



Santa Fé de Bogotá, Octubre 1992

No. 2

Publicación del Sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional

HACIA UN MODELO UNITARIO EXPLICATIVO DE LAS PROPIEDADES DE "LOS COMPUESTOS DE VALENCIA MIXTA"^{*}

Por *BLANCA F. RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ* **

Desde hace más de un siglo, los químicos han hecho hincapié en que determinados compuestos se caracterizan por intensa coloración y gran conductividad eléctrica. Estos compuestos han sido considerados desde hace más de un tiempo como casos especiales que no guardaban relación entre sí. Sólo recientemente, se cayó en la cuenta de que constituyen una misma familia, la de los compuestos de valencia mixta. Sus peculiares propiedades no dependen únicamente de la naturaleza de los elementos que los componen, sino también de la aptitud de estos últimos en encontrarse en distintos estados de oxidación y en intercambiar sus electrones de valencia.

Los químicos ya conocían, en el siglo XVIII, los compuestos de valencia mixta debido a su color. El azul de Prusia, por ejemplo, descubierto de la centuria pasada, se utilizó sobre todo como pigmento en la fabricación de tinta, y llegó a adquirir tal importancia, que los ingleses intentaron ocultar su fabricación. En 1896, el químico Alfred Werner, estudió una familia de complejos del platino y observó que los productos oxidados o reducidos son incoloros, mientras que los compuestos intermedios presentan un hermoso color rojo.

Los Wolframatos de Sodio, Na_xWO_3 , formados por

LA EMPRESA

El comenzar algo es haber hecho ya la mitad. Una afirmación que llevada a la práctica da cuenta del éxito de muchas empresas y de muchas personas. Y PPDQ-Boletín se ha constituido como empresa que ya comenzó; tenemos la mitad.

Difundir los logros y resultados del trabajo de nuestra comunidad, los análisis y reflexiones acerca de la práctica pedagógica de la química es una forma de propiciar el desarrollo de su potencial productivo, no solo de sí mismo sino de otros sectores de esa práctica pedagógica.

Este PPDQ-Boletín No. 2 es un indicador de ese éxito que todos esperamos y confiamos alcanzar. Sus aportes y comentarios nos interesan.

PPDQ - Equipo Pedagógico

* Ponencia presentada en el seminario de química en mayo 28 de 1992.

** Estudiante del departamento de química. P.P.D.Q

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL



Boletín



QUÍMICA

Boletín No. 2, Octubre 1992
Publicación del Departamento de Química

GRUPO PEDAGÓGICO

Manuel Erazo Parga - MSC. Director Departamento
Royman Perez Miranda - MDQ. Coordinador
Julia Granados de Hernández - MI
Carmen Alicia Martínez Rivera- MDQ
Luis Abel Rincón Mora - MI
Dora Torres Sabogal - MDQ
Wilfredo Vasquez Romero - ME
Pedro Nel Zapata - Lic.
Edición: 300 ejemplares.
Arte: Andrés J. Hernández G.

Universidad Pedagógica Nacional
Santa Fé de Bogotá
Calle 73 No. 11-73 B-436

la combinación de óxidos de wolframio, con los de sodio incoloros, presentan un brillo metálico característico, que les ha valido el nombre de "bronces de tungsteno". Tienen otra característica singular, la de conducir la electricidad mientras que los óxidos de que han partido son aislantes.

Estos ejemplos ilustran las principales propiedades de los compuestos de valencia mixta: coloración intensa y conductividad eléctrica. Pero se advierte que paulatinamente, estos compuestos, lejos de ser curiosidades de laboratorio se relacionan con campos muy diversos: Química, mineralogía e incluso biología. La tercera parte de los elementos de la tabla periódica, de modo especial los elementos de transición y tierras raras, pueden conducir a compuestos de valencia mixta. Se hallan por doquier puesto que incluso los cosmonautas los han recogido en su expedición a la luna y son muchas las personas que sin saberlo han utilizado estos compuestos.

Los compuestos de valencia mixta tienen numerosísimas aplicaciones. Algunas son de vieja data, tales como la utilización del azul de molibdeno en tinturas o en la catálisis de la síntesis del compuesto de ácido sulfúrico con óxido de vanadio; las finas películas de óxido de wolframio se colorean mediante la acción de un campo eléctrico, lo que permite establecer dispositivos de fijación en rojería. En Biología, las ferredoxinas catalizan las

reacciones de óxido-reducción e intervienen en procesos de fijación del nitrógeno por la nitrogenasa.

DOS ESTADOS DE OXIDACION

¿ A qué se deben las propiedades características de las valencias mixtas y qué lazo une compuestos tan dispares como la ferredoxina y la biotita ?. Werner demostró que la coloración roja de los oxalatoplatino de potasio sólo aparecen en los compuestos intermedios de la familia. Los productos totalmente reducidos u oxidados son incoloros, de allí se concluye, que la coloración se debe a la presencia simultánea de los iones de platino (Pt) en dos estados de oxidación distintos, y ésta es la mejor definición de un compuesto de valencia mixta.

Sin embargo, las propiedades de éstos compuestos no sólo dependen de los estados de oxidación, también interviene el tiempo que permanece un electrón en un estado de oxidación determinado. Por ejemplo, en el

Fe_3O_4 , el sexto electrón del hierro ferroso Fe (II), no permanece inmóvil. Puede pasar a un ion férrico, Fe (III), vecino que sólo posea cinco electrones, y se observa que este fenómeno se produce más de 10^8 veces por segundo. En otros compuestos el paso de los electrones de un estado de oxidación a otro es muy lento, de tal manera, que el electrón se verá inmóvil y se podrán distinguir los iones. También se puede presentar el caso de que en otros compuestos, el electrón de un elemento cambió de un estado a otro, tan de prisa, que el electrón aparecerá como deslocalizado.

Así se pone de manifiesto que estos compuestos se pueden clasificar en tres grupos. En un extremo, aquellos en que el electrón se ve inmóvil. Los dos estados de oxidación están bien separados y las propiedades de estos compuestos provienen, de la superposición de las propiedades de los dos tipos de iones, que suelen ser desde el punto de vista eléctrico, aislantes. En el otro extremo, el electrón salta tan de prisa, que no se pueden distinguir los dos estados de oxidación. En este caso, las propiedades del compuesto tienen carácter metálico: brillo y fuerte conductividad eléctrica. Entre ambos se extiende un gran abanico de compuestos, cuyas frecuencias de saltos son de 10^8 veces. Son los semiconductores, caracterizados por una coloración muy intensa, roja por lo general, los cuales al modificar factores como la temperatura y composición pueden pasar de una clase a otra.

Los compuestos aislantes no revisten especial interés.

Por el contrario las propiedades distintivas de los conductores y semiconductores no son simplemente la suma de las de cada uno de los iones, sino que van ligadas a la capacidad de intercambiar sus electrones de valencia.

ELECTRONES QUE SALTAN DE UNA POSICIÓN A OTRA

Jamás se observa conductividad eléctrica en una red no metálica que contiene iones metálicos en un solo estado de oxidación. Para que se dé es necesario que los electrones salten de un lugar a otro, es decir que en el compuesto se presenten simultáneamente dos tipos de iones (por ejemplo la magnetita). Pero esta justificación no se puede aplicar a todos los compuestos análogos porque se puede correr el peligro de estar en contradicción con la experiencia.

Los óxidos de cobalto o de manganeso, tienen conductividades inferiores a la magnetita y para explicarlo es necesario recurrir a otros factores como son la forma de la molécula, y la distribución de los iones positivos en la red. Existen en la red dos familias de posiciones catiónicas, tetraédricas y octaédricas, ocupadas de manera diferente según el compuesto. Si en las posiciones octaédricas se ubican en su mayoría los iones con más alto estado de oxidación y en las tetraédricas los de estado de oxidación más bajo el compuesto presentará alta conductividad, si se presenta el caso contrario el compuesto será de conductividad baja.

Mediciones magnéticas efectuadas recientemente, facultan avanzar esta hipótesis, que sin embargo, no está confirmada.

HACIA UN MODELO UNITARIO

Para un sistema general de clasificación, destinado a englobar todos los compuestos de valencia mixta, coloreados o incoloros, conductores o aislantes, diamagnéticos, paramagnéticos o ferromagnéticos, se tienen en cuenta las relaciones existentes entre la deslocalización de los electrones y la similitud geométrica de las posiciones catiónicas.

Las propiedades de los compuestos de valencia mixta dependen de dos condiciones: la presencia simultánea de un mismo elemento en dos estados de oxidación diferentes y la capacidad de estos dos estados en intercambiarse sus electrones. Profundizando un poco más veremos si es posible elaborar un modelo teórico capaz de explicar las propiedades de las tres clases de compuestos de valencia mixta. Para ello se puede razonar acerca de un complejo sencillo el dimero del

rutenio. Tal complejo solo posee dos átomos de rutenio (Ru), separados por una molécula de piracina y rodeados cada uno por seis átomos de nitrógeno (cinco pertenecientes al ligando NH_3 y uno a la piracina). Esto confiere a los dos átomos de rutenio un entorno de coordinación casi octaédrico. Es posible, por oxido-reducción electroquímica, variar el número de electrones del complejo de manera que su carga total sea -4, -5 o -6. Se obtienen entonces tres dimeros distintos, en las que dos átomos de rutenio tienen el mismo grado de oxidación (III) o (II) o bien grados diferentes (II, III). De acuerdo con la definición de compuesto de valencia mixta, sólo es de interés el último caso. Se formula pues la siguiente pregunta: Se puede predecir a qué clase pertenece y determinar los factores que permitan resolver dicha pregunta? Si se asume que es de la clase II, el electrón puede saltar de un átomo de rutenio a otro, alrededor de 10^6 veces por segundo.

Al establecer la estructura del complejo, podemos ver que no hay diferencia alguna en cuanto a la geometría de los átomos de rutenio y se podría pensar en las condiciones que requiere el electrón para permanecer en un átomo de rutenio u otro, o si la forma de la molécula es idéntica el electrón se debería deslocalizar igualmente entre los átomos metálicos (clase III) o incluso quedarse en posición intermedio entre los átomos. Para responder a esta pregunta clave del problema se ha de tener en cuenta el complejo total y hacer intervenir especialmente las variaciones moleculares, con respecto al estado de oxidación, la configuración electrónica de un ión y la longitud de los enlaces.

Experimentalmente se puede establecer el espectro de Mossbauer, en el cual se puede determinar la velocidad de transferencia de un electrón de un átomo a otro y de acuerdo con la facilidad o dificultad de esta transferencia tendremos un compuesto de clase II o III.

SEMINARIO DE PEDAGOGIA Y DIDACTICA

Día: Lunes

Hora: 7 AM a 9 AM

Lugar: Aula 404B

Departamento de Química

Este modelo molecular nos deja ver el problema de las valencias mixtas, se puede estudiar el caso, en el cual las posiciones metálicas no sean idénticas, al igual que intentar aumentar el número de centros metálicos para predecir o tratar de dar una explicación al comportamiento de un polímero y no sólo de un dímero, aunque realmente a esto aún no se ha llegado. Una de las vías de explicación a nivel físico es el modelo de pequeños polarones para los de la clase II o el modelo de bandas para la clase III. Pero esto aún pertenece al futuro ya que no se han dado tales explicaciones, lo cierto es que se debe dar una explicación abierta y aproximada de estos aspectos teóricos que no han culminado en su investigación y problematizar al estudiante en cada tema de estudio.

Se puede utilizar los conocimientos básicos de la química para explicar las propiedades de estos compuestos. Estos conocimientos pueden ser: la configuración electrónica del átomo, la teoría electrostática del campo cristalino y la teoría de orbitales moleculares.

BIBLIOGRAFIA

BASOLO FRED y JOHNSON RONALD. Química de los compuestos de coordinación. Editorial



¿MEDIR O EVALUAR ?^{*}

Por FERNANDO BERNAL GONZALEZ^{**}

El impulso renovador modifica paulatinamente y de manera profunda todos los aspectos de la Educación, especialmente los relacionados con las estrategias de instrucción y dentro de éstas, las estrategias de evaluación.

El sentido de la evaluación radica en convertirse en un medio que le permita al estudiante conocerse mejor a sí mismo, sus posibilidades de crecer como persona humana y sus limitaciones para lograr lo que se ha propuesto. Por otra parte, la evaluación pretende que el educador identifique todos los elementos que intervienen en el proceso educativo, de tal manera que toda su acción sea más eficaz en el proceso de formación del estudiante.

Hasta hoy, se ha desarrollado una práctica evaluativa que llega hasta la asignación numérica (ver cap. 3:

Discusión sobre la calificación: R. Gallego-Badillo), como intento para cuantificar la calidad de la ejecución de un estudiante. Sin embargo, y a pesar del esfuerzo de los educadores por perfeccionar los sistemas de cuantificación, no ha sido posible explicar claramente cuáles son los factores que intervienen en la calidad de la ejecución del estudiante.

Precisamente, intentar encontrar esas explicaciones para poder predecir y someter a control el proceso orientador de la educación, es tarea de la evaluación; no es suficiente medir para cuantificar una ejecución, ya que de manera general, medir significa cuantificar, es decir, asignar un valor numérico a una magnitud después de haberla comparado con un patrón de medida.

Dentro de esa medición se escapan muchos factores vitales, ya que no es lo mismo evaluar a una persona, que medir la longitud de un lápiz o un cable. En el aprendizaje intervienen muchas variables y de muy diferente naturaleza. Por ejemplo: variables en relación con el estudiante, como son: su salud, su desarrollo psicomotor, la agudeza de sus sentidos, la edad. Variables en relación con el profesor, como son: su personalidad, su formación, la metodología o estrategia que emplea. Variables en relación con el ambiente, como son el espacio físico, la luz del salón al igual que su ventilación. El ambiente familiar y el grupo de compañeros. Variables en relación con la metodología, como son la programación, las actividades de aprendizaje, los sistemas de evaluación.

Pues bien, si tantas variables intervienen en el proceso de aprendizaje del individuo, será justo representar su proceso en cuanto al progreso exclusivamente por el dato numérico que producen las pruebas escritas o los exámenes orales ? NO! Los procesos de medición no son suficientes para medir o determinar el aprendizaje de un estudiante. Todas las variables que intervienen deben ser tomadas en cuenta como fuentes que expliquen el porqué de los comportamientos de un estudiante. Las descripciones cualitativas y las apreciaciones relativas al desempeño de los alumnos, son necesarias para que el profesor se aproxime de manera justa a los resultados de los discentes.

*

Ensayo presentado en el Seminario de Pedagogía y Didáctica en Junio de 1992

**

Estudiante del Departamento de Química. PPDQ