

COMUNICACIONES DIDACTICAS

FISICA



DISPERSION DE LA LUZ • ESPECTROS

Por JOSE BARCELO

(Catedrático del Instituto «Isabel la Católica». Madrid)

DISPERSION

EL primer experimento sobre la dispersión de la luz fue realizado hace aproximadamente unos trescientos años. Fue llevado a cabo por Newton en 1666. En una habitación oscura se abría un orificio circular en la ventana y el rayo de luz solar se hacía incidir sobre una de las caras del prisma. En la pared opuesta se observaba una franja coloreada con las tonalidades del iris. Una de las primeras consideraciones que se hizo Newton fue preguntar si el origen de aquella dispersión estaba en la luz o en el prisma, para lo cual, aislando uno de los colores, hizo pasar su luz a través de otro prisma y observó que no aparecían nuevos colores.

Cada uno de los colores que provienen de la dispersión de la luz por el prisma son simples, parecía deducirse de este segundo experimento. Sin embargo, esto merece algún comentario. Desde luego, para poder hacer esta consideración lo primero que se necesita es tener una definición precisa de lo que es un color simple. El color se puede considerar desde dos puntos de vista diferentes: el punto de vista físico y el punto de vista psicológico. Desde el punto de vista físico, el color puede definirse por su frecuencia (o por su longitud de onda), y en este caso el número de colores simples que pueden existir son infinitos. Pero, por otra parte, el color, para el observador humano, es una estimulación de la retina por determinadas frecuencias de la energía radiante. Es, pues, un fenómeno psicológico. Para definirle en este sentido hay que relacionar la energía radiante, que es un ente físico con la respuesta del observador humano—la sensación luminosa—que es un ente psíquico. El problema resulta complejo y aquí sólo se quiere indicarlo. Por de pronto, digamos que el ojo humano distingue una serie de colores que no se encuentran en el espectro de la luz solar; son los púrpuras que cierran el círculo entre el rojo y el violeta.

Desde un punto de vista psicofísico, es posible hacer una especificación matemática del color, pero resulta más práctico presentar una colección de colores. La colección ideal sería aquella en que la diferencia de color, entre muestras contiguas, se mantuviera constante a lo largo de toda la colec-

ción. En realidad, sólo se han logrado muy buenas aproximaciones, de gran utilidad práctica. El número de muestras de estas colecciones es del orden de 1.000

En ningún caso llegamos a la conclusión de que los colores son siete. Este número fue introducido artificialmente buscando ciertas relaciones, similares a las de la escala musical; para ello hubo de arbitrarse un color, el indigo o añil, que muy raramente se utiliza en la descripción de los colores del mundo que nos rodea. El mismo Newton no podía distinguir la frontera entre el indigo y el azul y para fijarla en sus experimentos tenía que recurrir a uno de sus ayudantes.

ACROMATISMO

Otro problema que preocupó a Newton fue la recomposición de la luz blanca a partir de la luz dispersada. Este problema se puede resolver de un modo primitivo con el disco coloreado, pero si queremos partir de la luz dispersada por el prisma la cosa se complica. Se podría pensar ingenuamente que poniendo a continuación del prisma dispersante otro igual e invertido la luz volvería a recomponerse a causa del principio de camino inverso, pero olvidemos que en el primer prisma la luz llega paralela y sale divergente, por lo que en el segundo prisma ya no se reproducen los fenómenos del primero. El acromatismo de los prismas sólo se logra fácilmente para dos determinados colores. Como sabemos, la dispersión de la luz se debe a que cada radiación tiene diferente índice de refracción. Por otra parte, este índice de refracción depende a su vez del medio dispersante y en la desviación producida por el prisma interviene a su vez el ángulo del prisma. El cálculo demuestra que si se parte de un prisma de ángulo A e índice n_r y n_v , respectivamente para el rojo y el violeta, el acromatismo del prisma para estos dos colores sólo se puede lograr con otro prisma de ángulo A' e índices n'_r y n'_v si se cumple la siguiente condición:

$$\frac{A}{A'} = \frac{n'_r - n'_v}{n_r - n_v}$$

El acromatismo perfecto, es decir, para todos los colores, no se puede, pues, alcanzar, pero en la práctica el que se logra es suficiente.

ESPECTROSCOPIA

Los experimentos de Newton tomaron un sesgo diferente cuando casi ciento cincuenta años después, en 1802, Wolaston introdujo una ligera modificación en la técnica. En lugar de hacer llegar la luz a través de un orificio circular, la hizo llegar mediante una rendija estrecha paralela a la arista del prisma. Con ello logró imágenes (espectros) de esta rendija. Con su artificio Wolaston observó que el espectro solar estaba surcado de líneas

oscuras sobre el fondo brillante de los colores. Fue Franhofer quien en 1814 catalogó todas estas líneas, que hoy se conocen con su nombre, al mismo tiempo que introducía un anteojo para la mejor observación del espectro.

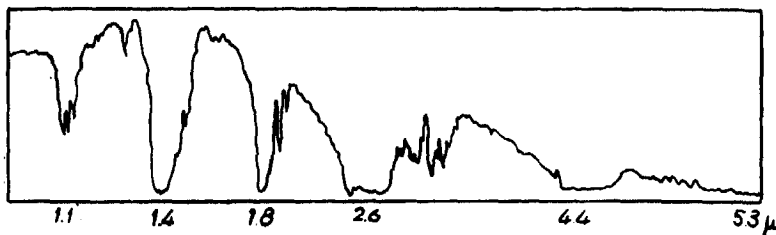
Sin embargo, la simbólica unión de un químico, Bunsen, y un físico, Kirchoff, es la que realmente dio lugar al nacimiento de la espectroscopia práctica, cuyos frutos son hoy tan abundantes. En 1854, siendo ya Bunsen Profesor de Química en Heidelberg, vacó, por traslado, la cátedra de Física, y al conseguir que ésta fuera para Kirchoff, comenzó una fructífera colaboración entre ambos investigadores, cuyos primeros resultados fueron la aplicación del espectroscopio al descubrimiento del cesio y el rubidio. Kirchoff construyó un primer espectroscopio en 1859. La fuente luminosa era un mechero de Bunsen, el prisma era hueco, conteniendo sulfuro de carbono, y el anteojo, el que había utilizado ya Fraunhofer. Una escala arbitraria que se reflejaba en la cara del prisma servía como referencia. Tan simple aparato en manos de tan expertos investigadores inició la espectroscopia con dos hechos fundamentales: la identificación de gran número de elementos, entre los que se encuentran dos nuevos descubiertos con la ayuda de esta técnica y la correlación que existe entre la emisión y la absorción de la energía radiante.

El descubrimiento del cesio es el primer resultado importante de esta técnica. Se conocían en aquella época tres metales alcalinos: el sodio, el potasio y el litio. En sus estudios espectroscópicos, Bunsen y Kirchoff habían observado la elevada sensibilidad de su nuevo procedimiento, pues era posible reconocer litio en agua del mar partiendo de cantidades de ésta del orden de 2 c. c. Examinaron gran número de residuos de evaporación de aguas minerales. En la de Dürkheim, al estudiarla con el espectroscopio, encontraron las líneas del sodio y del potasio, pero dos líneas azules, por no ser asignables a los elementos conocidos, las atribuyeron a un nuevo elemento que bautizaron con el nombre de cesio (en latín, caesium significa azul celeste). El separar el compuesto de cesio de aquel residuo fue un trabajo duro, pero la suerte, en forma de perseverancia, les fue propicia y a partir de 40 toneladas de agua mineral llegaron a obtener 17 g. de cesio. Setterberg, en 1880, obtuvo por electrólisis el metal libre.

Al cesio siguió el rubidio, obtenido por los mismos investigadores a partir de un cloruro potásico impuro preparado de una lepidolita y guiados siempre por las indicaciones del espectroscopio, que por fin presentó intensas las dos líneas rojas que dieron nombre al metal. Crookes, siguiendo estas mismas técnicas, al intentar obtener telurio de unos residuos de selenio y seguir la purificación espectroscópicamente, observó una línea verde que le llevó al descubrimiento del talio. Esto fue en 1861, el mismo año en que se descubrió el rubidio. Son trece los elementos de la tabla periódica descubiertos por métodos espectroscópicos, el último el lutecio, descubierto simultánea e independientemente por Urbain y Auer von Welsbach en 1907; pero entre todos ellos, el más interesante es el descubrimiento del helio por Frankland y Lockyer.

DESCUBRIMIENTO DEL HELIO

Este hecho se debe, sin embargo, a los previos trabajos de Kirchhoff, que en 1859 demostró que las líneas oscuras del espectro podían producirse introduciendo una llama coloreada entre la fuente luminosa y la rendija del espectrómetro. Fraunhofer, al establecer las posiciones de las líneas oscuras del espectro solar, observó que una muy destacada, a la que llamó D, ocupaba en el espectro solar la misma posición que la línea amarilla del sodio. A esta coincidencia no le dio una especial significación. Kirchhoff probó que una llama de sodio intensifica la línea D del espectro solar, y de todo ello dedujo la existencia de sodio en el sol. En su comunicación a la Academia de Ciencias de Berlín trató de los espectros de los elementos, de la inversión de las líneas espectrales y de la constitución de la atmósfera



Espectro infrarrojo del Sol, entre 1 y 5 micrones, registrado empleando un prisma de cloruro sódico.

solar. De esto dijo Bunsen que fue una investigación laboriosa, pero que abría el camino no sólo para conocer la composición del sol, sino también la de las estrellas, con la misma seguridad que daban los métodos químicos para la corteza terrestre. El descubrimiento del sodio en el sol estimuló el estudio de su espectro, y en 1868 Jansen descubrió entre las líneas D_1 y D_2 del sodio una tercera línea que se llamó D_3 , cuyo origen no pudo fijar en un principio. Frankland y Lockyer atribuyeron dicha línea a un elemento desconocido en la tierra, que llamaron helio. Hasta 1895 no se descubrió el helio en nuestro planeta. Hillebrand observó que al calentar la cleveita se desprendía un gas que erróneamente identificó como nitrógeno. Posteriormente, Ramsay demostró que el gas desprendido de la cleveita no era nitrógeno, y Crookes confirmó que era helio.

El descubrimiento en los espectros estelares de líneas de elementos aún no reconocidos en la tierra dio lugar a la rebusca de estas líneas y a la predicción de nuevos elementos, como el coronio y el nebulio. Hoy está demostrado que estos elementos no existen, a pesar de que en los espectros estelares se encuentran sus líneas espectrales. Las líneas espectrales observadas corresponden a transiciones prohibidas en las condiciones de nuestros laboratorios, pero permitidas a las altas temperaturas de los laboratorios estelares.

EXTENSION DEL ESPECTRO

Todos los investigadores citados trabajaban con radiaciones visibles, pero ya por aquellas épocas comenzó a vislumbrarse la extensión de las radiaciones a dominios ajenos a nuestro campo de visión. Herschel, en 1800, con su clásico experimento del termómetro con el bulbo ennegrecido, comprobó que la máxima energía térmica del espectro estaba fuera de la parte visible, más allá del rojo. Lo que él llamó espectro caliente y hoy llamamos espectro infrarrojo. Ritter, en 1801, con su conocido experimento del papel de cloruro de plata, comprobó que la máxima actividad química del espectro no se encontraba en el espectro visible, sino más allá del violeta. La zona que él llamó espectro químico y hoy llamamos espectro ultravioleta.

Sin embargo, a pesar de estas primeras observaciones, aún tuvo que transcurrir mucho tiempo hasta que, mediante el empleo de prismas de cuarzo o de redes de difracción, se iniciara el estudio sistemático del espectro ultravioleta, y mucho más aún para que se detectara de un modo práctico el espectro infrarrojo, utilizando prismas de haluros alcalinos.

Desde que Bunsen y Kirchhoff hicieron el descubrimiento de la absorción de la línea amarilla del sodio por los vapores de este elemento, se comprendió la acción selectiva que la materia ejerce sobre la energía radiante. Hoy sabemos que emisión y absorción son dos aspectos de un mismo fenómeno, cara y cruz de una misma moneda. En unos casos las técnicas experimentales resultan más cómodas en emisión y en otros en absorción.

Luz y materia no son ajenas unas a otras. Sabemos que la luz se propaga sin el concurso de la materia y en el vacío camina con más facilidad que a través de los medios materiales. También sabemos que la energía radiante no puede nacer ni morir sin el concurso de la materia. La emisión y absorción de la luz precisan del concurso de medios materiales. El estudio de estos dos fenómenos nos informa de la estructura y composición de la materia.

ESPECTRO

Franhofer supuso que el espectro era un jeroglífico escrito por los átomos; hoy empezamos a descifrar este jeroglífico y podemos comprender algo de la relación que existe entre luz y materia. Obtenemos un espectro cuando un rayo de luz (o mejor de energía radiante), después de atravesar una fina rendija paralela a la arista del prisma, pasa a través del prisma. Supongamos que aquella luz sea simple (o mejor monocromática); al atravesar el prisma seguirá el camino que le marque su índice de refracción y una imagen de la rendija se podrá recoger sobre una pantalla u observar con un anteojo. Pero si la luz es compuesta—para simplificar, formada por cinco radiaciones—obtendremos cinco imágenes de la rendija, cada una situada en la posición que determine el índice de refracción de la correspondiente radiación. Así se ha obtenido un espectro de emisión de líneas, que es el que generalmente se obtiene al introducir un metal en la llama de un Bunsen o en el cráter de un arco eléctrico o al excitarlo mediante la chispa eléctrica. El aspecto es, líneas brillantes sobre fondo oscuro. El número de líneas puede

ser muy variable. En la zona visible, el potasio no presenta más que dos líneas (una roja y otra violeta); el mercurio, unas diez; el cobre, del orden de cincuenta, y el hierro, de varios cientos.

Si en lugar de obtener el espectro de sustancias vaporizadas o gaseosas, obtenemos el espectro de sólidos o líquidos incandescentes, prácticamente se obtiene toda la serie posible de radiaciones y no quedan espacios oscuros; el espectro de emisión es continuo, hay infinitas imágenes de la rendija y todo él aparece iluminado sin solución de continuidad.

Como ya demostraron Bunsen y Kirchhoff, si una luz compleja atraviesa una sustancia absorbente, parte de las radiaciones quedan absorbidas por esta sustancia y el espectro continuo de emisión, después de haberla atravesado, presenta zonas oscuras, correspondientes a las radiaciones absorbidas. Haciendo pasar la luz blanca por una solución de permanganato potásico, si la concentración de éste es adecuada, en el espectro de absorción se notará la presencia de cuatro bandas negras en la zona del verde. Por esto es de color violeta rojizo característico el permanganato, porque iluminado con luz blanca absorbe en el verde.

PRISMAS Y REDES

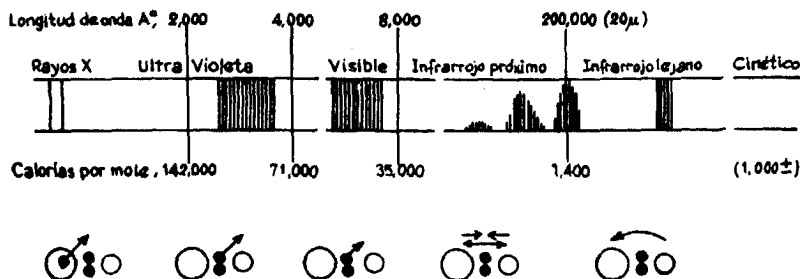
Un aparato espectroscópico necesita, pues, la rendija, pero también el medio dispersivo. Este puede ser un prisma, pero también puede ser una red. Las redes de difracción son aparatos delicados, generalmente espejos metálicos (planos o cóncavos) en los que se han trazado al diamante gran número de líneas paralelas a igual distancia. El número de trazos es del orden de 300 por milímetro. Hace ochenta años, en los tiempos de Rowland, obtener una red de difracción, sin faltas, era prácticamente imposible. Actualmente es otra cosa, y sobre todo el empleo de réplicas ha permitido abaratar este material, que es hoy de tan frecuente uso como los prismas.

Peró un aparato espectral necesita, además de la rendija y el elemento dispersivo, un tercer elemento, el detector de las radiaciones. Si se restringiera el espectro a las radiaciones visibles, se podría pensar que bastaba utilizar el ojo humano como detector, aunque éste tenga sus inconvenientes; pero el empleo de las radiaciones ultravioleta e infrarroja en espectroscopia impiden utilizar el ojo humano para detectarlas, porque este órgano no es sensible a esta clase de energía. En el caso de estas radiaciones (también de las visibles) se puede recurrir a otros procedimientos. La placa fotográfica y el par termoelectrico u otro artificio sensible a la energía calorífica, son los empleados frecuentemente.

ENERGIA DE LAS RADIACIONES

Las radiaciones son portadoras de energía y frente a ciertos dispositivos pueden cederla en forma de calor. La energía de las radiaciones depende de su frecuencia y viene determinada por la conocida fórmula de Plank $E = h\nu$, en la cual E es la energía, h la constante de Plank y ν la frecuencia. La energía, naturalmente, se puede expresar en ergios, pero como en la citada fórmula h es constante, también se podrá expresar en unidades de frecuencia, es decir, en ciclos o seg^{-1} . La energía de una radiación visible (ver-

de) es del orden de $3 \cdot 10^{-12}$ ergios y su frecuencia del orden de $5 \cdot 10^{14}$ seg^{-1} . Como sabemos que $v = c/\lambda$, también es frecuente utilizar la longitud de onda λ , como índice de energía de una radiación y mucho mejor su inversa $1/\lambda$. La longitud de onda, que naturalmente es una longitud, se expresa en angstroms. La inversa de una longitud de onda se expresa en cm^{-1} (a veces se les llama kayser). A la zona verde del espectro luminoso le corresponden alrededor de 5.000A ó 20.000 kayser. La energía de las radiaciones se puede



Representación esquemática de los diferentes tipos de espectros, mostrando los dominios de longitud de onda y energía en los que se presentan y los correspondientes movimientos electrónicos, vibracionales y rotacionales.

también expresar en electrón-voltios, siendo un electrón-voltio la energía cinética que adquiere un electrón sometido a una diferencia de potencial de un voltio. La energía de la radiación verde es aproximadamente de dos electrón-voltios. Por supuesto también se puede expresar la energía en calorías.

Para completar nuestro conocimiento de los fenómenos espectrales nos falta saber el origen de esta energía que poseen las radiaciones. Imaginemos una molécula biatómica. En su estado normal, si no ha recibido energía exterior, los dos átomos que la forman se encuentran a una distancia determinada uno del otro, fijada por sus atracciones y repulsiones mutuas. Causas externas pueden modificar esta posición de equilibrio y hacer que la molécula pase de su nivel fundamental a un nivel excitado. Al volver a su estado fundamental puede ceder la energía almacenada en forma de energía radiante. Esta emisión (o absorción) de energía radiante tiene una particularidad muy digna de mención: está cuantificada, es decir, no puede suceder para cualquier cantidad de energía, sino sólo para ciertos y determinados valores de ella. Así se explica que los espectros no sean continuos sino de líneas, es decir cada línea representa una diferencia entre dos energías permitidas; los huecos oscuros son posibilidades de energía no permitidas. Sin embargo, existen espectros continuos, pero esto sólo ocurre para sólidos y líquidos. En estado gaseoso los átomos están suficientemente separados para que actúen independientemente unos de otros, pero en los estados condensados la proximidad de los átomos da lugar a influencias que desvirtúan estas leyes fundamentales y en ellos se pueden dar los espectros continuos.

Las moléculas están formadas por átomos, y éstos por electrones. Las fuerzas que retienen a los electrones en los átomos no son iguales a las que mantienen a los átomos en las moléculas. Será preciso más energía para separar un electrón de un átomo que para separar los átomos de una molécula. Como hemos visto antes, tampoco todas las radiaciones poseen la misma energía: separar un electrón de las capas interiores de un átomo exige una energía del orden de la que poseen las radiaciones X, arrancar un electrón cortical corresponde con una radiación ultravioleta o visible, separar átomos en la molécula corresponde a una radiación del infrarrojo próximo y hacer girar esta molécula al infrarrojo lejano.

APLICACIONES DE LA ESPECTROSCOPIA

Lo que en este campo se ha hecho en cien años es muy extenso, pues la espectroscopia es la responsable de nuestros actuales conceptos sobre la composición y estructura de la materia. Por esta razón, la física y la química han enriquecido sus caudales a base de la espectroscopia. Pero en otras ciencias también han sido de interés las aportaciones de esta rama del saber. La astronomía, la biología, la ciencia del suelo, la metalurgia, la mineralogía, la bromatología y hasta la práctica forense, han sido frecuentemente auxiliadas por la espectroscopia.

Se considera probable que en este mismo año de 1960 el metro sea definido a base de la longitud de onda de una determinada línea espectral. Se camina hacia esta decisión porque la precisión con que hoy se miden las longitudes de onda supera a la que se logra al determinar la distancia entre dos trazos finísimos rayados sobre una barra metálica. La perecedera barra de platino iridiado, que se guarda bajo tres llaves en el pabellón de Severs, será reemplazada, gracias a la espectroscopia, por la longitud de onda de una línea espectral de un gas, fácilmente reproducible por cualquier laboratorio con mediano equipo de trabajo.

Pero no es ésta la única aportación de la espectroscopia a la física. La acción de los campos magnéticos sobre la luz, el espín nuclear manifestado por la estructura hiperfina, los niveles de energía electrónica en los átomos, la configuración atómica cambiante a medida que se arrancan electrones son, entre otros, datos que la física ha logrado del estudio de los espectros.

Citando a grandes rasgos las aportaciones a la química hay que comenzar por considerar trece nuevos elementos descubiertos con ayuda del espectroscopio, y cuando se agota la posibilidad de encontrar nuevos elementos, Urey, en 1932, descubre el deuterio con métodos espectrales, descubrimiento al que siguieron los de otros isótopos diferentes del hidrógeno.

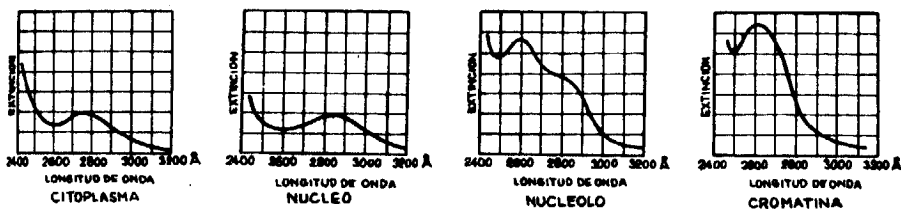
Ya sería bastante haber descubierto elementos nuevos en la corteza terrestre, pero el espectroscopio llega mucho más allá de esta partícula del universo que llamamos Tierra. Mediante él se ha podido realizar lo que antes parecía un sueño: conocer la composición química de los cuerpos celestes. Desde los estudios de Fraunhofer sobre las líneas de absorción del espectro solar, mucho se ha avanzado en el conocimiento de la composición de los astros. Pero no sólo la composición de los astros, sino otros muchos fenómenos celestes han sido revelados por espectroscopia, y entre ellos la velocidad de traslación de los cuerpos celestes, deducida del desplazamiento

de las líneas espectrales bajo la acción del efecto Doppler. Actualmente gran parte de nuestros conocimientos sobre astrofísica tienen como base hechos espectrocópicos experimentales.

La aportación de la espectroscopia a la organización de los elementos químicos es bien conocida. El antiguo casillero de Mendeleiev es hoy la tabla periódica de Bohr, con su distribución electrónica por pisos, recientemente retocada por Catalan.

También la espectroscopia nos da valiosos informes sobre la estructura de las moléculas. En las complejas, el estudio de su espectro infrarrojo puede darnos indicaciones complementarias muy interesantes para establecer su composición exacta. Actualmente se conocen cerca de 20.000 espectros de moléculas diferentes. En moléculas sencillas, los datos espectrocópicos permiten medir con gran precisión otras constantes físicas, y si éstas han sido determinadas por otros métodos, el acuerdo entre las medidas confirman la hipótesis establecida sobre su constitución. En este dominio la espectroscopia aún llega más allá, ya que permite reconocer fragmentos moleculares de vida brevísima, que los métodos químicos, aún presumiéndolos, no pueden confirmar a causa e su efímera duración.

Pero en el dominio químico en que la espectroscopia ha entrado como conquistadora es en el análisis químico. Se admite hoy, tomando en consideración los métodos absorptométricos, que el 50 por 100 de los análisis que en la actualidad se realizan lo son por métodos espectrocópicos. Como sabe-



Espectros típicos de las diversas partes de una célula en período intermitótico. El citoplasma contiene considerables cantidades de proteínas y a veces apreciables cantidades de nucleótidos, especialmente en las proximidades de la membrana nuclear. El núcleo contiene proteínas y ácidos nucleínicos, especialmente en los gránulos de cromatina. El nucléolo contiene ribonucleótidos y proteínas ricas en aminoácidos.

mos, el análisis químico es uno de los factores fundamentales en el progreso de la investigación y el método directo de conocer la composición de nuestro mundo físico.

En biología, el análisis por emisión ha resuelto problemas sobre la existencia de oligoelementos que por otros métodos serían difíciles de detectar. Igualmente en medicina y toxicología la determinación de elementos activos en tejidos enfermos o intoxicados se hace frecuentemente por espectroscopia. También en biología, la espectroscopia molecular ha contribuido grandemente a dilucidar problemas de estructura molecular de sustancias complejas. Incluso la diferenciación de especies de bacterias se ha estudiado

por espectroscopia infrarroja. También la absorción en el ultravioleta y en el visible ha contribuido a resolver muchos problemas de la estructura de los productos naturales y en general de las moléculas orgánicas. Los recientes micrométodos empleados en fotometría de absorción, tanto en el ultravioleta en el visible, como en el infrarrojo, resultan muy prometedores en lo que al estudio químico de las partes más pequeñas de la célula viva se refiere.

En ciencias de carácter aplicado, como son el estudio del suelo, de los alimentos, o en metalurgia, el auxilio de la espectroscopia ha sido de gran interés, en muchas ocasiones, por la facilidad de realizar los análisis y en otras, por la pequeña cantidad de muestra exigida, que en muchos casos no desfigura el material a estudiar, lo cual resulta de gran interés si éste es valioso. Los modernos aparatos automáticos en pocos minutos dan el resultado del análisis cuantitativo de varios elementos, permitiendo con ellos hacer diariamente un número de análisis que por otro camino necesitarían un ejército de químicos y una elevada cantidad de productos químicos de pureza analítica. No sólo se ahorra personal y material, sino que al ahorrar tiempo, permiten sobre la marcha modificar las condiciones del producto que se prepara, lo cual en muchos casos, como en el de la industria metalúrgica, resulta del más alto interés para la homogeneidad de las diversas coladas.

Muchos problemas relacionados con la preparación de alimentos y otros productos de interés industrial han sido resueltos por métodos espectroscópicos. Sirva de ejemplo la presencia de pequeñísimas cantidades de sales de cobre en la sal común empleada en salazones, problema de gran interés, ya que en estas condiciones es imposible utilizarla para este fin. Sutiles diferencias entre aceites comestibles se intentan resolver por espectroscopia de absorción aplicando métodos diferenciales.

En mineralogía, miles y miles de minerales pueden analizarse identificando en una sola operación todos los componentes, incluidos los que se encuentran en menor proporción, y cuya detección por otros métodos resultaría muy laboriosa. La prospección de minerales puede hacerse con facilidad auxiliada por el análisis espectroquímico de los terrenos o de las aguas que por ellos discurren.

Espectacular y al alcance de la masa resulta el empleo de esta ciencia en problemas legales y policíacos: en la comprobación de venenos en vísceras, en la detección de materiales que contaminan instrumentos de delito, en la demostración del origen de pequeñas porciones de barro, polvo o cenizas. El método tiene la ventaja de la rapidez y de precisar cantidades muy pequeñas.

La espectroscopia, destacando sus más importantes aplicaciones, nos suministra un patrón indestructible y fácilmente reproducible de la unidad de longitud, puede sondear el macrocosmos y el microcosmos, al permitirnos estudiar la composición de los astros y de las partes más pequeñas de una célula y también penetrando en el núcleo del "plasma" de fusión nuclear, (energía del futuro), puede medir la temperatura de millones de grados que allí reina. Los espectroscopistas están satisfechos de los resultados obtenidos en el siglo de vida de esta ciencia.