

LA LUZ, EL MARAVILLOSO INSTRUMENTO DE LA CIENCIA

POR EL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE ELECTO

EXCMO. SR. DR. D. VICENTE VILAS SÁNCHEZ

DISCURSO LEÍDO EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN ACADÉMICA
EL DÍA 22 DE MAYO DE 2018

DISCURSO DE PRESENTACIÓN DEL ACADÉMICO DE NÚMERO
Y VICEPRESIDENTE FUNDADOR DE LA ACADEMIA

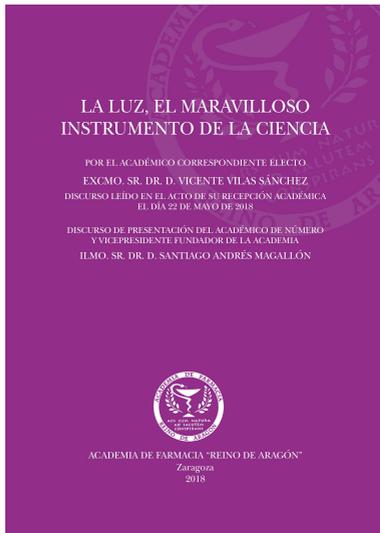
ILMO. SR. DR. D. SANTIAGO ANDRÉS MAGALLÓN



ACADEMIA DE FARMACIA "REINO DE ARAGÓN"

Zaragoza

2018



Edita:

Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza

Distribuye:

Academia de Farmacia "Reino de Aragón"

Imprime:

Cometa, S.A.
Ctra. Castellón, km 3,400 – 50013 Zaragoza

Depósito Legal:

Z 824-2018

Sumario

<i>Discurso de presentación</i>	
Ilmo. Sr. Dr. D. Santiago Andrés Magallón.....	5
<i>Discurso de recepción académica</i>	
Excmo. Sr. Dr. D. Vicente Vilas Sánchez.....	9
La luz, el maravilloso instrumento de la ciencia.....	12
El color del cielo.....	12
Análisis espectral.....	13
Radiaciones electromagnéticas polarizadas	17
La materia como emisor electromagnético	19
Fisiología Oftálmica	20
Bibliografía.....	23

Discurso de Presentación

Ilmo. Sr. Dr. D. Santiago Andrés Magallón

Académico de número

Excelentísimas e ilustrísimas autoridades académicas, colegiales y de la Administración,
Compañeros académicos, Sras. y Sres.,
Amigos:

Es para mi un gran honor, representar a nuestra querida Academia en la solemne sesión de esta tarde, con motivo de la presentación del Excmo. Sr. Prof. Vicente Vilas Sánchez, una de las figuras más importantes de la Farmacia Española. Inmejorable persona, de elevada altura científica, excelente y pedagógico profesor, gran comunicador y amigo.

El Dr. Vilas es aragonés, de Zaragoza, y siempre que puede regresa a su tierra. Tal es el caso de las varias intervenciones que ha tenido, cuando con la amabilidad que le caracteriza y por requerimiento de nuestro Colegio de Farmacéuticos de Zaragoza, ha intervenido en importantes eventos realizados en nuestra ciudad. Uno de los más recordados pudiera ser la conferencia que protagonizó en la inauguración de la Expo 2008 titulada: «El Agua, esa molécula indispensable para la vida», en la que explicó toda la físico-bioquímica del agua, de forma amena, breve e inteligible para cualquier persona del auditorio.

El currículum del Prof. Vilas es tan extenso, que sólo expondré los aspectos más relevantes del mismo: Realizó sus estudios en la Complutense de Madrid, obteniendo tanto en la licenciatura en 1958 como en el doctorado (1963), sobresaliente con premio extraordinario. Es también Licenciado en Ciencias Biológicas (1967), con sobresaliente, Diplomado en la Escuela de Bromatología (1960) y Diplomado en Óptica Oftálmica (1962).

Toda su vida académica ha estado vinculado a la cátedra de Físico-Química y Técnicas Instrumentales, desde alumno, ayudante (1957) y profesor adjunto, todo en la Facultad de Farmacia de la Complutense de Madrid. Posteriormente fue Prof. Agregado en la Facultad de Farmacia de Barcelona (1968-1976). Retorna a la Complutense de 1976 a 1981. Tras un breve paso por la Universidad de Valencia ya como

catedrático (1981-1982), llega a la Facultad de Farmacia de Alcalá, donde ejerció como catedrático numerario de Físico-Química desde 1982, hasta su jubilación, desempeñando además, el cargo de Decano la mayor parte del tiempo.

En su etapa en Barcelona y durante un curso de espectrofotometría impartido en la Facultad de Farmacia de la Ciudad Condal, conoce a la que sería su mujer, Rosa, también farmacéutica y oriunda de la más paradisíaca de las islas Baleares, Ibiza. Ella ha sido y es su mano derecha e izquierda, ayudando a que el Prof. Vilas alcanzase el grado de honorabilidad que muestra hoy en día.

El Dr. Vicente Vilas ha sido el creador de la «Óptica Farmacéutica». Ya antes incluso de iniciar su etapa como profesor, regentó una Óptica Militar en Madrid. Experto en radiaciones lumínicas y visión de los colores (tema con el que nos obsequiará esta tarde), técnicas fotográficas, aspecto electrofísicoquímico del mecanismo de la visión, sistemas ópticos del ojo humano, etc.

Fue durante su etapa en la Facultad de Barcelona, donde desplegó mayormente sus conocimientos en Óptica Oftálmica. Desde 1970 a 1973, dirigió el curso de Óptica Oftálmica y Acústica Audiométrica para farmacéuticos, consiguiendo en 1974, siendo ministro el Prof. y Farmacéutico Federico Mayor Zaragoza, la creación de la Escuela Profesional de Óptica Oftálmica y Acústica Audiométrica de la Universidad de Barcelona, dependiente del departamento de Físico-Química de la que el Prof. Vilas Sánchez fue Director-Fundador. Es en esa época desde 1973, donde el que les habla coincidió con el Dr. Vicente Vilas, siendo mi profesor, director de la Escuela de Óptica y quien me hizo amar la Óptica Farmacéutica, realizando mi tesis doctoral sobre lentes de contacto en el Departamento de Físico-Química, ingresando, al final de los 80 como profesor de dicha Escuela de Óptica, hasta que, tristemente, se cerró en 2000. El Prof. Vilas Sánchez ha publicado más de cuarenta trabajos en revistas de alto impacto, dirigiendo un número similar de tesis doctorales. Innumerables comunicaciones, ponencias y conferencias redondean la excelente labor científica del Dr. Vicente Vilas. Es Académico numerario de la Real Academia Nacional de Farmacia y de la Real de Cataluña.

Excmo. Sr. Dr. Vilas Sánchez, querido Vicente, bienvenido a la Academia de tu tierra. Enhorabuena a ti, a tu mujer, familia y amigos. Tu ingreso en la «Reino de Aragón» supone para todos nosotros, uno de los mayores honores que hemos recibido.

Muchas gracias.

Discurso de recepción académica

Excmo. Sr. Dr. D. Vicente Vilas Sánchez

Académico correspondiente electo

Excmo. Sr. Presidente de la Academia de Farmacia de Aragón,
Excmos. Sras. y Srs. Académicos,
Excmas. Autoridades Profesionales, compañeros Farmacéuticos,
Familiares y amigos todos,
Señoras y Señores:

Me es muy enriquecedor y me llena de ilusión estar aquí, con todos ustedes, en este recinto del Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza con el recuerdo de mi visita en la conferencia de Decanos de Farmacia de España; así como recordar a los ilustres Profesores de esta Universidad de Cesaraugusta: como al Dr. D. Juan Martín Sauras, con la memorización de la tabla periódica; al Ilmo. Don Mariano Velázquez Durántez, con sus famosos equilibrios en la explicación práctica del movimiento rotatorio; así como al Ilmo. Dr. Don Gonzalo Salazar Guallar, que me introdujo en los intrincados procesos de la termodinámica, al Ilmo. Dr. Juan Cabrera y Felipe, con sus enseñanzas precisas del electromagnetismo, que tan útiles me serían en el futuro; y al Ilmo. Dr. Eduardo Alastruey Castillo, en sus excursiones para ver y localizar los fósiles que aparecen en los sedimentos del cuaternario, en las laderas de las trincheras del Ferrocarril a Valencia. También recuerdo al ilustre Biólogo Dr. Don Cruz Rodríguez Muñoz, al que por primera vez escuché, en una charla complementaria al curso, la existencia de los virus que tantas preocupaciones están dando a la humanidad, a dicho profesor y de forma humorística le llamábamos «El Virus».

A todos ellos quiero rendir un especial recuerdo en este Santuario de la Profesión Farmacéutica aragonesa, pues a todos ellos les debo parte de lo que soy y mi gratitud hacia ellos no tiene límite.

LA LUZ, EL MARAVILLOSO INSTRUMENTO DE LA CIENCIA

Siempre el color, ese maravilloso estímulo que agrada sobremanera a nuestra vista y cautiva nuestra atención. Que abunda tanto en nuestra civilización, unas veces como reclamo comercial, otras como sosegado estímulo, pero siempre presente en la vida cotidiana de los individuos.

El aire que nos rodea constituye un inagotable manantial de gozo para nuestros ojos.

El azul del cielo en una clara mañana de primavera o el rojo anaranjado de un crepúsculo en una llanura, ha hecho a los hombres deleitarse, poetizar e investigar una y otra vez.

No importa el lugar de la tierra en que vivamos, tenemos todos el mismo cielo en común. En lo alto del cielo, se presenta tan pronto azul de ultramar como rosa, ahora blanquecino o de un delicado azul celeste, engalanado con nubes de copos, deshechas en desgarrados jirones o potentemente hinchadas. La variabilidad de esta imagen es tan grande, que nunca se reproducen exactamente. Y los colores salen de una paleta tan rica, que nuestros pintores dirigen, una y otra vez, su mirada al cielo, para inspirarse en el colorido de una puesta de sol o de un arcoíris.

La belleza del cielo, no es más que el resultado de la interacción de la luz del sol con la atmósfera. Una cantidad de humedad relativamente pequeña, acompañada de partículas de polvo y de ceniza es suficiente para provocar en el cielo las múltiples manifestaciones de color.

El secreto del color azul del cielo está relacionado con la luz solar compuesta por los distintos colores del arcoíris, en interacción con la humedad de la atmósfera. El sol con el calor que irradia hace que parte del agua de la superficie terrestre se evapore, en una constante corriente ascendente e invisible pero incesante. La humedad se dirige hacia el cielo desde los océanos, mares, lagos y ríos, desde el suelo, las plantas y los cuerpos de los animales y del hombre.

EL COLOR DEL CIELO

Para explicar el color azul del cielo profundizaremos un poco más en una explicación más compleja. La luz es una onda electromagnética, y las piezas fundamentales de la materia, en su estado más frecuente en la tierra, son los átomos. Si las partículas existentes en la atmósfera tienen un tamaño igual o inferior a la longitud de onda de la luz incidente.

la onda cede parte de su energía a la corteza atómica de la partícula, que comienza a oscilar, de forma que desde un primer momento, la radiación incidente se debilita al ceder parte de su energía, lo que le sucede a la luz del sol cuando atraviesa la atmósfera.

Esa energía no se queda almacenada en el aire, pues cualquier átomo o partícula pequeña cuya corteza se agita acaba radiando toda su energía en forma de onda electromagnética en cualquier dirección de su entorno. Este proceso completo de cesión y reemisión de energía por partícula de tamaño atómico, se denomina difusión de RAYLEIGH (en honor del físico inglés Lord Rayleigh, que fue el primero en dar la explicación a este fenómeno por vía teórica). La intensidad de la luz difundida es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda. La difusión será mayor, por tanto, para las ondas más cortas, como la luz ultravioleta y azul, y menos para la roja, que nos llega casi directamente del sol y transmite el calor.

El color del cielo debería de ser violeta, por ser esta la longitud de onda más corta, pero no lo es por dos razones: la primera, que la luz solar contiene más azul que violeta; y segundo, por el ojo humano.

El ojo humano, en definitiva, es el que capta las imágenes, aunque el cerebro las interprete en el «córtex occipital», y es más sensible a la luz azul que a la violeta (el color del cielo).

ANÁLISIS ESPECTRAL

La luz es una de las herramientas más impresionantes que dispone la ciencia para auscultar el latido de los átomos y de las moléculas, y de ello deducir su arquitectura y, en una palabra, entender el complejo mundo molecular aplicando el análisis espectral.

En una paradoja de simetría cósmica, cuando allá en la lejanía se torna excitado un átomo, este emite esos destellos luminosos llamados fotones. Otro átomo, aquí, los recibe como si fueran cartas de energía y pasa a un estado excitado, produciéndose una absorción selectiva de la frecuencia resonante entre estos dos átomos. Por supuesto, en un átomo pueden existir diversos estados excitados, lo que la mecánica cuántica justifica.

La espectroscopia de emisión desarrollada a principios del siglo veinte tuvo por meta el estudiar todas las líneas de emisión de los diversos átomos.

Esta técnica permitió dar un avance extraordinario en el campo de la química analítica, e incluso ayudó al desarrollo de la física teórica cuando se estudiaron las rayas de emisión de diversos gases.

El artificio consiste en iluminar una llama (donde se agita térmicamente un elemento químico determinado) con la lámpara especial de las llamadas de cátodo hueco, para crear un arco entre los electrodos de un metal determinado.

Esta lámpara emitirá, por supuesto, todas las rayas espectrales que sean características de dicho metal. Estas radiaciones al pasar a través de la llama o de una cámara de grafito incandescente donde se agitan los átomos, son selectivamente absorbidas. Una vez atravesada esta zona estará carente de las rayas espectrales específicas del elemento de la lámpara, permitiéndonos de esta forma introducir un nuevo sistema analítico, con el que se llega a determinaciones de hasta una parte por millón en algunos metales, y que se conoce con el nombre de espectroscopia de absorción atómica.

La luz blanca posee indiscriminadamente todas las radiaciones del espectro. Al atravesar una muestra de una determinada molécula, podrá cercenar, por resonancia, todas las frecuencias que le correspondan a un nivel molecular y atómico, la luz transmitida vendrá desprovista de estas radiaciones. Su análisis nos permite conocer las zonas de absorción espectral. Es lógico que cuando intervengan mayores masas eléctricas, la frecuencia de vibración será más pequeña, lo que corresponde a la zona extrema del espectro hacia el infrarrojo, mientras que cuando los dipolos causantes de la absorción sean de pequeña masa electrón-núcleo, la vibración será mucho más rápida y la frecuencia de absorción estará en la zona del ultravioleta o del visible.

Por todo ello, aparece la espectroscopia, que encuadra los tránsitos entre diversos niveles de energía, tanto si produce absorción, como emisión de radiación electromagnética. Al estudiar la molécula, debemos pensar de qué diversas formas puede absorber energía. La distribución natural de la energía en una molécula se encuentra repartida entre la energía de traslación de rotación y electrónica.

El espaciado entre los niveles energéticos de la energía de traslación es extraordinariamente pequeño, como se deduce de los cálculos mecano-cuánticos de la aplicación de la ecuación de «Schrodinger» indetectables por métodos espectroscópicos, ya que por su naturaleza macroscópica caen dentro del campo de la termodinámica.

En el caso de la energía de rotación condiciona los niveles permitidos, con la introducción de la restricción cuántica de los momentos angulares y que su espaciado es el más pequeño después del correspondiente al de la energía de traslación. Estos tránsitos absorben poca energía radiante y dan lugar al espectro de rotación, según la relación teórica de Planck. La frecuencia de radiación dirime qué interacciones entre estos saltos energéticos es de diez elevado a cinco megaciclos, que corresponde a radiaciones electromagnéticas de longitudes de onda centimétricas.

Así pues la metodología de la instrumentación para este tipo de espectroscopia utiliza las microondas de radio producidas por equipos de alta frecuencia en los llamados klistrones a cavidad resonante, sirviéndose de la tecnología que el desarrollo del radar y otros avances de la electrónica de microondas han puesto al servicio de la espectroscopia y de los microondas domésticos. Por este método se determinan los momentos de inercia de la molécula, y por extensión las longitudes de los enlaces y los ángulos entre ellos. Pudiendo determinarse con gran precisión las dimensiones moleculares, estando en estudio el comportamiento de pequeñas moléculas o fragmentos de otras. A altas temperaturas, por encima de mil grados, permitirá conocer enlaces que hasta ahora son poco conocidos y aprovechar este poderoso instrumento que es la espectroscopia de microondas.

La tercera forma de almacenamiento de energía en la molécula, corresponde a la energía de vibración, en la que los niveles de energía permitidos mantienen un espaciado superior a la espectroscopia de rotación.

La frecuencia y longitud de onda de radiación electromagnética absorbida para estos saltos cuánticos, están dentro de la zona del infrarrojo del espectro luminoso. Como los cuantos de energía de esta zona son más energéticos, al ser absorbidos por las moléculas, especialmente si están en fase gaseosa, éstas vibrarán con la energía suministrada, además de experimentar una variación de la rotación. Por lo que el espectro será complejo de vibración-rotación. Para las moléculas en estado líquido-sólido las libertades de rotación están anuladas, y sólo intervendrán energías de vibración. Al interpretar la absorción observada, con la base teórica se puede obtener inmediatamente el valor de la constante de fuerza del enlace químico.

Y de su consideración, se puede sacar conclusiones importantes sobre la rigidez de los enlaces, lo que permite deducir la forma y sime-

tría de la molécula, estudiando los posibles modos de vibración según los diversos y posibles modelos teóricos. Descontando las posibles vibraciones, que no son activas en el infrarrojo, porque no les corresponde ninguna variación del momento bipolar.

Así pues, este tipo de espectroscopia facilita datos sobre la constante de fuerza de los enlaces, información sobre los momentos de inercia deducidos de la estructura de rotación, que acompaña a las bandas de vibración, de la forma y simetría de la molécula. Pueden algunas veces deducirse del número de absorciones observadas, pero una aplicación que la hace realmente importante, es la capacidad de diagnosis sobre los grupos funcionales que intervienen en la molécula, ya que estos vibran con frecuencias características estableciéndose una tabla de frecuencias y grupos funcionales.

Por último, la llamada huella dactilar de la molécula, que es específica de su estudio, corresponde a una zona del espectro especial para identificar moléculas, y esto ha permitido establecer unas normas de identificación molecular, que ha facilitado su reconocimiento. Y también ha creado una colección de espectros de huellas dactilares de moléculas, que han permitido a los analistas identificar sustancias sin tener que acudir a los tediosos métodos químicos de análisis clásicos.

Bajo un intenso campo magnético, cualquier molécula que tenga un comportamiento activo como momento magnético, produce el desdoblamiento de determinadas señales, además de un desplazamiento de las mismas. El denominado desplazamiento químico permite obtener información sobre la clase de átomos vecinos de cualquier átomo de hidrógeno. Como consecuencia de lo anterior, también la presencia de un electrón no compensado en una molécula o unión, presenta un espín magnético que puede también interaccionar su momento magnético con el campo externo, y establecerse una similitud de mecanismos con lo expuesto anteriormente, con lo que dispondríamos de otro tipo de espectroscopia que denominamos de resonancia de espín electrónico.

Como el momento magnético del espín electrónico es muy grande en comparación con el momento magnético nuclear, para obtener una suficiente separación de los niveles, no hace falta una intensidad de campo magnético externo tan grande. Los tránsitos entre estos niveles los producen fotones de una longitud de onda entre dos y cuatro centímetros, es decir en la región de microondas. La presencia de átomos con momento magnético nuclear propio, origina señales de tránsito

que acreditan la presencia de dicho átomo, previa interpretación de las escisiones de las bandas.

La espectroscopia de resonancia de espín electrónico es de gran utilidad para el estudio de las especies químicas con electrones no compensado, pudiendo suministrar información de la distribución de los electrones en la molécula; y de la escisión de las bandas, deducir el gesto de proximidad a determinados núcleos; con lo que es de capital interés para el estudio de los radicales libres en los procesos orgánicos y en el estudio del mecanismo de las reacciones.

RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS POLARIZADAS

Cuando un haz de luz natural coherente penetra en un medio isótropo, la velocidad de propagación de la onda es idéntica en todas las direcciones. Por el contrario, en un medio no isótropo, depende de las direcciones de polarización y de propagación. Esto ocurre en la mayoría de los medios cristalinos, donde las masas eléctricas están dispuestas en una geometría concreta que las limita a girar con libertad alrededor de sus posiciones de equilibrio, dando por resultado la direccionalidad de las propiedades.

De los sistemas cristalinos, únicamente el sistema cúbico es isótropo además de los medios no cristalinos, mientras que los demás son anisótropos y manifiestan birrefringencia.

Según esta birrefringencia, un tren de ondas incidente se descompone en dos: el ordinario y el extraordinario, que emergen ambos polarizados perpendicularmente entre sí. Cuando una sustancia tiene birrefringencia, manifiesta diferente absorción entre el rayo ordinario y el extraordinario, y puede servir para polarizar linealmente la luz, utilizando un espesor adecuado de la misma sustancia hasta que la amplitud de un rayo sea absorbido, quedando únicamente el otro polarizado, con lo que tendremos un polarizador. Este fenómeno llamado dicroísmo se interpreta para el caso del rayo absorbido, de modo que los osciladores atómicos oscilan bajo una amortiguación impuesta por razones estéricas o de la geometría de la distribución de cargas, llegando, incluso, a anular la amplitud de la onda.

Mientras en la dirección perpendicular del rayo emergente, los osciladores atómicos responden eléctricamente y en fase con la onda incidente. Con este procedimiento, la luz natural la podemos polarizar

en forma rectilínea y disponer de una nueva posibilidad para escudriñar la intrincada estructura de la materia.

La acción de un solo fotón en una molécula lleva consigo el paso de un electrón a un nivel más alto de energía, dejando atrás un hueco al que pueden acudir electrones de otra parte de la molécula.

Si la molécula es simétrica, los electrones recorrerán una trayectoria curva al acudir al hueco, dependiendo del sentido helicoidal de este movimiento de la simetría molecular. Este movimiento de rotación del electrón dentro de la molécula, produce un componente electromagnético con la luz polarizada incidente, de la que resulta una rotación del plano de polarización. Como en la complicada estructura molecular, intervienen fuerzas de enlace de muy diversas intensidades y clases.

La mecánica cuántica describe la correspondiente función de onda para cada forma de enlace. En los sencillos, se pueden considerar funciones de onda de revolución, siendo nula la componente angular y por lo tanto también la fuerza de rotación.

Si construimos los orbitales moleculares sobre orbitales de átomos aislados, en la molécula con las deformaciones debidas a la acción recíproca, estos orbitales moleculares ya no serán de revolución, con lo que en las funciones de onda moleculares, sus componentes angulares y por tanto las fuerzas rotatorias no serán nulas.

Esta técnica permite interpretar el poder rotatorio de moléculas que no lo tienen. Las moléculas se superponen a su imagen especular, aunque no tengan centro de asimetría como las bisimétricas, etc. Con lo que la actividad óptica queda explicada en función de la simetría de los enlaces y no de la simetría de un átomo.

Como el poder rotatorio está íntimamente relacionado con la estructura de la molécula, es lógico creer que la determinación del sentido de la rotación del plano de polarización, pueda proporcionarnos información sobre la estructura de la molécula.

Como hemos visto, el poder rotatorio comprende la absorción de energía electromagnética. Y cuando ésta se encuentre más cerca de la frecuencia de resonancia de la transición electrónica, mayor será la absorción y por tanto mayor la contribución al poder rotatorio, cambiando de signo al atravesar la frecuencia de absorción. El dicroísmo circular se manifiesta cuando se ilumina una sustancia poseedora de un Cromóforo ópticamente activo, con una de luz polarizada rectilínea cuya longitud de onda corresponda la frecuencia de la banda de absorción de dicho Cromóforo.

La luz polarizada elíptica emergente es analizada, convirtiéndola previamente en dos haces de luz circular: uno dextrógiro y otro sinestroso, que convenientemente analizados nos facilitan la excentricidad molecular, la combinación de la absorción diferencial denominada Dicroísmo Circular y la diferencia de velocidad de transmisión de la luz polarizada derecha o izquierda.

La actividad óptica en la región espectral donde se manifiesta una banda de absorción ópticamente activa, recibiendo el nombre de efecto «Cotton». Los fenómenos de absorción y de dispersión rotatoria y dicroísmo circular están enteramente ligados con la estructura molecular, como resultado de la interacción del campo visual con otro magnético de la luz. La repartición y disposición electrónica del Cromóforo, como teóricamente ha previsto. WWJ. Kaufman, en su química cuántica, deduce la estrecha relación que existe entre la actividad óptica, la dispersión rotatoria y la anisotropía óptica. De tal forma que toda molécula que posee un Cromóforo ópticamente activo, presentará un efecto «Cotton» en la región espectral examinada, manifestándose una curva anómala de dispersión rotatoria y una onda específica en el dicroísmo circular. Son los esteroides el grupo más significativo que debe su estudio estructural a estas técnicas ópticas.

La relación entre el poder rotatorio y las propiedades químicas alcanzan verdadera importancia en el dominio de las series de reacciones biológicas con la universalidad de los L aminoácidos, de las proteínas de la de ribosa y de la desoxirribosa en los ácidos nucleicos.

LA MATERIA COMO EMISOR ELECTROMAGNÉTICO

Hasta el presente hemos venido comentando cómo la energía electromagnética absorbida por la materia pasa de un estado fundamental a un estado excitado, pudiendo regresar nuevamente al estado fundamental por dos caminos:

Uno oscuro no radiante en el que la transferencia de energía se degrada en forma calórica en los diversos choques cinéticos de las moléculas, con lo que se llega al estado fundamental originario. Este proceso recibe el nombre de conversión interna, que junto con la desactivación vibracional neutraliza la energía fotónica adquirida.

El otro mecanismo luminoso, que emite espontáneamente radiación, constituyó la emisión fluorescente de energía menor o de longitud de onda mayor que la radiación absorbida y que será más eficaz

cuanto menor sea la movilidad molecular a baja temperatura, pues el proceso de conversión interna se reducirá extraordinariamente cuando la molécula excitada se encuentra en estado electrónico. Singularmente y por conversión interna de la intersección del sistema, pasa a estado triplete, que es el apareamiento de un electrón. La emisión radiante para volver al estado fundamental se efectúa en un intervalo de tiempo entre diez a la menos 3 segundos o varios minutos recibiendo el nombre de fosforescencia.

La investigación del comportamiento luminiscente de muchas moléculas, permite establecer metódicas analíticas muy interesantes para la mayoría de las moléculas bioquímicas y farmacológicas. Por lo que en estos últimos años, ha alcanzado un gran desarrollo la aplicación de los métodos luminiscentes al análisis, y en cuyas técnicas está especialmente dedicado el Excmo. Dr. D. Benito del Castillo, ex decano de Farmacia de Madrid, miembro de esta Academia y de la Academia Nacional de Farmacia.

Además, existen otras técnicas ópticas en las que no entraremos por brevedad, que también tienen como meta el conocimiento de la estructura de la materia. Entre ellas mencionaremos la difracción de rayos x y electrones y la difracción de neutrones monocromados a través de un cristal.

Para el conocimiento del tamaño y forma de macromoléculas y micelas coloidales utilizaremos la microscopía electrónica y la espectroscopia de emisión.

FISIOLOGÍA OFTÁLMICA

En la Fisiología oftálmica se describen en el ojo zonas muy singulares como la retina, que es la pantalla donde se proyecta la imagen que se observa, y especialmente en la fovea, que es el centro de enfoque del ojo. Aquí aparecen una gran concentración de células foto receptoras sensibles cada una de ellas a un color predominante, con lo que podemos percibir el azul, rojo, púrpura, etc. Así por ejemplo, si la luz que alcanza el ojo está compuesta por varias longitudes de onda y si la de 540 nm está en mayor proporción que el resto de las otras longitudes de ondas, veremos el color verde, por ser el tono que corresponde a esa longitud de onda.

Los tonos primarios son el azul, el rojo y el verde; los no primarios son el naranja, el amarillo-verdoso y el azul-verdoso.

Estos colores no primarios del espectro son percibidos por la mezcla adecuada de los colores primarios o por una longitud de onda específica para cada uno de ellos. El amarillo se ve como una mezcla de verde y rojo. Dos tonalidades son complementarias cuando mezcladas, en adecuadas proporciones dan el blanco. También se obtiene el blanco cuando igual cantidad de todas son mezcladas.

«La rueda de color» se construye con todos los tonos de color ordenados en un círculo y colocando cada tono entre aquellos más parecidos, así como su complementario en el lugar opuesto del círculo. Con ella podemos predecir el color que resultará cuando se mezclen dos luces distintas.

Hay dos posibilidades básicas:

1) Cuando igual cantidad de tonos complementarios o de todas las longitudes de onda se mezclan. Ese resultado es el blanco.

2) Cuando se mezclan dos tonos no complementarios resulta un color situado entre los dos colores originales, por ejemplo, igual cantidad de rojo y verde dan amarillo, pero si hay más cantidad del rojo que de verde resulta el naranja.

Igualmente, cuando dos colores complementarios se mezclan vemos el blanco. Este blanco no se distingue del que resulta de la mezcla de igual cantidad de todas las longitudes de ondas presentes, mientras que el color púrpura o el magenta, que no son tonalidades espectrales primarias, son percibidos solamente cuando se mezclan diversas cantidades de azul y rojo.

La pureza y riqueza de un color se llama saturación. Cuando la luz vista por el ojo es toda de la misma frecuencia decimos que el color está completamente saturado. Cuanto más longitud de onda se añade (luz blanca), el color se notará más pálido, por ejemplo, el color rosa es un color desaturado del color rojo. A diferencia del oído, que puede distinguir varios instrumentos musicales que suena a la vez, el ojo y el cerebro no pueden determinar las tonalidades del color que estamos viendo.

Al ojo, por ejemplo, si le llega una luz compuesta por frecuencia de 589 nm, veremos un amarillo puro. Sin embargo, si una luz de 546 nm (verde) y otra luz roja de 689 nm son mezcladas en las proporciones adecuadas también percibiremos un amarillo puro, y no distinguiremos que este amarillo está compuesto por una luz roja y otra verde.

Otra características del color es el brillo o la luminancia, que se refiere a la cantidad de luz que proviene de un objeto (es el número

de fotones de luz que alcanza al ojo). El brillo es nuestra interpretación subjetiva de la luminancia.

En el planteamiento patológico de la visión esta la dicromatopsia, que es la alteración de la visión cromática y consiste en una ceguera parcial de ciertos colores, siendo la acromatopsia completa de muy rara presencia. Estos trastornos de la visión cromática pueden ser hereditarios y congénitos pues lo sufren el 8% de los varones y lo transmiten el 0,4% las mujeres.

Los deficientes para el color rojo se denominan protoanómalos (proto: primero); las deficiencias para el verde se denominan deuteranómalos (deutero: segundo); las deficiencias para los colores azul-verde se denominan trianómalos (tritos: terceros).

Estos defectos pueden ser congénitos o adquiridos por patologías especiales. Así, en el caso de la opacificación del cristalino (catarata) aparece una dicromatopsia para el azul y amarillo.

También ocurre en los casos patológicos de desprendimientos de retina o en patologías del nervio óptico (glaucoma) y neurológicas, con lesión en el córtex occipital, que es donde reside la percepción visual.

En todo lo anterior, hemos dado un paseo somero y no formalista sobre las inmensas propiedades de la luz, la cual como hemos visto se revela como una preciosa herramienta de gran precisión que permite demostrar el complejo mundo de la materia, escudriñando su estructura.

Como hemos mostrado, todas las actividades científicas, desde la química inorgánica, la cristalografía, la química orgánica, la bioquímica, la biofísica, las técnicas radiológicas, la astrofísica, y las comunicaciones radioeléctricas y sus aplicaciones, tienen sus principios en las bases teóricas de la luz.

Con todo esto termino dando las gracias a esta ilustre Academia de Farmacia Reino de Aragón, por acogerme en su seno y quiero hacer un especial recordatorio a su Presidente Fundador el Excmo. Sr. Dr. D. Manuel José López Pérez, que siempre avaló mi presentación, así como al resto de Académicos que me acompañan, y a todos los familiares y amigos aquí presentes que han escuchado estoicamente mi discurso. A todos, muchas gracias.

BIBLIOGRAFÍA

- PALACIOS, J.: *Física para Medicas*, Madrid, 1959.
- J. PORTILLO R.: *Lecciones de Física-Química*, Madrid, 1965.
- Me. BAIN: *Ciencias de los Coloides*, Madrid, 1965.
- GANONG, F. William: *Fisiología Médica*, México, 1978.
- J. FRANEAU: *Física I y II*, Bilbao, 1966.
- ROSSI, Bruno: *Fundamentos de Óptica*, Barcelona.
- J. BOLÓS y V. VILAS: *Consideraciones sobre la determinación espectrofotométrica en el U.V. de teofilina y sustancias relacionadas*. Pharm. Medit. 263 (1972).
- I. ALONSO, M. CASTILLO y V. VILAS.: *Estudio fluorimétrico y absorciométrico de algunas vitaminas del complejo B de más aplicación terapéutica*. Circ. Farmacéutica 243:631 (1974).
- I. CAYRE, C. RUEDA y V. VILAS: *Estudio conformacional de la seroalbúmina por difusión de la luz*. Pharm. Medit. I:135 (1978).
- V. VILAS: *Unidades ópticas para objetivos fotográficos*. Trab. de Fís.-Q. del C.S.I.C., tomo IV, B, (1951).
- V.VILAS: *Dictado de clases teóricas en la asignatura de Óptica Instrumental en la Escuela de Óptica Oftálmica y Acústica Audiométrica de la Facultad de Farmacia de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona durante diez lecciones, en los cursos de 1977 a 1985*.
- VEGA, E., EGEA, M.A., CALPENA, A.C., ESPINA, M. y GARCÍA, M.L.: *Role of hydroxipropyl-beta-cyclodextrin of on freeze-dried and gamma-irradiated PLGA and PLGA-PEG dilock copolymer nanosferes of ophtalmic flurbiprofen delivery*. International journal of nanmedicine. 7:1357-1371 (2012).

Edición patrocinada por:



Colegio
Oficial
Farmacéuticos
Zaragoza