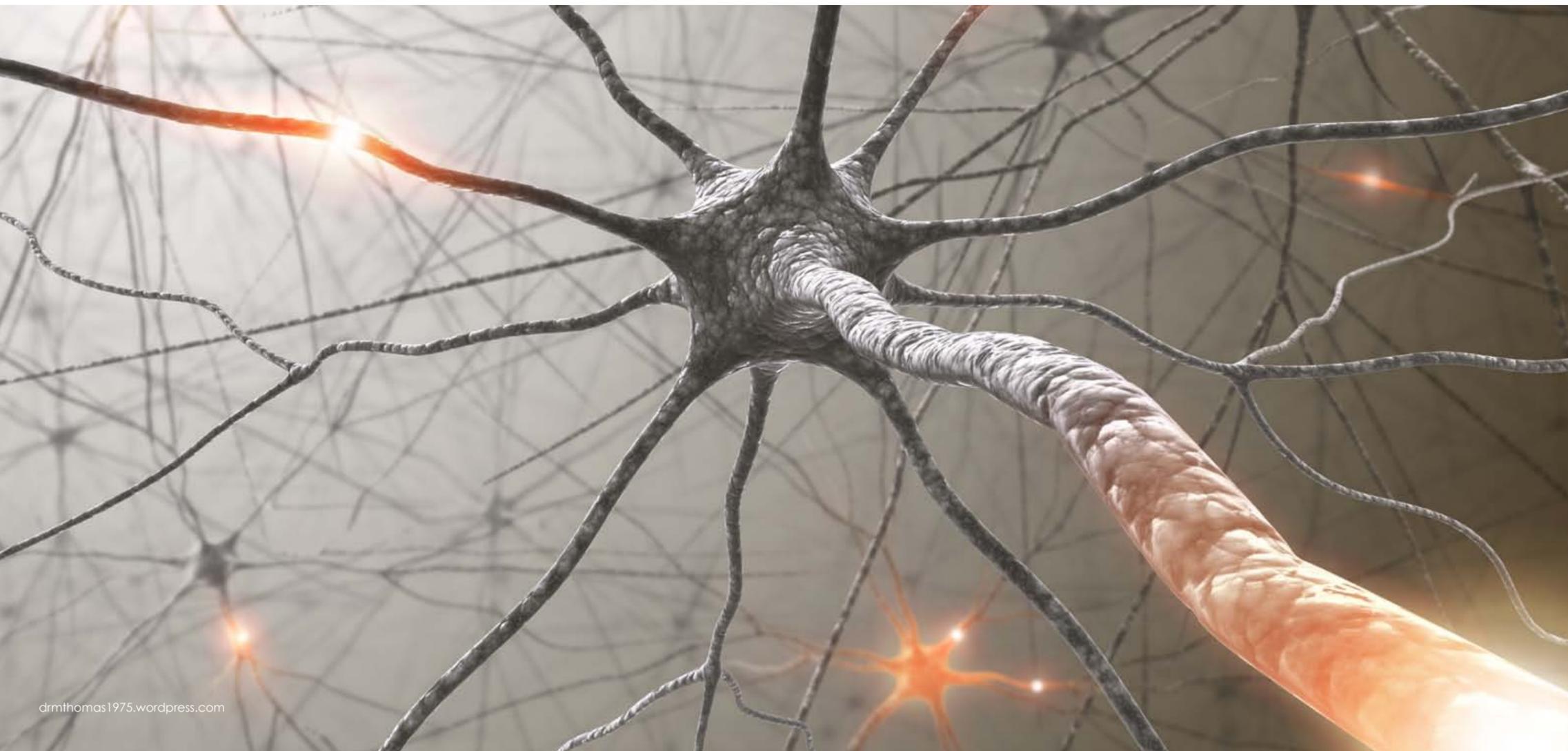
### ¿HAY QUE CONTROLAR SIEMPRE LAS EMOCIONES?

La respuesta es no. Es mi decisión. Habrá momentos en que sí que necesito controlar mis emociones (no puedo colgar el teléfono a un cliente profiriendo maldiciones ya que represento a mi empresa) y habrá momentos que no, porque soy incapaz de ello o porque simplemente no me da la gana (llorar la pérdida de un ser querido o por un conflicto con tu pareja). En los dos siguientes apartados, y como final de nuestro artículo, trataremos de manera particular dos de los estados emocionales que más nos cuesta despojarnos: el enfado y la tristeza (porque evidentemente, de las emociones positivas nadie quiere desprenderse). Me referiré únicamente a aquellos recursos y remedios “caseros” que se encuentran en nuestra mano y que, no por ello, son menos ineficaces que cuando nos enfrentamos a ello con la ayuda de un especialista.

#### CALMAR EL ENFADO

El enfado es un estado de ánimo persistente y difícil de controlar porque frecuentemente lo alimentamos con un monólogo interno. Ante un gran enfado,

**“Advertir cómo estamos emocionalmente es el primer paso hacia el gobierno de nuestras emociones. Hablamos de la autoconciencia”.**



## El poder de las emociones. Aprender a convivir con ellas



www.bigstockphoto.es

la reacción suele ser siempre la misma: darle vueltas y más vueltas al motivo de nuestro enojo. Por ese motivo, hemos de tener claro primeramente que cuantas más vueltas demos a los motivos que nos llevan al enojo, más buenas razones y más justificadas encontraremos para seguir enfadados. Y para ello, tenemos que poner fin a la cadena de pensamientos irritantes. Un recurso muy eficaz es la distracción, ya que es difícil seguir enfadado cuando uno se lo está pasando bien. Dejemos que pase el tiempo para que se diluya nuestra ira, aplaquémosla en un entorno donde no haya peligro de que se produzcan más situaciones irritantes. Otro recurso inevitable es intentar ser paciente. El auténtico antídoto del enfado es la paciencia. Intenta calmarte. Cuenta hasta diez... o lo que haga falta, piénsate bien las cosas antes de decir nada, repite lentamente una palabra o frase tranquilizadora ("relájate", "calma", y repítelo mientras respiras profundamente). En definitiva, se trata de dar tiempo a que tu mente más racional asuma el control. Un proverbio chino sos-

tiene que "Si eres paciente en un momento de ira, escaparás a cien días de tristeza". Pero más que la habilidad de esperar, es la buena actitud mientras se espera. Añadiremos finalmente la disposición para expresar de forma clara el motivo de nuestro enfado. No por gritar más fuerte vamos a convencer a nadie de que tenemos razón. Una argumentación inteligente y honesta suele ser mucho más eficaz que un enfado monumental. Se convence mucho más si se identifican problemas y se plantean soluciones.

### **SUPERAR LA TRISTEZA**

La tristeza es el estado de ánimo del que la gente más quiere despojarse. Pero ¿podemos hacer algo frente a la tristeza? Siguiendo con los sabios proverbios chinos, uno reza así: "No puedes evitar que los pájaros de la tristeza vuelen sobre ti, pero debes evitar que aniden en tu cabello". Preocuparse por aquello que nos deprime contribuye a que la tristeza se agudice

y se prolongue más. Efectivamente, hay que pensar y analizar lo ocurrido, sus causas, cómo nos encontramos, etc, pero llega un momento en que tenemos que liberarnos de esa carga tan pesada, es decir, evitar, como decía el proverbio, que los pájaros aniden permanentemente en nuestro cabello. La experiencia nos dice que tenemos escaso control sobre el momento en que nos veremos arrastrados por una emoción o sobre el tipo de emoción que nos aquejará. Pero lo que sí está en nuestra mano es el tiempo que permanecerá. Llorar, aunque es sano y necesario a veces, puede romper el maleficio de la tristeza, pero también puede obsesionar a la persona con la causa de la aflicción. Compartir tu malestar es bastante más eficaz. Si tú no puedes, quizás tus amigos te pueden ayudar a mitigar tu desánimo (comparte tu malestar, disfruta de su compañía, evita la soledad). La tristeza en muchas ocasiones nos hace tener la necesidad de estar solos y, aunque puede ser positivo estar a solas para poder reflexionar sobre lo que nos ocurre, poder compartir nuestra pesada carga con los demás puede mitigar nuestro desasosiego. Mantente ocupado en algo que te guste porque cuando realizamos actividades que nos agradan, nuestra actitud y estado de ánimo mejoran. Además, el hecho de concentrarnos en la actividad durante un tiempo hace que sea más difícil detenernos a pensar en nuestra tristeza. El ejercicio físico es otro gran remedio para la tristeza, solo hay que querer hacerlo aunque no nos apetezca. El esfuerzo, además de hacernos olvidar por un rato de la tristeza y la sensación de bienestar que provoca la satisfacción de terminar una actividad exitosa de principio a fin, provoca que se liberen esos analgésicos naturales llamados endorfinas. Otro potente remedio es el poder que nos otorga la risa. La risa sirve como una válvula interna de seguridad que nos permite liberar tensiones, disipar las preocupaciones y relajarnos. Y para finalizar esta lista siempre nos queda la posibilidad de regalarnos placeres sensoriales, como darnos un festín de calorías y azúcares, irnos de compras, hacernos un regalo, cambiar nuestro look y un largo etc. que dejo en la imaginación del paciente lector que ha querido acompañarme en este recorrido por el apasionante mundo de las emociones y la forma de convivir con ellas.

Javier Aceña

Centro Universitario de la Defensa  
Zaragoza

### REFERENCIAS:

1. Feinstein, J., Adolphs, R., Damasio, A. & Tranel, D. (2011). The human amygdala and the induction and experience of fear. *Current Biology*, 21, 34-38.
2. Gardner, H. (1993). *Múltiple Intelligences. The theory in practice*. New York: Basic Books.
3. Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence*. New York: Bantam Books.
4. Salovey, P. y Mayer, J.D. (1990). Emotional intelligence. *Imagination, Cognition, and Personality*, 9, 185-211.
5. Kimura, D. (2004). *Sexo y capacidades mentales*. Barcelona: Ariel Editorial.

# COOPERACIÓN EN SALUD VISUAL EN ÁFRICA

“Participar en una expedición durante 15 días donde practicar lo aprendido, me parecía muy interesante para mi formación”.

**POR ALMUDENA BEA**

18:00 horas. Atardecer en Bébédjia.

Imágenes cedidas por la autora.

## Cooperación en Salud Visual en África

**C**omo estudiante de 4º curso del Grado en Óptica y Optometría elegí el trabajo de fin de grado que lleva por título "Cooperación en Salud Visual en Chad", trabajo que abarca un estudio sobre las enfermedades visuales en África Central y la colaboración con la fundación Ilumináfrica, participando en la expedición médico quirúrgica del 1 al 16 de febrero del 2015 en Bébédjia, Chad.

Ilumináfrica es una fundación sin ánimo de lucro constituida en 2007 cuyo objetivo es contribuir a que las personas con déficit visuales evitables o tratables tengan acceso a una atención visual. Actualmente trabajan en dos poblaciones del sur del Chad, en los hospitales Saint Michel de Dono Manga y Saint Joseph de Bébédjia.

Participar en una expedición durante 15 días donde practicar lo aprendido realizando multitud de exploraciones optométricas, adaptándolas a los medios del lugar y conociendo patologías que difícilmente se pueden ver en nuestro país como el tracoma, me parecía muy interesante para mi formación.

En este curso se nos ofreció a los alumnos la posibilidad de utilizar el taller de montaje de la Facultad de Ciencias, para clasificar las gafas donadas que los ciudadanos habían deposita-

.....  
**Hospital Saint Joseph Bébédjia, 8:00 de la mañana.  
Pacientes esperando para entrar a la consulta.**

Imagen cedida por la autora.



### Test de afinamiento del astigmatismo.

Imagenes cedida por la autora.

**“La patología ocular más frecuente es la catarata, seguida del pterigium, el glaucoma y las opacidades corneales producidas principalmente por traumatismos”.**



do en las ópticas aragonesas. Tras haber estado colaborando durante seis meses, la idea de hacer llegar personalmente estas gafas a los pacientes chadianos me hacía mucha ilusión.

La llegada de la expedición se avisa por la radio local y acuden pacientes de todos los pueblos de los alrededores. Esta fue la 30ª expedición de Ilumináfrica, en la que tuve el placer de compartir experiencia con dos oftalmólogos, una enfermera y una óptica que está de estancia en Bébédjia.

Se atendieron un total de 242 pacientes en la consulta de Optometría, de los cuales casi 100 necesitaban gafas; y 423 pacientes en la consulta de Oftalmología de los cuales se operaron 174.



## Cooperación en Salud Visual en África

La patología ocular más frecuente es la catarata, seguida del pterigium, el glaucoma y las opacidades corneales producidas principalmente por traumatismos.

En la óptica se contaba con el apoyo de dos personas locales que, además de ayudarte en las exploraciones, traducían del árabe o el gambay (lengua local) al francés.

El horario chadiano se adapta a la luz solar, allí amanece a las 6 de la mañana por lo que a las 7:00h ya llegaban los pacientes. Las consultas empezaban a las 8:30h que es cuando se encendía el grupo electrógeno del hospital, y entre las 14:00 y las 16:00h se descansaba para comer junto con el resto de cooperantes del hospital. Por la tarde se continuaba la consulta de Optometría y se realizaban las operaciones. Sobre las 18:00h anocheecía y se disponía de luz artificial hasta las 23:00h.

La dinámica de la óptica consistía en medir la agudeza visual del paciente con un optotipo direccional, realizar una retinoscopia si los medios oculares lo permitían, y una refracción subjetiva con gafa de prueba. Una vez adquirida la graduación del paciente, tanto para visión lejana como para visión próxima, se buscaba en el stock de gafas donadas si existía alguna gafa que se aproximara. Si no era así se le daba a elegir una montura a la que añadir las lentes adecuadas.

Si durante la exploración se observaba que el problema no era refractivo se derivaba al paciente a la consulta de Oftalmología.

Actualmente la fundación está buscando ópticos para estancias superiores a 3 meses en el hospital de Bébédjia. Se puede encontrar toda la información y las memorias del trabajo realizado durante estos años en la web y las redes sociales de la fundación: [www.iluminafrika.org](http://www.iluminafrika.org)



**Refracción para visión próxima.**

Imágenes cedidas por la autora.



**Gafa para montaje de visión lejana y gafa de sol donada (arriba).**

**Gafa donada de visión lejana (derecha).**

Imágenes cedidas por la autora.

.....

Esta experiencia me ha hecho crecer mucho tanto profesionalmente como personalmente. El hecho de enfrentarme a tantos pacientes reales, me ha hecho ganar confianza como optometrista.

Almudena Bea

Estudiante de Óptica y Optometría  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza



# Los TESOROS de la FACULTAD



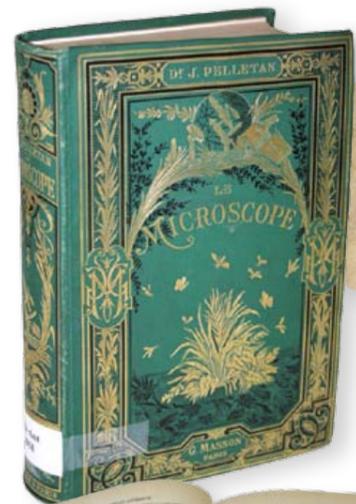
Fondos del antiguo Museo de Biología



INSTRUMENTA: colección de instrumentos de laboratorio



BOTÁNICA: Murales Antiguos



Fondos bibliográficos de la Facultad de Ciencias



Fondos del Museo Paleontológico



Colección García de Galdeano

## ÓPTICA Y ARTE:

Salvador Dalí

### CREADOR DE IMÁGENES

“Dalí, manipulando la imagen, nos hace partícipes de un delirio perceptivo objetivo y compartido. Dalí invita al espectador a mirar como un paranoico”.

**POR JUAN A. VALLÉS**



*Gala mirando al Mediterráneo que a veinte metros de distancia se transforma en el retrato de Abraham Lincoln (1976).*

## Óptica y Arte: Salvador Dalí creador de imágenes

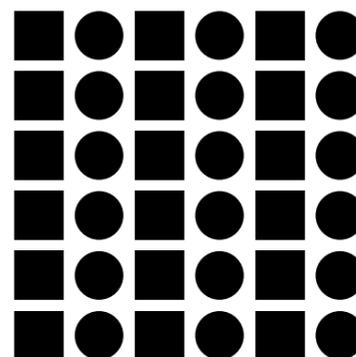
**T**radicionalmente, el Arte y, en particular, la Pintura han tenido como principal objetivo la representación fiel de la realidad. A partir del Renacimiento, el desarrollo de la perspectiva lineal permitió introducir en los cuadros cierta apariencia de profundidad y, en el siglo XIX, nuevas formas artísticas con fundamento óptico como la fotografía o el cine se consideraron en sus inicios métodos ideales para una representación objetiva perfecta. La superación de la bidimensionalidad de las imágenes mediante técnicas que permitan una percepción espacial en tres dimensiones es en la actualidad un fascinante desafío tecnológico.

Aunque, cabe preguntarse: ¿qué es real? ¿cómo distinguimos lo real de lo irreal? A partir de los estímulos recogidos por los sentidos el hombre descubre, organiza y recrea la realidad, adquiriendo conciencia de ella por me-

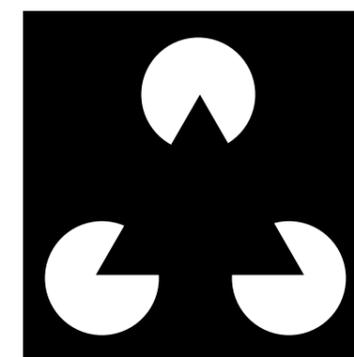
dio de la percepción. En el caso de la percepción visual, las imágenes formadas en la retina son procesadas en diferentes zonas de nuestro cerebro, el cual, tras confrontarlas con nuestro conocimiento previo, nos proporciona información de lo que se encuentra en nuestro entorno y de la posición que ocupa. La Óptica colabora con la Neurofisiología y la Psicología en la comprensión de este fascinante proceso.

A lo largo de la Historia del Arte numerosos pintores han recurrido al uso de principios de la percepción visual para suscitar sensaciones diversas en el observador. Sin embargo, nadie como Salvador Dalí ha explorado sistemáticamente las diferentes posibilidades de la representación en imágenes de los mundos real e irreal, exterior o interior, recurriendo para ello a un amplio abanico de técnicas con fundamento óptico. Por un lado, influido por su inagotable ansia de experimentación y con una técnica pictórica excelente, destacó por sus imágenes

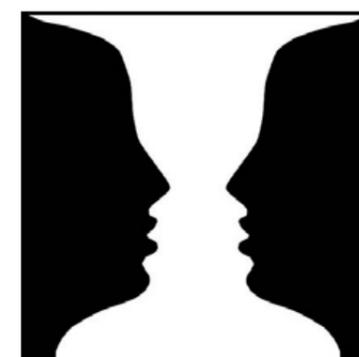
A.



B.



C.



hiperreales o en el uso artístico de la perspectiva. Por otro, su pertenencia al movimiento surrealista le llevó utilizar sus conocimientos de la percepción visual con el fin de plasmar en imágenes nuestra realidad interior, la del inconsciente, y a trasladarnos al mundo de nuestros sueños, a mundos imaginarios o imposibles, basados en obsesiones, deseos o percepciones delirantes, dándonos en sus cuadros total apariencia de realidad. Finalmente, su constante interés por la Ciencia y su ansia por conquistar la tridimensionalidad en sus creaciones artísticas le llevaron a experimentar con la holografía o la estereoscopía.

### PERCEPCIÓN VISUAL Y ARTE

Antes de analizar el uso que hizo Dalí en su obra de principios de percepción visual, vamos a revisar brevemente la estrecha relación existente entre algunos de estos y el arte.

A principios del siglo XX nace en Alemania la corriente psicológica de la Gestalt que plantea la interpretación de las formas percibidas en su conjunto y de la cual el Arte se ha beneficiado notablemente. Algunas de sus leyes fueron utilizadas repetidamente por Salvador Dalí: tendemos a agrupar en una única entidad a los elementos similares, cuando vemos una figura incompleta nuestro cerebro tiende a completarla, el cerebro reconoce una figura sobre un fondo, sin embargo, figura y fondo pueden funcionar como fondo y figura respectivamente, etc (ver figuras).

Una parte fundamental de la percepción visual es la percepción del espacio, tanto la del espacio físico en el que nos desenvolvemos, como la del espacio representado en un plano. Una serie de claves nos facilitan la percepción del espacio físico: (1) el paralaje binocular, que nos aporta la apreciación de la profundidad al

A) Tendemos a ver columnas de figuras en vez de filas.

B) "Vemos" un triángulo, aunque esté incompleto.

C) Vemos alternativamente una copa o dos caras.

C) [cienciados.com](http://cienciados.com)

**"Cuando vemos una figura incompleta nuestro cerebro tiende a completarla".**



## Óptica y Arte: Salvador Dalí creador de imágenes

fusionar las ligeramente distintas imágenes proyectadas por ambos ojos en una única imagen en relieve (la estereoscopia y la holografía son técnicas que aprovechan el paralaje binocular para crear imágenes tridimensionales), (2) la convergencia, que nos permite obtener información de la distancia a un objeto a partir del ángulo que forman los ejes visuales de ambos ojos al mirarlo y (3) la acomodación: de forma automática y monocular, el cerebro relaciona cerca-lejos con contracción-distensión del músculo ciliar.

En lo que respecta a la percepción del espacio en una representación bidimensional destacan: (1) La perspectiva lineal: permite situar los objetos en el espacio que les corresponde basándose en la creación de líneas de fuga que coinciden en un punto de fuga común dando lu-

gar a la sensación de que es el punto más lejano del cuadro. El anamorfismo es una forma de perspectiva en la que se utiliza un elemento o un procedimiento matemático para crear una imagen distorsionada. Se recupera la imagen correcta valiéndose del elemento distorsionador. (2) El tamaño angular de un objeto, mayor cuanto más cercano. (3) La interposición de una figura entre el observador y otra figura, indica que la primera se encuentra más próxima. (4) Las sombras proyectadas sobre otras superficies. (5) El uso de gradientes de la textura que produce sensación de profundidad. (6) La bo-

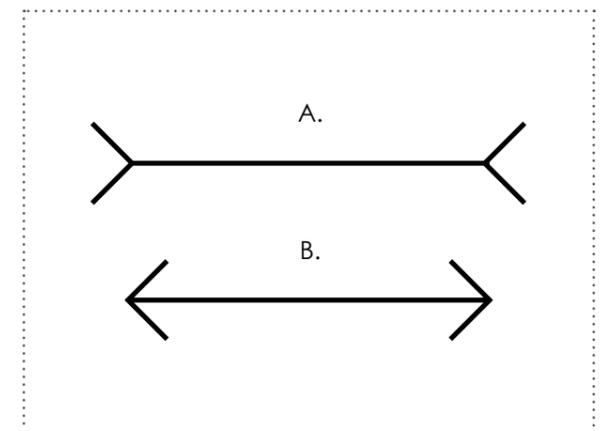
.....  
**La escuela de Atenas (Rafael Sanzio, 1510).**

[www.taringa.net](http://www.taringa.net)



rosidad del fondo que induce una sensación de lejanía. (7) La posición de los objetos en el cuadro pareciéndonos más próximos aquellos situados en la parte baja del cuadro.

Otro elemento de la percepción visual utilizado en el Arte y, en particular, por Dalí son las llamadas *ilusiones ópticas*. Estas pueden ser de carácter fisiológico asociadas a los efectos de una cierta estimulación o cognitivas que entran en contradicción en el cerebro con nuestra realidad objetiva. Las primeras inducen efectos visuales en los que se falsean tamaños, orientaciones o contrastes. Del estudio de las ilusiones ópticas fisiológicas nació el Op-Art, que se inicia por los años 1950 y utiliza las vibraciones perturbadoras de la saturación y la persistencia visual, como recursos cinéticos con valor estético. Entre las ilusiones ópticas cognitivas encontramos: (1) Ilusiones con base geométrica: en su análisis interviene un conocimiento de las normas



**Arriba: La urraca (Claude Monet, 1869).**  
**Abajo: el segmento A nos parece mayor aunque tengan la misma longitud.**

Arriba: [www.artehistoria.com](http://www.artehistoria.com)

# Óptica y Arte: Salvador Dalí creador de imágenes

de representación de la geometría. Juegan en ello las claves de interposición, orientación y perspectiva que son correctas consideradas en fragmentos aislados pero contradictorias en sus relaciones de conjunto. (2) Figuras ambivalentes: Son aquellas figuras que nos ofrecen un dibujo espacial de significación correcta, hasta que descubrimos que esconde otra figura de distinto significado. Se crea de este modo un doble juego interpretativo con la consiguiente confusión a nivel cerebral.

## EL SURREALISMO Y SU INFLUENCIA EN DALÍ

### El movimiento surrealista

El surrealismo es un movimiento ideológico orientado a producir un cambio de pensamiento y una nueva sensibilidad en el hombre a través de la expresión artística. Surge en Europa como reacción a la devastación producida por la I Guerra Mundial y encuentra su fundamentación en las teorías de Sigmund Freud. Por un lado, los surrealistas intentan indagar en lo más profundo del ser humano y expresar los deseos, sueños, miedos y frustraciones reprimidas, que se alojan en el inconsciente, fuera de los límites de la razón. Por otro, utilizan el Arte y la Literatura para lograr la liberación de la mente humana de las restricciones tradicionales que la esclavizan: la lógica, la moral y el gusto; dejando que la imaginación vague sin lazos ni trabas.

### La introspección

La comprensión del mundo se inicia con el conocimiento de uno mismo y del conocimiento interno se deriva una nueva percepción de lo real. El camino es la exploración e interpretación de los sueños (mundo onírico), del inconsciente y sus manifestaciones (escritura automática), el estado de hipnosis, etc.

### La locura

El surrealismo critica a la sociedad que pretende ser poseedora de la razón y con ello de la verdad, y reivindica la locura como un estado comparable al de la creación y, de hecho, la ensalza como marco de inspiración artística.

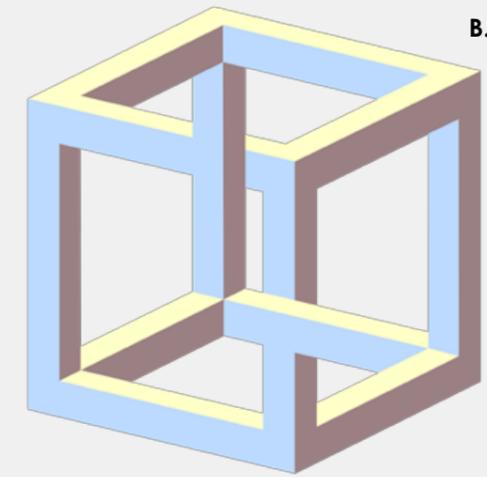
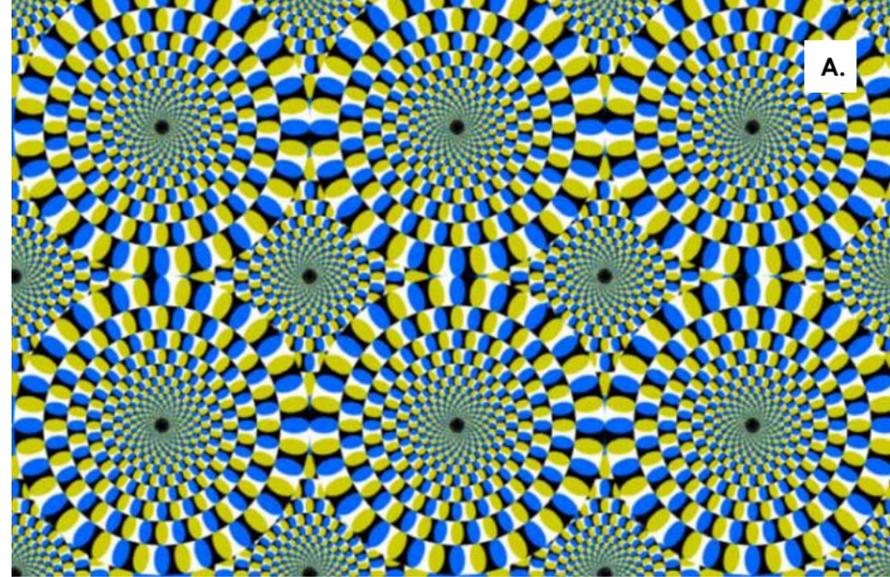
### Manifestaciones artísticas del surrealismo

El surrealismo empezó por la escritura mediante la técnica de la escritura automática, disponiendo las palabras tal como surgen de la mente. Se extendió a las artes plásticas mostrando la fantasía, el simbolismo y lo onírico. Se dieron dos corrientes principales: los surrealistas abstractos con asociaciones de imágenes espontáneas, composiciones de siluetas amorfas alternadas con líneas y los surrealistas figurativos, interesados en el mundo onírico con un realismo casi fotográfico mostrando tanto detalles y objetos cotidianos con propiedades inesperadas como figuras imposibles fruto de la imaginación.

### Fotografía y cine surrealistas

Durante el siglo XIX y a principios del XX la fotografía y el cine eran utilizados para reproducir la realidad de forma objetiva. Para los surrealistas, sin embargo, las fotografías debían ser no tanto imágenes del mundo como representaciones de imágenes mentales, personificando temores o frustraciones. Manipulaban la fotografías, distorsionándolas para darle un contenido surrealista o fotografiaban elementos captados al azar u objetos que descontextualizados adquirirían nuevos significados. Por otro lado, las vanguardias artísticas opuestas al arte convencional crearon un movimiento cinematográfico.

**“El surrealismo critica a la sociedad que pretende ser poseedora de la razón”.**



- A) Ejemplo de Op-Art.
  - B) Ilusión óptica con base geométrica.
  - C) En la imagen podemos ver una joven o una vieja.
  - D) *El jardín* (Joan Miró, 1928)
  - E) *Leda atómica* (1949).
- A) [www.test-de-inteligencia.es](http://www.test-de-inteligencia.es)  
B-C) [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)  
D) [www.lavozdelsandinismo.com](http://www.lavozdelsandinismo.com)  
E) [lamemoriadelarte.blogspot.com.es](http://lamemoriadelarte.blogspot.com.es)

## Óptica y Arte: Salvador Dalí creador de imágenes



Dalí en 1965.

es.wikipedia.org

**“Podemos considerar a Dalí como el precursor del hiperrealismo”.**

fico alternativo. En él la imagen primaba sobre la narración, utilizando angulaciones inusuales, efectos ópticos, etc, y se buscaba transmitir al espectador significados abiertos e interpretaciones diferentes, revelar lo inesperado y adentrarse en el territorio de lo fantástico, del inconsciente y de los sueños.

### El ojo surrealista

Una de las temáticas más habituales fue precisamente el ojo, que constituye una ventana abierta para la imaginación y gracias al cual pueden descubrir un mundo fantástico, más allá de las apariencias mundanas. Hacían retratos o autorretratos con los ojos abiertos pero de personas asustadas o alucinadas, representando la búsqueda de una imagen mental.

### Dalí surrealista

A finales de los años 20, Salvador Dalí se interesa por la pintura surrealista. Se traslada a París en el verano de 1929 y es en 1930 cuando es aceptado en el grupo. A partir de ahí se erige como uno de los iconos del surrealismo, destacando también por su capacidad teórica en los ensayos y artículos publicados en revistas relevantes de surrealismo internacional. Hacia 1936 es expulsado del movimiento, ya que su ideología no coincide con la mostrada por el manifiesto surrealista. La reacción de Dalí fue contundente: “¡No podéis expulsarme porque Yo soy el Surrealismo!”. A pesar de su expulsión la influencia surrealista se mantuvo en su obra.

La personalidad de Dalí y su obra se vieron enormemente influenciadas por dos acontecimientos familiares. Por un lado, el hecho de que su abuelo paterno sufrió de paranoia y acabó suicidándose, lo que originó una “herencia” familiar de angustia ante la locura. La paranoia es una habilidad a través de la cual el cerebro percibe conexiones entre objetos o ámbitos que ni racional ni

aparentemente están vinculados entre sí. Dalí decía que desde pequeño había desarrollado una capacidad para ver un objeto y transformarlo en lo que él quería. Lo que para Freud era una patología mental para Dalí era una manera de acceder al entendimiento y a la creación. Por otro lado, la llegada al mundo de Dalí estuvo marcada por la reciente muerte de su hermano (con su mismo nombre y fallecido 9 meses antes de que él naciera). Dalí consideraba que había llegado al mundo como una reencarnación del hermano desaparecido y que, solo mediante la exaltación orgullosa de sí mismo y su narcisismo, consiguió salvarse de la anulación que le producía la duda sistemática sobre su persona. Dalí no solo aplicó su narcisismo a su experiencia vital, dando lugar a sus célebres comportamientos excéntricos y concéntricos, sino también a su estética.

### El método paranoico-crítico

La gran contribución de Dalí al surrealismo fue el método paranoico-crítico. Lo que aporta la crítica a la paranoia es la separación necesaria para definir y discriminar. La paranoia llevada al extremo conlleva una confusión indefinida, y esto puede llevar al arte abstracto, el cual Dalí odiaba. Puede definirse pues como un *método espontáneo de conocimiento irracional basado en la objetividad crítica y sistemática de las asociaciones e interpretaciones de fenómenos delirantes*. Con el método, Dalí pretende mostrar una alternativa perceptiva con la ayuda de obsesiones paranoicas, superando estructuras culturales y cognitivas muy arraigadas que nos hacen mirar la realidad desde un punto de vista rígido y absoluto. Dalí hizo de su pintura una ilustración consciente de sus delirios.



La cesta de pan (1926).

es.wahooart.com

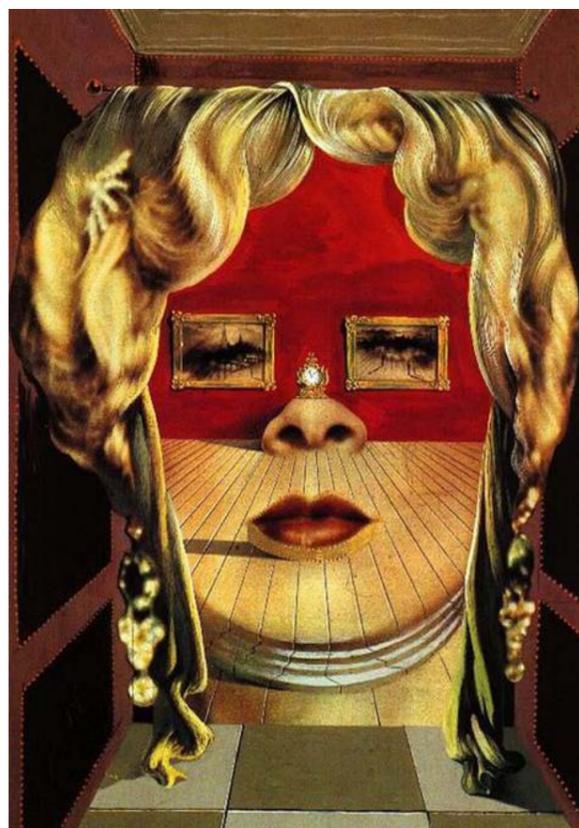
# Óptica y Arte: Salvador Dalí creador de imágenes

## El papel del espectador

La pintura permite al artista reflejar su mundo interior. Cuando expone su creación, el público la aprecia e interpreta desde su subjetividad interrelacionándose intelectualmente artista y observador. Las motivaciones, emociones e intereses de cada observador determinarán el significado dado a la obra y los sentimientos que esta despierte en ellos. Dalí, manipulando la imagen, nos hace partícipes de un delirio perceptivo objetivo y compartido. Dalí invita al espectador a mirar como un paranoico, nos inspira a realizar viajes imaginativos y delirantes provocando al espectador a reflexionar sobre su forma de ver, a cuestionar la realidad y lo supuestamente normal.

## DALÍ COMO CREADOR DE IMÁGENES

Vamos a intentar sistematizar la extensísima obra de Salvador Dalí como creador de imágenes, incidiendo en aquellos aspectos de la



misma que, en nuestra opinión, más se vieron beneficiados de la utilización de recursos o técnicas relacionada con la percepción visual y la Óptica.

## Hiperrealismo

A lo largo de toda su trayectoria artística Dalí destacó por su excelente técnica pictórica y por el realismo de sus obras. Al mostrarnos el mundo irreal de los sueños, lo hace mediante una técnica hiperreal como si quisiera resolver la contradicción dialéctica entre lo real y lo irreal advirtiéndonos que los sueños, las fobias y las paranoias tienen una presencia incuestionable en el mundo. Podemos considerar a Dalí como el precursor del hiperrealismo, movimiento desarrollado a mediados de los años 60.

## Claves perceptivas del espacio pictórico en la obra de Dalí

Estudió en profundidad la teoría de la perspectiva y buscó plasmar en su obra perspectivas originales. Para ello instaló en una habitación de su casa un suelo de cristal, pudiendo observar a sus modelos desde arriba o desde abajo según el ángulo que precisara. En *La ascensión de Cristo* los pies de Cristo señalan al espectador y lo atraen hacia dentro, llegando al centro del átomo situado detrás de él, encima vemos a Gala llorando. En *Cristo de San Juan de la Cruz* se representa a Jesús crucificado visto desde arriba. Además, Dalí utiliza la perspectiva como herramienta para dotar de realidad a imágenes ilusorias o perspectivas aceleradas, contradictorias o imposibles o con una plurali-

.....  
**Retrato de Mae West que puede utilizarse como apartamento surrealista (1934-1935).**

[www.epdlp.com](http://www.epdlp.com)

- A) *La ascensión de Cristo* (1958).
- B) *Cristo de San Juan de la Cruz* (1951).
- C) *Corpus Hypercubicus* (1954).

A) [www.evangelizarconelarte.com](http://www.evangelizarconelarte.com)

B) [cjaronu.wordpress.com](http://cjaronu.wordpress.com)

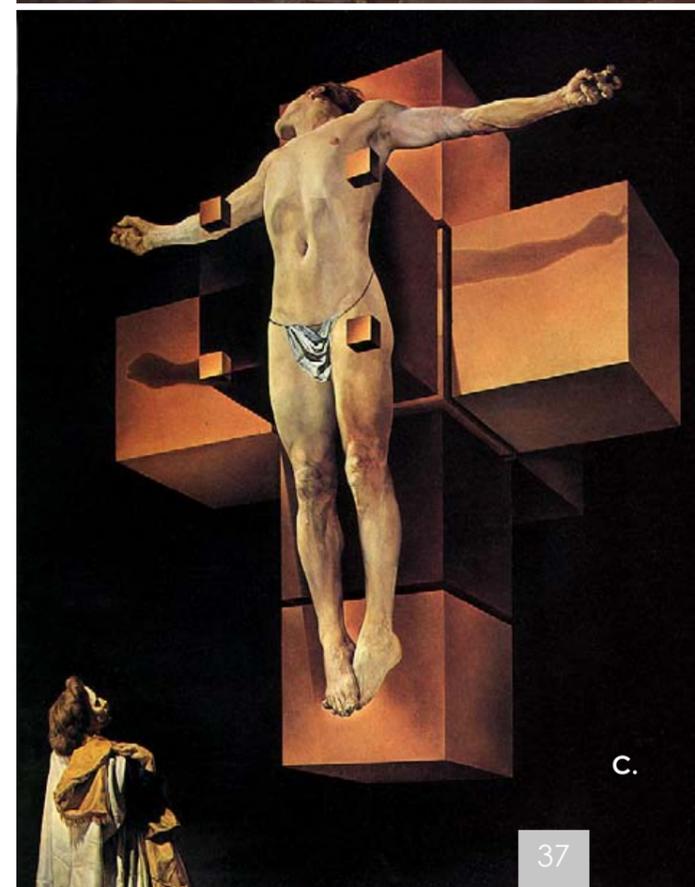
C) [www.epsilon.es](http://www.epsilon.es)



dad de horizontes. Esta pérdida de referencias provoca sensación de extravío al observador (inseguridad óptica) y de desamparo de las figuras representadas.

En su obra *Retrato de Mae West, que puede utilizarse como apartamento surrealista*, utiliza, perspectivas contradictorias para el pasillo/cuello o para el suelo del salón/rostro y barbilla/escaleras junto con elementos verticales: pelo/cortinas, nariz/chimenea y ojos/cuadros.

Además de las diversas técnicas para dotar a sus obras de sensación tridimensional, Dalí buscó reflejar la cuarta dimensión espacial a la que relacionaba con la inmortalidad. En *Corpus Hypercubicus*, síntesis de mística religiosa y conocimiento matemático, Dalí presenta la figura de un Cristo crucificado que flota en el espacio delante de una cruz formada por ocho cubos. La cruz en realidad es un hipercubo, un cubo



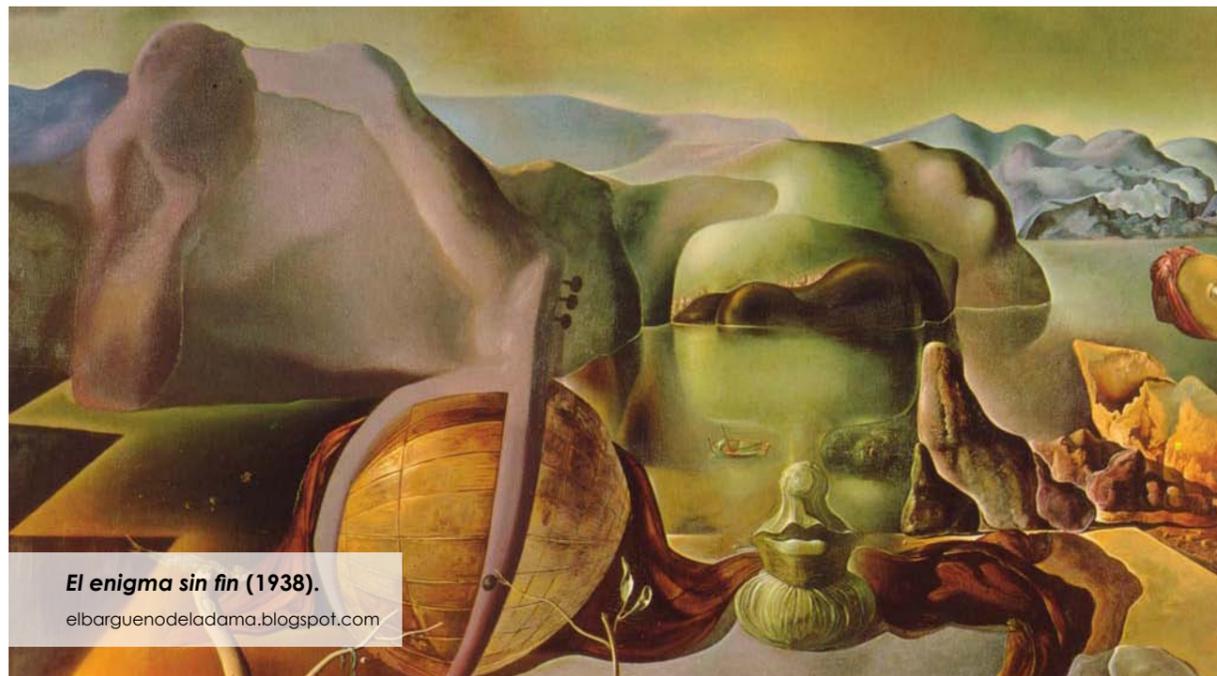
## Óptica y Arte: Salvador Dalí creador de imágenes

de cuatro dimensiones, desplegado. Asimismo intenta plasmar una cuarta dimensión, esta vez temporal en *Naturaleza muerta viviente*, en el que se representa el movimiento de la manzana, del agua de la botella o de la rotación del frutero.

**Imágenes simbólicas, delirantes, imposibles, hipnagógicas, oníricas, anamórficas y pareidólicas**

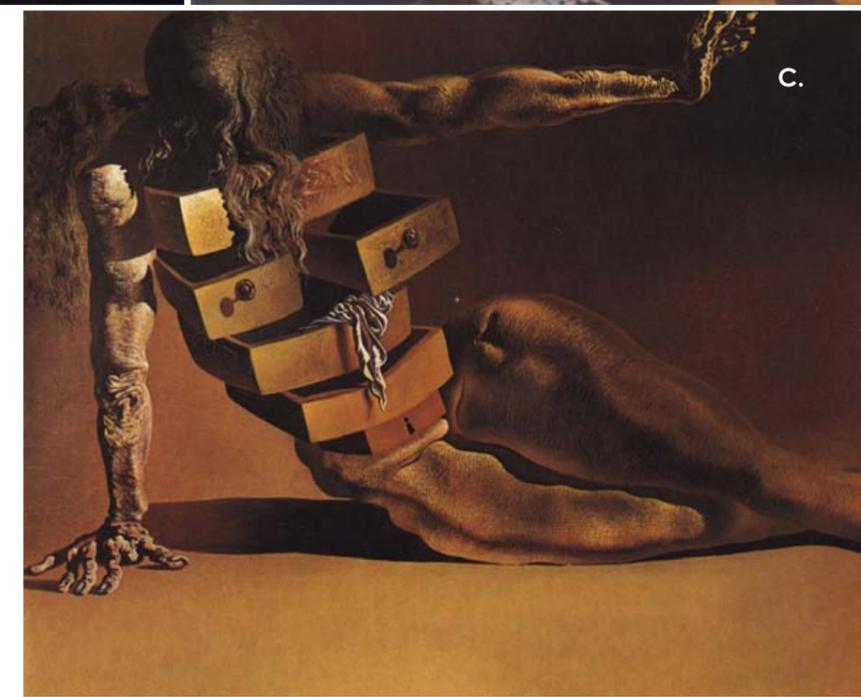
Sus obras están concebidas como una extensión de su complejidad psicológica y de su vida. En ellas combina gran variedad de elementos significativos que sugieren una cantidad inimaginable de lecturas diferentes (imágenes simbólicas). Hay numerosos símbolos como los cajones (según Freud el cuerpo humano está lleno de cajones secretos que solo el psicoanálisis puede abrir), las hormigas (que representan represión) o los saltamontes, animales por los que siempre sintió una fobia patológica y que en la boca de un personaje representan una amenaza sexual.

En la iconografía daliniana la mezcla de la imagen real con la visión delirante provoca la aparición de imágenes dobles como en *Cisnes que se reflejan como elefantes* en el cual utiliza el lago para convertir los cisnes en elefantes, o *La imagen desaparece* en el que podemos ver una mujer o una cara. Se trata de un fenómeno perceptivo, subjetivo e inconsciente en el que el observador determina la realidad con su propia observación, dando lugar a distintas configuraciones partiendo de idénticos elementos. Se trata de elaboraciones de imágenes que según sea la percepción del espectador puedan ser entendidas de múltiples formas. *El enigma sin fin* es un cuadro perfecto para entenderlas. Si se tiene suficiente paciencia se puede encontrar en ellas una cara (Lorca, probablemente), un caballo, un león, un hombre recostado...). En su pintura, las imágenes y los pensamientos se transforman y fluyen al son de una metamorfosis continua como en *El hombre invisible*. En *La calavera de Zurbarán*, Dalí juega con la concavidad y la convexidad para crear la duda en el espectador.



**El enigma sin fin (1938).**

elbarguenodeladama.blogspot.com



**A) Naturaleza muerta viviente (1956).**

**B) La imagen desaparece (1938).**

**C) El gabinete antropomórfico (1936).**

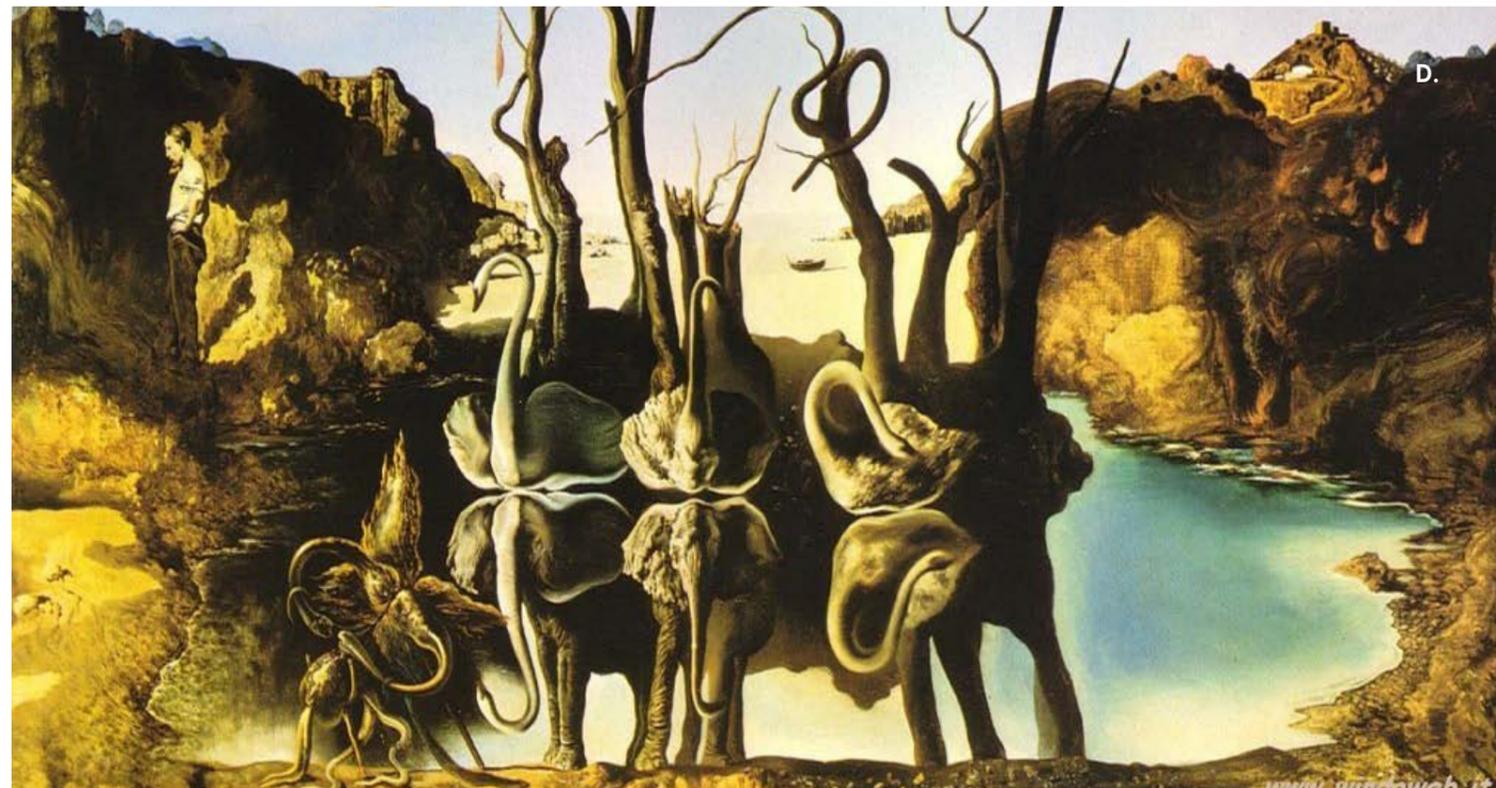
**D) Cisnes que se reflejan como elefantes (1937).**

A) [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

B) [www.salvador-dali.org](http://www.salvador-dali.org)

C) [surrealismopordos.wordpress.com](http://surrealismopordos.wordpress.com)

D) [salvodali.weebly.com](http://salvodali.weebly.com)



## Óptica y Arte: Salvador Dalí creador de imágenes



La calavera de Zurbarán (1956).

[www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

**“En La calavera de Zurbarán, Dalí juega con la concavidad y la convexidad para crear la duda en el espectador”.**

Para la creación de imágenes imposibles utiliza la ruptura de las leyes lógicas, por ejemplo en *El farmacéutico del Ampurdán buscando absolutamente nada*, una figura levanta el suelo como si fuera una sábana. En ocasiones, en la transición entre el sueño y la vigilia y viceversa, se producen unas alucinaciones visuales pertenecientes al mundo onírico pero proyectadas al real, estas imágenes son las llamadas hipnagógicas. Para poder representarlas sin perder detalle, Dalí tenía un caballete al lado de la cama. Muestra de dichas imágenes es *Monumento hipnagógico*.

Las imágenes que Dalí plasma en sus cuadros más surrealistas mezclan elementos del mundo real y del mundo onírico como en *La tentación de San Antonio*. Para Dalí los sueños están directamente conectados con un hecho real, lo que re-

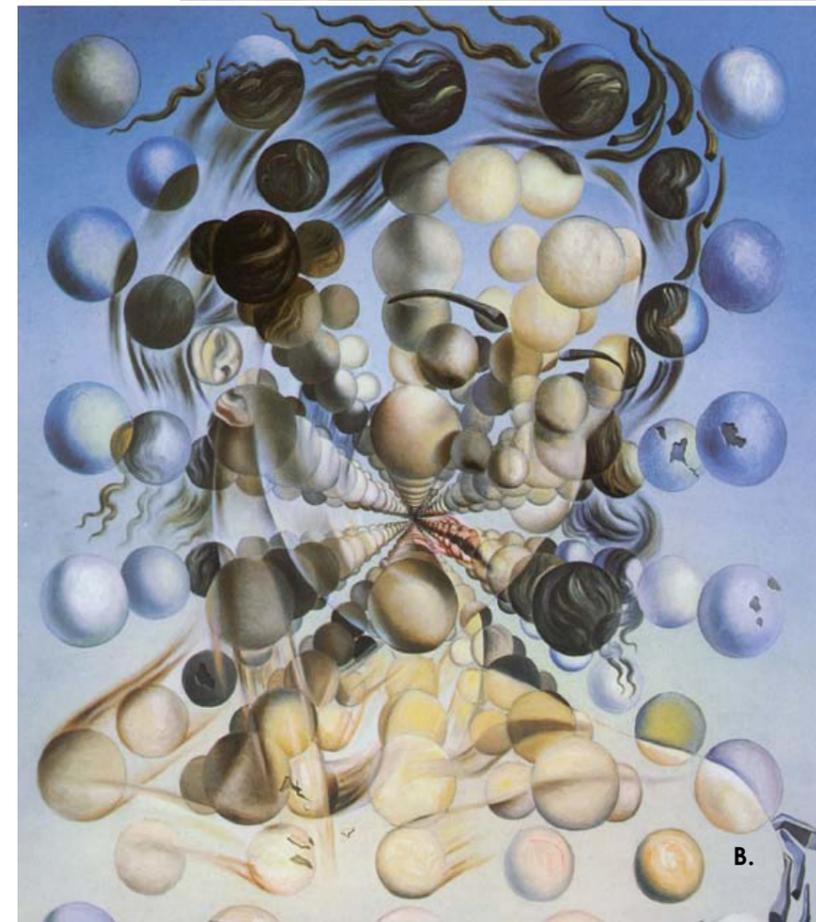
fuerza su credibilidad y alimenta la confusión entre sueño y realidad.

El anamorfismo está muy presente en su obra. Dalí no se limita a distorsionar una imagen, sino que crea dos imágenes con una interpretación completamente distinta, una de ellas aparente y otra oculta que únicamente se revela por reflexión en un espejo cilíndrico colocado correctamente.

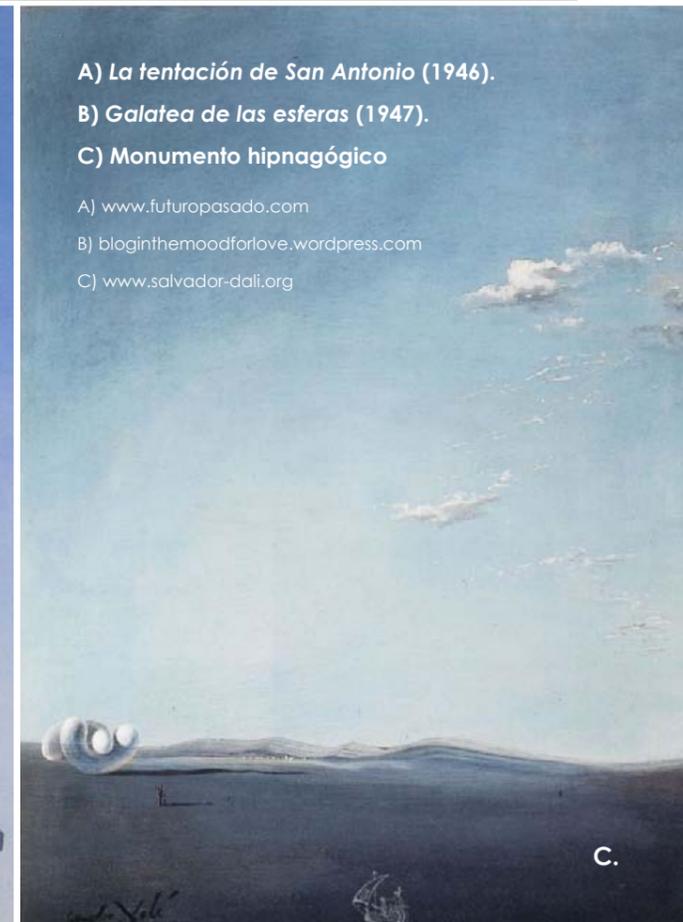
Para Dalí cada uno es capaz de redescubrir sus imágenes internas y hacer sus propias proyecciones (paranoicas) en su entorno, en el paisaje, en las nubes, las manchas, en obras de arte, textos, fotografías, pinturas. Son las imágenes pareidólicas. Dalí se inspiraba para muchos de sus cuadros en el paisaje salvaje y extraño de la Costa Brava, percibiendo en la forma de sus rocas nuevas formas, imágenes, cuerpos y figuras a primera vista invisibles.



A.



B.



C.

A) La tentación de San Antonio (1946).

B) Galatea de las esferas (1947).

C) Monumento hipnagógico

A) [www.futuropasado.com](http://www.futuropasado.com)

B) [bloginthemoodforlove.wordpress.com](http://bloginthemoodforlove.wordpress.com)

C) [www.salvador-dali.org](http://www.salvador-dali.org)

# Óptica y Arte: Salvador Dalí creador de imágenes

## Imágenes místicas y Pop-art

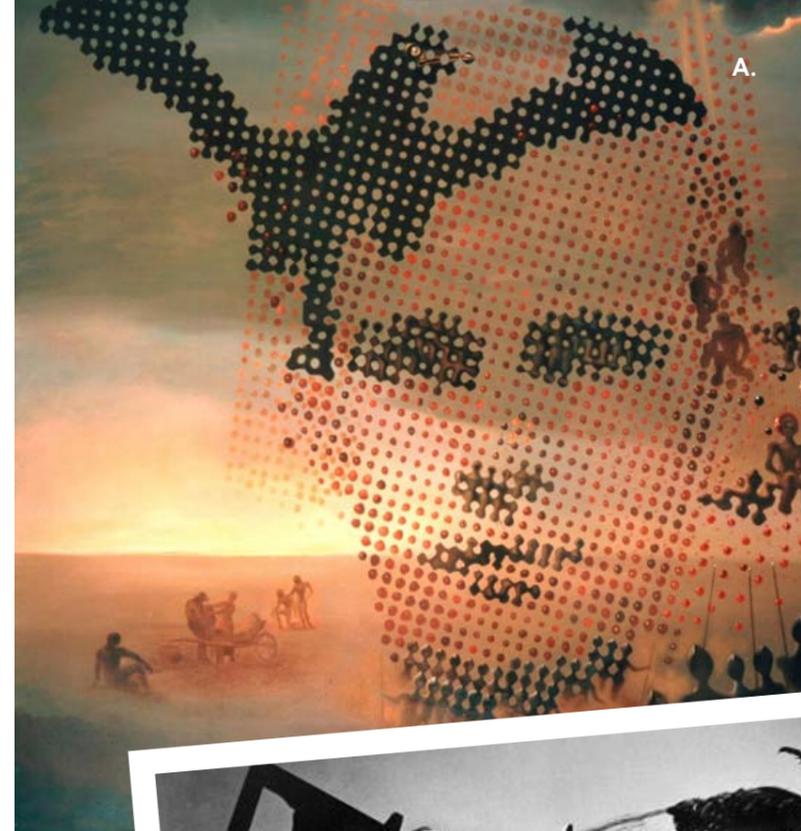
La explosión de la primera bomba atómica despertó el interés de Dalí por la Física Nuclear, impregnando su obra de un misticismo atómico que sintetiza en sus cuadros los motivos místico-religiosos y los avances científicos vinculados a la energía atómica y la física cuántica. Los recursos plásticos que utilizó para tal fin son la fragmentación de los objetos, a modo de átomos, y la supresión aparente de la ley de la gravedad. En *Galatea de las esferas*, Gala aparece formada por átomos. Se ve claramente la línea de fuga en el centro haciendo así más fácil la visión por parte del espectador. En *Retrato de mi hermano muerto* vemos representado tanto a Dalí (las cerezas rojas) como al hermano muerto (las negras). Se trata de una obra en la que pretende representar la antimateria. En ambas obras se evidencia el uso de leyes de percepción de la Gestalt. Esta última obra puede considerarse representante del Pop-Art,

estilo artístico desarrollado en los años 50. Así como también la imagen Mao-Marilyn puede considerarse precursora del estilo desarrollado por Andy Warhol.

Otra de las técnicas utilizadas por Salvador Dalí, con gran dependencia de la Óptica, son los mosaicos, ya que dependiendo de la cantidad de luz ambiental y la distancia de observación en el mosaico veremos una imagen u otra.

## La percepción de la tercera dimensión

Dalí se interesó por la holografía en 1965 con el fin obtener imágenes en tres dimensiones. El ejemplo más conocido es *Holos! Holos! Velázquez, Gabor!*. A finales de 1970, decepcionado con la holografía, Dalí experimenta con la estereoscopia, creando un gran número de pinturas acopladas que presenta una escena tridimensional cuando son fusionadas ópticamente por el espectador, ejemplo de ello es



A) *Retrato de mi hermano muerto* (1963).

B) *Mao-Marilyn* (1955).

C) *In Voluptas Mors*.

D) *Dalí Atomicus* (1948).

A) [oportunidadenlapoesia.wordpress.com](http://oportunidadenlapoesia.wordpress.com)

B) [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

C) [dontpaniconline.com](http://dontpaniconline.com)

D) Dalí Atomicus

## Óptica y Arte: Salvador Dalí creador de imágenes

*Batalla en las nubes.* Para ello, el espectador ha de mirar a través de espejos en ángulo o de lentes especiales diseñadas para crear el efecto de visión estereoscópica.

### Fotografía y cine

Entre las fotografías más destacadas, en las que colaboró el artista, encontramos *Dalí Atomicus* e *In Voluptas Mors*, en colaboración con el fotógrafo Philippe Halsman, donde exploran la idea de la suspensión y de la muerte respectivamente. En el cine destaca su colaboración con Luis Buñuel en *Un perro andaluz* (1929), considerada la primera película del movimiento surrealista. Se trata de un cortometraje provocativo, con imágenes ilógicas, violentas, e irreales. En ella se da una mezcla de sueños e imaginación, con una historia sin sentido alguno aparentemente, sin un inicio o fin establecidos, donde las escenas cambian rápidamente, y los personajes aparecen en lugares totalmente diferentes, una escena tras otra. También colaboró con Hitchcock en la escenografía onírica de *Recuerda* y con Walt Disney en *Destino*.

### Dalí, ojos y gafas

Además de recurrir a elementos de percepción visual y a técnicas ópticas, el ojo es algo fundamental en la obra de Dalí, no solo en la pintura, sino también en la escenografía de las películas en las que participaba o en sus joyas, creadas entre 1941 y 1979. El ojo para Dalí es un símbolo de la percepción, que le da la oportunidad de fotografiar el pensamiento y representa a la figura del espectador-observador.

Finalmente, dentro de la colección de ideas futuristas de Dalí encontramos esta litografía de mediados de los años 70. Forma parte de una serie llamada *Objetos e inventos del futuro*. Por el nombre se deduce lo que Dalí pretendía conseguir en un futuro de estas gafas, que servirían para ver objetos imaginarios y para plasmar los sueños que no podía recordar con detalle para sus obras.

Juan A. Vallés

Dpto. de Física Aplicada  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza

*Un perro andaluz* (1929).

[www.rtve.es](http://www.rtve.es)



A.

A) *El ojo del tiempo* (1949).

B) *El ojo* (1945).

C) *Decorado de Recuerda* (1945).

D) *Gafas con hologramas y equipos para ver objetos imaginarios* (1975-76).

A) [www.salvador-dali.org](http://www.salvador-dali.org)

B) [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

C) [olestarts.com](http://olestarts.com)

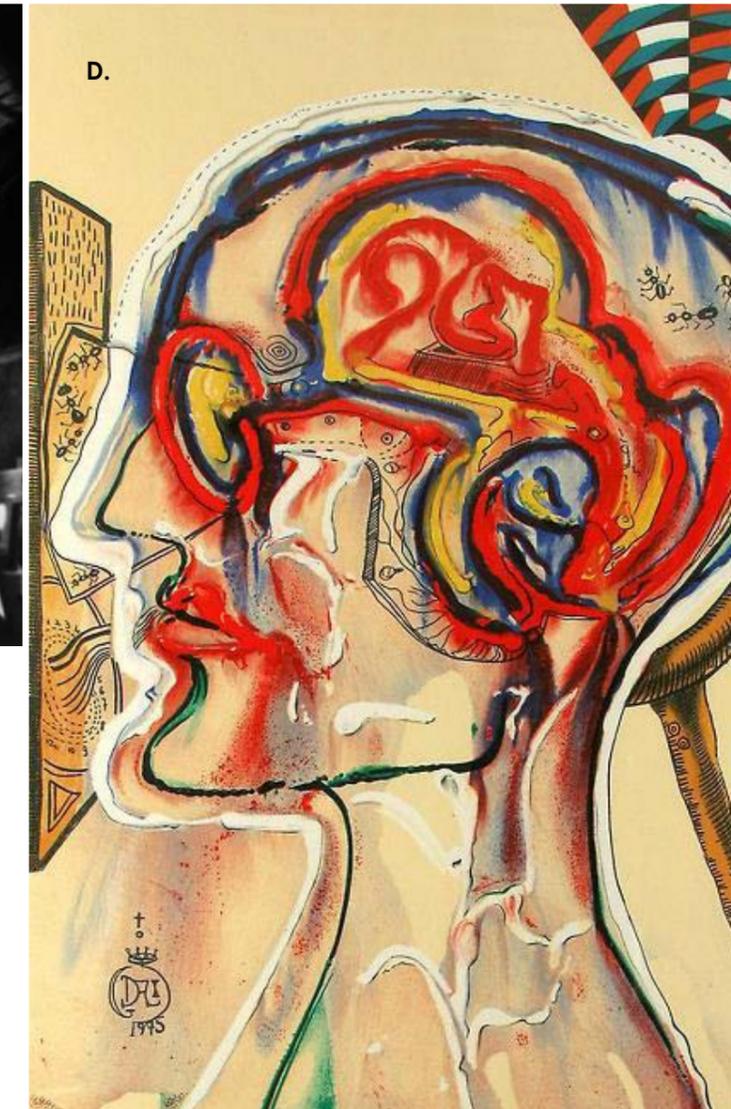
D) [biancadobrescu.wordpress.com](http://biancadobrescu.wordpress.com)



B.

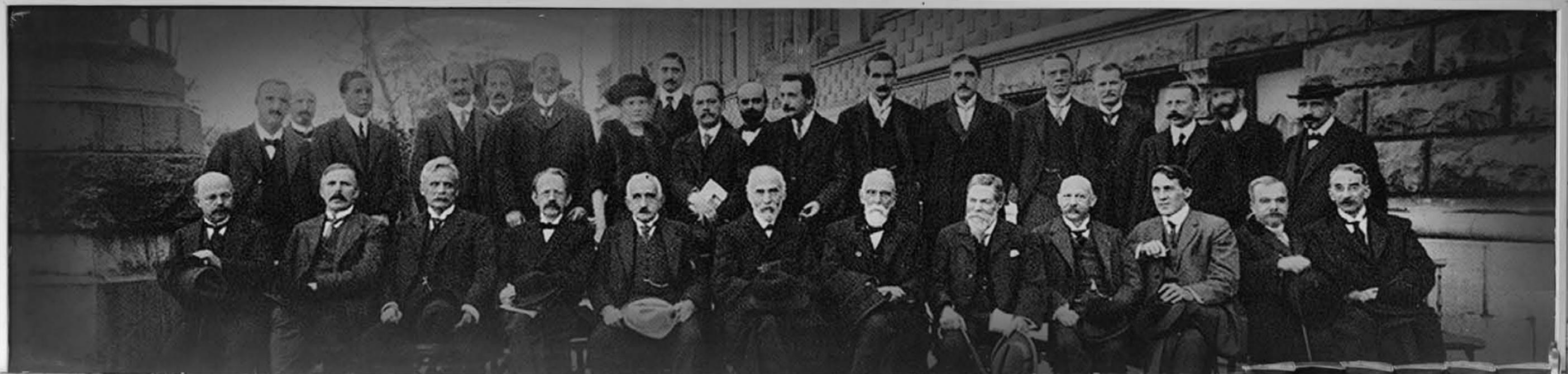


C.



D.





# LAS CONFERENCIAS SOLVAY: UNA OPORTUNIDAD PARA LA DIDÁCTICA (PARTE I)

**POR GABRIEL PINTO,  
MANUELA MARTÍN  
Y MARÍA TERESA MARTÍN**

“Se pone de manifiesto la relevancia que debería poseer la Historia de la Ciencia en la enseñanza de la Física y la Química”.

## Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica (parte I)

**E**n este trabajo, tras reflexionar sobre la importancia de la Historia de la Ciencia en las enseñanzas de Física y de Química en los distintos niveles educativos, se introducen, como ejemplo de ello, las Conferencias Solvay. En esta primera parte se aborda la historia de la obtención de sosa (producto químico que permitió a Ernest Solvay patrocinar estas conferencias, entre otras iniciativas de mecenazgo), así como una referencia a las dos primeras, celebradas en 1911 y 1913. En una segunda parte, que aparecerá publicada en el próximo número de *conCIENCIAS*, se describen las siguientes conferencias (celebradas desde 1921 al presente) y se concretan algunas propuestas educativas.

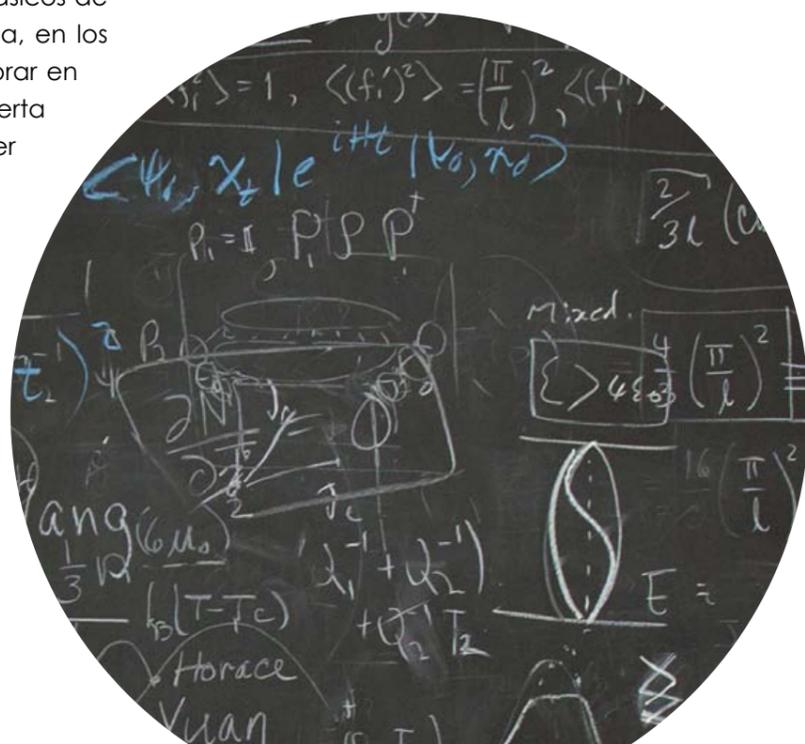
### HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA

Está bien admitida la importancia que para el aprendizaje de las ciencias experimentales en general, y de la Física y la Química en particular, poseen los enfoques conocidos como C-T-S (Ciencia-Tecnología-Sociedad) y otros análogos como los basados en la contextualización. Por otra parte, uno de los objetivos básicos de las asignaturas de Física y de Química, en los distintos niveles educativos, es colaborar en la preparación de ciudadanos con cierta cultura científica. En este sentido, Driver y col.<sup>1</sup> definieron la cultura científica (*scientific literacy*) como el conocimiento sobre: (a) conceptos físicos y modelos, (b) procesos científicos, y (c) contextos sociales en los que la ciencia es relevante. La enseñanza de las ciencias se ha enfocado habitualmente ha-

cia la primera faceta y no tanto en el desarrollo de las ideas y en la implicación de lo estudiado en el contexto social e histórico de los alumnos.

Hodson indicó que el conocimiento científico deseable en los ciudadanos debería permitir “desarrollar una comprensión de la naturaleza y los métodos de la Ciencia, una apreciación de su historia y desarrollo, y una conciencia de las a menudo complejas interacciones entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Medio Ambiente”<sup>2</sup>. Talanquer discutió recientemente diez “facetas” o perspectivas complementarias de la Química con objeto de resaltar la naturaleza multidimensional de su enseñanza: (1) grandes ideas, (2) cuestiones esenciales, (3) conceptos transversales, (4) dimensiones conceptuales, (5) tipos de conocimiento, (6) escalas dimensionales, (7) modos de razonamiento, (8) aspectos contextuales, (9) consideraciones filosóficas y (10) visiones históricas<sup>3</sup>.

Así, con las referencias señaladas, a modo de ejemplo, se pone de manifiesto la relevancia que debería poseer la Historia de la Ciencia en la enseñanza de la Física y la Química.



En la práctica docente tradicional, el estudio histórico de estas ciencias suele limitarse normalmente a aspectos puntuales, como anécdotas referidas por parte del profesor y algunas reseñas recogidas en los libros de texto. Por distintas razones, no es fácil dedicar mucho más tiempo en el aula a esta cuestión y, aunque sea solo alguno de esos aspectos señalados, lo consideramos positivo e instructivo. Por ejemplo, a nivel de España, se suele señalar que Proust estableció la ley de proporciones definidas, a finales del siglo XVIII, mientras trabajaba en el Real Colegio de Artillería de Segovia, que tres elementos fueron descubiertos por españoles (el platino por Antonio de Ulloa, el wolframio por los hermanos Juan José y Fermín Fausto de Elhúyar, y el vanadio por Andrés Manuel del Río), o que las minas de Almadén han sido explotadas desde hace dos mil años por ser la mayor reserva mundial de cinabrio (mineral del que se obtiene mercurio).

De forma sistemática, y a un nivel más amplio, suele ser común la descripción de la evolución de los modelos atómicos cuando se estudia la estructura de la materia, o de la evolución, aunque sea somera, de las principales teorías de ácidos y bases. Aún así, como indican Farías y Molina, “el tratamiento del tema de la estructura atómica deja una imagen de la ciencia inconexa a partir de descubrimientos aislados realizados por científicos que trabajan in-

www.huffingtonpost.com

**“La introducción de aspectos históricos en la enseñanza de las ciencias suele quedar al arbitrio del profesor”.**

www.flickr.com

## Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica (parte I)



Asistentes a la Primera Conferencia Solvay de Física (1911).

Imagen cedida por el autor.

dividualmente, lo cual no permite comprender cómo es la Ciencia, cómo funciona y cómo se presenta”<sup>4</sup>.

En resumen, la introducción de aspectos históricos en la enseñanza de las ciencias suele quedar al arbitrio del profesor, y los alumnos de ESO y Bachillerato, en general, no suelen tener una idea clara de cómo se ha construido el *corpus* de estas materias. Buena parte de ellos se limitan a memorizar reglas de formulación, leyes y ecuaciones, frecuentemente asociadas a nombres de científicos (Arrhenius, Le Chatelier, Einstein...). ¡Cuántos alumnos confunden el nombre de Pauli (al estudiar el principio de exclusión que enunció) con el de Pauling (referido al estudiar su escala de electronegatividades)!

En todo este contexto, recientemente se celebraron los centenarios de las dos primeras Conferencias Solvay de Física. Con este motivo, recabamos información al respecto, así como de

otra reunión de naturaleza análoga pero sobre Química (celebrada en 1913), y publicamos varios artículos, donde se resumen los aspectos tratados y otras consideraciones históricas asociadas<sup>5-7</sup>.

En este trabajo (dividido en dos partes) se recoge una información general sobre las Conferencias o Congresos (*Conseils* en francés) Solvay de Física y de Química, que pensamos puede ser de utilidad para docentes de distintas asignaturas y niveles de estas materias. A través de su estudio, se pueden introducir diversos aspectos sobre la Historia de la Ciencia, la Química (obtención y aplicaciones del carbonato de sodio, etimología de términos, química industrial, formulación y nomenclatura...) y relaciones C-T-S (importancia de la sosa Solvay, ciencia en tiempos de guerra...). Estas conferencias, que aún se celebran, destacaron en el desarrollo de la Mecánica Cuántica y del conocimiento de la estructura de la materia pero

también, y de ahí su importancia, reflejan el avance durante el siglo XX de la Ciencia en general, y la Física y la Química en particular, como fruto de una obra colectiva. Con sus peculiaridades, son ejemplos de las reuniones de científicos de diversos países que, desde la segunda mitad del siglo XIX, como novedad frente a los siglos anteriores, iniciaron un proceso de discusión común a través de congresos y conferencias. Además, sirven para ilustrar la importancia económica e industrial de un compuesto químico aparentemente anodino, el carbonato de sodio, o cómo un científico asiduo a estas conferencias sirvió de inspiración a un personaje de cómics bien conocido, entre otros aspectos.

En concreto, en multitud de libros de texto hay dos fotografías de físicos y químicos reunidos, y no suele especificarse qué reflejan sendas Conferencias Solvay; en la primera (ver figura), que data de 1911, están en torno a una mesa de trabajo del Hotel Metropole y en la segunda, de 1927, están posando en el exterior del edificio del Instituto de Fisiología Solvay. Son dos imágenes emblemáticas de la Historia de la Ciencia, probablemente solo superadas en cuanto a difusión por algunas fotografías de Albert Einstein y de Marie Curie. Ambos, además, salen en las dos fotografías citadas, dado que fueron asistentes habituales a las primeras Conferencias Solvay, siempre celebradas en Bruselas.

Aunque no hemos encontrado mucha más información al respecto, sí se puede afirmar que tanto estas como otras fotografías de las primeras Conferencias Solvay fueron realizadas por el fotógrafo Benjamin Couprie (belga o francés, según la fuente). Incluso en la primera fotografía de ellas existe una teoría según la cual la imagen de Ernest Solvay fue incluida posteriormente<sup>8</sup>.

**“Recientemente se celebraron los centenarios de las dos primeras Conferencias Solvay de Física”.**

.....  
**Marie Curie (1867-1934).**

lotten.se



## Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica (parte I)

Antes de comentar características y logros de estas Conferencias, se ha considerado oportuno introducir aspectos como la importancia del carbonato sódico, del proceso industrial para obtenerlo (origen de la financiación de las citadas conferencias) y de la biografía de su inventor, Ernest Solvay.

### OBTENCIÓN INDUSTRIAL DE SOSA (CARBONATO DE SODIO): IMPORTANCIA HISTÓRICA E IMPLICACIONES ETIMOLÓGICAS

Si bien las Conferencias Solvay tienen, sin lugar a dudas, un nombre propio, el de Ernest Solvay, su patrocinador y fundador, también se puede decir que su viabilidad económica se debe, esencialmente, a la obtención industrial de un producto químico: el carbonato de so-

dio,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , conocido industrialmente como sosa y, de forma más específica, "sosa Solvay".

La parte que se conoce como "química descriptiva" no es apreciada normalmente ni por los alumnos, que la consideran a veces meramente como un conjunto de reacciones y procesos a memorizar, ni por profesores, que suelen percibirla como árida y poco proclive a la creatividad y al razonamiento crítico. Sin embargo, consideramos que puede (y quizá debe) ser también un aspecto motivador e ilustrativo del papel de la Química, que provee miles de sustancias para aplicaciones variadas. En este caso, se aportan ciertos datos sobre la sosa que corroboran esto y que, además, explican el origen filológico de términos químicos como *alcalino*, *sosa*, *sodio* y *nitrógeno*.

Una cuestión que siempre se puede reforzar con los alumnos es la nomenclatura. Así, el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , se puede nombrar como trióxocarbonato(IV) de sodio con nomenclatura Stock y, según las recomendaciones de la IUPAC de 2005, como: carbonato de sodio (nombre tradicional), trióxidocarbonato de sodio (nomenclatura de composición o sistemática estequiométrica) y trióxidocarbonato(2-) de sodio (nomenclatura de adición).

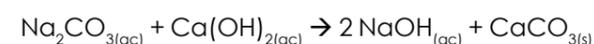
**“Aunque hay cierta controversia al respecto, parece que el término natrón procede del nTr del Antiguo Egipto que significa *divino* o *puro*”.**

.....  
**Sarcófago del Antiguo Egipto.**

www.suggestkeyword.com



Su nombre vulgar o habitual puede dar lugar a equívocos, porque como "sosa" se denomina en libros de texto al  $\text{NaOH}$ , como abreviatura de "sosa cáustica", dado que se obtiene por caustificación de la sosa, según la reacción (a cerca de  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ):



El  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  es un compuesto natural, pero presente en depósitos poco abundantes del mineral conocido como natrón ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). En la civilización egipcia se usaba para los procesos de: momificación (como agente deshidratante y, por su carácter básico, también bactericida); conservación de carne y pescado (por deshidratación, de forma análoga al efecto producido por el  $\text{NaCl}$  que se emplea para preparar productos como el jamón serrano o la mojama); fabricación de vidrio; y fabricación de la cerámica vítrea conocida como fayenza (preparada con arena y pigmentos, además del natrón), entre otros. Y también se utilizaba como insecticida, producto de limpieza en el hogar, y para higiene corporal y den-

tal. Por ejemplo mezclado con grasas animales permitía preparar jabones<sup>9</sup>.

Los egipcios extraían el natrón de los lagos de *Wadi El Natrun*. El término *wadi* o *uadi* es un vocablo de origen árabe que significa valle y río, y por eso es tan abundante en la toponimia española (Guadalajara, Guadalquivir...). Aunque hay cierta controversia al respecto, parece que el término *natrón* procede del "nTr" del Antiguo Egipto que significa "divino" o "puro". Posiblemente, a través de otros idiomas, llegó al latín como *nitrum* y del árabe al español *natrón* (y de éste al inglés y francés).

Con el tiempo, el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  se obtuvo en Europa de barrilla, formada por cenizas de las plantas barrillas o salsola (*Salsola soda*, al derivarse del término latino *salsus*, salado), que habitan en medios muy salinos y acumulan sales minerales en su interior. Esas cenizas se conocían en árabe como *al-qili* o como *sawda* (que significa "negra", por el color de las cenizas). En la Edad Media se preparaba con carbonato de sodio un remedio denominado "sodanum" (del ára-

## Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica (parte I)



Estatua de Nicolas Leblanc en el Conservatoire National des Arts et Metières (París).

Imagen cedida por el autor.

be suda, dolor de cabeza) para aliviar las jaquecas, por lo que pudo pasar al inglés como soda y al español como sosa.

Cuando se aisló el elemento químico presente en la soda se llamó *sodium* en latín científico y de ahí al español "sodio", aunque el símbolo universal se mantuvo como Na, derivado de natrón. Lavoisier se refirió al nitrógeno como "azote" (ázoe), sin vida, y Jean Antoine Chaptal, alrededor de 1790 propuso denominarlo *nitrogène* "productor de nitro" (es decir, salitre, formado por  $\text{KNO}_3$  y  $\text{NaNO}_3$ , indistintamente).

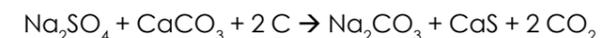
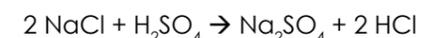
En el siglo XVIII existía una gran demanda de lejías preparadas con cenizas vegetales ricas en sosa y potasa ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) para blanqueo de tejidos (algodón, lino y lana) así como para la obtención de papel, jabón y vidrio. La obtención a partir de cenizas de árboles ocasionaba problemas de deforestación. Por eso, la obtención de barrilla fue una importante industria en esa época en el Levante español y en las Islas Canarias. En Escocia también, pero a partir de cenizas de algas marinas.

En 1783, la *Académie Royale des Sciences* (fundada en 1666) ofreció un premio para quien descubriera un método de obtención de dicha sustancia a partir de la sal marina. En 1789 Nicolas Leblanc (Ivoy-le-Pré, 1742 – Saint Denis,

1806), médico de Luis Felipe II, duque de Orleans, encontró la solución. El duque pensaba que no tendría problemas, porque había firmado a favor de la pena de muerte para su primo Luis XVI y fue partidario de la revolución (se le conoció como "Felipe Igualdad"), pero fue guillotinado en 1793, durante el Reino del Terror. En la figura se recoge una fotografía con la estatua de Leblanc ubicada en el *Conservatoire National des Arts et Metières* de París.

Leblanc, con el patrocinio del duque de Orleans, inauguró la primera fábrica de sosa en 1791 pero, tras la muerte del duque, tuvo que hacer público el procedimiento, de acuerdo a los intereses del Comité de Salud Pública, que instaba al sacrificio generoso de todo tipo de secretos a favor de la patria. Sin haber recibido el dinero prometido en el premio y arruinado, Leblanc se suicidó en 1806. En la década de 1830 el método estaba ampliamente extendido.

El proceso Leblanc constaba de dos etapas principales, resumidas en las reacciones:



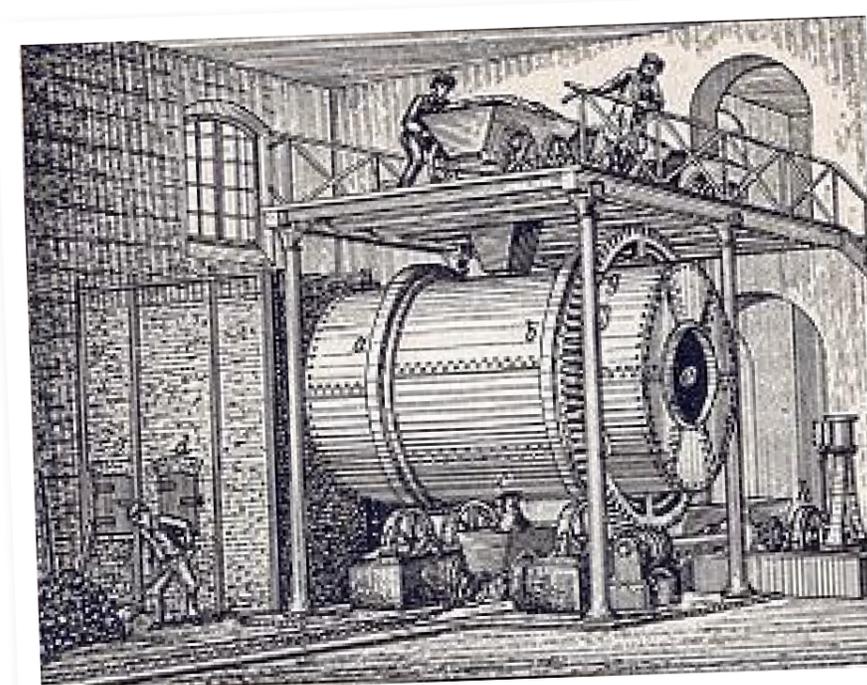
Son reacciones de aparente sencillez, pero complicadas de llevar a la práctica a nivel industrial. En la figura se representa una ilustración de parte del proceso Leblanc. Las materias

primas en este método son sal común, ácido sulfúrico, carbón y caliza. Hacia 1850 los mayores productores de sosa eran el Reino Unido y Francia. Enseguida se reveló como una industria muy dañina para el medio ambiente. El HCl se liberaba directamente a la atmósfera y se producía un residuo sólido insoluble y maloliente de CaS sin valor económico. Estos restos se esparcían por el campo, dándose la reacción, con la consiguiente emisión del ácido sulfhídrico,  $\text{H}_2\text{S}$ :



En todo caso, el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  fue un ingrediente fundamental de la revolución Industrial. El método Leblanc se utilizó ampliamente, permitiendo y favoreciendo, entre otros:

- el desarrollo de la industria textil (blanqueo rápido y barato de las fibras);
- la fabricación de vidrio a gran escala, mejorando calidad y precio;



Horno cilíndrico empleado en el proceso Leblanc en la segunda mitad del siglo XIX, por Hermann Ost.

1791eventi.blogspot.com

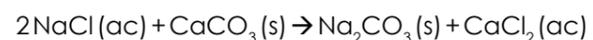
## Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica (parte I)

- el auge de industria de obtención de jabón (que empezó a ser de uso corriente);
- la mejora de la obtención del ácido sulfúrico, debido a su gran demanda, abarató su precio, permitiendo su uso para la fabricación de colorantes y fertilizantes;
- el inicio del desarrollo de la fabricación de muebles, debido a que el ácido sulfhídrico que se obtenía como subproducto permitió la producción de cola a gran escala, por la disgregación química de huesos de animales. Anteriormente, para obtener cola se procedía con residuos animales como pieles, que llegaron a escasear.

Pero el equipo industrial necesario era voluminoso y altamente contaminante. A veces se ha considerado como la primera industria química a gran escala y que también supuso el conoci-

miento de la contaminación industrial y métodos para contrarrestarla. De hecho, la primera legislación mundial en relación a emisiones a la atmósfera puede considerarse que es el *Alkali Act* inglés de 1863, preparado específicamente para esta industria.<sup>9</sup>

La Química, como la Ciencia en general, no es un saber estático. Así, el método industrial de Leblanc se fue sustituyendo por el de Solvay, que se resume en el proceso global:



Este proceso no se puede llevar a cabo directamente por la baja solubilidad del  $\text{CaCO}_3$ , que desplaza el equilibrio hacia la izquierda. Por ello, se produce mediante seis reacciones químicas en un proceso complejo de forma continua. Dados los objetivos de este trabajo

no consideramos pertinente detallar e ilustrar los procesos que, por otra parte, se pueden consultar en multitud de fuentes. No obstante, sí destacamos que supone una oportunidad para que los alumnos aprecien que la mayor parte de los procesos químicos industriales operan en continuo, y no de forma discontinua como en las experiencias que habitualmente realizan en el laboratorio.

### ERNEST SOLVAY: PARADIGMA DEL MECENAZGO CIENTÍFICO

Ernest Solvay fue un químico industrial belga (Rebecq-Rognon, 1838 – Ixelles, 1922) que a los 21 años comenzó a trabajar en el refinado de la sal con su padre y en la fábrica de gas de carbón de un tío suyo. Si bien una enfermedad le había impedido cursar estudios universitarios, adquirió, de forma autodidacta, profundos conocimientos de Física y de Química<sup>5</sup>. En 1861 publicó su primera patente para producción de sosa y en 1863, con la ayuda de su hermano Alfred, estableció su primera fábrica (en Couillet, Bélgica). Una vez perfeccionado el método, adquirió una gran fortuna. En 1886 la producción de sosa por el proceso Solvay igualó a la obtenida por el método Leblanc, cerrándose en 1915 la última fábrica que seguía este último método.

Como gran filántropo, Solvay invirtió parte de su fortuna en promover el avance de la Ciencia. De alguna manera, su labor puede compararse a la de otro químico industrial de la época, el sueco Alfred Nobel (Estocolmo, 1833 - San Remo, 1896). Como es bien sabido, Nobel donó buena parte de lo que ganó con la fabricación de dinamita (esencial para las grandes obras

civiles que se empezaron a abordar a finales del siglo XIX) para premiar a las personas destacadas en beneficio de la humanidad. En la figura se recogen los retratos de ambos químicos industriales.

En cierta ocasión Solvay comentó: "siempre he tratado de servir a la Ciencia, porque la amo y la veo como una promesa de progreso para la Humanidad"<sup>6</sup>. En este sentido, fundó varios

institutos de investigación: de Fisiología (1893), de Sociología (1902, heredero del Instituto de Ciencias Sociales inaugurado en 1893), de Física (1912) y de Química (1913), así como la conocida Escuela de Negocios (1903) de Bruselas. Algunos de estos centros, desde 1970, están integrados en la institución *International Solvay Institutes Brussels*<sup>10</sup>, cuyo primer director, y hasta su muerte en 2003, fue el Premio Nobel de Química (en 1977) belga Ilya Prigogine.

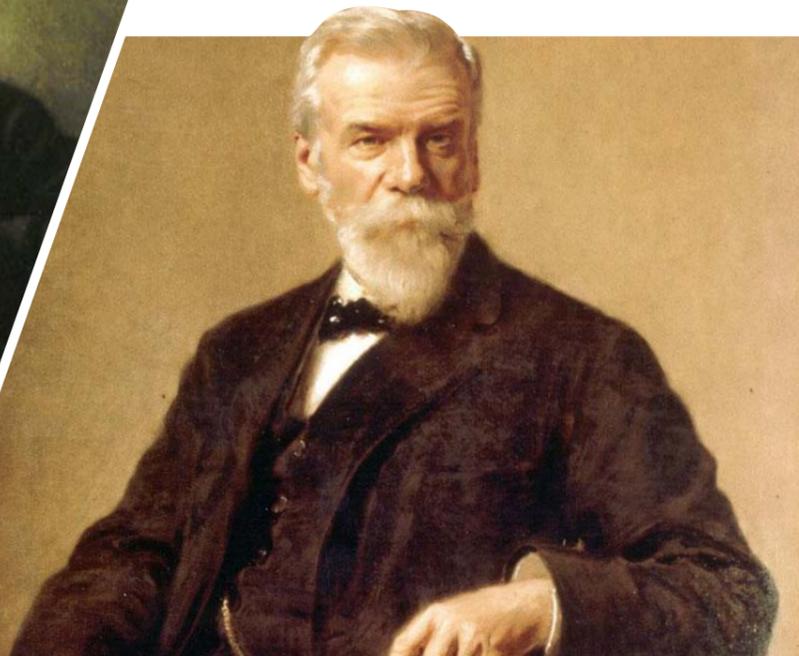
La variedad de institutos creados responde a la idea de Solvay, ciertamente original, de

que los problemas políticos y sociales solo podrían solucionarse por aplicación de los métodos racionales de la Ciencia. Así, llegó a escribir: "*J'ai entrevu, dans les voies nouvelles de la Science, trois directions que j'ai suivies, trois problèmes qui, en réalité, n'en forment à mes yeux, qu'un seul; c'est d'abord un problème de physique générale: la constitution de la matière dans le temps et dans l'espace – puis un problème de physiologie: le mécanisme de la vie depuis ses manifestations les plus humbles jusqu'aux phénomènes de la pensée – enfin, en troisième lieu un problème complémentaire des deux premiers: l'évolution de l'individu et celle des groupes sociaux.*"

**“Como es bien sabido, Nobel donó buena parte de lo que ganó con la fabricación de dinamita para premiar a las personas destacadas en beneficio de la humanidad”.**

De izquierda a derecha, retratos de Alfred Nobel (1833-1896) y Ernest Solvay (1838-1922).

Imagen cedida por el autor (izquierda)  
www.solvay.fr (derecha)



## Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica (parte I)

Complejo fabril de Torrelavega.

lalocuevas1.blogspot.com



Solvay se caracterizó por un interés social acusado. Entendía la riqueza como un medio y no como una finalidad. Antes de que lo recogiera la legislación belga, estableció para sus trabajadores una pensión, jornada de ocho horas y vacaciones pagadas, entre otras mejoras sociales. Llegó a desempeñar cierta actividad política como senador y ministro del rey Alberto I (sobrino de Leopoldo II y nieto de Leopoldo I, primer rey de los belgas tras su independencia de los Países Bajos en 1830)<sup>11</sup>.

En la actualidad la compañía Solvay, ya más diversificada en cuanto a producción de sustancias, tiene 400 centros en 55 países, con más de treinta mil empleados. Como curiosidad, hay una ciudad en el estado de Nueva York que se llama Solvay por la instalación de

una fábrica de este tipo en 1884. En España destacan las instalaciones de Barreda (localidad del municipio cántabro de Torrelavega), en funcionamiento desde 1908, donde había viviendas para empleados, grupo escolar, gimnasio, casino de recreo, caja de socorro para accidentes y enfermedades, cooperativa de consumo, caja de retiro por jubilación e incapacidad, colonia infantil y hasta una casa de reposo. Una información detallada sobre estas instalaciones y sobre los productos obtenidos (e impacto ambiental) se puede encontrar en su página web<sup>12</sup>.

### LAS PRIMERAS CONFERENCIAS SOLVAY

Durante la segunda mitad del siglo XIX se había producido lo que Sánchez Ron denomina "ins-

**“En la actualidad la compañía Solvay tiene 400 centros en 55 países. En España destacan las instalaciones de Barreda, en funcionamiento desde 1908”.**

titucionalización de la Ciencia" debido tanto a la diversificación y mayor complejidad de la práctica científica como a los resultados que, rápida y eficazmente, se van aplicando a la industria. Es una época en la que se produce el paso definitivo del científico como aficionado a profesional<sup>13</sup>.

Por una parte, se siente la necesidad de intercambiar conocimientos y usar un lenguaje común y, por otra, surgen asociaciones e instituciones internacionales.

Ejemplo de lo primero, y dentro de un contexto también de ferias y exposiciones universales, es la convocatoria de Kekulé del emblemático Congreso de Química de 1860 en Karlsruhe, Alemania<sup>14</sup>, al que asistieron, entre otros, Kekulé, Wurtz, Bunsen, Dumas, Cannizzaro, Meyer y Mendeléiev. Otros congresos internacionales fueron el de Química Aplicada (Bruselas, 1894), de Matemáticas (Zúrich, 1897), o de Física (París, 1900). A este último asistieron unos 750 científicos de 24 países.

Ejemplos de entidades científicas creadas son la Asociación Geodésica Internacional (1864), la Comisión Internacional para el Estudio de las Nubes (1891), el Comité Internacional de Pesos Atómicos (1897), el Comité Internacional para la Publicación Anual de Tablas de Constantes

(1909), la Fundación Nobel (1900) o la Asociación Internacional de Academias (1899).

Casi todas las reuniones científicas de finales del siglo XIX y principios del XX presentaban más bien el conocimiento adquirido, mirando así más hacia el pasado que hacia el futuro, a diferencia de lo que serían las primeras Conferencias Solvay. Estas, que son también conocidas como Congresos o Consejos Solvay (en francés *Conseils Solvay*), han reunido a muchos de los mejores científicos de Física y Química del siglo XX<sup>15-17</sup>.

Siempre se ha considerado que la Conferencia Solvay más interesante y emblemática fue la quinta de Física (celebrada en 1927), pues supuso de alguna manera la consolidación de la Física Cuántica. Pero no hay duda de que el avance de la Ciencia requiere su tiempo, para la interpretación de hallazgos y el desarrollo de nuevas teorías. Por ello, de alguna manera, todas las Conferencias han tenido su importancia, al favorecer el intercambio de impresiones entre científicos relevantes de la época.

Hasta la fecha se han celebrado 26 conferencias de Física y 23 de Química (como veremos en la segunda parte). Algunas han sido de gran importancia para la Historia de la Ciencia y han destacado por la singularidad de sus participantes y la naturaleza del tema debatido, que ocupaba una posición central<sup>18</sup>. Así, por ejemplo, la primera conferencia, celebrada en 1911, con el título de "La teoría de la radiación y los cuanta", puso de manifiesto que la Física Clásica o Newtoniana, que funcionaba a la manera de una maquinaria de reloj, determinista y sin influencia del observador, debía completarse por una nueva Física, que recibiría el apelativo de cuántica, para explicar adecuadamente ciertos datos experimentales, como el espectro del cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico y las predicciones de calores específicos a bajas

## Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica (parte I)

temperaturas. A dicha reunión asistieron, entre otros, personajes de la talla de Nernst, Marie Curie, Planck, Sommerfeld, Rutherford, Langevin y Einstein. Tanto la génesis como el desarrollo y conclusiones de esta conferencia fue tratado en un trabajo anterior.<sup>5</sup>

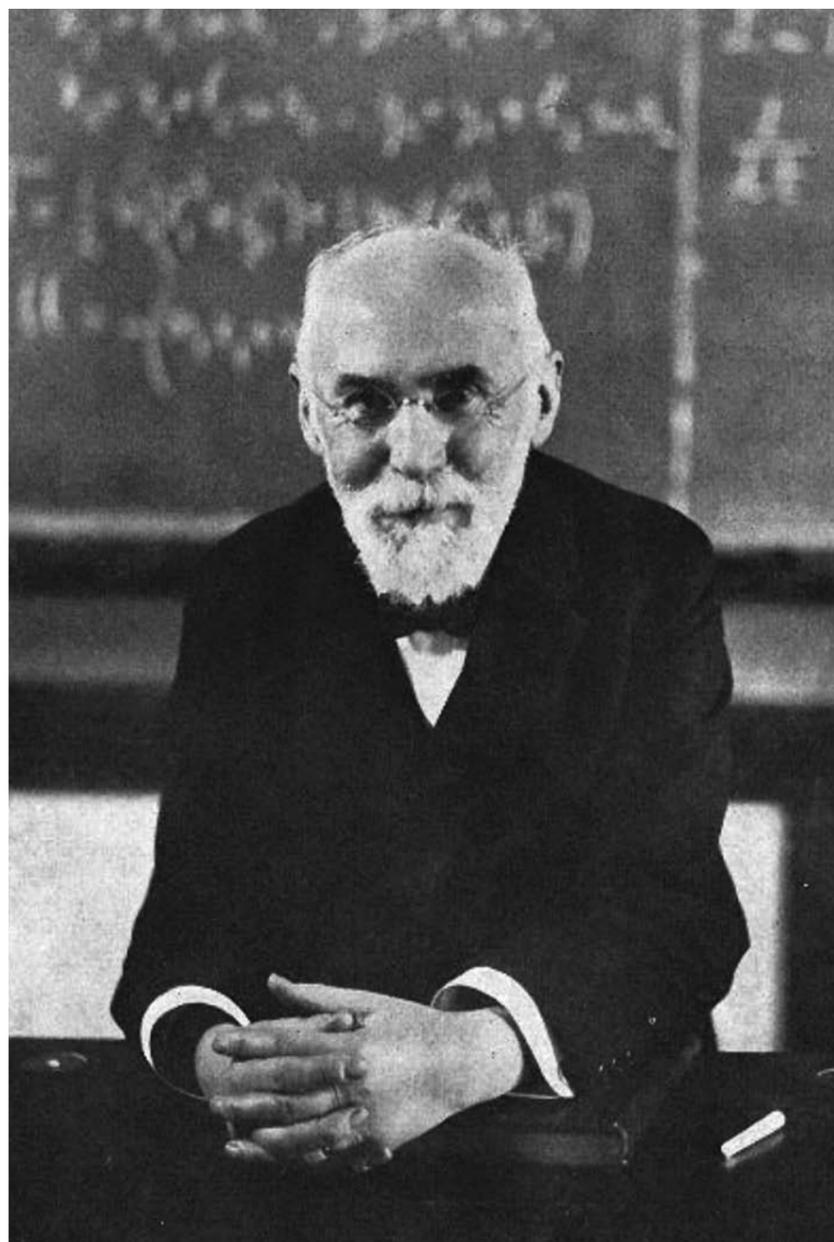
A la hora de preparar esa primera reunión se decidió denominarla "Conseil scientifique" dado que no era exactamente un congreso al uso, sino que había que asistir por invitación. Se descartó, entre otras, la denominación de

"Concile scientifique"<sup>19</sup>. El propio Solvay, sobre la idea e iniciativa iniciales de Nernst y Planck, mostró un interés especial en esa "reunión de sabios" para discutir problemas fundamentales de Física, expresando que se podría conocer así la opinión que les prestaba su peculiar teoría gravito-material, de la que decía "est d'ordre plutôt de philosophie physique que de physique courante". Buscó un equilibrio entre Alemania, Francia y Gran Bretaña y consideró que Bruselas era un entorno "neutral" entre científicos. Además, nombró al físico holandés Lorentz

**Hendrik Antoon Lorentz  
(1853-1928).**

osfundamentosdafisica.blogspot.com

**"Solvay  
nombró al  
físico holandés  
Lorentz como  
presidente de  
la Conferencia,  
considerando  
su carácter  
políglota".**



como presidente de la Conferencia, considerando su carácter políglota. Los expertos debían redactar informes en francés, alemán o inglés, que tendrían que remitir antes de la reunión para su discusión. La publicación posterior de las actas facilitó la difusión de lo discutido.<sup>20</sup>

El carácter peculiar de la I Conferencia Solvay se aprecia cuando se lee cómo Einstein, en la carta a un amigo, la describe de forma humorística como un "aquelarre o reunión de brujas" que habría sido del agrado de "jesuitas demoníacos"<sup>21</sup>.

En la segunda Conferencia Solvay de Física, celebrada en 1913 con el nombre "La estructura de la materia", se discutieron aspectos relevantes sobre estructura atómica (naturaleza de los rayos catódicos, radiactividad, modelo atómico...) y sobre las estructuras cristalinas (difracción de rayos X)<sup>22</sup>. Participaron treinta investigadores de los que diez habían recibido, o la harían pronto, el Premio Nobel. Entre ellos cabe destacar a Thomson, Rutherford, Marie Curie, Laue y Bragg (padre).

En la reunión quedó claro que el átomo tiene un núcleo central muy pequeño con carga positiva y donde se acumula prácticamente toda la masa, como defendía Rutherford (en contra del modelo previo de Thomson). Marie Curie defendió la importancia de las investigaciones sobre radiactividad para descubrir aspectos de la estructura atómica. Además, se dieron a conocer los trabajos de Laue y de los Bragg (padre e hijo), que permitirían conocer la estructura de los cristales y medir la longitud de onda de rayos X. También se realizó una discusión interesante sobre calores específicos entre Nernst, Wien, Lorentz y Kamerlingh Onnes.

### REFERENCIAS:

1. Driver R., Leach J., Millar R., Scott P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham, Reino Unido: Open University Press.
2. Hodson D. (2008). *Towards scientific literacy. A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*. Rotterdam: Sense Publishers, p. 23.
3. Talanquer V. (2013). "Chemistry education: ten facets to shape up". *Journal of Chemical Education*, 90: 832-838.
4. Farías D. L., Molina M. F., (2013). "Análisis del enfoque de historia y filosofía de la ciencia en libros de texto de química: el caso de la estructura atómica". *Enseñanza de las Ciencias*, 31: 115-133.
5. Pinto G., Martín Sánchez M., Martín Sánchez M. T. (2011). "La Conferencia Solvay de 1911: un hito en el desarrollo de la física cuántica". *Anales de Química*, 107: 266-273.
6. Pinto G., Martín Sánchez M., Martín Sánchez M. T. (en prensa). "La Conferencia Solvay de 1913: un avance en el conocimiento sobre la estructura de la materia". *Revista de Física*, en prensa.
7. Pinto G., Hernández, J. M.; Martín Sánchez M, Martín Sánchez M. T. (2014). "La reunión de la Asociación Internacional de Sociedades Químicas celebrada en Bruselas en 1913". *Anales de Química*, 110: 39-48.
8. Harris M. (2011). "The impostor of Solvay", *Physics World*, November: 56. En línea: <http://iopscience.iop.org/pwa/full/pwa-pdf/24/11/phwv24i11a55.pdf> [Consulta: 10 julio 2014]
9. Heaton C. A. (1994). *The world's major chemical industries*, en *An Introduction to Industrial Chemistry*, 2ª ed., C. A. Heaton ed., Blackie Academic & Professional, Londres.
10. International Solvay Institutes. <http://www.solvayinstitutes.be>
11. Devriese D., Despy-meyer A. (1997). *Ernest Solvay et son temps*. Archives de l'Université Libre de Bruxelles. Bruselas.

## Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica (parte I)



VERSCHAFFEL LAUE RUBENS GOLDSCHMIDT HERZEN LINDEMANN de BROGLIE POPE GAUNEISEN HOSTELET  
 HASENDRIL JEANS BRAGG Mme CURIE SOMMERFELD EINSTEIN KNUDSEN LANGEVIN  
 NERNST RUTHERFORD WIEN J.J. THOMSON WARBURG LORENTZ BRILLOUIN BARLOW KAMERLINGH ONNES WOOD GOUY WEISS

### Asistentes a la II Conferencia Solvay de Física (1913).

Imagen cedida por el autor.

**“Marie Curie defendió la importancia de las investigaciones sobre radiactividad para descubrir aspectos de la estructura atómica”.**

Recientemente se publicó un trabajo sobre esta Conferencia donde se abordaron las cuestiones tratadas con cierto detalle<sup>6</sup> (ver fotografía de los asistentes). Aunque se trataron temas importantes, no llegaron a tener una amplia repercusión por el inicio de la guerra.

En el año 1913 se celebró, también en Bruselas y bajo el auspicio de Solvay, una reunión internacional de Química, pero organizada por la *Association Internationale des Sociétés Chimiques*. En dicha reunión se puso de manifiesto la importancia de usar símbolos comunes para facilitar la comunicación científica. Aunque se programó otra reunión similar para el año

siguiente, no se celebraría por la I Guerra Mundial<sup>7</sup>. Así, hubo que esperar hasta 1922 para que se celebrara la primera Conferencia Solvay de Química y hasta 1922 para que continuaran (con la tercera) las de Física.

Una vez introducido el origen de las Conferencias Solvay y descritas de forma somera las dos primeras, en un próximo artículo se introducirán el resto de Conferencias, así como algunas propuestas concretas para sugerir aspectos relacionados con ellas en la enseñanza de la Física y la Química en los distintos niveles educativos.

### AGRADECIMIENTO

Se agradece a la Universidad Politécnica de Madrid la ayuda recibida a través del proyecto de innovación educativa PT14\_15-03002.

Gabriel Pinto, Manuela Martín  
y María Teresa Martín

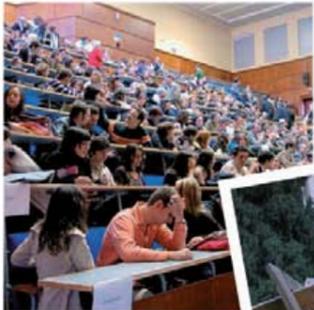
Grupo de Innovación Educativa  
de Didáctica de la Química  
Universidad Politécnica de Madrid

Grupo Especializado de Didáctica e Historia,  
Reales Sociedades Españolas de Física  
y de Química

12. Solvay España. Centro de trabajo de Torrelavega. <http://www.solvay.es/es/solvay-in/locations/torrelavega.html>
13. Sánchez Ron J. M. (1992). *El poder de la ciencia*, Alianza, Madrid.
14. Román Polo P. (2010). “El sesquicentenario del primer congreso internacional de Química”. *Anales de Química*, 106: 231-239.
15. Sánchez Ron J. M. (2005). *Historia de la Física Cuántica: Período fundacional (1860-1926)*, Crítica, Barcelona.
16. Marage P., Wallenborn G. (2001), *Les Conseils Solvay et la physique moderne*, en *Histoire des Sciences en Belgique, 1815-2000*, La Renaissance du Livre, Bruselas.
17. Marage P., Wallenborn G. (2009), *La naissance de la physique moderne racontée au fil des Conseils Solvay*, Editions de l'Université de Bruxelles, Bruselas.
18. Sánchez Ron, J. M. (2009). *Marie Curie y su tiempo*, Crítica, Madrid.
19. Lambert F. J. (2010). “Internationalisme scientifique et révolution quantique: les premiers Conseils Solvay”, *Revue Germanique Internationale*, 12: 159-173.
20. Langevin P., de Broglie M. (1912). *La théorie du rayonnement et les quanta. Rapport et discussions de la réunion tenue à Bruxelles, du 30 Octobre au 3 Novembre 1911 sous les auspices de M. E. Solvay*, Gauthier et Villars, París, 1912.
21. Kormos Barkan D. (1993). “The Witches' Sabbath: The First International Solvay Congress in Physics”, *Science in Context*, 6: 59-82.
22. Institut International de Physique Solvay, *La structure de la matière. Rapports et discussions du Conseil de Physique tenu à Bruxelles du 27 au 31 octobre 1913 sous les auspices de l'Institut International de Physique Solvay*, Gauthier Villars, París (1921). Accesible, por ejemplo, en: <http://tinyurl.com/b4f7ueq>

*Construyendo...*

*...el Espacio Europeo  
de Educación Superior*



**Grado en Biotecnología**  
**Grado en Física**  
**Grado en Geología**  
**Grado en Matemáticas**  
**Grado en Óptica y Optometría**  
**Grado en Química**

**GRADOS**



**Máster en Biología Molecular y Celular**  
**Máster en Física y Tecnologías Físicas**  
**Máster en Geología: Técnicas y Aplicaciones**  
**Máster en Modelización e Investigación Matemática,  
Estadística y Computación**  
**Máster en Investigación Química**  
**Máster en Química Industrial**  
**Máster en Química Molecular y Catálisis Homogénea**  
**Máster en Nanotecnología Medioambiental  
(ENVIRONNANO)**  
**Máster en Materiales Nanoestructurados para  
Aplicaciones Nanotecnológicas (NANOMAT)**  
**Máster Erasmus Mundus en Ingeniería de Membranas**

**MÁSTERES**



*¡Matricúlate!*

[ciencias.unizar.es/web](http://ciencias.unizar.es/web)

