

# METODOLOGIA

## Una manera de introducir el concepto de orbital

### Oxidación del anhídrido sulfuroso



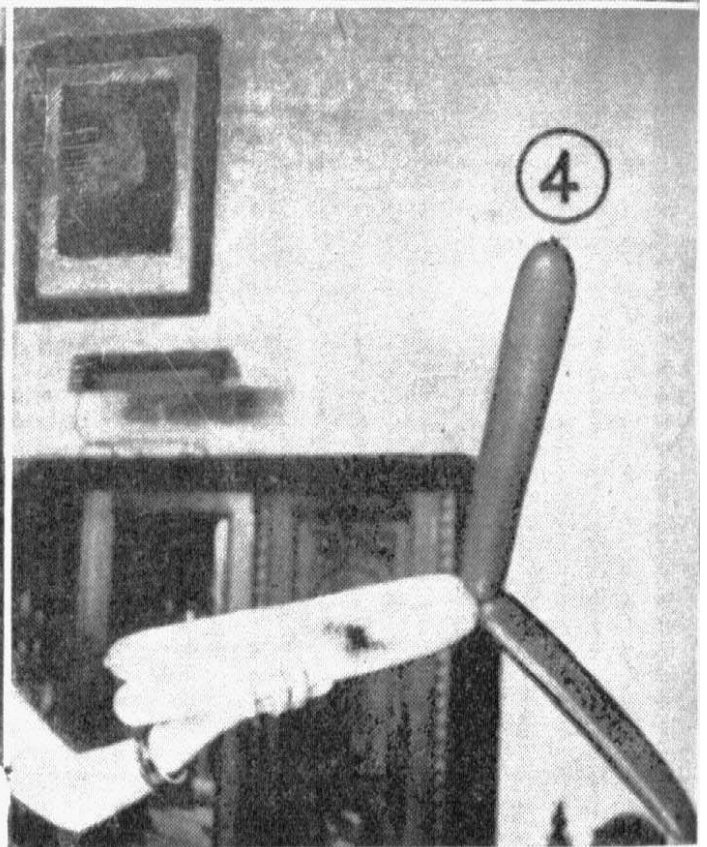
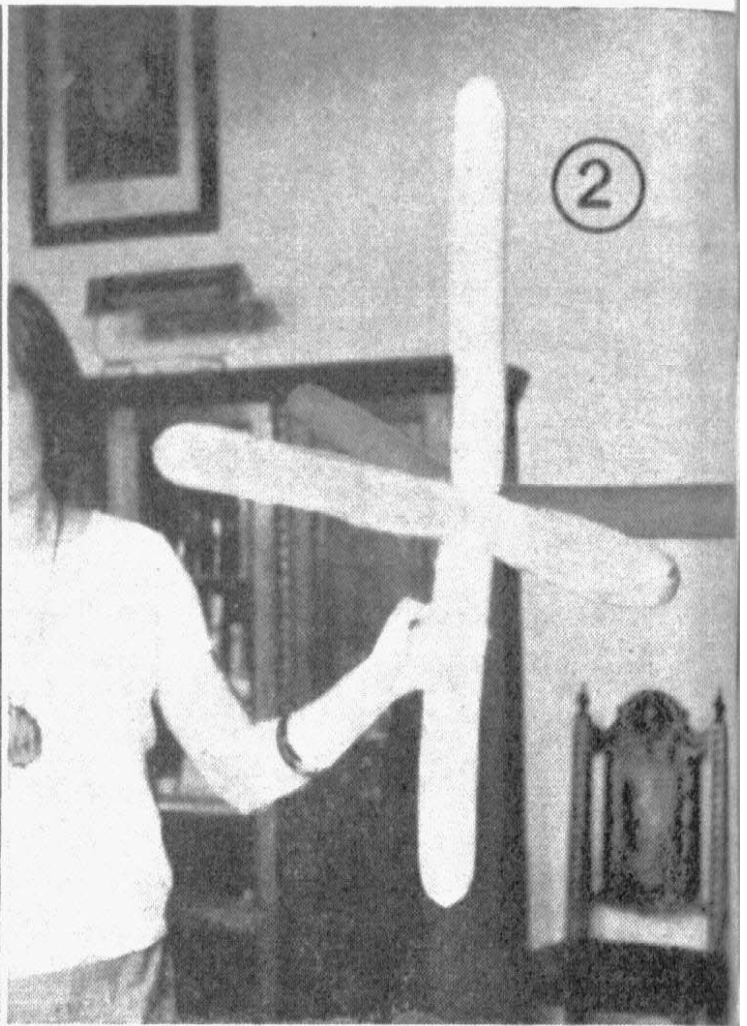
Por CANDIDA URIEL

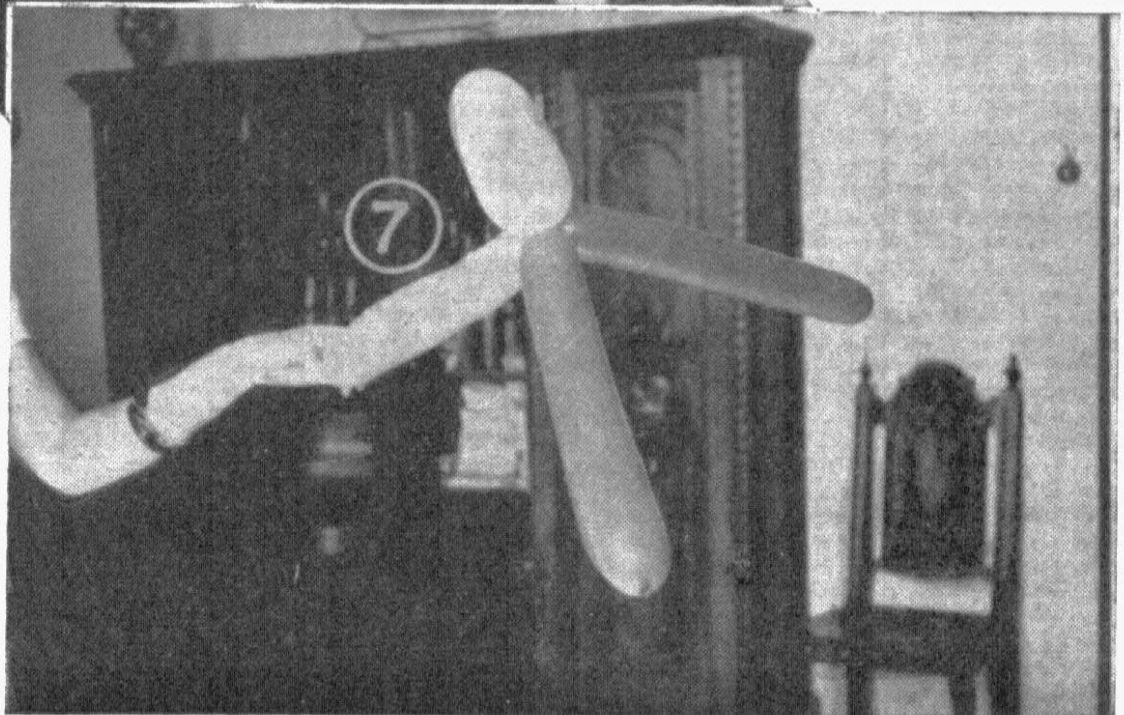
(Catedrática de Física y Química del Instituto  
«Juan Alcover» de Palma de Mallorca)

DE las comunicaciones presentadas en la Reunión Internacional de Trabajo de Profesores de Química que, patrocinada por la O. C. D. E., se celebró en Londres durante el verano del año 1963, encontré interesante la aplicación de globos para visualizar los orbitales atómicos. La experiencia me era ya conocida, pues había leído un trabajo sobre ella en la revista americana *Journal of Chemical Education* de enero de 1962, pero la simple descripción de algunos experimentos hechos con tan sencillo material no me dio idea tan clara como la observación directa de ellos de su utilidad para presentar a los alumnos la geometría de las moléculas.

El pasado curso, en mis clases de Quinto y Preuniversitario, me serví de los globos que adquirí en Londres para ilustrar gráficamente el concepto de los orbitales  $p$  y su disposición en el espacio. He tomado las fotografías de los modelos por si alguno de mis colegas quiere repetir la experiencia. Debo advertir que los globos que he encontrado en nuestro país no son tan útiles porque, además de romperse con gran facilidad, no quedan rectilíneos. Es de suponer que en alguna parte puedan conseguirse con las características deseadas.

Seguramente habrá quien oponga algunas objeciones al uso de estos modelos como representación de los orbitales, tal como que los alumnos lleguen a creer que la realidad responde totalmente a lo que observan. En el Profesor está el hacerles comprender que éstos, lo mismo que todos los modelos que emplean los científicos, son simples artificios en que basarse para llegar por deducciones lógicas a extraer conclusiones de acuerdo con la experiencia, y que aunque sean imperfectos y no expliquen todos los aspectos de la materia en estudio, es gracias a esa sucesión de modelos que la Ciencia progresa.





La primera idea a presentar es que la posición y trayectoria de un electrón es indeterminada, pero que la distribución general de carga en el espacio presenta un aspecto semejante a una nube de electricidad, cuya forma y energía vienen determinadas por el conjunto de nubes que constituyen el sistema. Esta distribución general de carga se describe en términos de orbitales  $s$ ,  $p$ ,  $d$ , etc. Los globos pueden servirnos para representar los orbitales, aunque los límites de éstos no sean tan definidos.

El orbital esférico  $s$  es muy fácil de abstraer por los alumnos aun sin necesidad de visualizarlo por medio de un globo, pero no les es igualmente fácil comprender las orientaciones en el espacio de los orbitales  $p$  por efecto de sus repulsiones mutuas. Estos modelos con globos les facilita la abstracción, puesto que las tensiones en los puntos de contacto entre ellos pueden asimilarse a las fuerzas repulsivas entre las nubes electrónicas. Si por efecto de aquéllas la posición estable de los globos es una determinada para cada sistema, hay que esperar que algo igual ocurra si el sistema está formado por orbitales.

En la foto número 1 puede verse que basta con retorcer por el centro el globo lineal para tener representados los dos lóbulos de un orbital  $p$  puro.

En la foto número 2 se ilustran los tres orbitales  $p_x$ ,  $p_y$ ,  $p_z$ . Cualquiera que sea la posición en que se deje el conjunto de los tres globos enlazados, bastará con dar una suave sacudida para que la única disposición estable sea la ortogonal.

En el sistema de la foto número 3 se representa la orientación tetraédrica de los cuatro orbitales  $sp^3$  del carbono. En cualquier otra posición de los lóbulos el equilibrio es inestable. Con este modelo se explica perfectamente la estructura de enlace covalente C-H en el metano, abstrayendo en el alumno la idea de que cada orbital comprende los dos electrones del enlace covalente englobando los dos núcleos. En el modelo se prescinde del pequeño lóbulo residual de los orbitales hibridizados y ello debe advertirse a los alumnos.

Si se suelta el aire de uno de los lóbulos, los tres restantes se sitúan inmediatamente en forma planar bajo ángulos de  $60^\circ$ , lo que está de acuerdo con la estructura de los orbitales híbridos  $sp^2$  del boro, por ejemplo en la molécula  $BH_3$ .

Basta coger dos de los lóbulos de la forma tetraédrica, como se ve en la foto número 4, para tener la estructura plana propia del doble enlace en los compuestos etilénicos. Con este modelo los alumnos comprenden mejor, no sólo los enlaces  $\sigma$  del C-H, sino también los enlaces laterales  $\pi$  entre los orbitales del doble enlace. El triple enlace ha de ser forzosamente lineal, como se ve en la foto número 5.

El modelo de la foto número 6 sirve para ilustrar la estructura de la molécula del agua. Con un globo más grueso y corto se forman los lóbulos

que representan los dos orbitales del oxígeno con electrones apareados. Al ser mayor la fuerza repulsiva entre ellos que la de los enlaces O-H, el tetraedro ya no será regular. El ángulo que forman los lóbulos gruesos es mayor y el correspondiente a los dos enlaces O-H no llega a los  $104^\circ$ , por lo que está más de acuerdo con la estructura del  $\text{SH}_2$ , cosa natural, puesto que en este modelo no puede aparecer la repulsión entre los núcleos de los hidrógenos del agua.

La estructura del amoníaco se representa en la foto número 7. Para hacerla se conectan dos globos largos y uno corto. Después basta soltar el aire de uno de los lóbulos de cada tamaño e inmediatamente toma la forma piramidal. El lóbulo corto y grueso representa el orbital de dos electrones apareados del nitrógeno y los tres largos los enlaces covalentes N-H, que forman entre sí ángulos iguales.

Las posibilidades de estos modelos son muy amplias y presentan sobre los otros, hechos con esferas de poliestireno, la ventaja de su fácil montaje por los alumnos además de ser más evidente para ellos, el que las fuerzas repulsivas obliguen a los orbitales a situarse en determinadas direcciones, más estables por ser las de menor energía.

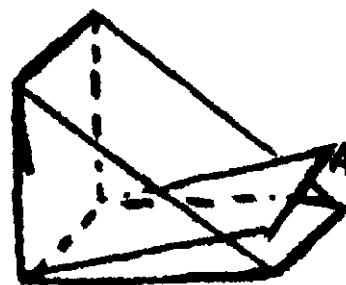
Otra experiencia importante que presenciamos en el mismo seminario fue la llevada a cabo por uno de los delegados alemanes: la oxidación del  $\text{SO}_2$  a  $\text{SO}_3$  mediante luz ultravioleta. Voy a describirla porque es fácil de reproducir si se dispone de la lámpara adecuada.

En un matraz de vidrio se echa un chorrito de disolución de  $\text{SO}_2$  en agua y se agita para lograr con ella las paredes. Después se introduce una lamparita alargada de luz ultravioleta y la reacción es instantánea, apareciendo toda la superficie del matraz cubierta de agujas entrecruzadas del  $\text{SO}_3$  formado. Lo mismo se consigue introduciendo en el matraz un alambre calentado al rojo. La reacción no se produce mientras el alambre está incandescente, pero aparece de repente en cuanto el alambre se enfría un poco, lo cual parece indicar que en la catálisis el factor determinante es la temperatura o mejor aún el cuanto  $h\nu$  de la energía comunicada.

Por último, describiré también otro modelo para ilustrar los distintos índices de coordinación en los cristales, que me parece muy útil y fácil de hacer. Consta de una caja de vidrio como la del esquema, con una pieza móvil A, que permite variar el ángulo diedro. Se colocan dentro esferitas iguales y para distintos ángulos se tendrá diferente ordenación de las esferas.

Las demás experiencias fueron mucho más complicadas y difíciles de describir sin un buen esquema o fotografía de ellas de que no dispongo.

Espero que este trabajo de información pueda ser útil a los Profesores de Química, en su totalidad o en alguna de sus partes.



# CUADERNOS DIDACTICOS

## Matemáticas - Física y Química - Ciencias Naturales

	<u>Ptas.</u>
<b>MATEMATICAS</b>	
<b>Perspectivas profesionales y científicas de la carrera de Matemáticas</b> , por Pedro Abellanas, Catedrático de la Universidad de Madrid ... ..	6
<b>La Matemática moderna</b> , por el mismo ... ..	7
<b>FISICA Y QUIMICA</b>	
<b>El magnetismo terrestre y la exploración espacial</b> , por J. Baltá Elías, Catedrático de la Universidad de Madrid ... ..	7
<b>La electrónica</b> , por Antonio Colino, Director General de Marconi, S. A. ... ..	
<b>Nuevas técnicas en Televisión y Cinematografía</b> , por José Sánchez-Cordobés, Subdirector técnico de Radiodifusión y Televisión ... ..	6
<b>Antimateria</b> , por Alberto Galindo, de la Junta de Energía Nuclear ... ..	4
<b>Severo Ochoa (Premio Nobel)</b> , por Eduardo García Rodeja, Catedrático del Instituto «Nuestra Señora de la Victoria», de Málaga ... ..	8
<b>Perspectivas científicas y profesionales de la carrera de Física</b> , por Armando Durán, Decano de la Facultad de Ciencias de Madrid ... ..	7
<b>Didáctica de la Química</b> , por Luis Rey Altuna y Enrique Sanz Jarauta, Catedrático del Instituto «Príncipe de Viana», de Pamplona ... ..	9
<b>El mecanismo de acción de los antibióticos</b> , por Antonio Portolés, del Instituto «Ferrán» ... ..	22
<b>Astronáutica y espíritu</b> , por Vicente Roglá, Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos ... ..	12
<b>CIENCIAS NATURALES</b>	
<b>Prontuario de Ecología Vegetal</b> , por Salvador Rivas Goday, Catedrático de la Universidad de Madrid ... ..	22
<b>La fertilidad del suelo</b> , por Valentín Hernando, del C. S. I. C. ... ..	8
<b>La alimentación de los animales domésticos</b> , por Gaspar González, Catedrático de la Universidad de Madrid ... ..	14
<b>Genética</b> , por Enrique Sánchez Monge y Parellada, Ingeniero Agrónomo y Catedrático ... ..	8
<b>Perspectivas profesionales y científicas de la carrera de Ciencias Geológicas</b> , por Francisco Hernández-Pacheco, Catedrático de la Universidad de Madrid ...	10
<b>Ultimos avances de las Ciencias Naturales</b> , por Tomás Alvira Alvira, del C. S. I. C., Subdirector del Instituto «Ramiro de Maeztu», de Madrid ... ..	5
<b>El sistema solar</b> , por Mariano Velasco Durántez, Catedrático de la Universidad de Barcelona ... ..	22
<b>El magnetismo de la materia</b> , por Salvador Velayos, Catedrático de la Universidad de Madrid ... ..	16
<b>Algunas orientaciones en la enseñanza de las Ciencias Naturales</b> , por Carlos Vidal Box, Inspector de Enseñanza Media ... ..	22
<b>Evolucionismo y evolucionismo humano</b> , por Bermudo Meléndez, Catedrático de la Universidad de Madrid ... ..	26
<b>La acidez del suelo y Galicia</b> , por M. Muñoz Taboadela, Catedrático de la Universidad de Santiago de Compostela ... ..	14