

# Enseñanza de ciencias naturales y química en educación básica secundaria desde el enfoque de la pedagogía conceptual

Enviado por [Carmen Andrea Melo Figueroa](#) |

1. [Resumen](#)
2. [Introducción](#)
3. [Objetivos](#)
4. [Metodología](#)
5. [Resultados obtenidos](#)
6. [Conclusiones](#)
7. [Bibliografía](#)

Un caso: el **concepto** de solución líquida

## RESUMEN

Este artículo presenta una propuesta innovadora para la **enseñanza** de las **ciencias naturales–química**, desde el enfoque **Pedagogía Conceptual**. Se muestran las fases didácticas afectiva, cognitiva y expresiva o ejecutiva en la enseñanza del concepto SOLUCIÓN LÍQUIDA. En la fase cognitiva se destaca el uso del mentefacto conceptual, herramienta ideográfica que condensa y **estructura** de forma coherente y sistemática todos los conocimientos referidos a este concepto.

Finalmente se concluye que este **modelo** didáctico, propio de la Pedagogía Conceptual, busca que el estudiante desarrolle auténticas **competencias** científicas al abordar las tres dimensiones de la mente, logrando su **motivación** al encontrarle pertinencia al **aprendizaje**, comprensión y estructuración al ordenar sistemáticamente en su mente los conocimientos al respecto y **dominio** y capacidad aplicativa, acercándose de esta forma al **trabajo** propio de las **ciencias**.

ÁREA TEMÁTICA

Teorías y Enfoques Didácticos en la Enseñanza de las Ciencias

PALABRAS CLAVE

*Didáctica*

*Pedagogía conceptual*

*Mentefacto*

*Solución líquida*

## INTRODUCCIÓN

*El propósito de la enseñanza en Ciencias Naturales*

La enseñanza de las ciencias naturales, especialmente de la química, en los niveles de **educación** básica secundaria, siempre ha tropezado con grandes obstáculos entre los estudiantes, debido principalmente a que la **didáctica** de las ciencias ha caído en dos grandes –y terribles– extremos: demasiado rigor y exceso de detalles –muchos de ellos intrascendentes– en cuanto a formulismos matemáticos y enormes bloques

de **datos**, o por el contrario, una **ciencia** "lúdica y divertida", llena de actividades entretenidas – "magia" química, ferias de **la ciencia** – pero poco preocupada por la estructuración, en la mente de los jóvenes, de sólidos conceptos explicativos de los fenómenos naturales.

Cualquiera de estos dos enfoques olvida por completo que el propósito fundamental de las ciencias naturales –y por ende, una **competencia** esencial de todo científico y de todo ser humano con un mínimo de educación en ciencias– es el de explicar los fenómenos (Ministerio de Educación Nacional, 2004, p.3) y a la **naturaleza** misma de una manera racional, rigurosa, clara y comprensible.

El presente trabajo pretende demostrar como, desde el enfoque pedagógico contemporáneo denominado Pedagogía Conceptual (De Zubiría, 2004, p.15), se puede conseguir el tan anhelado propósito de la enseñanza en ciencias naturales: unas ciencias naturales sencillas, claras, comprensibles y amigables al estudiantado, rigurosas en el tratamiento de las **teorías**, pero sin caer en los excesos de los infinitos formulismos matemáticos y los enormes bloques de datos, una enseñanza en ciencias que logre conceptualizar los elementos centrales y así doten a nuestros estudiantes de las **herramientas intelectuales** que les permitan explicar la realidad.

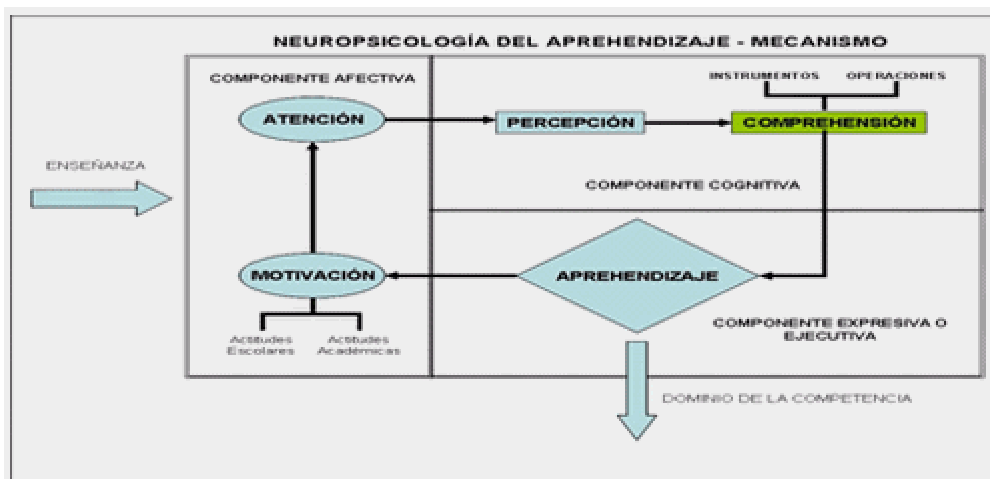
#### *La Pedagogía Conceptual como respuesta*

¿Por qué estamos convencidos de que Pedagogía Conceptual es la respuesta al propósito antes trazado?

Para responder esta pregunta hace falta hacer una breve **descripción del marco teórico** psicopedagógico en que se fundamenta este enfoque.

Como cualquier enfoque pedagógico contemporáneo, Pedagogía Conceptual comienza por reconocer que lo que educamos o formamos son, antes que todo, las mentes de nuestros **niños** y jóvenes. Así, para **poder** formular un modelo pedagógico y didáctico realmente funcional, Pedagogía Conceptual parte de conocer los mecanismos psicológicos subyacentes del aprehendizaje (De Zubiría, 2006, en **prensa**) humano.

La mente humana, **producto** de la corteza cerebral, se divide en tres grandes áreas – las cuales a su vez abarcan muchas subáreas y **procesos** neuropsicológicos– a saber: el área afectiva o valorativa, ubicada en la corteza prefrontal, el área cognitiva, ubicada en la corteza parieto-temporo-occipital, y el área ejecutiva en la corteza motora (De Zubiría, 2006, en **prensa**). El descubrimiento fundamental de **Pedagogía** Conceptual es que para garantizar un auténtico aprehendizaje, debemos trabajar, en cada una de nuestras enseñanzas, con las tres áreas de la mente, es decir, debemos ENSEÑAR INTEGRALMENTE.



**FIGURA 1: MECANISMO NEUROPSICOLÓGICO DEL APREHENDIZAJE**  
(De Zubiría, 2006, en prensa)

Así, el **modelo** didáctico (De Zubiría, 2006, en prensa) en Pedagogía Conceptual propone, en primer lugar, hacer que nuestros estudiantes VALOREN la **enseñanza**, comprendan su importancia, pertinencia o **utilidad** – algo que el primero de los enfoques, el excesivamente rigorista, despreciaba por completo – para su vida, para la **sociedad**, para el **conocimiento**. Luego de logrado que el joven capte este **valor** – lo cual asegura la activación de los mecanismos de **la motivación** y **la atención** por el aprendizaje – de la enseñanza, el docente pasará a trabajar con el área cognitiva, pero no simplemente mostrando informaciones y **datos**, sino **EXPLICANDO** el **CONCEPTO** base de la enseñanza, concepto este que busca resolver cuatro preguntas clave:

- ¿Cuáles son las características y propiedades esenciales?
- ¿A qué **clase** superior de conceptos pertenece?
- ¿Qué conceptos cercanos difieren de este?
- ¿Hay tipos, clases o componentes de este concepto? ¿Cuáles son?

El propósito aquí es que el estudiante posea una auténtica herramienta explicativa de las realidades que son objeto de su estudio, más allá de unas simples **ecuaciones matemáticas** sin sentido. Por último, y para rescatar el valor de las actividades que defendían los seguidores del segundo enfoque inicialmente comentado, el estudiante pone en práctica sus conocimientos, realizando experiencias en donde, mediante el uso del concepto **INTERROGUE** a la realidad, indague y explore los fenómenos de forma consciente, racional, clara pero realmente rigurosa y auténticamente científica.

Para demostrar el enorme **poder** de esta **estrategia didáctica**, la hemos empleado para la enseñanza de un concepto básico de las **ciencias** químicas, **SOLUCIÓN LÍQUIDA**, el cual atiende a las exigencias mínimas planteadas en el documento de Estándares en **Ciencias Naturales** (Ministerio de **Educación Nacional**, 2004, p.3) para el nivel 8 – 9.

## OBJETIVOS

1. Evidenciar la pertinencia de las **herramientas** didácticas provenientes del enfoque pedagógico Pedagogía Conceptual para la enseñanza de conceptos científicos en educación básica
2. Mostrar las fases didácticas – afectiva, cognitiva y ejecutiva – correspondientes a cada una de las tres grandes áreas de la mente, en la enseñanza del concepto SOLUCIÓN LÍQUIDA
3. Mostrar la capacidad estructuradora del mentefacto conceptual para organizar, jerarquizar, sistematizar y resumir los conocimientos acerca de **SOLUCIONES LÍQUIDAS**

## METODOLOGÍA

La **metodología** a utilizar es propia de la **Didáctica** desarrollada por Pedagogía Conceptual haciendo uso de las Fases Afectiva, Cognitiva y Expresiva. En este apartado veremos estas fases aplicadas a la enseñanza del concepto SOLUCIÓN LÍQUIDA.

### **FASE AFECTIVA**

**La Fase Afectiva comienza enunciando al estudiante unos ejemplos acerca de que es SOLUCIÓN.** Según define el **diccionario**, mezclar equivale a juntar, lo mejor posible, diferentes "cosas". Científicamente hablando, los "objetos" que se juntan o mezclan son *sustancias*. No es lo mismo mezclar arena y sal, que mezclar **agua** y sal. Pero ¿por qué? La respuesta es sencilla: al mezclar sustancias se debe considerar si hay afinidad entre las sustancias o no.

Arena y sal como sustancias son poco afines, y en la mezcla se distinguen con facilidad (a simple vista y sin esfuerzo). Mientras agua y sal son sustancias muy afines tanto que una vez se mezclan distinguirlas resulta casi imposible. A arena y sal los científicos llaman mezcla (o mezcla burda), mientras a agua y sal llaman SOLUCIÓN, o mezcla en donde las sustancias mezcladas son tan afines que resultan indistinguibles sus componentes.

Entre las muchas SOLUCIONES están las bebidas gaseosas, **el agua** de mar, muchos **productos** de limpieza líquidos, incluso el plasma de la **sangre** (la parte líquida de la sangre). Las anteriores las componen sustancias en SOLUCIÓN, es decir, mezcladas íntimamente y de forma indiferenciable.

**De acuerdo a esto se ingada al estudiante si** ¿Toda mezcla homogénea es una SOLUCIÓN? Por ejemplo, la mezcla agua y sal o la mezcla agua y jabón. Ambas son **mezclas** homogéneas, pues no se notan a simple vista sus componentes, no se ven granos de sal y agua separados, ni agua y gránulos de detergente o jabón. **El estudiante responderá afirmativamente. Frente a esta respuesta el docente le demuestra que su respuesta es incorrecta por medio de nuevos argumentos.** Mucho **tiempo** se creyó que ambas mezclas eran SOLUCIONES. ¿Qué crees? En cierta ocasión alguien observó un rayo de **luz** atravesar estas mezclas. Tú perfectamente puedes hacerlo. En la SOLUCIÓN agua-sal, el rayo se dispersaba, o distribuía "regando" luz a largo y ancho de la SOLUCIÓN. En la "SOLUCIÓN" agua-jabón la luz en lugar de dispersarse hacia brillar o "bailar" pequeñas partículas.

Su **comportamiento** tan distinto indica que aunque ambas mezclas son homogéneas, no por ello ambas son SOLUCIONES. (¿Cuál no lo es?). Luego de aquella maravillosa **observación** natural del científico Brown, se sabe que mezclas homogéneas que dispersen la luz son las genuinas SOLUCIONES, en las cuales el tamaño de las partículas mezcladas es pequeñísimo (menor a 1 nanómetro, o milmillonésima parte de un metro). Las otras se llaman DISPERSIONES COLOIDALES o COLOIDES, cuyas partículas son de tamaño "grande" (mayor a 100 nanómetros) por lo que la luz "ilumina" las partículas. **La Fase afectiva concluye, en primer lugar, insistiendo al estudiante que es necesario profundizar en el estudio del concepto de SOLUCIÓN y que su verdadera definición no corresponde a ser una mezcla homogénea si no al tamaño de las partículas y otros aspectos que se profundizarán en la Fase Cognitiva. Por lo tanto un conocimiento adecuado propio del papel del científico corresponde no a SUPOSICIONES A PRIORI sino al ESTUDIO DE LA TEORÍA.**

**En segundo lugar, se le presentará la utilidad de aprender el concepto de SOLUCIÓN LÍQUIDA.** Las SOLUCIONES, su estudio y aprehendizaje, conduce a descubrir el comportamiento de miles de entidades naturales y creadas por la humanidad que existen como SOLUCIÓN. Lo anterior lo sustenta que entre las sustancias con mayor capacidad de formar SOLUCIONES está el agua. El agua tiene afinidad por combinarse con una enorme cantidad y variedad de sustancias, inorgánicas y también orgánicas, con todas. La **naturaleza** empleó esa gran SOLUBILIDAD usándola para transportar los nutrientes vitales al interior del cuerpo de prácticamente todo ser vivo. No es casual que el agua constituya para los organismos vivientes más del 70% de su peso, llegando en ocasiones a superar el 90% del peso corporal. Razones para que el agua sea la sustancia por excelencia de la vida, su carencia supone **la muerte**.

### ***Evaluación Afectiva***

Una vez el docente ha mostrado al estudiante la importancia de profundizar en el concepto SOLUCIÓN LÍQUIDA puede concluir la Fase Afectiva proponiendo al estudiante un **trabajo** en donde indague acerca de áreas de formación, posibles desempeños laborales y aplicaciones industriales y comerciales relacionados con el estudio de las SOLUCIONES LÍQUIDAS. La **calidad** de la **investigación** que realice el estudiante es una pauta que evidencia el grado de **interés** que tiene en el tema, además le permite proyectar algunas posibilidades de **desempeño** para su futuro en esta área del conocimiento.

### ***FASE COGNITIVA***

#### ***Comprensión***

Durante el **desarrollo** de la fase cognitiva el docente realiza una explicación clara, convincente y de manera profunda de cada una de las siguientes proposiciones:

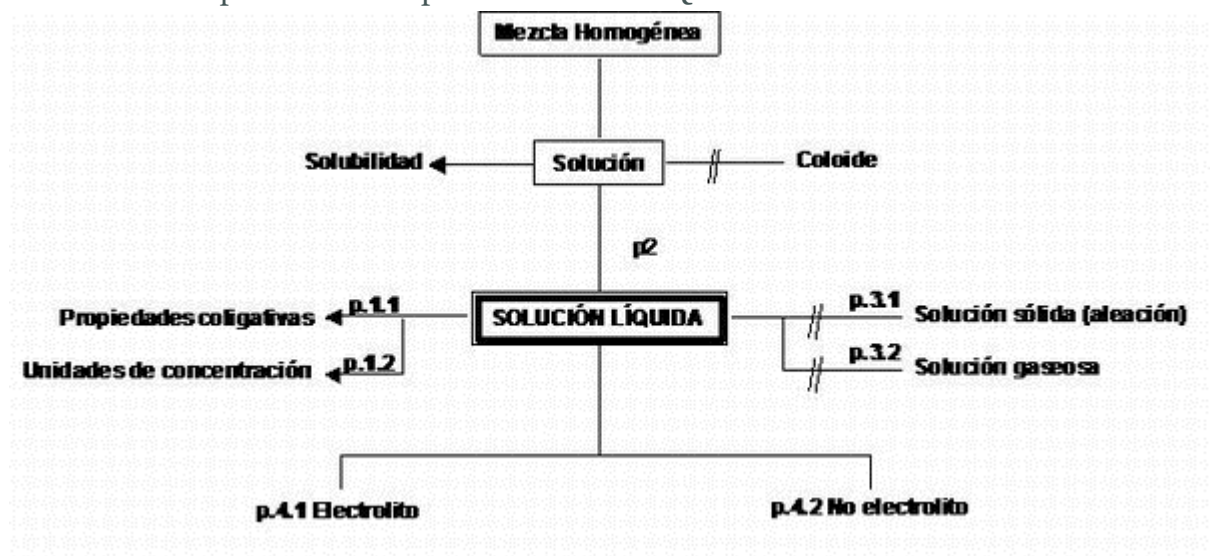
- Toda SOLUCIÓN LÍQUIDA es solución por ser una mezcla homogénea con m, que presenta solubilidad, o facilidad con  $\square$  partículas de tamaño inferior a 1  $\mu$  que se mezclan los componentes (Torrenegra, 2000, p.347).
- Las soluciones cuyo solvente es un líquido son las más comunes por la facilidad con que se mezclan los componentes (Huheey, 1997, p.380).

- Toda SOLUCIÓN LÍQUIDA presenta Propiedades Coligativas (Microsoft Encarta, 2005) que dependen de las propiedades físicas y químicas del solvente y de la cantidad de soluto. Estas propiedades son:

1. Disminución de la **presión** de vapor (sólo es aplicable para solutos no volátiles y no ionizables).
  2. Aumento del punto de ebullición.
  3. Disminución del punto de congelación.
  4. Generación de la presión osmótica.
- Las SOLUCIONES LÍQUIDAS son electrolíticas y no electrolíticas. Una solución Electrolítica es aquella que puede transportar **corriente eléctrica**. Una solución no electrolítica es aquella que no transporta corriente eléctrica (Torrenegra, 2000, p.393).
  - Las unidades de concentración son herramientas útiles para determinar la(s) cantidad(es) de soluto(s) y solvente en una SOLUCIÓN LÍQUIDA (Torrenegra, 2000, p.349).
  - Las unidades de concentración se pueden dividir en dos clases básicas: las adimensionales, que son aquellas que expresan a la concentración de la solución como una razón o relación entre las cantidades de soluto y solvente con la misma unidad de **medición** (Porcentaje en Peso, Porcentaje en **Volumen** y Fracción Molar) y las dimensionales, que son las que expresan la concentración de una solución como una razón o relación entre las cantidades de soluto y solvente con diferente unidad de medición (**Densidad** de la solución Molaridad (M), Molalidad (m), Partes por millón).

### **Estructuración**

Las enseñanzas que se abordaron en la etapa de comprensión de la Fase Cognitiva se estructuran en un ideograma. Desde Pedagogía Conceptual se usa como herramienta el Mentefacto Conceptual (De Zubiría, 1998, p. 165), que en este caso corresponde al concepto SOLUCIÓN LÍQUIDA



### **FASE EXPRESIVA O EJECUTIVA**

Una vez el estudiante ya tiene estructurado un concepto, se busca que desarrolle alguna **competencia** con el mismo, es decir, busque aplicaciones, realice ejercicios, lo lleve a la vida práctica. Para el concepto de SOLUCIÓN LÍQUIDA el propósito de la fase expresiva es que el estudiante encuentre aplicaciones prácticas industriales y comerciales en cuanto a la preparación de soluciones, el manejo de unidades de concentración, y la identificación de sus propiedades. La fase expresiva se desarrolla en las siguientes etapas:

### **Algoritmo**

En esta primera etapa de la Fase Expresiva, el docente además de presentar el **algoritmo** hará una clara y profunda explicación de cada uno de los pasos puntualizando aquellos en donde sea necesario realizar alguna práctica de **laboratorio**. El algoritmo que seguirá el estudiante para la aplicación del concepto SOLUCIÓN LÍQUIDA es:

*FRENTE A UNA SOLUCIÓN RESPONDER...*

4. *¿El soluto es soluble?*

*Si la respuesta es NO terminar*

*Si es afirmativa contestar la siguiente pregunta*

5. *¿El Solvente es líquido?*

*Si la respuesta es afirmativa continuar con la pregunta 5*

*Si la respuesta es NO contestar la pregunta 3*

6. *¿El solvente es sólido?*

*Si la respuesta es afirmativa es una SOLUCIÓN SÓLIDA. Terminar*

*Si la respuesta es NO contestar la pregunta 4*

7. *¿El solvente es gaseoso?*

*Si la respuesta es afirmativa es una SOLUCIÓN GASEOSA. Terminar*

*Si la respuesta es NO terminar.*

8. *Sabiendo entonces que estamos ante una SOLUCIÓN LÍQUIDA preguntemos ¿La solución es electrolítica? (Práctica de laboratorio)*

9. *Analice las propiedades Coligativas de la solución. (Práctica de laboratorio)*

*\_Comparar el Punto de Ebullición entre el solvente puro y el punto de ebullición de la solución*

*\_Comparar el Punto de **Fusión** entre el solvente puro y el punto de Fusión de la solución*

10. *Prepare soluciones de menor concentración **derivadas** de la solución patrón. (Práctica de laboratorio).*

11. *Expresa en diferentes unidades la concentración de las soluciones preparadas.*

12. *Elabore una etiqueta de presentación de la solución líquida analizada especificando sus características encontradas.*

### **Modelación**

En esta etapa el docente aplica el algoritmo anterior realizando el **análisis** de una solución ideal - preparada en el laboratorio - y una solución comercial (elegida previamente). De esta manera llevará a la práctica cada uno de los pasos

### **Simulación**

En esta etapa es el estudiante quién lleva a práctica el algoritmo con la constante orientación del docente, el cual estará pendiente de los posibles errores que puede éste puede cometer, por caso la aplicación de **procedimientos** propios de las prácticas de laboratorio, manejo de soluciones, de cálculos y todo lo referente al seguimiento y aplicación del algoritmo.

El docente retomará los errores cometidos por los estudiantes, los socializará y dará las pautas para no caer en ellos.

### **Ejercitación – Evaluación de Dominio**

Finalmente el docente propondrá al estudiante el análisis de una solución ideal y una solución comercial. El estudiante realizará el respectivo análisis siguiendo los pasos del algoritmo sólo. El docente tendrá un rol evaluador valorando el **dominio** del estudiante del concepto SOLUCIÓN LÍQUIDA.

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

Actualmente la Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani, aplica estos conocimientos en dos rutas principales: la **construcción** de textos escolares para educación básica primaria y secundaria – no solo en el área de ciencias naturales, sino también en las de matemáticas y **lenguaje** – y en cursos y asesorías a **instituciones** educativas públicas y privadas.

## **CONCLUSIONES**

A partir de este trabajo podemos concluir:

13. Se respeta el mecanismo neuropsicológico del aprehendizaje, esto es, que la estrategia didáctica, primero que todo, basa su **estructura** en la secuencia de procesos neuropsicológicos propios del aprehendizaje – **aprendizaje** y dominio consciente – del ser humano, comenzando por la fase afectiva – que activa los mecanismos motivacionales y atencionales – continuando con la cognitiva – que busca la comprensión de los instrumentos y sus **operaciones** – y finaliza con la ejecutiva o expresiva que demuestra el dominio del aprehendizaje
14. Es una propuesta didáctica fácilmente transferible al aula de clase, en tanto no requiere de grandes **inversiones** en **recursos** físicos, puesto que se basa más en una serie de **estrategias** de índole metacognitiva
15. A pesar de su sencilla implementación en el aula, esta propuesta didáctica requiere de dominio disciplinar por parte del docente, quien debe poder estructurar fácilmente el concepto por enseñar

16. Finalmente esta propuesta didáctica busca no únicamente la conceptualización sino la apropiación consciente, la aplicación y acercamiento al trabajo investigativo y explicativo – fenomenológico, esto es, hace **conciencia** del quehacer científico en los estudiantes al promover aspectos tales como la indagación de la realidad y la exploración de aplicaciones cotidianas o tecnológicas de la ciencia

## BIBLIOGRAFÍA

Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservados todos los **derechos**.

De Zubiría, M. (1998). Pedagogías del Siglo XXI. Mentefactos 1. El **arte** de pensar para enseñar y de enseñar para pensar. Bogotá: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

De Zubiría, M. (2004). Enfoques Pedagógicos y Didácticas Contemporáneas. Bogotá: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani

De Zubiría, M. (2006). La Mente Humana. Bogotá: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani. En prensa

De Zubiría, M. (2006). **Psicología** del Aprehendizaje Humano. Bogotá: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani. En prensa

Huheey, J.E., Keiter, E.A., Keiter, R.L. (1997). **Química** inorgánica. **Principios** de estructura y reactividad. (4<sup>a</sup>. ed.) **México**: Oxford University Press

Ministerio de Educación Nacional (2004). Estándares básicos de **competencias** en ciencias naturales y **ciencias sociales**. Formar en ciencias ¡el desafío! Bogotá: Cargraphics. S.A.

Pedrozo, J.A., Torrenegra, R.D. (2000). Exploremos la química. Serie para educación media. (20<sup>a</sup>. ed.) Bogotá: Prentice Hall

### **Carmen Andrea Melo Figueroa**

Licenciada en Química **Universidad** Pedagógica Nacional. Docente Ciencias Naturales Liceo Santa Paula - Bogotá.

[camf5a5@ yahoo.com](mailto:camf5a5@ yahoo.com)

### **Germán Darío Silva Giraldo**

Químico Universidad Nacional de **Colombia**. Docente Ciencias Naturales y **Educación Ambiental** Colegio Ciudad **Bolívar** – Argentina I.E.D. – Bogotá.

[gdsge@ yahoo.com](mailto:gdsge@ yahoo.com)