**TEORÍA DE LA OMISIÓN: propuesta pedagógica para abordar temas.**

\* Edgardo Remo Benvenuto Pérez, Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Argentina, email: remoben@hotmail.com[[1]](#footnote-1)

\* Jorge Luis Contreras Vidal. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, email: jcontreras@uclv.cu2

\* Juan Rafael García, Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE, FIQ-UNL, CONICET), Argentina, email: jgarcia@fiq.unl.edu.ar3

**Introducción**

La Teoría de la Omisión **(TOms)** es una propuesta pedagógica para abordar y desarrollar diversos temas, por ejemplo, ciencias naturales, historia, sociales.

*La TOms propone que la información, conocimientos, conceptos que se desarrollan no deben ser contradictorios, incoherentes o invalidados por los que se omiten. Lo omitido al desarrollar un tema muchas veces causa conocimientos y/o conceptos incorrectos****.*** *En muchos temas, el efecto de desarrollar lo omitido en los conocimientos y/o información previa provoca su comprensión, aclaran relaciones, cambian su significado, interpretación, conclusiones.*

En Ciencias Naturales, un tema se desarrolla desde un estado inicial (EI) en una dirección o secuencia de avance seleccionada y el avance es hasta un estado final (EF). En general, el tema no termina en el EF sino que continúa, o sea***el desarrollo Estado Inicial – Estado Final es parcial****.*

En Historia, las fechas son objetivas (secuencia cronológica), la omisión de acontecimientos, información y/o relaciones entre ellos puede cambiar esencialmente su interpretación, significado, conclusiones.

**Se presentan ejemplos de aplicación de la TOms, desarrollados en forma sinóptica, que muestra incorrecciones causadas por la omisión de conocimientos y/o conceptos.**

***Los temas de pueden clasificar en objetivos y subjetivos,*** la clasificación está basada si el tipo de la información y datos son objetivos (medibles) o no. En Ciencias Naturales los datos deben ser siempre objetivos (mediciones con desconfianza o incertidumbre), en otros temas son subjetivos: no son medibles o la incertidumbre o desconfianza de los datos es elevada. Un ejemplo de los anterior se presenta en el tema porcentaje o por ciento (%)].

***Los temas que no tienen o no exigen justificación matemática (lógica) y/o experimental objetiva con mediciones no son ciencias, las afirmaciones o negaciones son subjetivas, no son predictivas.***

Las ideas alternativas, que se encuentran en las estructuras cognitivas de los alumnos, conllevan a errores conceptuales. Existen diferentes vías para determinar cómo se relacionan los conceptos científicos en la estructura cognitiva de quien aprende y de esta manera se puede llegar a conocer también cuáles conceptos no están bien relacionados y lleguen a provocar ideas alternativas, que conllevarán luego a los errores conceptuales por parte de los alumnos. Dentro de estas vías, según el doctor Jorge Luis Contreras Vidal (Contreras Vidal, J.L, 2006, p.15) se encuentran la “estrategia nombrada mapas conceptuales (González, A.M., 2002, p. 185), la conocida como Observación (Piaget, J., 1965, p. 20); las denominadas entrevistas sobre ejemplos y entrevistas sobre situaciones (Osborne, R y P.Freyberg.,1991, p. 22-25); los árboles y las proposiciones conceptúales (Dos Santos, C.A y M.A Moreira, 1991, pp. 105-107); asociación de palabras (lista de palabras, ordenación de tarjetas, árboles ordenados), test verbales (test de relaciones semánticas, juicios de relación y analogías)y puntuación de similaridad entre conceptos (construcción de árboles, mapas cognitivos, redes asociativas Pathfinder). (Casas, L.M, 2002, pp. 135-208) y la de Contreras Vidal, J.L denominada Redes de Asociaciones Significativas Conceptuales RASC (Contreras Vidal, J.L, 2006, p.81)

*La omisión de las ideas ha sido tratada también al abordar las ideas alternativas y los errores conceptuales a los que las mismas pueden llevar,* ***pero la TOms va más allá de los tópicos señalados*** *ya que se dirige además al deterioro en la motivación de los alumnos, a las asociaciones y significados equivocados en la estructura cognitiva de los mismos y al impacto que la omisión tiene sobre la calidad y formación de una educación y cultura científica.*

El concepto de la TOms se aplica en ejemplos que son fundamentales para aclarar y comprender su significado. Los conocimientos y conceptos durante Estado Inicial – Estado Final deben ser coherentes con los omitidos o no desarrollados.Al avanzar en el tema, los conocimientos y conceptos se deben agregar y/o ampliar los desarrollados, los omitidos no deben ser contradictorios, incoherentes o invalidar los presentados y desarrollados.

Los argumentos en los ejemplos de TOms intentan ser lógicos y para refutarlos es necesario contraargumentos lógicos.

**Un objetivo fundamental de la TOms es** avisar, destacar, señalar que al abordar un tema se deben tener muchas precauciones, los temas se deben abordar siempre teniendo en cuenta lo que se omite.

La TOms es también una “Teoría Terrorífica” (TT): ¿que no se conoce y/o comprende al desarrollar la TOms que es contradictorio o invalida la omisión señalada ? La omisión que invalida la omisión.

**Desarrollo**

*La TOms fue propuesta inicialmente para temas de Ciencias Naturales.*

Durante las actividades y procesos de enseñanza-aprendizaje de Ciencias Naturales en el nivel medio y universitario se detectaron conocimientos, conceptos y/o modelos confusos o incorrectos que constituyen ideas previas de los alumnos, como conclusión de la tarea docente se considera que son consecuencia del desarrollo de los contenidos en forma incorrecta y/o de los conocimientos no desarrollados **(omitidos)**. Analizando textos y artículos también se encuentran temas desarrollados con características semejantes.

Cuando se presenta un tema el desarrollo se realiza desde un estado inicial (EI) hasta un estado final (EF), el EI puede ser cualquiera e inevitablemente se aceptan, explícita o implícitamente, conocimientos previos (terminología, definiciones, conceptos, etc.).

*Desde el EI el tema se desarrolla según una selección, secuencia, cantidad y calidad de contenidos hasta un EF. En general, el tema no termina en el EF sino que continúa, o sea* **el desarrollo EI - EF es parcial**.

Los temas son de distinta complejidad, en temas no complejos, el desarrollo puede ser completo.

En temas complejos, ***si el desarrollo EI - EF es básico*** se presentan resúmenes o recortes conceptuales, pero lo desarrollado durante EI - EF no debe ser incoherente y/o invalidado por los conocimientos y/o conceptos omitidos que se presentan al avanzar en el tema y pueden originar contradicciones, conocimientos incorrectos o confusos.

*Los conocimientos y conceptos durante EI - EF deben ser coherentes con los omitidos o no desarrollados.*Al avanzar en el tema, los conocimientos y conceptos se deben agregar y/o ampliar los desarrollados entre el EI – EF.

***Posteriormente, se han detectado otros temas*** (históricos, sociales) que al aplicar la TOms cambia fundamentalmente su interpretación, significado, conclusiones.

**Se señala la importancia fundamental del lenguaje,** *o sea aplicar una terminología rigurosa.* El lenguaje depende del tema, nivel, objetivos, pero es imprescindible adoptar y aplicar una terminología con un significado determinado y explicitado.

**Un objetivo fundamental de la TOms es avisar, destacar, señalar que al abordar un tema se deben tener muchas precauciones y que los temas se deben abordar siempre teniendo en cuenta lo que se omite.**

Se presentan ejemplos, los temas se describen y analizan en forma sinóptica.Los argumentos en los ejemplos de TOms intentan ser lógicos y para refutarlos es necesario contraargumentos lógicos.

*Se estima que, en general, es importante ampliar el análisis de cada tema.*

El trabajo es abierto en el sentido de sugerir agregar otros ejemplos de cualquier tema.

+ ***No se deben omitir inicialmente*** conceptos básicos y fundamentales: **sistema**, **modelo y clasificación**:

*\** **sistema:** parte o porción del Universo que se elige para estudiar, el resto es el medio ambiente.

Para las Ciencias Naturales, el estudio de un sistema implica la aplicación del método científico, o sea, cualquier hipótesis, modelo, suposición *únicamente tiene validez o significado* *si es verificada y* ***no es refutada*** *por una experiencia cuantitativa* (en las condiciones de la experiencia las cuales siempre se deben indicar). En cualquier tema, explícita o implícitamente se estudia o analiza un sistema.

**\* modelo:** hipótesis, suposición, teoría, propuesta sobre, por ejemplo, estructura, constitución, propiedades, comportamiento de un sistema.

*Las experiencias cuantitativas (mediciones con desconfianza) son la* ***única*** *forma de verificación de un modelo, es válido mientras* ***ninguna experiencia lo refute****,* los resultados experimentales deben ser coherentes con los que se obtienen o predicen con el modelo ***(método científico).***

*Cada modelo justifica y/o explica algunas propiedades, comportamientos, fenómenos, etc. de un sistema*, ***pero no otras ni todas,* los modelos son parciales y transitorios**, tienen un rango, límite, condiciones de validez o aplicación, incertidumbre o desconfianza conocida.

En temas subjetivos, los modelos son de alta desconfianza, no son verificables y no predicen comportamientos o fenómenos.

**\* clasificación:** para proponer una clasificación de un sistema *es imprescindible previamente definir y explicitar propiedades o características del sistema en estudio y luego indicar la propiedad usada o elegida para realizar la clasificación.*

Luego, clasificar implica inevitablemente conocer, identificar, definir propiedades del sistema.

Un ejemplo de clasificación importante de los sistemas materiales es según el intercambio de masa y energía con el medio ambiente: aislados o cerrados o abiertos.

Otro ejemplo es el sistema cerebro: los mecanismos del cerebro son, hasta ahora, desconocidos e indescifrables, por lo tanto, no se pueden identificar y clasificar, por ejemplo, creación, deducción, inducción, asociación.

+ Se presentan ejemplos de aplicación de la TOms:

**\* masa o peso:**

Los conceptos de masa o peso están relacionados, pero se refieren a propiedades distintas de un sistema: la masa es cantidad de materia y es una magnitud escalar, el peso es la fuerza con que la Tierra atrae hacia su centro a los cuerpos en su superficie y es una magnitud vectorial:

**P = m . go** (**go** aceleración normal de la gravedad = 9,81 m/s2).

El peso es únicamente en la superficie de la Tierra, la masa no depende de la posición (si de la velocidad).

La unidad patrón de masa en el sistema internacional (SI) es el kilogramo (kg). La fuerza en el SI es una unidad derivada: Newton (N): N = kg . m/s2.

Si la fuerza se mide con la unidad kilogramo fuerza (kgF), por su definición el valor que mide la masa en kg es igual al valor que mide la fuerza en kgF. Un cuerpo de m = 1,00 kg tiene un peso de 9,81 N = 1,00 kgF

***+ No se debe omitir:***

- la diferencia entre los conceptos de masa o peso.

- las unidades de masa o de peso en distintos sistemas de unidades.

- la diferencia entre fuerzas conservativas (por ejemplo, el peso) y las fuerzas no conservativas.

- la relación entre masa y la velocidad de la luz **c.**

- la dependencia del peso con la altura.

- la interacción entre peso = “acción” cuerpo →Tierra y “reacción” Tierra → cuerpo.

**\* “ley de conservación de la masa”**:

A.Lavoisier realizó experiencias desde 1775 para refutar la teoría del flogisto respecto a las reacciones químicas de combustión y demostró experimentalmente que en una combustión la masa del sistema era constante, pero ***no se debe omitir*** *que sus experiencias se debieron realizar en sistemas cerrados o aislados, o sea de masa constante.*

El modelo actual es que en los fenómenos químicos clásicos (fenQC electrónicos, no nucleares) *los átomos se conservan independientemente del tipo de sistema*, se comportan como partículas indivisibles, ***los átomos no radioactivos son eternos.***

La denominación de “ley de conservación de la masa” es incorrecta, la correcta es: ”ley de conservación de los átomos en los fenómenos químicos clásicos (electrónicos)”

Se menciona que si el sistema es cerrado o aislado, *los átomos se conservan en el sistema y por lo tanto también la masa.*

En un sistema abierto, los átomos se conservan pero no en el sistema y la masa no se conserva.

Se destaca que las leyes de conservación de la masa y de la energía (por separado) se pueden aplicar en fenómenos comunes (“clásicos”), pero la ley natural aceptada actualmente es la conservación de masa - energía (Ley de Einstein: ΔE = Δm . c2)

***+ No se debe omitir:***

**-** los tipos de sistemas según intercambio de masa - energía.

***-*** *en un sistema abierto con fenómenos químicos clásicos,* ***la masa del sistema no se conserva*** *pero los átomos se conservan en el Universo:* **ley clásica de conservación de los átomos.**

**\* contar o medir:**

Son conceptos fundamentales en las Ciencias Naturales.

Con un ***proceso de medición*** de una propiedad de un sistema se obtiene un valor numérico (magnitud) siempre con incertidumbre o desconfianza (límite de apreciación o detección).

El valor numérico depende de la unidad [u] elegida:  **X (magnitud) = Nro. [u].**

Si se realiza una única medición se obtiene un valor de alta desconfianza que se expresa con cifras significativas (la incertidumbre es **+ / -** 1 unidad en la última cifra).

Para disminuir la incertidumbre o desconfianza de deben realizar varias mediciones y aplicar Estadística. Se puede obtener el valor más probable y su incertidumbre o desconfianza (desviación).

En Ciencias Naturales son fundamentales partículas o especies, por ejemplo, átomos, moléculas, iones, protones, que se pueden identificar y contar indirectamente.

Con una *operación de* ***contar*** *(directa o indirectamente)* *una especie identificada con un nombre de un sistema se obtiene un único valor numérico entero.* ***Si se cuenta directamente*,** el resultado es un único número entero (cantidad de la especie) sin desconfianza. ***Si se cuenta indirectamente (con mediciones)***, el resultado es un número entero con desconfianza o incertidumbre.

En algunos sistemas, se puede obtener la cantidad de especies directamente, por ejemplo, número o cantidad de hojas de papel en 1 cuaderno, una docena (12) de huevos en otros no es posible contar directamente especies, por ejemplo, protones en el núcleo, átomos en 1 mol de átomos.

Los conceptos de contar o medir son fundamentales para algunas especies de las Ciencias Naturales, por ejemplo, moléculas, átomos, iones, protones, neutrones, fotones, electrones, masa de un átomo: Masa Atómica Física MAF, Masa Atómica Química MAQ, masa de una molécula.

Los conceptos contar o medir se aplican, por ejemplo:

- confusión entre masa atómica química MAQ o masa atómica física MAF (medir con incertidumbre o desconfianza) y número de “masa” A (contar indirectamente A nucleones = Z protones + N neutrones, N, Z y A números enteros).

- ley gravimétrica de las proporciones múltiples de Dalton, justificación experimental de la teoría atómica clásica: medir masas y contar átomos indirectamente.

- rayos X característicos de un átomo: ley de Moseley: **υ1/2** (medir frecuencia) **= A (Z - 1)** (contar protones indirectamente).

- ley de Faraday de la electrólisis: **m** (medir masas) **= k . q** (contar electrones indirectamente).

- número de Avogadro: **NA**especies (contar indirectamente) = 1 mol de especies (medir masas) = cantidad o número de átomos en 0,012 kg de **126C**.

Actualmente **NA** es la unidad fundamental de cantidad de sustancia o especies del SI, se define: NA especies = 1 mol de especies = 6,02214076 . 1023 especies.

Se define *especie:* es cualquier sistema que se identifica y tiene un nombre (el Sistema Internacional SI no dice especies sino unidades elementales).

### Todas las especies están formadas por sustancias. En Química es fundamental el concepto de *sustancia:* tipo o clase de materia según propiedades intensivas físicas y/o químicas microscópicas y/o macroscópicas.

***+ No se deben omitir:***

- las definiciones de especie y magnitud.

***-*** los conceptos fundamentales de **contar o medir.**

- los conceptos de contar directamente o indirectamente (medir). Nociones de estadística.

- el significado de un resultado numérico de medir: incertidumbre o desconfianza, cifras significativas, unidad de medida.

- el significado de los términos “exacto”, valor más probable, precisión, límite de apreciación o detección, sensibilidad.

**\* clasificación de las sustancias:**

Para realizar cualquier clasificación es imprescindible primero definir características y/o propiedades del sistema a clasificar y luego explicitar la propiedad usada para clasificar.

***La definición de sustancia es fundamental para la Química:*** tipo o clase de materia que se identifica por propiedades intensivas físicas y químicas de sistemas microscópicos (átomos, moléculas, iones) y/o macroscópicos (cuerpos).

Las sustancias tienen varias características, por lo tanto permite distintas clasificaciones.

Las sustancias se pueden clasificar, por ejemplo:

*- según número o cantidad de EQ combinados químicamente formando otra sustancia:* EQ = 1: sustancia simple; EQ combinados ≥ 2: sustancia compuesta binaria (2 EQ), ternaria (3 EQ), etc.

*- según la cantidad o número de átomos en la molécula o ión:* monoatómica = 1 átomo; poliatómica ≥ 2 átomos combinados [biatómica (2 átomos), triatómica (3 átomos), etc.].

*- según la composición química:* por ejemplo, óxidos (EO); hidruros (EH); oxhidruros o hidróxidos (EOH), inorgánicas, química del C (“orgánicas”), compuestos complejos, interhalógenos, organometálicos, aductos.

- *según la especie que la forma:* molécula monoatómica (átomo) o poliatómica; iones.

- *según la fórmula geométrica de la molécula:* por ejemplo,lineal, triangular, tetraédrica.

Se destaca que hay más características y clasificaciones.

***+ No se debe omitir:***

- la definición de sustancia.

- describir las distintas propiedades o características de las sustancias.

**-**la variedad y complejidad de los tipos o clases de sustancias, luego su clasificación no es simple.

- explicitar la propiedad elegida para clasificar una sustancia.

**\* clasificación de los fenómenos químicos:**

Los fenómenos químicos **(*fenómenos con cambios en las cantidades de sustancias*)** se pueden clasificar en clásicos (electrónicos: **fenQC**) y no clásicos (nucleares: **fenQN**).

Los fenQC son complejos y tienen varias propiedades o características, por ejemplo, simples o múltiples (en serie, en paralelo, etc.), reversibles o “irreversibles”, elementales, homogéneos o heterogéneos, redox o no redox, por lo tanto su clasificación no es simple.

***Se destaca*** que todos los fenQC son reversibles, la terminología “aparecen y desaparecen sustancias” puede inducir el concepto erróneo que los fenQC son únicamente “irreversibles”, *lo correcto es* ***“fenómenos con cambios en las cantidades de sustancias”.***

Los fenQN no son reversibles y, en general, simples.

***+ No se debe omitir:***

***-*** la diversidad y complejidad de los fenQC para evitar el concepto erróneo que son *únicamente simples (una sola etapa o paso) e “irreversibles”: R → P*

- la diferencia entre la terminología aparecen, desaparecen sustancias o varían cantidades de sustancias.

- el concepto de reversibilidad química.

- explicitar la propiedad elegida para clasificar un fenQC.

**\* masas equivalentes químicas. Ley de Richter y valencia:**

El concepto de masa equivalente es importante en Química, significa que distintas masas de distintas sustancias equivalen (“valen igual”) químicamente en un fenQC determinado.

Las masas equivalentes para un fenQC explicitado en una ecuación química están *referidas al número de Avogadro* **NA**, por ejemplo, masas equivalentes químicas [MEqQ (g)] (ley de Richter), masas equivalentes electroquímicas [MEqEQ (g)] (ley de Faraday), masas equivalentes ácido-base de Arrhenius [MEqA-B Arr (g)], masas equivalentes redox [MEqOxR (g)].

***+ No se debe omitir:***

- la relación entre valencia y masa equivalente química o de combinación (ley de Richter).

- el significado químico de las distintas masas equivalentes.

- todas las masas equivalentes están referidas al número de Avogadro (NA) (1 mol).

**\* masa atómica química (MAQ) y número de masa o másico (A):**

La MAQ es la masa de la mezcla natural en la Tierra de los isótopos de un elemento químico (EQ) obtenida con un proceso de medición, luego *el valor numérico es distinto según la unidad de masa usada y tiene siempre incertidumbre o desconfianza* (también depende del origen de la muestra).

Cada isótopo de un EQ tiene una masa propia que se llama *masa atómica física* **MAF,** los núcleos de los isótopos de un EQ tienen igual **Z (protones)** pero cada isótopo tiene distinto **N (neutrones)** y distinta **MAF**.

El **número de masa o másico A** es la cantidad o número de nucleones **(A = Z p+ + N n\*)** que tiene el núcleo del átomo de un isótopo del EQ, luego es siempre ***un único número entero***obtenido de contar nucleones: **A (entero) nucleones** (sin incertidumbre o desconfianza).

*El valor de la MAQ (con desconfianza) es aproximadamente igual a A (entero sin desconfianza)* ***únicamente*** *si la MAQ se mide en la unidad de masa atómica (uma) o Dalton* ***Da: 1 uma = 1 Da.***

***+ No se debe omitir:***

***-*** *los significados de* ***MAQ, MAF y A*** (en las tablas periódicas se indica la MAQ en Da y ningún A).

- *señalar de diferencia entre* ***MAQ y MAF*** *(medir con desconfianza) y* ***A*** *(contar nucleones).*

- ***únicamente***si la MAQ (y MAF) se miden en Da, ***MAQ (y MAF) con incertidumbre ≈ A.***

**-** destacar y explicar la diferencia entre MAQ, MAF y A.

**\* porcentaje o por ciento (%):**

Es un valor numérico muy usado para indicar características de sistemas formados por partes que se pueden clasificar en distintos tipos o clases.

Es la relación entre una parte del sistema y el total (u otra referencia) tomado como 100.

El porcentaje de una parte es siempre menor que 100.

***Se debe clasificar, identificar, explicitar las partes (tipos o clases) del sistema, sus magnitudes, la referencia adoptada como 100, el método de obtención de los datos para calcular el %.***

Los % se pueden clasificar en *objetivos o científicos, comerciales, sociales.*

**Científicos u objetivos** son los % obtenidos por mediciones experimentales, por ejemplo, la composición centesimal de una sustancia compuesta AB (% A = g A/100 g AB), el % de uno de los componentes de una mezcla. La desconfianza o incertidumbre del valor es conocida.

**Comerciales** son, por ejemplo, la información que una empresa solicita a una consultora, ésta puede obtener datos, por ejemplo, por encuestas, métodos estadísticos. Estas mediciones no son objetivas en el sentido que la desconfianza o incertidumbre de los valores es grande, pero la consultora debe ser confiable y demostrar a la empresa que solicita la información que los resultados obtenidos son creíbles y verosímiles.

**Sociales** es cuando se publican en los medios los % de distintos datos sociales, por ejemplo, inflación, pobreza, desocupación. En estos casos la desconfianza es muy alta y la credibilidad muy baja. Los métodos para obtener los datos no son conocidos o explicitados, no están aclaradas las clasificaciones, por ejemplo, desocupado, pobre. En general, los resultados no son verosímiles ni creíbles, la desconfianza es muy alta.

***+ No se debe omitir:***

- la clasificación en tipos o clases de las partes del sistema.

- los métodos para obtener los datos para calcular el %.

- la incertidumbre o desconfianza de los datos numéricos.

- la parte del sistema que expresa el % y la adoptada como 100.

- el % no es adimensional, es una relación entre sistemas distintos (una parte de un todo) identificados con unidades (si es una medición) o con términos que explicitan su significado.

**\* molécula:**

***Su definición es fundamental*:** mínima partícula eléctricamente neutra de una sustancia (simple o compuesta) que puede existir libre o aislada, tiene una fórmula química (que se llama fórmula verdadera), se identifica, tiene un nombre y se puede contar.

Hay moléculas *monoatómicas (1 átomo)* o *poliatómicas (2 o más átomos combinados químicamente formando otra sustancia)*.

***+ No se debe omitir:***

***-*** *los átomos unidos* **no siempre** *forman moléculas poliatómicas.*

**-** átomos unidos (2 o más de igual o distintos EQ) químicamente o combinados forman***moléculas poliatómicas de otra sustancia simple o compuesta****,* también átomos unidos de distintos EQ ***forman otra sustancia pero no moléculas sino iones***, y que miles de millones de átomos unidos físicamente ***(no forman otra sustancia)*** forman cuerpos con moléculas monoatómicas (1 átomo).

**\* elementos químicos (EQ) y cuerpos:**

El término *elemento* indica cualquier objeto, cuerpo, sistema, es importante usar la terminología *elementos químicos EQ* para los constituyentes básicos de todas las sustancias, ***todos los cuerpos están formados por elementos químicos EQ*.**

***Los cuerpos son sistemas macroscópicos*,** o sea contienen miles de millones de partículas (átomos, moléculas, iones), si están formados por un único EQ (sustancia simple) es un cuerpo simple, si está formado una sustancia compuesta (dos o más EQ combinados) es un cuerpo compuesto.

***Según el modelo macroscópico***, *si las partículas no están unidas* (juntas o separadas), el cuerpo o sistema es un *gas o vapor*; si están unidas y no fijas entre sí, es un *líquido*; si están unidas y fijas entre sí, es un *sólido.* *Los sólidos y los líquidos no son agregados:* ***las partículas están unidas, si las******partículas no están unidas es un agregado.***

*Se señala la diferencia entre los términos “están unidos” y “se unen”:* “están unidos” tiene ese único significado, mientras que “se unen” supone un mecanismo directo de unión.

***+ No se debe omitir:***

***-***la diferencia entre los términos elemento químico EQ y cuerpo: *un EQ no es un cuerpo simple, un cuerpo simple (y puro) es un sistema macroscópico formado por un único EQ.*

- la diferencia entre partículas separadas o juntas no unidas (agregados) o unidas.

- los sólidos y líquidos no son agregados: partículas unidas.

**\* metales M y nometales NoM:**

Para realizar una clasificación es imprescindible definir características y/o propiedades del sistema a clasificar y luego explicitar la propiedad usada o elegida para clasificar.

Según ***propiedades físicas******(sistemas macroscópicos)*** ***los cuerpos*** se clasifican en M y NoM: un M es un cuerpo conductor de la electricidad y el calor, dúctil y maleable. Como su nombre lo indica, los cuerpos NoM no tienen esas propiedades (si las propiedades son intermedias, se llaman metaloides Mde).

***No es correcto relacionar esta clasificación física de cuerpos con propiedades químicas***, éstas son muy complejas, *no se deben usar en Química la clasificación (y los términos) M, NoM, Mde.*

***+ No se debe omitir:***

***-*** la clasificación en M y NoM es según propiedades físicas de los cuerpos.

**-** los EQ no son M, NoM o Mdes.

***-*** *las propiedades químicas de las sustancias no tienen relación con las propiedades físicas de los cuerpos.*

**\* cambios de estados de los cuerpos:**

Los cuerpos son *sistemas macroscópicos formados por miles de millones de partículas (átomos, moléculas, iones).* En los cuerpos sólidos (s) y líquidos (l),las partículas están unidas, luego los (s) y (l) no son agregados (agregar no es unir); en los gases y vapores (g - v), las partículas (moléculas) no están unidas (juntas o separadas).

*Los cambios de estado son fenómenos físicos* que dependen, para cada sustancia pura, de la P y la T.

La diferencia entre la ebullición y la evaporación de un (l) no es simple, aunque el secado de la ropa (evaporación) y hervir (ebullición) sean fenómenos comunes con agua (l), *en estos casos el sistema es abierto a la atmósfera (o sea a P = cte. y V variable)*, la atmósfera es un sistema gas mezcla con una Pcte = 101,329 kPa (Pnormal = 1 atm).

El punto de ebullición normal (PEN) de un (l) se define como la T cte. del cambio (l) → (v) *cuando la Pext. de la misma sustancia es la Pnormal.* La evaporación de un (l) [también se evaporan los (s)] se presenta cuando la Pext de un inerte es mayor que la Pvapor [Pequilibrio (l)-(v) o Peq. (s)-(v)] para la T del (l) o (s).

Se debe explicitar si el sistema es un cuerpo puro (una única sustancia).

El plano P –T, y los conceptos de punto crítico (PC) y punto triple (PT) de un cuerpo puro son importantes para la comprensión del tema.

Durante todos los cambios de estado hay intercambios de calor (calor de transformación).

***+ No se debe omitir:***

***-*** si el sistema es un cuerpo puro (una única sustancia).

- el tipo de sistema según masa - energía.

*-* los (s) y (l) no son agregados.

**-** la diferencia entre ebullición y evaporación.

**-** los conceptos de PT (punto triple) y PC (punto crítico).

**-** las condiciones (P y T) en los cambios de estados.

**\* tabla periódica de los elementos químicos (EQ):**

La clasificación periódica de los EQ es según propiedades químicas (no físicas) que tienen tendencia periódica, o sea se repiten aproximadamente después de un número variable de EQ.

*Las propiedades físicas de los cuerpos no se deben relacionar con las propiedades químicas de los EQ y no se deben incluir en la tabla periódica,* es incorrecto*,* por ejemplo, “EQ metálicos” con “propiedades básicas”, Mdes (propiedad física) se pueden asociar incorrectamente con los anfóteros (propiedad química).

Conceptos importantes son:

- los cuerpos puros o no puros son M o NoM según propiedades físicas.

- los EQ se clasifican por propiedades químicas.

- el principio de singularidad: los EQ del 3er. período (Na – Cl) representan mejor los comportamientos químicos de los grupos A (representativos) que los del 2do. período (Li - F).

- algunos átomos del grupo 18 no son inertes químicamente, *el Kr y Xe forman sustancias compuestas.*

***+ No se debe omitir:***

***-*** la clasificación en M, NoM y Mde es según propiedades físicas y no químicas de los cuerpos.

***-*** el concepto de periodicidad química y propiedades periódicas.

***-*** el Kr y Xe del grupo 18 forman sustancias compuestas.

***-*** el concepto de principio de singularidad.

- la diferencia entre masa atómica química MAQ y número de masa o másico A.

**\* efecto fotoeléctrico:**

Es un fenómeno muy importante para comprender el modelo cuántico - ondulatorio de las radiaciones electromagnéticas (radEM).

Según el modelo ondulatorio, la energía de la radEM depende de la amplitud ***A (medir)*** de la onda para una longitud de onda **λ** (o frecuencia **ν**) determinada: **E = k . A2**

Con el modelo ondulatorio de la radEM se justifica el fenómeno de difracción e interferencia.

Según el modelo cuántico, la E de la radEM depende de la **ν** del fotón: **E = h . ν (1 fotón)**. Luego la E de una radEM es: **Erad = (h . ν) . n *(número o cantidad de fotones: contar)***.

Con el modelo cuántico de la radEM se justifican los resultados experimentales del efecto fotoeléctrico.

***+ No se debe omitir:***

- describir los fenómenos de difracción y fotoeléctrico.

- la diferencia entre los modelos ondulatorio o cuántico de la radEM.

- la E de una radEM según cada modelo.

**\* estructura electrónica de los átomos:**

Los átomos aislados (AtA) tienen una constitución electrónica semejante al Sistema Solar: un núcleo – sol positivo y alrededor electrones -planetas negativos.

Se proponen dos modelos de estructura electrónica: en capas y en orbitales. Cualquier modelo debe justificar algunas propiedades de los átomos, por ejemplo, espectro de rayas, rayos X, propiedades periódicas, uniones entre átomos.

El modelo de electrones en capas con niveles de energía incluye el *cuanto de Planck o fotón*: partícula de energía de la radiación electromagnética.

El modelo de orbitales incluye un concepto complejo: *el comportamiento dual onda y partícula.*

***+ No se debe omitir:***

- los fenómenos precursores, por ejemplo, el fotón, radioactividad natural.

- algunas propiedades de los átomos: espectro de rayas, rayos X, propiedades periódicas.

- el cuanto de Planck o fotón.

- las órbitas estacionarias del modelo de Bohr.

- el comportamiento dual onda y partícula.

- la interpretación probabilística de los orbitales.

- la relación entre el modelo de orbitales y el de capas de electrones.

**\* modelo moderno de estructura electrónica:**

Aplicando la ecuación de Schrödinger a un sistema atómico se obtiene la configuración electrónica en orbitales de todos los átomos aislados (AtA). Se deducen los orbitales atómicos puros OAP (cada uno determinado por *3 números cuánticos* **n, l m** *relacionados entre sí*) y la regla de construcción *(Aufbau).* Cada electrón tiene una propiedad *(espín* **s***)* que tiene únicamente dos valores opuestos, luego cada electrón **e-** con un valor propio de espín **s** está en un OAP identificado con los números cuánticos **n, l, m**.

Aplicando el Aufbau se obtiene la configuración electrónica de todos los EQ, *pero no en cada OAP sino por niveles y subniveles de E*.

Se llama *configuración detallada a la que indica los e- en cada OAP* (máximo 2 e- apareados de espines opuestos: Pauli y regla de Hund: primero en orbitales vacíos o desapareados).

*Se destaca* que las configuraciones aceptadas de varios EQ no coinciden con las obtenidas con el Aufbau *(irregularidades)*

***+ No se debe omitir:***

*-*el modelo anterior *únicamente* representa el *estado de un electrón aislado en un AtA:* tres números cuánticos para el OAP y el cuarto para el electrón (los estados atómicos o moleculares se expresan con otros números cuánticos).

*-* la configuración electrónica obtenida con el Aufbau en algunos EQ no coincide con las experimentales (irregularidades).

*- con el Aufbau no se obtiene la configuración detallada*, o sea en cada OAP (2 electrones como máximo en cada OAP).

**\* modelos de uniones entre partículas:**

Las uniones entre partículas (UP) se pueden clasificar en uniones entre átomos (UA) o uniones entre moléculas (UM).

Los modelos de UP se aplican a partículas ya unidas ***(no mecanismos de unión)*.**

El modelo de Lewis es un modelo elemental para las UA: *cada UA simple está formada por un par de electrones (2e-) compartidos* **(peC)** *por los átomos unidos (AtU).* El modelo propone que cada AtU tiene **peC** y *pares de e- solitarios* **(ps)** y obtiene la constitución estable o “inerte” cuando la suma de peC + ps = 4, o sea 8 electrones que es la constitución e- de los átomos “inertes” del grupo 18 (8e-, menos el He con 2e-), llamada *ley o regla del octeto*, *pero muchos AtU no cumplen esta ley*, tienen más o menos de 4 pares de e- (peC + ps).

Los modelos TEV y TOM aplican el modelo de orbitales para las uniones entre átomos (AtU).

Las UM son de distinta naturaleza, en general son básicamente electrostáticas***.***

En general, las UM son menos complejas que las UA.

***+ No se debe omitir:***

*-* la naturaleza distinta de las UA o UM.

*-*la ley o regla del octeto se cumple en algunas sustancias.

- el modelo de Lewis se puede aplicar sin que se cumpla la ley del octeto.

*-*en muchos casos no se puede aplicar Lewis (por ejemplo, número impar de e-).

- no se debe aplicar el modelo de resonancia con las fórmulas de Lewis.

**\* ecuación química:**

*Una reacción química es* ***la representación cualitativa*** *de un fenómeno químico*, *ecuación química es* ***una representación******cuantitativa*** *del fenómeno químico*.

En una ecuación química que representa un fenómeno químico clásico (fenQC) se cumple el principio de conservación de los átomos.

*Ecuación química mínima* es cuando los coeficientes estequiométricos son números enteros mínimos, los múltiplos (y submúltiplos) de la ecuación química mínima también son ecuaciones químicas.

Se destaca que todos los fenQC son reversibles químicamente, pero en algunos casos la masa de los reactivos R son muy pequeñas másicamente.

Una reacción química simple opuesta o reversible se puede indicar R ↔ P; o R → P y P → R, convencionalmente a las sustancias R se llaman “reactivos” (porque reaccionan) y a las sustancias P “productos”, esta terminología es convencional, como siempre es reversible, la denominación R o P es arbitraria, la reacción también se puede indicar P (ahora R) ↔ R (ahora P).

Se señala que si P → R se produce en cantidades de materia (masa) muy pequeñas *pero detectables*, la reacción química reversible se llama “irreversible” (*másicamente irreversible*).

Se deben explicitar todas las sustancias R y P porque, en general, casos los mismos R pueden dar distintos P (o viceversa).

El estado inicial (EI) de un sistema con fenQC puede ser cualquiera: R, P o R y P en cualquier proporción.

***+ No se debe omitir:***

***-*** la representación cualitativa arbitraria de un fenQC (reacción química) debe indicar todas las sustancias R y P.

***-*** *la diferencia entre R y EI*: R y P son las sustancias indicadas convencionalmente para representar un fenQC, el EI de un fenQC puede ser cualquiera: únicamente R o P, o R y P en cualquier proporción (en un fenQC “irreversible”, si el EI tiene únicamente P, no hay fenQC en cantidades apreciables).

***-*** el concepto de ecuación química mínima.

***-*** el concepto fundamental de equilibrio químico en los fenQC.

**\* sistemas ideales y no ideales. Actividad:**

Un ejemplo didáctico del concepto de sistema ideal se presenta en los cuerpos gas: si el sistema gas (o vapor) cumple experimentalmente con la ley natural PV = nRT (ley de los gases ideales), se llama gas ideal (GId), sino cumple el gas es no ideal (GNoId).

Si se supone (o justifica) que un sistema gas es ideal, se aplica la ley de los GId.

En los sistemas **(ac)** (disoluciones acuosas) el concepto de idealidad significa suponer (o justificar) que si el sistema es ideal (SId), las actividades **a** (adimensionales) de los iones (ac) y gases – vapores se expresan con las molaridades M (moles de sustancia/L) sin unidades, pero si el sistema no es ideal (SNoI), usar las M es incorrecto, se deben usar actividades **a** (adimensionales).

***+ No se debe omitir:***

***-***el concepto de SId y sistema no ideal (SNoId).

- explicitar cuando se supone (o justifica) que el sistema es ideal (SId).

**\* equilibrio químico:**

Para un fenQC reversible simple R ↔ P en el sistema se establece un estado final EF de equilibrio químico dónde están presentes todas las sustancias R y P, no hay cambios en las cantidades de sustancias, se cumple una relación P/R que es constante que se llama ***constante de equilibrio*** **K**.

Para **rR ↔ pP**, muchos valores numéricos de P y R cumplen con el valor de la relación **K = ∏Pp/Rr**

El valor numérico de K depende de la estequiometria (un valor de K para cada ecuación química), de la T y es adimensional porque es una relación entre las ***actividades* a** (adimensionales) de los P y R.

Los valores de las **a** los sólidos y líquidos son **1,** las **a** de los gases-vapores y (ac) se deben calcular, si el sistema es ideal las **a** son iguales a las **M.**

Se destaca que si las cantidades de R en el equilibrio son relativamente pequeñas (K ≥ 1000), el fenQC se llama “irreversible másicamente”.

El término equilibrio significa un estado del sistema que no hay variaciones en el tiempo de la propiedad medida, hay equilibrios metaestables y estado estacionario, que significa que en el sistema no hay variaciones con el tiempo de la propiedad medida pero no está en equilibrio.

***+ No se debe omitir:***

***-*** si no se explicita una ecuación química, se acepta que la K (T) es para la ecuación química mínima.

- explicitar si se justifica o supone SId.

***-*** para un valor de K (T), no todas las cantidades de P o R pueden ser cualquiera porque por lo menos una cantidad de R o P es fija o calculable.

***-*** el valor numérico de K es adimensional, depende de la estequiometría (o sea cada valor corresponde a una ecuación química) y de la T.

- los conceptos de equilibrio, equilibrio metastable y estado estacionario.

**\* disoluciones acuosas (ac). Hidrólisis:**

Un sistema muy importante en Química - Física son las ***disoluciones acuosas (ac)*** porque muchos fenQC se producen en (ac), sistema formado por un cuerpo soluto disuelto en agua líquida.

En el agua (l) se presenta el equilibrio químico:

**H2O (l) ↔ H+ (ac) + OH- (ac); Kw = 10-14** (25 oC).

El sistema homogéneo (ac) se forma cuando una sustancia soluble se disuelve (soluto) en agua líquida (disolvente).

La interacción soluto-agua (l) no es un fenómeno simple, *en general* ***no es una mezcla*** (sin fenQC), se producen fenQC entre el soluto disuelto y el agua (l): ***hidrólisis,*** *hay otros equilibrios químicos.*

Un concepto importante en las (ac) es la **solubilidad.**

En muchos casos en (ac) se forman partículas con carga eléctrica (iones), en algunos casos las moléculas de agua se unen al soluto y se forman *acuocomplejos.*

Se señala que son importantes las expresiones de las relaciones entre cantidades de soluto y disolvente o entre soluto y disolución (*concentración:* molaridad **M**; molalidad **m**; etc.).

***+ No se debe omitir:***

***-*** las (ac), en general, **no son mezclas**, hay fenQC entre el soluto y el agua (l):***hidrólisis.***

***-*** en las (ac), en general, hay más de un equilibrio químico: el del agua (l) Kw y otro (uno o más) fenQC que se produce entre el soluto y el agua (l): ***equilibrio químico múltiple.***

- el concepto de solubilidad.

- la formación de acuocomplejos**.**

**\* ácidos o bases:**

Los conceptos y clasificación *ácido-base* se refieren a comportamientos de sustancias en fenQC, ***no a su constitución o composición química.***

Son fundamentales las definiciones con distintos modelos. Los modelos básicos ácido-base son:

*- modelo de Arrhenius* ***(Arr)****:*

+ una sustancia es un ácido de Arr si forma o cede iones **H+** (ac).

+ una sustancia es una base de Arr si forma o cede iones oxhidrilos **OH-** (ac).

*- modelo de Brönsted* ***(Br)****:*

+ una sustancia es un ácido de Br si cede o da iones **H+ (ac)**.

+ una sustancia es una base de Br si acepta iones **H+ (ac)**.

La diferencia entre los modelos de Arr y Br es que el de Br intervienen ambas sustancias, o sea para que *un ácido de Br ceda* ***H+****inevitablemente otra sustancia lo acepta (base de Br)* ***(pares conjugados)***, en el fenQC están presentes dos pares conjugados: Ac1 + Bs2 → Bs1 + Ac2

El modelo de Arr exige que la sustancia contenga OH. El de Br que contenga H.

El modelo de Br es importante para las (ac): **H2O (l) + H2O (l) ↔ H3O+ (ac) + OH- (ac)**.

- modelo de Lewis **(Lw)**:

+ un sistema es un ácido de Lw si acepta electrones **e-**.

+ un sistema es una base de Lw si da electrones **e-**.

El modelo de Lw es general y análogo al de Br en el sentido que intervienen ambos sistemas, el ácido de Lw que acepta e- y la base que cede e-, *pero en Lw los dos sistemas quedan unidos (modelo de unión entre átomos simple covalente dativa o coordinada de Lw:* **D → UA(peC) → A**

**Por lo anterior es incorrecto clasificar y denominar a una sustancia “ácido” o “base”**, por ejemplo un óxido EO no puede ser ácido ni básico de Arr ni de Br (puede ser de Lw).

Se señala que hay sustancias que tienen ambos comportamientos ácido-base ***(anfóteros)*** *según algún modelo.*

***+ No se debe omitir:***

- los modelos de fenómenos químicos clásicos ácido – base.

**- una sustancia no es ácido o base,** *tiene comportamiento ácido o básico en un fenQC* según un modelo que se debe explicitar.

- el concepto de anfótero.

**\* cálculo de pH:**

El cálculode **pH** es común en disoluciones acuosas (ac), implica el cálculo de la actividad o concentración de ión hidronio **[H3O+] (ac):** **pH = - log [H3O+] (ac).**

El agua líquida tiene una **Kw**, a 25 oC la concentración de **[H3O+] (ac) = 10-7 M**, al agregar un soluto hay, en general, fenQC entre el agua (l) y los iones **(hidrólisis),** se establece un equilibrio químico con su **Kh,** luego hay equilibrio químico múltiple: **Kw y Kh.**

Si se supone (o justifica) que el sistema es ideal, se calcula **M** de [H3O+] (ac) (o se calcula la actividad).

La forma de calcular el pH es función de M y Kh, según la relación **M / Kh** el cálculo se debe realizar de distintas formas.

**+ *No se debe omitir:***

*- las (ac)* **no** *son mezclas,* en general hay equilibrio químico múltiple.

*-* el cálculo correcto de pH depende de la relación M / Kh.

*-* si se calcula M (y no **a)** se debe justificar o explicitar que se adopta que el sistema es ideal.

**\* cinética química:**

La cinética química estudia las ***velocidades de reacción química* vR**.

Para un fenQC simple R ↔ P, las *velocidades de aumento o disminución de cantidades de sustancia* en un sistema cerrado se expresan matemáticamente con una ley de velocidad de reacción que puede ser cualquiera porque depende de los mecanismos de reacción y se obtiene experimentalmente (empíricamente).

La **vR** de un fenQC es instantánea, intensiva, depende de la T, del tipo de reacción química, cambia en presencia de catalizadores (que intervienen en los mecanismos).

Se señala que para un fenQC la cinética no interviene en el equilibrio químico (que se obtiene de la termodinámica), la cinética es complicada porque depende de los mecanismos de reacción en los cuales hay, por ejemplo, intermediarios, radicales.

El concepto de intermediario depende de su velocidad de desaparición, en general muy elevada.

Un fenQC simple es **elemental** si los órdenes de reacción de coinciden con los coeficientes estequiométricos de **una** ecuación química.

***+ No se debe omitir:***

- los tipos o clases de fenQC.

***-*** las leyes cinéticas dependen del tipo de fenQC, de los mecanismos de reacción y son empíricas.

***-*** el concepto de *ecuación química elemental.*

- es incorrecto obtenerla constante de equilibrio **K** con modelos cinéticos.

**\* trabajo y energía. Propiedades de estado:**

Para abordar el concepto de energía **E** es imprescindible primero definir trabajo de una fuerza **W.**

La energía **E** es la capacidad de un sistema de producir **W de una F.**

La ***causa***del W de una F de un sistema es una variación de E **ΔE**, los ***efectos*** pueden ser, por ejemplo, Δposición (**Δx)** de una partícula o cuerpo sin o con carga eléctrica, Δvolumen, Δtemperatura, Δestado de un cuerpo, forma de un cuerpo.

Si hay variación (Δ) en la posición o volumen, el *efecto W es* ***macroscópico***, si no hay Δ en posición o volumen, el *efecto es* ***microscópico* y el W es calor Q.**

Se señala que la *temperatura* es una magnitud (intensiva) que mide *el nivel de E de un sistema*, no la cantidad de E (extensiva). Las magnitudes temperatura y energía son escalares.

La E es cualquier propiedad de un sistema de producir W de una F y causa de variaciones Δ en el sistema o cuerpo. *Únicamente* ***durante*** *una ΔE interviene W y/o Q.*

*Es fundamental el concepto de* ***propiedad de estado****:* magnitud o propiedad X que depende únicamente del estado del sistema, por ejemplo, P, T, V, E.

La variación de una propiedad de estado X es ***siempre EF – EI***, independiente del camino EI → EF: Δ**X = XEF  - XEI**

Por oposición, una propiedad que no depende del estado del sistema sino del camino entre dos estados (EI – EF) no es propiedad de estado: ***el W (y el Q) depende del camino o trayectoria entre EI – EF***, no es una propiedad de estado.

Es importante el concepto de campo de F conservativo (por ejemplo, el gravitatorio), el W para la Δposición de un sistema entre dos estados es independiente del camino, depende únicamente de EI y EF. Si el W depende del camino, la F no es conservativa (por ejemplo, el rozamiento).

***+ No se debe omitir:***

***-*** al abordar el tema de la E, desarrollar primero el concepto de W de una F.

- la definición de E y los conceptos causa – efecto.

***-*** el concepto de propiedad de estado.

- el concepto de variación de una propiedad de estado.

***-*** la diferencia entre E y T (propiedades de estado), y W (Q) que no son propiedades de estado.

\* **termodinámica y termoquímica. 1ro. y 2do. principios:**

Es un tema fundamental para las Ciencias Naturales Clásicas *basada en dos principios:* conservación de la E **(1er principio:** **ΔU = W + Q**) y sentido posible de los fenómenos **(2do principio:** **ΔSuniv ≥ 0**) (el sentido es siempre hacia el futuro Δt > 0)

**Con el 1er. principio** se puede calcular, *para un sistema cerrado*, el W y/o Q intercambiados durante EI y EF, para un camino con condiciones determinadas del cambio entre EI y EF.

Si se elige el camino a P y T ctes., se define una propiedad de estado extensiva llamada **entalpía:**

**H = U + PV.**

Para un fenómeno EI → EF, la variación de H (ΔH): **ΔH= HF – HI  = Qpt**

Se definen condiciones estándar (CE): t = 25 oC.; P = 1 atm.

*Para un sistema cerrado*, EI → EF (en CE)**: ΔHo = HF – HI = Qopt = - Qr (ΔHo** en CE; **Qopt** para el sistema y **Qr** para el medio ambiente, *luego signos opuestos*).

*Para un sistema cerrado con fenQC*, **ΔHo** significa el **Qpt (en CE)** intercambiado en una unidad de reacción, *o sea un cambio unitario en la ecuación química explicitada.*

El 1er. principio dice **únicamente** *que* *si se produce un cambio unitario en la ecuación química explicitada,* la variación de entalpía estándar es: **ΔHo  = Qpt = - Qr.**

Con la **ΔHo** se obtiene el efecto calorífico o calor de reacción **Qr** de un fenQC por unidad de reacción que corresponde a una ecuación química explicitada.

***+ No se debe omitir:***

- en termoquímicase aplica el primer principio a un sistema cerrado a P y T ctes. con fenQC.

***-*** *el valor* *ΔHo es extensivo,* corresponde a una ecuación química (si no se explicita, se acepta que es para la ecuación química mínima) y su significado *(unidad de reacción)*.

***-*** el significado de los signos opuestos de Qpt y Qr: **Qpt = - Qr**.

**Con el 2do principio** se deduce una propiedad de estado extensiva llamada ***entropía* S.**

En los fenómenos naturales irreversibles termodinámicamente:

**ΔSuniv = ΔSsist + ΔSmed.amb > 0**

Se define la propiedad de estado ***energía libre* G** (extensiva)**,** fundamental para analizar el *sentido posible de los fenómenos en sistemas cerrados a P y T ctes.* La energía libre G: **G = H – TS**

Se adoptan como CE: T = 273,15 K; P = 1 atm.; **a**: (s) y (l) = 1; (g-v) y (ac): **a = M** (SId)

Se deduce:  **ΔG = ΔGo + RT ln J**

**ΔGo**: ΔG en CE; **ΔG:** GF – G: para un cambio unitario desde un EI cualquiera en *una ecuación química explicitada* a T = 273,15 K, P = 1 atm. **M (g - v) y (ac) ≠ 1**.

*Para su aplicación es fundamental el concepto de EI arbitrario cualquiera* porque la relación **J** tiene igual forma que K pero los valores son del **EI** *cualquiera arbitrario.*

Para un EI cualquiera, se puede demostrar que si **ΔG = 0, *el sistema está en equilibrio,*** luego J = K:

**ΔGo = ΔHo - T ΔSo = RT ln K**

Si **ΔG ≠ 0,** el sistema no está en equilibrio y se puede evaluar el **sentido posible** del fenQC reversible.

Si **ΔG < 0,** el sentido posible es R → P, y viceversa.

Se señala la diferencia entre ***sentido posible y espontáneo*:** *muchos sistemas no están en equilibrio pero no se producen,* **no son espontáneos*.***

***+ No se debe omitir:***

- se aplica el 2do. principio a un sistema cerrado a P y T ctes. con fenQC.

***-*** *el valor* ***ΔG*** *(igual que K y ΔH)**corresponde a una ecuación química*(si no se explicita, se acepta que es para la ecuación química mínima).

- justificar o adoptar si el sistema es ideal.

*- los significados de* ***ΔG, ΔGo (análogos a ∆H) y de J.***

-el concepto de *EI arbitrario cualquiera del sistema y**la relación entre J y el EI.*

*-*la diferencia entre **espontaneidad y** **sentido posible** (que se obtiene con **ΔG).**

**\* fenómenos electroquímicos:**

Son fenQC de oxidación y reducción (redox) en los que intervienen la Química y la Electricidad.

En general, son complejos porque dependen de varias características, propiedades y condiciones.

***Las pilas químicas***son dispositivos que tienen energía eléctrica, o sea un campo eléctrico sin paso de corriente **(sin I).** El valor del campo eléctrico se mide en Voltios **V** (FEM).

La causa de la FEM es un fenQC reversible con un valor de K en general muy elevado (pero reversibles).

Teóricamente las pilas son recargables, pero según su construcción son recargables o no.

***Electrólisis***son los fenQC que se producen cuando pasa corriente **(I ≠ 0)** por un sistema con iones (ac).

***+ No se debe omitir:***

- los conceptos de fuerza electromotriz **(FEM) sin I** o diferencia de potencial **(ddp) con I.**

- la FEM depende de la construcción de la pila química y de, por ejemplo, de la temperatura, del pH, de la constante de equilibrio K del fenQC redox, de la concentración de los iones (ac).

- los fenQC durante el paso de corriente (con I) dependen, por ejemplo, de la constitución del sistema (circuito eléctrico), concentración de los iones (ac), temperatura, tipos de cuerpos (s), (g), material de los electrodos.

Durante las actividades y procesos de enseñanza-aprendizaje en el nivel medio y universitario en Cuba se han detectado contenidos (conocimientos, habilidades, procedimientos y valores), que se han desarrollado de manera confusa o incorrecta lo cual se incorpora a las ideas previas de los alumnos, lo que conlleva en un futuro mediato a que los mismos cometan errores conceptuales al resolver tareas docentes, tanto en las clases como en los exámenes.

A continuación se presentan, como ejemplos, algunas de las omisiones en el libro del décimo grado.

**\* primera ley de inercia:**

En la página 111 se escribe que la primera ley de la inercia, escrita por Newton, dice: “El estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme de un cuerpo se mantiene mientras sobre él no actúan otros cuerpos o las acciones de estos se compensan”. Comparemos la misma con la escrita por René Descartes: “Cada uno de los cuerpos permanece en el mismo estado hasta donde es posible y cambia su estado solamente por impacto con otros cuerpos. Cada cuerpo tiende a continuar su movimiento en línea recta, no una curva, y todo movimiento curvilíneo es movimiento bajo alguna constricción” (Arons, A.B., 1970). Evidentemente la ley que se escribe en el libro del décimo grado es la de Descartes, no la de Newton, pero escrita de manera más sintética. Newton escribió su ley de la siguiente manera: “Todo cuerpo continúa en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, si no es obligado a cambiar dicho estado por fuerzas aplicadas a él” (Arons, A.B., 1970), la cual puede ser encontrada en los Principios Matemáticos de la Filosofía Natural, después de la definición IV donde plantea que “Una fuerza aplicada es una acción ejercida sobre un cuerpo a fin de cambiar su estado, ya sea de reposo, o de movimiento uniforme en una línea recta” (Arons, A.B., 1970). Newton siempre habló de fuerzas aplicadas a cuerpos y no de acciones o impactos de cuerpos sobre otros cuerpos. Como puede observarse el colocar la definición de la inercia más resumida, pero evidentemente de Descartes, **y omitir la de Newton es un error físico e histórico** que conlleva a asociaciones y significados equivocados en la estructura cognitiva del alumno. Además, acerca de la inercia solo se menciona como antecedente de la misma a la escrita por Galileo, cuando Descartes y Huyghens también escribieron al respecto, lo cual atenta contra la calidad en la formación de una cultura científica en los alumnos y profesores.

**\* segunda ley de Newton:**

En la página 124 se escribe que la “fuerza que actúa sobre un cuerpo dado, es igual al producto de la masa de este por la aceleración que dicha fuerza comunica al cuerpo” y que la anterior afirmación “recibe el nombre de segunda ley de Newton y su expresión matemática escalar es: F=m.a”. De esta manera se omite lo que escribió Newton realmente en su libro Principios Matemáticos de la Filosofía Natural en donde refleja la Ley II como: “El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motora aplicada; y es hecho en la dirección de la línea recta en la cual la fuerza es aplicada.” y en una definición VIII anterior: “La cantidad de movimiento de una…fuerza es la medida de la misma, proporcional al movimiento que genera en un tiempo dado.” Newton se refiere a los términos “Fuerza” y “Fuerza Motora”, pero estas palabras no significan lo que hoy conocemos como Fuerza, él se refería al Impulso Neto (Arons, A.B., 1970). La expresión de F=m.a fue introducida durante el siglo XVIII por el matemático MacLaurin y por los Bernoulli (Johann y Daniel) y Leonhard Euler. Al desarrollarse el cálculo en la aplicación de la dinámica newtoniana a problemas sobre partículas en movimiento, fluidos, cuerpos en rotación, etc. se volvió natural empezar el análisis del comportamiento de un proceso que cambia continuamente escribiendo una ecuación diferencial, y Fneta= ma es realmente un sistema de ecuaciones diferenciales en cada uno de los ejes (Arons, A.B., 1970). ***Toda la información omitida en este aspecto de la segunda ley de Newton*** crea asociaciones y significados equivocados en la estructura cognitiva de los alumnos, los desmotiva si los mismos leen en otros libros o en la internet como realmente llegó y escribió Newton sus leyes, los pueden hacer personas incrédulas ante sus libros de textos que, supuestamente, no deben contener omisiones ni errores conceptuales. A continuación se presentan, como ejemplos, algunas de las omisiones en el libro del décimo grado.

\* **movimiento:**

Desde la página 1 hasta la 107 ***se omiten los nombres de los científicos*** involucrados en los temas que en esas páginas se tratan. Lo más sorprendente es que la mayoría de los contenidos tratados, referentes a la cinemática del movimiento mecánico, pertenecen al científico italiano Galileo Galilei. Imaginar que ni siquiera se mencione al mismo cuando se aborda el tema de proyectiles, estudiado por él en el Cuarto Día de su libro Diálogos acerca de dos Nuevas Ciencias y salido a la luz pública en 1638 (Arons, A.B., 1970), es una cuestión casi que imperdonable porque limita la motivación, la educación y la cultura científica en los alumnos.

**\* movimiento rectilíneo uniforme:**

En la página 38 se plantea la definición de movimiento rectilíneo uniforme la que se escribe de la siguiente manera: “Un cuerpo se mueve con movimiento rectilíneo uniforme cuando realiza iguales desplazamientos en el transcurso de iguales intervalos de tiempo” y se omite al final de la misma “cualesquiera que estos sean”. ***No se debe omitir*** que *velocidad no es espacio sobre tiempo (v = d/t)* sino que la relación entre un desplazamiento (ΔX = XF – XI) y el intervalo de tiempo correspondiente (Δt = tF – tI) es la velocidad media: **vM = ΔX / Δt**

Se presentan ejemplos de otros temas, se estima que para su comprensión y significado es importante aplicar la TOms.

**\* funciones proporcionales:**

Si se cumple **y = k . x,** la función matemática entre dos variables **x e y** es directamente proporcional

Es inversamente proporcional si se cumple: **y . x = k**

Son funciones lineales, otra función lineal no directamente proporcional es:  **y = a + b . x**

***+ No se debe omitir:***

- la “regla de 3 simple” directa *únicamente se puede aplicar si la función es*  **y = k . x**

- si  **y . x = k**, se aplica la regla de 3 inversa.

- si **x e y son magnitudes**, las unidades deben ser coherentes *(análisis dimensional).*

- lógicamente es correcto aplicar el concepto de relaciones entre variables en lugar de la regla de 3.

**\* tiro vertical y caída libre:**

Tiro vertical (TV) es el movimiento perpendicular ascendente desde la superficie de la Tierra por inercia (solo con velocidad inicial).

Caída libre (CL) es el movimiento perpendicular descendente a la superficie de la Tierra por inercia (con velocidad inicial nula).

EL TV es un movimiento rectilíneo uniformemente retardado (MRUR). La CL es un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA).

***+ No se debe omitir:***

\* en estos movimientos intervienen interacciones (fuerzas) conservativas.

\* si la energía cinética inicial (instántanea) del sistema supera a la energía potencial de la Tierra, el sistema se escapa de la Tierra, no siempre todo lo sube baja..

\* se demuestra que la velocidad de escape es independiente de la masa del cuerpo: **Vesc = 11,19 km/s (40.280 km/h).**

**\* economía:**

La economía se origina en demandas de diversos elementos que causan ofertas (o viceversa).

Esencialmente es un intercambio de elementos acordado entre dos partes: trueque.

El papel impreso llamado dinero se introduce como intermediario entre la demanda y la oferta, pero origina el precio de un elemento que es arbitrario.

La economía puede ser individual o grupal (aunque es esencialmente individual), es básicamente un balance de dinero: entradas (+) y salidas (-). Se puede clasificar en macro y microeconomía.

El dinero implica una emisión “legal” por sistemas “oficiales” que deberían cumplir reglas o leyes establecidas, las cuales no son conocidas y/o no son cumplidas.

El dinero causa, por ejemplo, la avaricia, la explotación del tiempo y del trabajo, los privilegios, la esclavitud, la desaprensión, la usura y la economía negra, o sea la ocultada y corrupta.

Economía blanca sería la que se conocen todas las entradas y salidas.

Un sistema económico blanco cerrado, o sea que la cantidad de dinero total y su distribución es conocida, es utopía.

Si el sistema económico es abierto o sea negro, es ilógico, corrupto, perverso, la distribución del dinero es obscena y repugnante.

Es fundamental la información de algunas grandes crisis económicas o financieras, por ejemplo, la “gran depresión” de 1930 en USA, las crisis de USA de 2008, Europa 2010, y explicitar para quienes fueron crisis, sus causas y efectos. Esencialmente siempre los que provocan las crisis no son los que se hacen cargo, no pagan los efectos y se los hacen pagar a los indefensos.

Es interesante relacionar la crisis en USA de 1930 con la intervención de USA en la Segunda Guerra Mundial (1942 – 1945): cualquier guerra (y la amenaza de guerra) es siempre un buen negocio para pocos y muerte para muchos.

El que no vive de su trabajo, vive del trabajo (y tiempo) de otros.

Son conceptos fundamentales las 4 E: Ética, Empatía, Ecología, Economía.

***+ No se debe omitir:***

- la economía actual es un sistema corrupto y perverso.

- las normas o leyes de emisión del dinero.

- la existencia de la economía negra.

- la extrema asimetría en la distribución del dinero en la economía actual.

- los privilegios e inequidades sociales y económicas.

- las llamadas “crisis” económicas.

- las relaciones entre la economía y las guerras.

**\* cerebro:**

Todas las especies que tienen neuronas tienen cerebro, pero cada especie tiene distinto tipo de cerebro, ***y cada individuo de cada especie tiene distinto cerebro.***

Muchas especies tienen neuronas, desde el homosapiens con 100 000 millones de neuronas (1011), un chimpancé 30 000 millones, un gato 300 millones, una mosca 340 000, hasta un gusano pequeño invertebrado ciego y sordo de 1 mm de largo con 302 neuronas.

El cerebro tiene mecanismos que determinan, por ejemplo, aptitudes, conductas, comportamientos.

Es lógico que la diferencia de complejidad entre los cerebros y sus mecanismos son muchos mayores a medida que el número o cantidad de neuronas aumenta, luego el cerebro más complejo es el humano.

Los mecanismos del cerebro humano son, hasta ahora, desconocidos e indescifrables, por lo tanto no se pueden identificar y clasificar, por ejemplo, deducción, asociación, memoria, inducción, aptitud, actitud.

***+ No se debe omitir:***

- la cantidad de neuronas y complejidad del cerebro humano.

- la evidente diferencia entre los cerebros de cada individuo.

- el desconocimiento de sus mecanismos.

- la incertidumbre al analizar las conductas y comportamientos humanos.

- los conceptos de aptitud y actitud.

**\* segunda guerra mundial (SGM):**

Se llama SGM al conflicto armado entre 1939 y 1945.

Cronológicamente se inició el 1 de setiembre de 1939 en Europa y terminó el 15 de agosto de 1945 en Japón, pero hay innumerables acontecimientos sociales y conflictos anteriores, desde aproximadamente 1930, que están íntimamente relacionados con la SGM. Otro aspecto es que el conflicto fue en dos lugares: Europa, desde el 1 IX 39 hasta el 9 V 45, y el Pacífico, desde el 7 XII 41 hasta el 15 VIII 45. Ambos estuvieron separados geográficamente pero muy relacionados, ambas tuvieron (y tienen) efectos fundamentales en la historia social, técnica, ecológica de la Tierra.

La SGM en Europa tuvo dos frentes: Alemania primero invadió Polonia hacia el Este (1 IX 39), luego Europa al Oeste (10 V 40), conquistó Europa, Dinamarca y Noruega (9 IV 40). No invadió pero bombardeó Inglaterra. Luego atacó Europa al Este: la invasión alemana a la URSS se inició el 22 VI 41 (la URSS había invadido Polonia y Finlandia en 1939 y los países bálticos en 1940). Según lo previsto, la invasión a la URSS no terminó antes del invierno (21 XII 41), el 6 XII 41 se inicia la retirada nazi de cerca de Moscú. En 1942 los soviéticos detuvieron a los alemanes, el 23 VIII 42 se inicia el ataque a Stalingrado, el 2 II 43 el 6to Ejército alemán se rinde en Stalingrado y los soviéticos inician el avance hacia el oeste. El 10 VII 43 los aliados (USA, Inglaterra, etc.) desembarcan en Sicilia, el 4 VI 44 entran en Roma. El 6 VI 44 es el llamado “Día D”: desembarco aliado en Normandía, el 24 VIII 44 entran en París. El 17 IX 44 los aliados inician una operación militar mayor que el desembarco a Normandía (Operación Market-Garden) para adelantar la invasión a Alemania que fracasa en una semana. Entre el 4 y 11 II 45 se realiza la reunión en Yalta. El 7 V 45 los soviéticos entran en Berlín y el 9 de mayo Alemania se rinde: fin de la SGM en Europa.

En el Pacífico, USA avanza hacia Japón (la URSS todavía no ha intervenido en el Pacifico). En USA se ha desarrollado una nueva arma: la bomba atómica, pero no a tiempo para usarla en Europa porque la primera prueba se realiza el 16 VII 45 en Nevada (USA). Estas fechas son cruciales para una decisión muy importante: es necesario usar la bomba atómica contra civiles ?. En la guerra del Pacifico Japón estaba derrotado, pero no era claro la forma y las condiciones. Entre el 17 VII y el 2 VIII 45 se realiza la reunión de Postdam. USA decide tirar la bomba sobre una ciudad con civiles el 6 VIII 45: Hiroshima. A pesar que la URSS invade Manchuria el 8 VIII 45 y es inevitable la rápida derrota japonesa, en una decisión incalificable y criminal, USA arroja la segunda bomba atómica sobre Nagasaki (9 VIII 45). Japón se rinde el 15 VIII 45 pero conserva la figura del emperador.

Las causas, objetivos, interpretaciones, análisis, conclusiones, aseveraciones oficiales y ampliamente divulgadas son, como mínimo, cuestionables y tendenciosas, por ejemplo: el ataque “sorpresa” a Pearl Harbor, el Día D para “liberar” Europa, arrojar dos bombas atómicas sobre ciudades para terminar la guerra. Con un análisis cronológico, ya que las fechas son indiscutibles, de algunos acontecimientos que en casi toda la información oficial se omiten, se encuentran argumentos para cambiar esencialmente las interpretaciones, aseveraciones y conclusiones oficiales.

***+ No se debe omitir:***

\* la “inocencia” de Europa respecto a intentar evitar (?) la guerra con la Alemania nazi.

\* la situación en Occidente respecto a la existencia de la URSS (parece lógico que Alemania invadiera primero la URSS).

\* la facilidad de Alemania para invadir la URSS en VII de 1941 sin otro frente en Europa hasta el desembarco en Sicilia (10 VII 43).

\* la “sorpresa” del ataque japonés a Pearl Harbor que justificó la entrada de USA a la SGM.

\* la calificación del “Día D” el 6 VI 44 como el inicio de la liberación de Europa cuando la URSS avanzaba hacia el oeste desde 1943.

\* la decisión genocida y criminal de arrojar bombas atómicas sobre Hiroshima y Nagasaki.

\* la guerra es muy buen negocio para pocos y la muerte para muchos.

\* hay muchos más acontecimientos omitidos, por ejemplo, la guerra en Africa, pero se estima que no cambian esencialmente el análisis.

**\* ecología:**

La ecología es el estudio de la relación entre los seres vivos y el medio ambiente MA. El MA es el medio exterior de un sistema.

La Tierra se formó hace aproximadamente 4 500 millones de años y para tener una idea de los tiempos en la historia de la vida en la Tierra, se adopta que se formó el 1 de enero a las 0 hs. y hoy es el 31 XII a las 24 hs. En esta escala, 1 s = 144 años, 1 h = 520 000 años, 1 día = 12,5 millones de años.

La vida apareció el 3 de febrero y todos los seres vivos se desarrollaron desde un ancestro común. En las eras siguientes hubo muchos eventos geológicos y biológicos, por ejemplo, colisiones con otros cuerpos, edades glaciales, separación o unión de continentes, aparición y desaparición de especies, seres vivos suben del agua líquida a la superficie sólida, extinciones en masa. Un ejemplo importante son los dinosaurios (reptiles gigantes): aparecieron el 12 de diciembre y el 25 de diciembre (después de 120 millones de años) se extinguieron rápidamente, se acepta que por la caída de un meteorito de 10 km en Yucatán (México). Es probable que sino todavía habitarían la Tierra y que no aparecieran otras especies, por ejemplo, el homosapiens. Esta (nuestra) especie apareció el 31 de diciembre a las 23.00 hs (hace 500 mil años), es una especie parásita porque no puede existir con la única fuente de energía de la Tierra: el Sol. Recién después de 1700 (2 s en la historia de la Tierra de un año) se inicia un lento avance tecnológico que en los últimos 100 años se acelera cada vez más. Este desarrollo tecnológico es antinatural y tiene efectos: el planeta actualmente está comunicado en el sentido geográfico e informativo, la especie es, por el crecimiento poblacional, una plaga depredadora y causa de los problemas de contaminación y destrucción del MA. Los problemas ecológicos originados por el homosapiens en 150 años (1 s en la historia de la Tierra de un año) ya amenazan a la Naturaleza o ecosistema de la Tierra y los efectos mediatos e inmediatos son impredecibles y desconocidos.

Son conceptos fundamentales las 4 E: Ética, Empatía, Ecología, Economía.

***+ No se debe omitir:***

- el homosapiens amenaza en menos de 500 mil años (1 hora en la vida de la Tierra de un año) al ecosistema de la Tierra.

- la existencia durante 120 millones de años de los dinosaurios sin modificar el ecosistema de la Tierra porque sus actividades eran naturales.

- el homosapiens es una especie parásita porque no puede existir directamente con la única fuente de energía de la Tierra: el Sol.

- el desarrollo tecnológico en el último medio segundo (70 años) ha convertido a la actividad humana en antinatural.

- en el último medio segundo el crecimiento poblacional de la especie la ha convertido en una plaga antinatural.

Conclusiones

Está claro que los contenidos de un tema no pueden ser desarrollados en los libros de Ciencias Naturales con la extensión y profundidad necesaria, pero lo que si no es admisible es omitir contenidos que son esenciales y que pueden provocar ideas alternativas en los alumnos, así como errores conceptuales, confusiones, desmotivación, equivocadas asociaciones y significados en la estructura cognitiva de quienes aprenden y que atenten contra una educación y cultura científica de calidad.

Ejemplos como los presentados en este trabajo, se multiplican en los libros y la labor de los profesionales de la educación es detectarlos y corregirlos a través de diferentes estrategias diseñadas al respecto.

*+ No se debe omitir la TOms*

**Bibliografía**

* Arons, A.B (1970): Evolución de los conceptos de la Física, Editorial Trillas, México
* Carrascosa Alís, Jaime (2015): El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que lo originan y/o mantienen. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, año/vol. 2, número 002. Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA. Cádiz, España pp. 183-208.
* Contreras Vidal, J.L (2016): Recursos didácticos integradores para facilitar, en la estructura cognoscitiva de los profesores, la formación de conceptos del área de las ciencias naturales en la secundaria básica. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Editorial Universitaria, 2008. -- ISBN 978-959-16-0801-7.
* Nuñez Viera, J., Sifredo Barrior, C. y Hernández Báez, J.L (2005): Física Décimo Grado. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. Cuba.
* Valdés Castro, R y Valdés Castro, P (2004): Tres ideas básicas de Didáctica de las Ciencias. Publicado en Didáctica de las Ciencias, Nuevas Perspectivas. Editorial Pueblo y Educación

*+ No se debe omitir:*

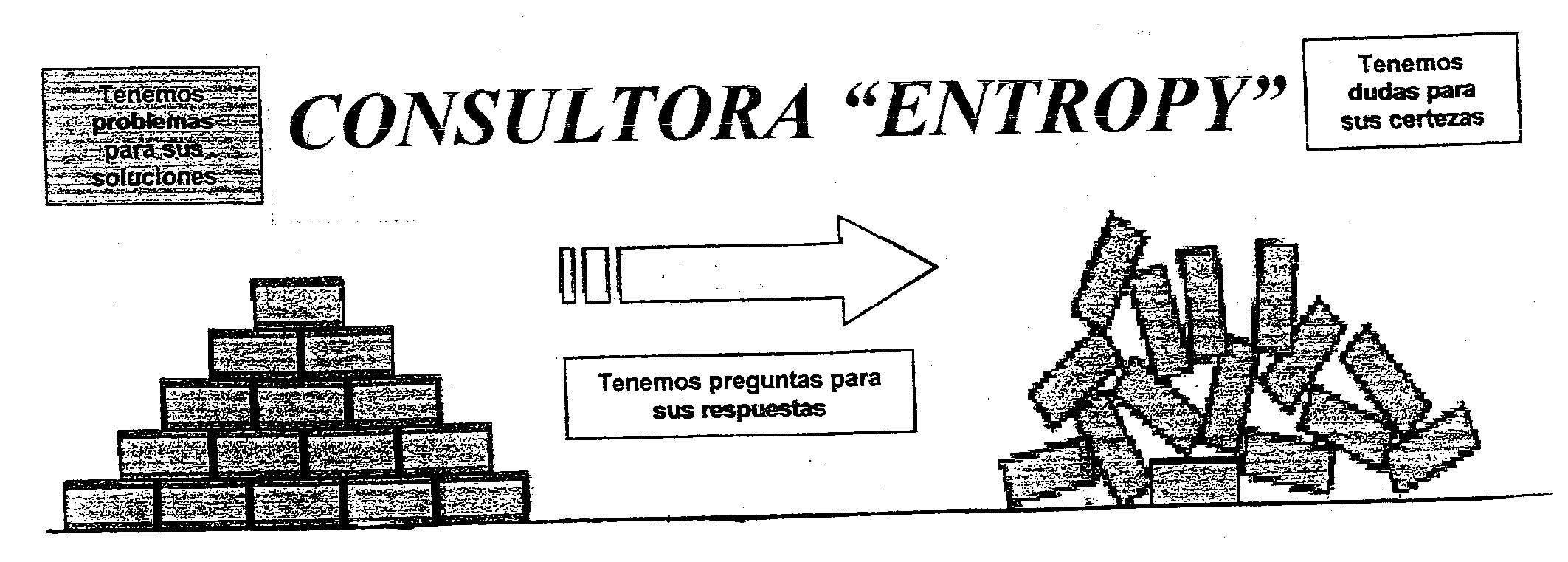
***-*** *la LCB (Lucha Contra los Bandidos) y el*



*+ No se debe omitir:  
- el hambre, la esclavitud, los privilegios, la desigualdad, la riqueza, la crueldad, la corrupción, la hipocresía, las guerras, la discriminación, la impunidad, los genocidios, las omisiones*

*invalidan casi todo*

Consultora para científicos



1. E.R.Benvenuto Pérez, Ing. Químico, profesor de Química General, UTN, 1980 – 2012; profesor de Química Inorgánica, UTN, 1995 – 2012; profesor de Física UTN, 1975 – 1995; profesor de Escuela Media 1997 – 2012; integrante del Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE, FIQ-UNL, CONICET) 1975 – 1999.

   2 J.L.Contreras Vidal. Lic. en educación, especialidad Física y Astronomía; MSc en Ciencias de la Educación. Dr en Ciencias Pedagógicas; profesor Titular de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas; Presidente de la Comisión Nacional de la Carrera de Física en Cuba.

   3 J.R.Garcia, Ing. Químico, Dr. en Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (UNL), Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE, FIQ-UNL, CONICET). [↑](#footnote-ref-1)