

Teoría de la Omisión: propuesta pedagógica para abordar temas

Theory of Omission: pedagogical proposal to address issues

Presentación: 13 y 14 de septiembre de 2023

Edgardo Remo Benvenuto Pérez

Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Argentina,
email: remoben@hotmail.com

Jorge Luis Contreras Vidal.

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV), Cuba,
email: jcontreras@uclv.cu

Juan Rafael García.

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE, FIQ-UNL, CONICET), Argentina,
email: jgarcia@fiq.unl.edu.ar

Resumen

La Teoría de la Omisión (TOMs) es una propuesta pedagógica para abordar y desarrollar diversos temas, por ejemplo, Ciencias Naturales, 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, se aclaran relaciones, cambian su significado, interpretación, conclusiones.

En las Ciencias Naturales, un tema se desarrolla desde un estado inicial EI en una secuencia de avance seleccionada hasta un estado final EF, ambos arbitrarios, en general, el tema no termina en el EF sino que continúa, o sea el desarrollo $EI \rightarrow EF$ es parcial.

Palabras clave: pedagogía, desarrollo, omisión

Abstract

The Theory of Omission (TOMs) is a pedagogical proposal to address and develop various topics, for example, Natural Sciences, social.

The TOMs proposes that the information, knowledge, concepts that are developed should not be contradictory, incoherent or invalidated by those that are omitted. What is omitted when developing a topic often causes incorrect knowledge and/or concepts. In many topics, the effect of developing what was omitted from prior knowledge and/or information causes its understanding, relationships are clarified, their meaning, interpretation, and conclusions change. In the Natural Sciences, a theme develops from an initial state EI in a selected advance sequence to a final state EF, both arbitrary, in general, the theme does not end in EF but continues, that is, the development $EI \rightarrow EF$ it is partial

Keywords: pedagogy, development, omission

Introducción

La TOMs propone que la información, conocimientos, conceptos que se desarrollan no deben ser contradictorios, incoherentes o invalidados por los que se omiten.

En Ciencias Naturales, un tema se desarrolla desde un estado inicial EI en una secuencia de avance seleccionada y es hasta un estado final EF, ambos arbitrarios.

En Historia, las fechas son objetivas (secuencia cronológica), al desarrollar un evento, la omisión de acontecimientos, información y/o relaciones entre ellos es muy posible que cambie esencialmente su interpretación, significado, conclusiones.

Los sistemas se pueden clasificar en objetivos y subjetivos, en los objetivos se aplica el método científico y se descubren leyes naturales con expresiones matemáticas, en los subjetivos no se aplica el método científico.

En Ciencias Naturales los datos son 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.

Los temas que no tienen justificación matemática (lógica) y experimental objetiva con mediciones no son ciencias, las afirmaciones o negaciones son subjetivas, desconfiables y 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 luego causan errores conceptuales 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 conceptuales (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 causar, 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.

Se presentan ejemplos de aplicación de la Toms, desarrollados en forma sinóptica, que muestra errores causados por la omisión de información, conocimientos, conceptos.

El concepto de la Toms se aplica en ejemplos que son fundamentales para aclarar y comprender su significado. Los conocimientos y conceptos desarrollados durante Estado Inicial EI → Estado Final EF, deben ser coherentes con los omitidos o no desarrollados. Al avanzar en el tema, los conocimientos y conceptos omitidos que se agregan deben ampliar los desarrollados.

Un objetivo fundamental de la Toms es avisar, destacar, señalar que al abordar un tema se deben tener muchas precauciones y se debe tener siempre en cuenta lo que se omite.

La Toms es también una “teoría terrorífica” (TT): ¿qué no se conoce o comprende que se omite y es contradictorio o invalida las omisiones que se desarrollan?.

Desarrollo

Durante las actividades y procesos de enseñanza-aprendizaje de Ciencias Naturales en el nivel medio y universitario se detectaron conocimientos, conceptos y modelos confusos o incorrectos que constituyen ideas previas de los alumnos. El primer autor fue profesor de Química aprox. 30 años en el nivel medio y universitario. El segundo autor es profesor de Física. Se considera que una causa importante es que durante el desarrollo de los contenidos se omiten conocimientos y conceptos.

Analizando textos también se encuentran temas desarrollados con omisiones, por ejemplo, Chang R, Química, México; Ramirez León R, Química General, La Habana; Whitten [et al], Química General, Madrid.

El desarrollo de un tema se realiza desde un estado inicial EI hasta un estado final EF. El Estado Inicial EI es arbitrario, inevitablemente se aceptan, explícita o implícitamente, conocimientos previos, por ejemplo, terminología, definiciones, conceptos. Desde el EI el tema se desarrolla según una Selección, Secuencia, Cantidad y Calidad (SSCC) 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, los que se presentan al avanzar en el tema. Los conocimientos y conceptos durante EI → EF deben ser coherentes con los omitidos. Al avanzar en el tema, los conocimientos y conceptos se deben agregar y/o ampliar los desarrollados.

Es importante aplicar la Toms a otros temas, por ejemplo, históricos, sociales, la Toms puede cambiar 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.

Se presentan varios ejemplos que se describen en forma sinóptica y son fundamentales para comprender la TOMs.

Los argumentos en los ejemplos de la TOMs intentan ser lógicos y para refutarlos son imprescindibles contra argumentos lógicos.

El trabajo es abierto en el sentido que es posible agregar ejemplos aplicación de la TOMs en 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 exige la aplicación del método científico, o sea, cualquier hipótesis, modelo, suposición únicamente tiene validez o significado si es verificado y no es refutado 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, por ejemplo, comportamientos, fenómenos, de un sistema, pero no otros ni todos (¿ que es "todo" !!??), los modelos son parciales, transitorios y válidos hasta ahora. 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 ni clasificar, por ejemplo, creación, deducción, inducción, asociación.

+ Se presentan algunos ejemplos de aplicación de la TOMs desarrollados en el trabajo:

* **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:

$$P = m \cdot g \quad (g \text{ aceleración normal de la gravedad} = 9,81 \text{ m} / \text{s}^2).$$

El peso mide la interacción entre el sistema y la Tierra únicamente en su superficie, la masa no depende de la posición (si de la velocidad con respecto a c).

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): $N = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$.

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 $m = 1,00 \text{ kg}$ tiene un peso de $9,81 \text{ N} = 1,00 \text{ kgF}$ ($1,00 \text{ kgF} = 1,00 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m} / \text{s}^2$).

+ 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 fuerzas no conservativas (por ejemplo, el rozamiento).
- la relación entre la masa y la velocidad de la luz c.
- la variación del peso con la altura.
- la interacción peso: "acción" Cuerpo \rightarrow Tierra y "reacción" Tierra \rightarrow Cuerpo.

* **contar o medir:**

Son conceptos fundamentales para las Ciencias Naturales,

Con un proceso de medición de una propiedad de un sistema se obtiene siempre un valor numérico (magnitud) 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 indicada).

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).
Se define especie: sistema que se puede identificar, tiene un nombre y se puede contar.

Con la operación de contar (directa o indirectamente) una especie identificada con un nombre en 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 conocida.

En algunos sistemas, se puede obtener la cantidad de especies directamente, por ejemplo, número o cantidad de hojas de papel en un (1) cuaderno, en otros no es posible contar directamente especies, por ejemplo, protones en el núcleo, átomos en 1 mol de átomos, porotos en 500 g.

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

Se indican algunos ejemplos de contar o medir:

- la diferencia entre masa atómica química MAQ o masa atómica física MAF (medir) y número de masa A (contar nucleones).

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

- la ley de Moseley (rayos X): $\nu^{1/2}$ (medir frecuencia) = A (Z - 1) (contar protones).

- la valor del número de Avogadro: N_A especies (contar) = 1 mol de especies (medir).

+ 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).

- el significado de un resultado numérico de medir: incertidumbre o desconfianza, cifras significativas, límite de apreciación o detección, unidad de medida, nociones de estadística.

* **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 binaria 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, verosímiles y útiles.

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. 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.

+ 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.

- un ejemplo didáctico son las elecciones en la Argentina.

* **efecto fotoeléctrico**:

Es un fenómeno muy importante para comprender los modelos ondulatorio o cuántico 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: $E = h \cdot \nu$. Con el modelo ondulatorio de la radEM se justifican los fenómenos de difracción e interferencia.

Según el modelo cuántico, la E de la radEM depende de la ν del fotón: $E = h \cdot \nu$ (1 fotón). Luego la E de una radEM es constante o fija para cada ν y la intensidad es: $I = n \cdot (h \cdot \nu)$ (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 interferencia, difracción y efecto fotoeléctrico.
- la diferencia entre los modelos ondulatorio o cuántico de la radEM.
- la E y la I de una radEM según cada modelo.

* ácidos o bases:

Los conceptos y clasificación ácido - base se refieren a comportamientos de sustancias en fenómenos químicos clásicos (fenQC), no a su constitución o composición química.

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

- modelo de Arrhenius Arr:

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

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

- modelo de Brønsted Br:

+ una sustancia es un ácido de Br si cede 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 una sustancia sea un ácido de Br y ceda H^+ (ac), inevitablemente otra sustancia lo acepta: base de Br (pares conjugados). En algunos fenQC están los dos pares conjugados: $Ac1 + Bs2 \rightarrow Bs1 + Ac2$

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

El modelo de Br es importante para las disoluciones acuosas (ac): $H_2O(l) + H_2O(l) \leftrightarrow H_3O^+(ac) + OH^-(ac)$.

- 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 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 simple covalente dativa o coordinada entre átomos de Lw: $D \rightarrow UA(peC) \rightarrow A$

Se señala que un sólido puede tener sitios ácidos de Arr y Br (H^+) o de Lw (con defectos de e^-), también sitios básicos de Arr (OH^-), de Br (acceptor de H^+) o de Lw (exceso de e^-).

Los fenQC ácido - base no se redox. Si la sustancia tiene H, en general es ácido de Br. En general, el modelo de Lw se puede aplicar a los fenQC ácido - base.

Es incorrecto clasificar y denominar a una sustancia "ácido" o "base", por ejemplo, un óxido EO no puede ser ácido de Arr ni de Br, puede ser de Lw si es (s), el amoníaco NH_3 no puede ser una base de Arr.

Se señala que hay sustancias que tienen ambos comportamientos ácido - base (anfóteros) según algún modelo, por ejemplo, el agua (l) es un anfótero de Arr y de Br.

+ No se debe omitir:

- los modelos ácido - base de los fenómenos químicos clásicos.
- una sustancia no es ácido o base, sino tiene comportamiento ácido o básico en un fenQC según un modelo que se debe explicitar.
- el concepto de anfótero.
- los ejemplos del "ácido nítrico" y el "hidróxido de Zn" que son anfóteros de Arrhenius.
- el ejemplo del amoníaco que es una base de Br.

* trabajo y energía. Propiedades de estado:

Para abordar el concepto de energía E es imprescindible primero definir trabajo W de una fuerza F. La energía E es la capacidad de un sistema de producir W de una fuerza F.

La causa del W de una F de un sistema es una variación de E ΔE , los efectos pueden ser, por ejemplo, Δ posición de un sistema sin o con carga eléctrica, Δ Volumen, Δ Temperatura, Δ Estado de un cuerpo, forma de un cuerpo. Δ significa cambio Estado Inicial EI \rightarrow Estado Final EF.

Si hay variación (Δ) en la posición o volumen, el efecto del 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 T y energía E son escalares.

La E es cualquier propiedad de un sistema de producir W de una F y causa de variaciones Δ en el sistema. 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 $EF - EI$, no depende del camino $EI \rightarrow EF$:

$$\Delta X = X_{EF} - X_{EI}$$

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 Δ posición de un sistema entre dos estados, $\Delta h = h_F - h_I$, 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 (ΔE) – Efectos (Δ macro o microscópicos).
- el concepto de propiedad de estado y de la variación de una propiedad de estado.
- diferencia entre propiedades de estado, por ejemplo, E, T , y $W (Q)$, que no lo son. En el trabajo además se desarrollan los siguientes ejemplos:

Ley de Lavoisier; Clasificación de las sustancias y de los fenómenos químicos; Fuente de energía de las estrellas; Masa atómica química y “número de masa”; Masa equivalente química; Molécula; Elementos químicos y cuerpos; Metales y no metales; Sistemas macroscópicos y uniones entre partículas; Cambios de estado de los cuerpos; Tabla periódica; Estructura electrónica de los átomos; Modelo de estructura; Modelos de uniones entre partículas; Ecuación química; Sistemas ideales y no ideales; Equilibrio químico; Disoluciones acuosas. Hidrólisis; Cálculo de pH; Cinética química; Termodinámica; Fenómenos electroquímicos; Funciones proporcionales; Tiro vertical y caída libre; Economía; Cerebro; Segunda guerra mundial; Ecología; Primera ley de inercia; Segunda ley de Newton; Movimiento; Movimiento rectilíneo uniforme.

Conclusiones

Un objetivo fundamental de la T.O.M.s es avisar, destacar, señalar que al abordar un tema se deben tener muchas precauciones y tener siempre en cuenta lo que se omite.

Los contenidos de un tema no pueden ser, en general, desarrollados en los libros de Ciencias Naturales con la extensión y profundidad necesaria, especialmente si son complejos y el desarrollo es básico, pero no es admisible desarrollar temas que luego al avanzar en el tema los conocimientos y conceptos omitidos invalidan, son contradictorios o confusos con los previamente desarrollados. Es fundamental intentar evitar provocar conceptos e ideas alternativas en los alumnos, así como errores conceptuales, confusiones, desmotivación, equivocadas asociaciones y significados en la estructura cognitiva de quienes aprenden que atentan contra una educación y cultura científica de calidad.

Los ejemplos como los desarrollados en este trabajo se encuentran en libros como los indicados anteriormente, la labor de los profesionales de la educación es detectarlos y corregirlos a través de diferentes estrategias diseñadas al respecto.

Referencias

- * 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