



**UNIVERSIDAD DE
LOS ANDES**
Facultad de Ciencias
*Departamento de
Química*



El Reporte Científico

Dr. Ricardo Hernández
Prof. Agregado Facultad de Ciencias - ULA

Mérida,

23 de septiembre de 2009

Núcleo "Pedro Rincón Gutiérrez", La Hechicera, Edificio "A" Ciencias, Cuarto Piso

OPT la Hechicera, No 53

Mérida, Mérida, ZP 5101 – Venezuela

Pagina Web: <http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/rmhr/>

E-mail: rmhr@ula.ve

Tel.: 0274-2401392; Fax: 0274-2401286

Parte I

Introducción

Una vez finalizada una investigación, es necesario comunicar los resultados. Existen dos formas básicas de presentar los resultados:

1. El contexto académico.
2. El contexto no académico.

En el contexto académico los resultados se preparan para ser presentados a profesores, investigadores, alumnos o funcionarios de instituciones de educación superior (universidades, colegios universitarios) o de agencias o centros de investigación. Esta forma es la que caracteriza a las tesis de grado, presentaciones en encuentros científicos o publicaciones científicas. En el contexto no académico, los resultados se preparan para ser presentados a un público general, menos interesados en los detalles de la investigación, con fines prácticos y a veces comerciales.

En líneas generales, un reporte científico es una descripción del estudio efectuado, de sus resultados y conclusiones.

Elementos de un reporte de investigación.

Portada.

Incluye el título de la investigación, el nombre del autor o de los autores y su afiliación institucional, o el nombre de la organización que patrocina el estudio, así como la fecha en que se presenta el reporte.

Índice del reporte.

Incluye los títulos de apartados y subapartados y su ubicación relativa en el cuerpo del informe.

Resumen.

Constituye una versión concisa del planteamiento del problema, objetivos, método, resultados más importantes y las conclusiones más relevantes. Su extensión máxima puede variar, de acuerdo a la extensión del trabajo, entre 120 a 320 palabras.

Introducción.

Incluye la motivación o planteamiento del problema, los antecedentes del problema, (objetivos, hipótesis, preguntas de la investigación y justificación –importancia- de la investigación), metodología empleada; incluyendo definiciones, variables, ventajas y limitaciones propias del método.

Marco teórico.

Constituye el marco de referencia del trabajo, e incluye los antecedentes históricos y /o conocimientos fundamentales del tema hallados en la literatura, producto de la revisión bibliográfica. En ocasiones el marco teórico se presenta como parte de la introducción.

Parte Experimental - Método.

Describe como fue llevada a cabo la investigación, con tal claridad que pueda ser reproducida completamente; incluye:

- a. El diseño experimental; descripción del sistema en estudio (Universo y muestra). Datos acerca de los riesgos implícitos en la ejecución del experimento; tales como, tablas de toxicidades, riesgos de incendio o quemaduras, etc., y de los instrumentos de recolección de datos, errores y confiabilidad de las medidas.
- b. Procedimiento; resumen de cada paso en el desarrollo de la investigación. Cuando se

emplean métodos o procedimientos ya descritos en la literatura, se deben citar las referencias correspondientes.

Resultados y discusión de Resultados.

En este apartado el investigador se limita a describir sus resultados mediante el uso de tablas, cuadros, gráficas, dibujos, diagramas o mapas. Cada uno de estos elementos debe ir numerado y acompañado de un texto o título explicativo. La discusión se efectuará haciendo referencia a los objetivos del trabajo y a los antecedentes obtenidos de la revisión de la bibliografía. En general se escribe en pasado o en presente impersonal (tercera persona). Esta es sin duda una de las partes más importantes del informe y donde el investigador desarrolla toda su capacidad de análisis.

Conclusiones y Recomendaciones.

En esta sección se derivan conclusiones, y se presentan comúnmente como un resumen de la discusión de los resultados. Aquí hacen recomendaciones para otras investigaciones, se analizan las implicaciones de la investigación y si ésta respondió a las preguntas planteadas antes de la investigación o si se cumplió con los objetivos del trabajo.

Referencias.

Constituye el conjunto de obras, trabajos o textos empleadas por el investigador como apoyo. La forma de organizar la literatura o referencias empleadas varía de acuerdo con la rama de la ciencia y con las exigencias de cada grupo científico; sin embargo, de forma general, estas se organizan al final del cuerpo del reporte y en orden de aparición. El formato empleado también varía, pero en general se suele presentar la cita de la siguiente manera:

Nombre del (los) autor(es), "Título del capítulo o nombre del trabajo entre comillas", Nombre de la publicación, Editor, Casa editorial, Sitio o lugar de publicación, Volumen, Número, Año de publicación, paginas de ubicación en el cuerpo de la obra.

Cada uno de estos elementos suele ser separado por una coma.

Apéndices.

Resultan útiles como material de apoyo, para describir y sustentar en mayor detalle ciertos aspectos, sin distraer la lectura del texto principal.

Bibliografía

M. Espinosa, E. Minero, N. Hilje y R. Barrientos, "Química para el desarrollo", Editorial Limusa S.A. México, 2001

R. Hernández S., C. Fernández C., P. Baptista L., "Metodología de la Investigación", 3ra edición, McGraw-Hill, México, 2003

2da Parte

Guía Para La Elaboración De Un Reporte De Laboratorio... Como hacerlo sin sufrir en el intento!

A continuación se presentan una metodología que, a juicio del autor, facilita la organización y elaboración de un reporte de laboratorio. Esta metodología no pretende ser una guía única e infalible, sino más bien una ayuda en el desarrollo de la capacidad del estudiante para organizar y elaborar un reporte de laboratorio siguiendo pautas más o menos estándar. Se podrán conseguir en otras fuentes algunas variantes pero en términos generales los conceptos y principios filosóficos subyacentes serán los mismos.

Guía para la elaboración del Resumen:

El resumen es lo que primero aparece en un trabajo científico y sin embargo es lo último que se debe realizar. Su intención es informar al lector de manera sucinta acerca del contenido (objetivos, metodología y resultados) del trabajo al que precede. Para su elaboración conviene:

- ✓ Identificar y mencionar el objetivo(s), métodos y técnicas a emplear o usados para alcanzar el mismo.
- ✓ Mencionar de forma resumida: (a) el “punto de partida” (reactivos, soluciones, concentraciones), (b) el método empleado (secuencia cronológica de técnicas a emplear).
- ✓ Citar y contrastar de forma muy breve los resultados esperados y los obtenidos, señalando las limitaciones y errores que afectan notablemente al resultado.

Guía para la elaboración de la Introducción y Marco Teórico:

- ✓ Establecer claramente los objetivos, antecedentes e importancia del proyecto.
- ✓ Definir el método (secuencia de técnicas aplicadas con un objetivo definido) a ser empleado para alcanzar los objetivos, identificando las variables independientes y dependientes.
- ✓ Identificar cada una de las técnicas a emplear y desarrollar los fundamentos (conceptos/definiciones) que las sustentan y su integración dentro del método (método: uso secuencial de técnicas con un fin determinado) y su fundamento; estableciendo las correlaciones entre las variables dependientes e independientes y la forma de determinar la magnitud de cada una de ellas.
- ✓ Identificar y explicar las limitaciones de cada técnica y sus consecuencias para la consecución del objetivo(s).

Guía para la elaboración del Esquema de Trabajo

- ✓ Leer concienzudamente el procedimiento
- ✓ Identificar las etapas más importantes del procedimiento, buscando entender las razones subyacentes de cada etapa, tomando en cuenta los fundamentos y limitaciones; aquí se debe identificar las etapas capaces de introducir errores importantes.
- ✓ Identificar los pasos que se deben cumplir para culminar con éxito cada etapa, incluyendo los cálculos necesarios; por ejemplo, cálculo de concentraciones.

- ✓ Elaborar el esquema colocando cronológicamente las etapas como línea central y complementar el esquema con los pasos necesarios para cumplir cada etapa.

Nota: A los fines de la elaboración de este modelo de reporte no se incluye la inserción de un apartado que contenga el procedimiento en forma de texto, pues se considera de mayor relevancia el desarrollo de la capacidad organizativa del estudiante mediante el desarrollo del esquema de trabajo. Además, normalmente, los procedimientos incluidos por los estudiantes en los reportes suelen ser copias “al carbón” de los procedimientos encontrados en los textos o guías de laboratorio; las que poco aportan al desarrollo analítico del estudiante.

Guía para el tratamiento de los datos y obtención de resultados

- ✓ Identificar y diferenciar datos de resultados

Los datos constituyen el conjunto de observaciones directas sobre las cuales se basa la discusión y que se reúnen a objeto de dar respuesta a una o varias interrogantes. Los resultados son el producto del procesamiento y análisis de los datos recabados.

- ✓ Identificar las constantes y variables independientes. Efectuar las transformaciones de unidades necesarias, efectuar el tratamiento estadístico necesario y finalmente tabular o graficar los datos indicando el error (apreciación del instrumental) de cada medida.
- ✓ Identificar las variables dependientes y efectuar los cálculos necesarios, incluyendo los cálculos de error. Graficar y tabular.

Guía para la elaboración del Análisis de Resultados o Discusión:

Esta sección constituye la parte más importante del reporte y es donde el estudiante deberá emplear y desarrollar al máximo su capacidad de análisis. Para simplificar su elaboración se sugiere la siguiente metodología:

- ✓ Mencionar, a manera de recordatorio, los objetivos de la práctica; esto ayuda a enfocar la discusión.
- ✓ A la luz de los objetivos, los fundamentos teóricos, las ventajas y limitaciones del método empleado, contrastar y discutir, secuencialmente, las discrepancias o coincidencias entre los resultados obtenidos y los esperados. Para esto se debe:
 - i. Agrupar los resultados en tablas y gráficas que permitan establecer correlaciones entre los mismos.
 - ii. Identificar las fuentes de error para cada dato obtenido y su incidencia sobre el resultado y su calidad.
 - iii. Identificar las limitaciones y su efecto sobre la calidad del resultado obtenido.
 - iv. Identificar las dificultades encontradas para la obtención de los datos. ¿Se ajusta el procedimiento a los objetivos? ¿Por qué?
 - v. Cuestionar los resultados: ¿Son los resultados los esperados?, ¿Por qué?, ¿Son similares o concuerdan con resultados obtenidos por otros investigadores?, ¿Son razonables en función de los antecedentes y fundamentos teóricos?, etc. Cada uno de los cuestionamientos debe tener una respuesta argumentada en base a hechos o referencias objetivas (incluye teorías).
 - vi. Discutir las posibilidades de mejorar el método (esquema) y proponer soluciones a las limitaciones de las técnicas o método empleados.

Guía para la elaboración de las Conclusiones:

Como su nombre lo indica, la sección **Conclusiones** constituye el resumen de las consecuencias derivados del análisis o discusión de los resultados en la sección anterior. Para su elaboración se sugieren la siguiente metodología:

- ✓ En función de los objetivos, indicar los resultados obtenidos, la calidad de los mismos y la principal consecuencia derivada durante la discusión. Si es el caso se deben incluir los parámetros de calidad necesarios (precisión o dispersión de datos y exactitud o error absoluto y relativo)
- ✓ De acuerdo con la discusión, indicar los hechos y deducciones secundarias relevantes; incluyendo señalar objetivamente los errores y las limitaciones observadas en las técnicas y método empleado
- ✓ En razón de las limitaciones y errores observados proponer alternativas para optimizar el método.

Guía para la elaboración del listado de Citas o referencias consultadas.

- ✓ **Libros:** Nombres y Apellidos de los autores, “Titulo de la obra”, Capitulo, Nombre y Apellidos del Editor(es), Edición, Casa Editorial, Lugar de Edición (Ciudad, País), Año de edición, paginas consultadas.
- ✓ **Publicaciones Periódicas:** Nombres y Apellidos de los autores, “Titulo del Trabajo”, Nombre de la publicación periódica, Volumen, Número, (Año), paginas inicial – final del articulo.
- ✓ **Paginas de Internet:** Autor del artículo, “Titulo del articulo”, Dirección de la pagina (www.etc.etc/estaes/aquiesta), Lugar de Edición (Organización, Ciudad, País), Fecha de última actualización de la pagina, Fecha de consulta.
- ✓

Parte III

Introducción al tratamiento de datos experimentales en Química.

La Manipulación de los Datos

Variables discretas y continuas.-

La variable se representa mediante un símbolo, por ejemplo X, Y, Z, H, x, y, z, h. La variable puede asumir cualquier valor dentro de un conjunto de valores prescrito denominado dominio de la variable. Si la variable sólo puede asumir un valor, entonces se la denomina constante. Una variable que puede asumir cualquier valor entre los valores extremos del dominio se denomina variable continua, de lo contrario se llama variable discreta.

Por ejemplo, La cantidad de personas en el salón de clase puede asumir valores de 0, 1, 2, 3, 4, 5, etc., y hasta su máxima capacidad, pero no puede tener valores fraccionarios; por ejemplo 2,5 o 3,678. Esta es una variable discreta. Por el contrario, la cantidad en gramos de una sustancia en un recipiente, cuya capacidad máxima es de 2 gramos, puede tener valores fraccionarios limitados sólo por la sensibilidad

del instrumento empleado para determinarla; así puede tomar valores desde 0 g, 1,1002 g, 1,50 g, etc. En general las mediciones generan datos continuos mientras que los conteos generan datos discretos.

La notación científica o exponencial y uso de cifras significativas.-

Cuando se escriben cantidades, especialmente aquellas que expresan medidas muy grandes o muy pequeñas, conviene expresarlas como potencias de 10.

Así por ejemplo, el Número de Avogadro – cantidad de partículas contenido en un mol- se expresa como $6,02 \times 10^{23}$ partículas –átomos o moléculas; es decir: 602.000.000.000.000.000.000,0 partículas. El multiplicar al número 6,02 por la potencia de diez, 10^{23} , tiene el efecto de desplazar la coma o indicador decimal de la cantidad, veintitrés espacios o ceros hacia la derecha.

Resulta pues evidente la conveniencia de expresar esta constante mediante la notación científica; como un mol de átomos de carbono pesa 12,0107 g, entonces 1 átomo de carbono habrá de pesar:

$$\frac{1 \times 12,0107}{6,02 \times 10^{23}} = 0,000000000000000000000000199513 \text{ g}; \text{ es decir: } 1,99513 \times 10^{-23} \text{ g.}$$

De nuevo, evidentemente, el uso de la notación científica resulta más conveniente.

Ejercicio: Imagine el tamaño que habrá de tener la pantalla de una calculadora que no exprese estas cantidades empleando la notación científica.

El peso de un átomo de carbono es $1,99513 \times 10^{-23}$ g. Esta cantidad contiene seis dígitos; entendiendo por dígito a cada uno de los diez números básicos del sistema decimal (0-9). Una *cifra significativa* es un dígito que denota un valor discreto en el lugar de la cantidad en la que se encuentra. El dígito 0 (cero) es una cifra significativa excepto cuando está ubicado delante de los restantes dígitos básicos del sistema decimal (1-9) o puede ser incorporado en una potencia de diez. De esta forma, el peso del átomo de carbono señalado anteriormente contiene seis cifras significativas, aún si no se usa la notación científica. De igual forma, el valor del peso de un mol de átomos de carbono señalado arriba, contiene seis cifras significativas.

Se debe tener presente que se presentan dudas cuando varios dígitos con valor de cero preceden al indicador decimal; por ejemplo, el Número de Avogadro, ¿Contiene tres o veintitrés cifras significativas? Siendo que esta cantidad es una constante aceptada como $6,02 \times 10^{23}$, el número de cifras significativas es 3. En otros casos, el número de cifras significativas estará dado por la incertidumbre o apreciación del instrumento de medida.

El número de cifras significativas puede ser definido como el número de dígitos necesarios para expresar la incertidumbre asociada a una medida. De esta forma, las cantidades o valores observados deben ser recogidos hasta la primera cifra con incertidumbre (significativa); es decir, hasta donde la apreciación o límite de detección del instrumento indique.

Así, en un análisis gravimétricos donde los pesos se determinan hasta la décima de miligramo ($0,1 \text{ mg}$ ó $1 \times 10^{-4} \text{ g}$), una masa de 1,0239 g significa que la masa medida es menor que 1,0240 g y mayor que 1,0238 g. Si esta masa se expresa como 1,023 g, significa que se ha determinado el peso con una incertidumbre en el dígito correspondiente al miligramo (0,001 g) y que la masa medida se ubica entre 1,022 g y 1,024 g.

Cálculos y cifras significativas.-

Existen una serie de reglas que deben ser tomadas en cuenta al momento de manipular las cifras significativas cuando se efectúan cálculos:

- i. Se deben recoger los valores hasta la primera cifra significativa con incertidumbre.
- ii. Se deben redondear cantidades hasta el número correcto de cifras significativas.
- iii. La suma o diferencia de cualesquiera cantidades no puede ser más precisa que la cantidad que tenga la mayor incertidumbre: $122,2 + 12,345 + 1,01 = 135,5$
- iv. El porcentaje de precisión del resultado de una operación de multiplicación o división no puede contener más cifras significativas que el porcentaje de precisión de la variable con la menor cantidad de cifras significativas, y el menor valor absoluto sin tomar en cuenta el indicador decimal (variable clave). Así, por ejemplo, en el cálculo siguiente:

$$\frac{25,63(-0,6481)3,301}{1,1579} = -47,35491899$$

La variable clave es 25,63; pues es la que posee la menor cantidad de cifras significativas y el menor valor absoluto; por lo tanto, el resultado debe expresarse como -47,35. Sin tomar en cuenta el indicador decimal, 2563 es menor que 3301; de aquí se tiene que la incertidumbre porcentual para la primera cantidad será $(1/2563)100 = 0,039$; es decir 0,04. Por otro lado, la incertidumbre porcentual de la segunda será $(1/3301)100 = 0,03$. La incertidumbre que debe tomarse es la mayor, 0,04

El Redondeo.-

- i. Si el dígito que sigue a la última cifra significativa es mayor que 5, ésta debe ser redondeada a la cantidad próxima mayor. Si en el cálculo anterior el resultado fuese -47,35691899, deberíamos redondear a -47,36
- ii. Si el dígito es menor que 5, entonces la última cifra significativa queda inalterada y se eliminan todos los dígitos que la siguen. $-47,35491899 \sim -47,35$
- iii. Si el dígito que sigue a la última cifra significativa es 5, la última cifra significativa es redondeada al cantidad par más cercano:

$$-47,35591899 \sim -47,36$$

$$-47,36591899 \sim -47,36$$

$$-47,37591899 \sim -47,38$$

Nociones de Estadística

Población

Conjunto de todos los individuos, objetos en estudio. Como regularmente resulta imposible, o nada práctico, recoger los todos datos de una población, especialmente si ésta es muy numerosa, se recurre a la toma de una pequeña porción representativa denominada *la muestra*.

Tipos de datos, arreglos y frecuencias

Los datos pueden ser de dos tipos: datos en bruto o sin procesar y datos organizados o procesados. Un *arreglo* es un conjunto de datos organizados; la diferencia entre el mayor y el menor valor (límites superior e inferior) se denomina *rango o intervalo* de datos. Cuando se organizan grandes cantidades de datos, generalmente aparecen conjuntos de datos similares a los que se denomina *clases o categorías*. El número de datos pertenecientes a una determinada clase define la *frecuencia* de la clase. Al conjunto

organizado de frecuencias se le denomina *distribución de frecuencias* y generalmente se representa mediante un *gráfico de barras*.

Promedios

Un promedio, es un valor que es típico o representativo de un conjunto de datos. Los promedios tienden a ubicarse de manera central dentro de un intervalo de datos. Se pueden definir varios tipos de promedios, de los cuales, los más comunes son: la *media aritmética*, la *mediana* y la *moda*. Cada uno tiene ventajas y desventajas dependiendo de los datos y del propósito de los cálculos.

a) La media aritmética

La media aritmética, o media, de un conjunto de N datos, $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_N$, se denota por \bar{x} y se define como:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_j$$

Si los mismos datos ocurren con cierta frecuencia f, entonces la media aritmética será:

$$\bar{x} = \frac{f_1 x_1 + f_2 x_2 + f_3 x_3 \dots + f_N x_N}{f_1 + f_2 + f_3 \dots + f_N} = \frac{\sum_{j=1}^N x_j}{\sum f}$$

b) La media aritmética ponderada

En ocasiones se asocia a los datos con ciertos factores ponderados (o pesos), w, que definen la importancia de los mismos o su significación. En estos casos la media adquiere un valor que difiere de la media aritmética y se define como:

$$\bar{x} = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 \dots + w_N x_N}{w} = \frac{\sum_{j=1}^j x_j}{\sum w}$$

c) La mediana y la moda

La *mediana* de un arreglo de datos (conjunto de datos acomodados) es el valor de en medio –si el número de datos es impar- o bien la media aritmética de los dos valores centrales –si el número de datos es par. Así, por ejemplo, el arreglo de números 3, 4, 4, 5, 6, 8, 8, 8, 10, tiene una mediana igual a 6; mientras, el arreglo 5, 5, 7, 9, 11, 12, 15, 18, tiene una mediana igual a $(9+11)/2 = 10$.

La *moda* de un conjunto de números es el valor que ocurre con mayor frecuencia; es decir el valor más común. La moda puede no existir en ciertos conjuntos, y si existe puede no ser única. Un conjunto que tiene una sola moda se denomina *unimodal*.

Dispersión de datos y error de una medida

El grado con el cual los diversos datos tienden a esparcirse respecto de un valor promedio se denomina dispersión, variación o precisión. Existen varias formas de calcular la dispersión de los datos, siendo las más comunes: el *rango*, la *desviación estándar* y la *varianza*.

- El *rango* es la diferencia entre el *límite superior* y el *límite inferior* de un arreglo de datos.
- La *desviación estándar* se define de la siguiente manera:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (x_j - \bar{x})^2}{N}}$$

Generalmente se reemplaza N por $(N-1)$ cuando el número de datos es pequeño ya que el valor resultante es una mejor estimación de la desviación estándar de los datos.

c) La *varianza* se define como el cuadrado de la desviación estándar.

Errores

Cualquier tipo de medición está, siempre, asociada a un error dado por la apreciación del instrumento de medida. Por extensión, en cualquier análisis químico, los datos y los resultados obtenidos tiene asociados diferentes tipos de errores. Sin embargo, es la función del químico minimizarlos y estimar su magnitud con una exactitud aceptable. Cada medición esta sujeta a muchas imprecisiones (errores) que cuando se combinan producen una diversidad de resultados alejados, en mayor o menor grado, del valor verdadero. Sin embargo es posible determinar el grado de imprecisión definiendo un intervalo de valores dentro del cual se encuentra centrado el valor verdadero.

En los análisis químicos es común encontrar al menos dos tipos generales de errores: (a) *errores aleatorios o indeterminados* y (b) los *errores sistemáticos o determinados*. Los errores aleatorios surgen como consecuencia de variaciones no controladas de variables experimentales; por ejemplo variaciones del voltaje de la red de energía eléctrica o las vibraciones causadas por vehículos al paso. Estos errores no tienen una magnitud o signo definido o constante. Por el contrario, los errores sistemáticos tienen un valor y signo definidos, y por tanto una causa común. Este error suele ser de mayor magnitud que el error aleatorio y ocasiona la mayor desviación respecto al valor real. En las técnicas en las que la apreciación del investigador es necesaria, este error es, generalmente, el de mayor importancia; por ejemplo, al estimar el color de una solución, o la posición de una aguja entre dos divisiones de la escala de un instrumento, o la posición del menisco de un líquido en un matrás aforado.

El término *precisión* se emplea para describir la *concordancia* de las medidas o *reproducibilidad*. Un conjunto de medidas con alto grado de precisión implica un conjunto de valores poco dispersos y con valores de error aleatorio bajos. El término exactitud indica que tan cercano esta una medición de su valor verdadero o aceptado.

La *exactitud* se expresa en términos de *error absoluto* y *error relativo*. El *error absoluto* es la diferencia entre el valor hallado experimentalmente y el valor verdadero o aceptado como verdadero.

$$E = x_i - x_t$$

Donde x_t es el valor verdadero y x_i es el valor encontrado. El *error relativo* suele ser una medida más empleada y más útil, generalmente expresada en términos de porcentaje:

$$E_r = \frac{x_i - x_t}{x_t}$$

Referencias

- Murray R. Spiegel y David P. Lindstrom, “Estadística Schaum”, 1ra Edición, McGraw-Hill, México 2000
- D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler y S. R. Crouch, “Química Analítica”, 7ma Edición, McGraw-Hill, México, 2001