

JORNADA TÉCNICA

Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos 2015

Aspectos prácticos para su aplicación

* * *

**La expresión numérica de resultados en
los informes científico-técnicos**
“- Oye, ¿cuántos decimales pongo?”

Juan M. Viguera

LA COMUNICACIÓN ESCRITA. ALGUNOS TIPOS DE ESCRITOS

Periodísticos

Noticias, Reportajes, Entrevistas...

Literarios

Poesías, Críticas, Novelas, Teatro, Ensayo, Cuentos...

Epistolares

Cartas comerciales, cartas de amor, cartas “al director”, cartas familiares...

Notas breves

E-mails, SMS, WhatsApp, Post-it...

Científico-Técnicos

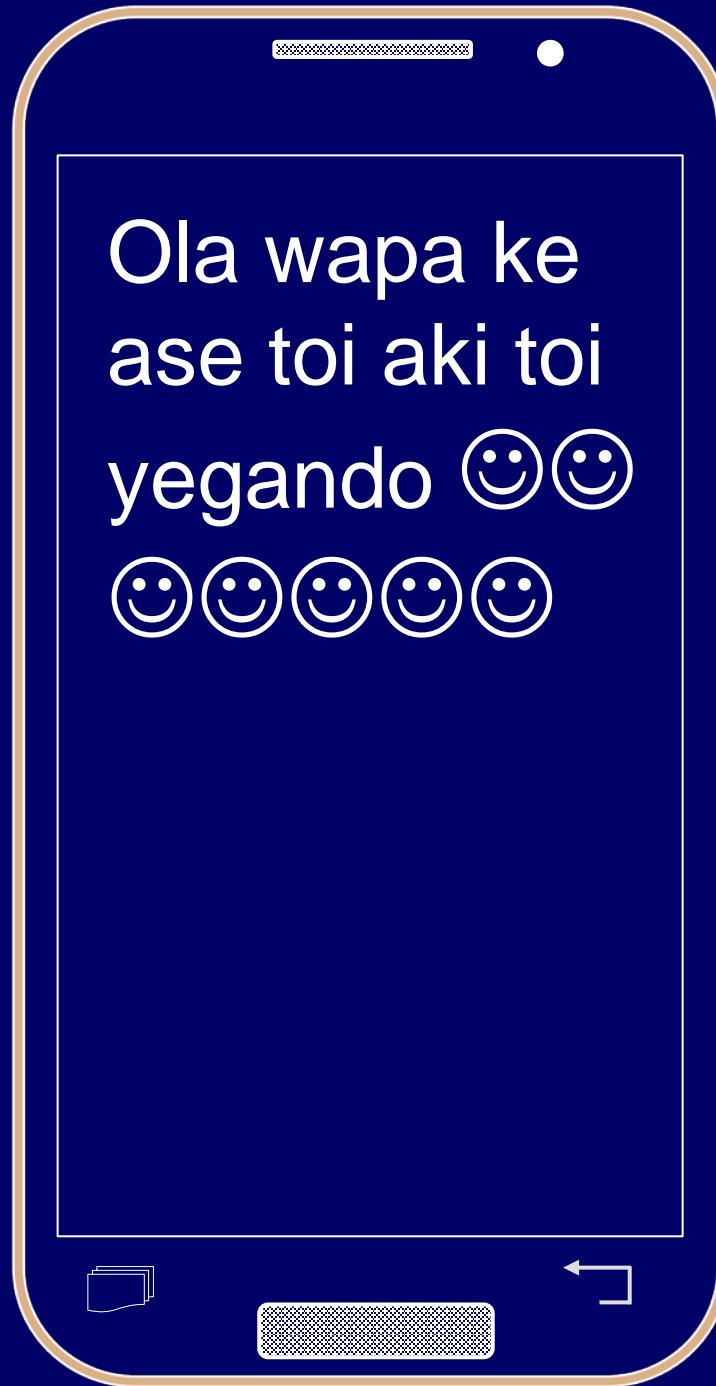
Artículos en revista, Tesis Doctorales, Proyectos, Memorias, Informes, ...

Otros

Crónicas, Prólogos, Normas, Reglamentos, Recetas de cocina, Pregones...

“apropiado” para
WhatsApp, SMS y
similares:

Ola wapa ke
ase toi aki toi
yegando ☺☺
☺☺☺☺☺



LA COMUNICACIÓN ESCRITA. ALGUNOS TIPOS DE ESCRITOS

Periodísticos

Noticias, Reportajes, Entrevistas...

Literarios

Poesías, Críticas, Novelas, Teatro, Ensayo, Cuentos...

Epistolares

Cartas comerciales, cartas de amor, cartas “al director”, cartas familiares...

Notas breves

E-mails, SMS, WhatsApp, Post-it...

Científico-Técnicos

*Artículos en revista, Tesis Doctorales, Proyectos, Memorias, **Informes**, ...*

Otros

Crónicas, Prólogos, Normas, Reglamentos, Recetas de cocina, Pregones...

EL INFORME CIENTÍFICO - TÉCNICO

CARACTERÍSTICAS (¡ojo!, no virtudes) DIFERENCIALES

Objetividad - Rigor - Concisión - Sobriedad - Coherencia -
Precisión - Claridad (para que sea autosuficiente)

Estas características, le dan a este tipo de escritos un aspecto algo distinto a los demás y que afecta principalmente a su:

- Estructura
- Formato
- Lenguaje
- **Expresión de resultados numéricos**

LA EXPRESIÓN DE LOS NÚMEROS EN LOS ESCRITOS

\emptyset unidades

*Anoche vi ~~mil~~ estrellas
brillar bajo el manto azul,
~~ninguna~~ de ellas tan bella,
como me pareciste tú*

De 10^3

*estrellas del cielo azul,
 \emptyset unidades se ven...
...tan hermosa como tú*

LA EXPRESIÓN DE LOS NÚMEROS...
EN UN INFORME CIENTÍFICO - TÉCNICO

EL INFORME CIENTÍFICO - TÉCNICO

- Importancia del número en un informe científico-técnico
- La frase infamante:
 - “*¿Cuántos decimales pongo?*”
 - “*¿Furboneta es con ‘be’ o con ‘uve’?*”

Ejemplo de la expresión de un resultado:

0,34 ppm \pm 0,02 ppm

RESULTADO

(con *redondeo* a sus
cifras significativas y
con sus unidades)

MARGEN DE ERROR - ERROR -
INCERTIDUMBRE -
INDETERMINACIÓN - INTERVALO
DE CONFIANZA – TOLERANCIA...

(Todos con *redondeo* a sus *cifras
significativas* y con sus unidades)

- EL *REDONDEO*
(2 diapositivas)
- LAS *CIFRAS SIGNIFICATIVAS*
(3 diapositivas)

EL REDONDEO (1 de 2)

El redondeo: Proceso mediante el que se van eliminando las cifras menos importantes de un número (en nuestro caso las irrelevantes) hasta llegar al grado de apreciación deseada

Reglas del redondeo:

- Cuando la cifra menos relevante que se elimina es menor de “5”, la cifra siguiente se mantiene inalterable
- Cuando la cifra menos relevante que se elimina es mayor de “5”, la cifra siguiente se aumenta en una unidad
- Cuando la cifra menos relevante que se elimina es precisamente un “5”, la cifra siguiente se aproxima al valor **par** más próximo (el “cero” se considera “par”)

EJEMPLO

EL MANEJO DE NÚMEROS. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

EL REDONDEO (2 de 2)

EJEMPLO: Se desea “redondear” el número:

47,75250637428

hasta dejarlo con una sola cifra decimal

47,85250647438

Se redondea a: 47,75250637 Con 8 decimales

Se redondea a: 47,7525064 Con 7 decimales

Se redondea a: 47,752506 Con 6 decimales

Se redondea a: 47,75251 Con 5 decimales

Se redondea a: 47,7525 Con 4 decimales

Se redondea a: 47,752 Con 3 decimales

Se redondea a: 47,75 Con 2 decimales

Se redondea a: 47,8 Con 1 decimal

LAS CIFRAS SIGNIFICATIVAS (1 de 3)

Ejemplo: $0,34 \pm 0,02$

El concepto de “*cifra significativa*”

¿La definición de “*cifra significativa*”? ...mejor, algunos ejemplos:

0046,5 tiene tres cifras significativas

46,500 tiene cinco

00,0004 tiene una

02391 tiene cuatro

0239,00 tiene cinco

4,006 tiene cuatro

0,2300 tiene cuatro

0,0106 tiene tres

500 ¿tres? ¿o una?: AMBIGÜEDADES



EL MANEJO DE NÚMEROS. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

LAS CIFRAS SIGNIFICATIVAS (2 de 3)

AMBIGÜEDADES

500: ¡Atención!: ¿una o tres cifras significativas?
(recuérdese el chiste de los indios)

La notación científica elimina la ambigüedad:

$5,00 \times 10^2$ tiene tres cifras significativas, es decir:
“exactamente, 500”

5×10^2 tiene una cifra significativa, es decir:
“unos 500, más o menos”

EL MANEJO DE NÚMEROS. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

LAS CIFRAS SIGNIFICATIVAS (3 de 3)

UN ERROR FRECUENTE

Las cifras significativas indican el grado de apreciación de la medida realizada.

Por lo tanto, su número no puede cambiar cuando se cambia de unidades. Así:

→ 1,2 mg/m³ ≠ 1200 µg/m³

2 cifras significativas



4 cifras significativas

→ 1,2 mg/m³ = 1,2 x 10³ µg/m³

2 cifras significativas

EL MANEJO DE NÚMEROS. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

LOS RESULTADOS DE LAS OPERACIONES

- SUMAS Y RESTAS
- MULTIPLICACIONES Y DIVISIONES
- POTENCIAS Y RAÍCES
- LOGARITMOS



EL MANEJO DE NÚMEROS. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

OPERACIONES DE SUMAS Y RESTAS

REGLA.- En las sumas y restas, el resultado tendrá las mismas cifras decimales (con *redondeo*) que el número implicado en la operación que tenga menos.

EJEMPLO: *Un trabajador está expuesto simultáneamente a las siguientes cantidades de cromo, plomo, cobre y zinc: 2,3; 124; 12,037 y 214,33 mg/m³ respectivamente. Determínese la exposición total a metales*

$$2,3 + 124 + 12,037 + 214,33 = \cancel{352,667} = 353 \text{ mg/m}^3$$

Téngase en cuenta que el *redondeo* no significa perder información. Sencillamente, el resultado que da la calculadora (“352,667”) tiene las mismas posibilidades de ser cierto que el “352,844”, el “352,615”, el “352,986”...etc.

EL MANEJO DE NÚMEROS. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

OPERACIONES DE MULTIPLICACIONES Y DIVISIONES

REGLA.- En las multiplicaciones y divisiones, el resultado tendrá las mismas cifras significativas (con redondeo) que el número implicado en la operación que tenga menos

EJEMPLO.- Durante su jornada laboral de 6,5 horas, un trabajador se expone durante 1,7 horas a 295 ppm de m-xileno. Determinese la exposición diaria, **ED**.

$$ED = \frac{295 \times 1,7}{8} = \cancel{62,6875} = 63 \text{ ppm}$$

“constante definida”

OPERACIONES CON POTENCIAS Y RAÍCES
La misma regla anterior



EL MANEJO DE NÚMEROS. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

OPERACIONES DE CONVERSIÓN A LOGARITMO

REGLA.- En la conversión de un número a su correspondiente logaritmo, la *mantisa* del logaritmo (*¡¡no su característica!!*) tendrá las mismas cifras significativas (con redondeo) que el número del que procede (y viceversa en la operación contraria).

EJEMPLO.- Se necesita disponer de los logaritmos de los índices de exposición de las siguientes jornadas:

$$\text{Jornada 1: } 39,7 \quad \log (39,7) = \overline{1,598790} = 1,599$$

$$\text{Jornada 2: } 0,68 \quad \log (0,68) = \overline{-0,167491} = -0,17$$

$$\text{Jornada 3: } 3,2 \quad \log (3,2) = \overline{0,505150} = 0,50$$

$$\text{Jornada 4: } 0,006 \quad \log (0,06) = \overline{-1,224849} = -1,2$$



EL MANEJO DE NÚMEROS. EXPRESIÓN DE RESULTADOS CIFRAS SIGNIFICATIVAS. CASOS ESPECIALES (1 de 2)

CONSTANTES “DEFINIDAS”

Las constantes “*definidas*” suelen ser números enteros y se consideran con todos los decimales necesarios para no perder ninguna apreciación.

EJEMPLO 1.- *En un puesto de trabajo cuya Exposición Diaria a un contaminante resulta ser de 17,3 mg/m³. ¿Hasta donde habría que llegar para reducirla a la tercera parte?*

$$17,3 / 3 = \cancel{5,76666\ldots} \text{.etc} = 5,77 \text{ mg/m}^3$$

EJEMPLO 2.- *Las Exposiciones Diarias de un puesto de trabajo para un contaminante correspondientes a cuatro jornadas resultan ser: 6,4; 9,2; 7,5 y 2,37 ppm. ¿Cuál es el valor medio?*

$$[6,4 + 9,2 + 7,5 + 2,37] / 4 = \cancel{6,3675} = 6,4 \text{ ppm}$$



EL MANEJO DE NÚMEROS. EXPRESIÓN DE RESULTADOS CIFRAS SIGNIFICATIVAS. CASOS ESPECIALES (2 de 2)

CONSTANTES EXPERIMENTALES

Cuando se utiliza una constante experimental para un cálculo, se toma con los decimales necesarios para no perder apreciación.

EJEMPLO:

Exprese el **VLA** del “Metilal” (1000 ppm) en mg/m^3 sabiendo que, a 20°C y $101,3 \text{ kPa}$, se cumple:

$$\text{VLA en mg/m}^3 = (\text{VLA en ppm} \times \text{Peso molecular}) / 24,04$$

SOLUCIÓN:

$$\text{VLA en mg/m}^3 = (1000 \times 76,09) / 24,04 = \cancel{3165,14143\dots}$$
$$= 3165 \text{ mg/m}^3$$



EL MANEJO DE NÚMEROS. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

INCERTIDUMBRES. Generalidades (1 de 2)

Para un resultado, la incertidumbre es la magnitud que expresa el intervalo en el que hay una probabilidad razonable de encontrar el valor verdadero. EJEMPLO: **0,34 \pm 0,02**

Cuando un resultado se da sin incertidumbre se puede asumir que su incertidumbre es de \pm UNA unidad en la cifra menos significativa del resultado. EJEMPLO: **0,73** “equivale a”: **0,73 \pm 0,01**

El resultado y su incertidumbre deben ser congruentes entre sí compartiendo el **mismo número de decimales**:

$$45,3 \pm \del{0,245}$$

$$45,3 \pm 0,2$$

$$45,30 \del{\pm 0,2}$$

$$45,30 \pm 0,02$$

La incertidumbre se da casi siempre con UNA SOLA cifra significativa.



EL MANEJO DE NÚMEROS. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

INCERTIDUMBRES. Generalidades (2 de 2)

Incertidumbre absoluta.- Es el margen en el que se encuentra el valor verdadero de una magnitud expresado en sus mismas unidades.

Ejemplo:

Concentración en aire de formaldehído: 6,4 ppm \pm 0,2 ppm

Incertidumbre relativa.- Es el margen en el que se encuentra el valor verdadero de una magnitud expresado como “tanto por ciento”.

Así para el mismo caso anterior:

Concentración en aire de formaldehído: 6,4 ppm \pm 3%

Las incertidumbres relativas se calculan a partir de las absolutas como sigue, tomando el caso anterior como ejemplo:

Si 6,4 ppm es el 100%
0,2 ppm será el x% }
$$x = \frac{3,12500\%}{100\%} = 3\%$$



El esfuerzo que hagan para asegurar la correcta presentación de los resultados, siempre les va a compensar, porque...

... el informe técnico, suele ser la primera impresión que tendrán de ustedes ...

... ¡¡Y RECUERDEN QUE LA PRIMERA IMPRESIÓN **NUNCA, NUNCA, NUNCA** TIENE UNA SEGUNDA OPORTUNIDAD!!

JORNADA TÉCNICA

Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos 2015

Aspectos prácticos para su aplicación

* * *

La expresión numérica de resultados en los informes científico-técnicos
“- Oye, ¿cuántos decimales pongo?”

Juan M. Viguera