

# **Educación en la Química**

**Revista de la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina**

## **Educación en la Química**

(ISSN 0327-3504) es una publicación cuatrimestral de ADEQRA que se distribuye gratuitamente a los miembros de esta Asociación. En ella se dan a conocer experiencias de aula, resultados de investigaciones, avances tecnológicos, noticias científicas, etc. Los editores agradecen cartas, ideas, sugerencias y artículos que puedan resultar de utilidad a otros colegas.

## **Editores**

**Luz Lastres Flores**  
**Mónica Steinman**

El contenido de los artículos firmados es responsabilidad de sus autores.

Se recomienda cautela al realizar los experimentos y demostraciones que se proponen.

Se autoriza la reproducción de los materiales, citando la fuente. (Título clave abreviado: *Ed. en la Quim.*)



**ADEQRA**, Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina, Personería Jurídica N° 8933, es una asociación sin fines de lucro que reúne a docentes de los diferentes niveles educativos de nuestro país, interesados en la formación y capacitación continua.

Entre los fines y objetivos de la Asociación que figuran en su Estatuto, pueden citarse:

- Procurar que la enseñanza de la Química sea cada vez más significativa y eficiente en todo el país y en los distintos niveles educativos.
- Promover el estudio y la investigación en la enseñanza de la Química en todos los niveles.
- Fomentar el intercambio y la comunicación entre personas y las instituciones dedicadas a la enseñanza de la Química.
- Contribuir al perfeccionamiento profesional de sus asociados mediante la divulgación de información científica, metodológica y de temas de interés común.
- Suscitar la inquietud de los docentes de Química por temas que contribuyan a ubicarlos frente a los problemas fundamentales de carácter científico y técnico que enfrenta el país.

#### **Comisión Directiva.**

Presidente: María Gabriela Muñoz

Vicepresidente: Gabriela Mohina

Secretaria: Liliana E. Knabe

Prosecretaria: Patricia S. Moreno

Tesorera: Rosa M. Haub

Protesorera: Luz E. Lastres Flores

1° Vocal titular: Celia E. Machado

2° Vocal titular: Osvaldo J. Rodríguez

1° Vocal suplente: Karina Di Francisco

2° Vocal suplente: Andrea Laura López

Comisión revisora de cuentas: Alberto Santiago, Mónica Steinman, Graciela Assenza  
Parisi, Mabel N. López Marcel, Raúl E. Fernández

ISFD N° 24 B. Houssay  
Avellaneda 177  
(1876) Bernal  
Pcia Buenos Aires

## ***Para profundizar***

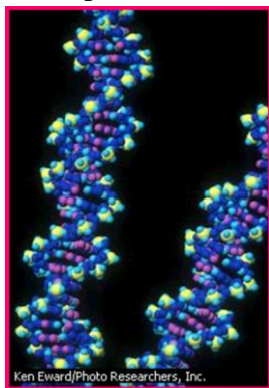
### **CÓMO IMITAR A LA NATURALEZA: CAUCHO NATURAL VS SINTÉTICO**

**Norma B. D'Accorso**

Miembro de la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico de CONICET  
CIHIDECAR (CONICET), Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias  
Exactas y Naturales, Buenos Aires. Argentina.

Para empezar a desarrollar el tema, debemos ampliar nuestros conocimientos sobre macromoléculas. Si se habla de macromoléculas, no resulta extraño para todos nosotros que pensemos en polisacáridos (celulosa, almidones), proteínas, ADN, ARN, es decir macromoléculas biológicas, de gran importancia ya que cumplen funciones vitales en los organismos vivos.

La importancia de los materiales y de los usos que el hombre hace de los mismos ha resultado de crucial importancia en el desarrollo de la sociedad humana. De hecho, no es casual la típica clasificación histórica que evidencia el grado de avance de los humanos en función de los materiales que éste utilizaba en cada período. Así es que se habla de Edad de piedra, bronce, hierro, sin reparar en el hecho de que cada cambio importante en el desarrollo de la humanidad estuvo ligado a un avance tecnológico, ya sea el dominio del fuego o el empleo de un nuevo material.



*Representación del ADN*

Los humanos le dieron un amplio uso (ya desde tiempos remotos) al algodón, el lino, la madera, el papel y la goma, siendo todas estas macromoléculas de origen natural. De esta manera nuestros antepasados se convirtieron sin saberlo en pioneros en el uso de materiales de alto peso molecular. Sin embargo, si bien las macromoléculas sintéticas fueron sintetizadas y utilizadas desde el siglo XIX (rayón, resinas fenol-formaldehído), recién en los años 1930 se establece el concepto de **polímeros**.

Los avances tecnológicos, como ya se ha establecido, están directamente relacionados con el desarrollo de nuevos materiales. Es impensable el avance de algunas industrias actuales, como automotriz o aeroespacial, o incluso de la informática sin los presentes conocimientos acerca de los materiales.

Así, nuestras compañeras diarias, las computadoras y sus avances fueron posibles gracias al desarrollo de macromoléculas sintéticas (o polímeros sintéticos).

Podemos afirmar entonces que, dado que los materiales que definieron el siglo XX y le están dando forma al XXI son los cerámicos, aceros y plásticos, es indudable que nuestra era ha de ser caracterizada en función de ellos.

Pero ¿qué son los plásticos?.

Son lo que se conoce como polímeros sintéticos.

Y bien ¿qué son los polímeros sintéticos?

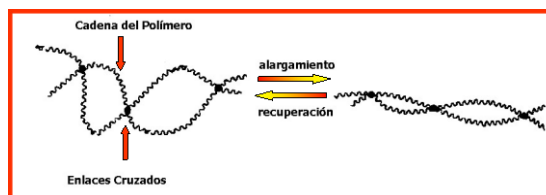
Son materiales que se obtienen a partir de un gran número de moléculas pequeñas, por una reacción que se denomina **polimerización**, y que permite obtener un pequeño número de moléculas de alto peso molecular.



Para poder analizar el objeto de este artículo, recordemos qué es el caucho natural: es un árbol que se conoce con el nombre de **Hevea Brasiliensis**, de la familia de las **Euforbiáceas** (Seymour y Carraher 1998). A partir de esta especie se obtiene un látex que tiene características elásticas, es decir se puede estirar y volver a su forma original.

Si bien el caucho tenía estas interesantes propiedades, también presentaba algunos inconvenientes, ya que era un material que no soportaba condiciones de temperaturas extremas, a bajas temperaturas era quebradizo, mientras que a altas temperaturas era demasiado viscoso.

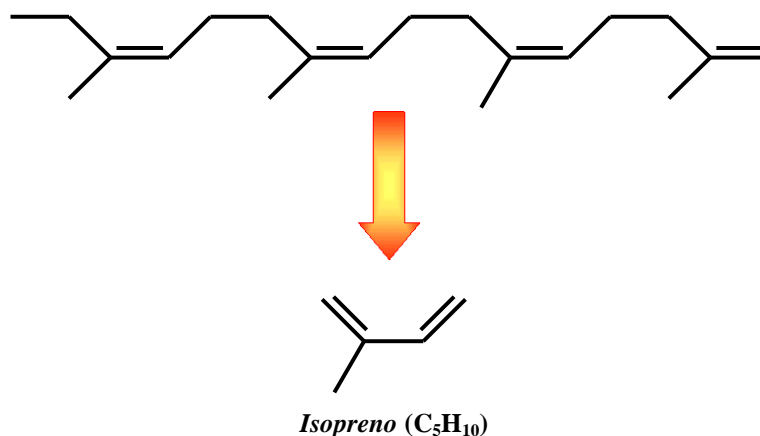
Las mejoras fueron introducidas por Goodyear, en el año 1839, con un procedimiento que se conoció como vulcanización (Garritz y Chamizo, 1994), que consiste en el calentamiento del caucho natural en presencia de azufre para aumentar el entrecruzamiento de las cadenas.



Sin embargo, si bien esto resultaba una mejora, existían otros problemas relacionados con el origen de este producto. Dado que proviene de una fuente natural, está condicionado a una serie de factores difíciles de regular, tales como condiciones climáticas adversas o el ataque de plagas, entre otros.

Para tratar de solucionar estos imprevistos inevitables, en un principio se podría tratar de copiar a la naturaleza, es decir, sabiendo como es químicamente el caucho natural, se podría intentar prepararlo en el laboratorio.

Un análisis químico del mismo, indica que sólo está constituido por moléculas de una diolefina 2-metil-1,3-butadieno, conocida como isopreno ( $C_5H_{10}$ ) y que la configuración de las dobles uniones en el polímero son *Z*.



Teniendo en cuenta este hecho y conociendo en qué consiste el procedimiento de una polimerización, podría pensarse en realizar una reacción de este tipo a partir del isopreno; de los varios tipos de polimerización (Elias, 1997) se podría utilizar la polimerización en cadena. Recordemos el mecanismo en cadena, que consta de varias etapas. La primera se denomina de iniciación:

### 1) *Iniciación*



En esta etapa se generan las especies activas, las cuales pueden ser radicales, aniones o compuestos de coordinación. En el caso de radicales, se puede utilizar el peróxido de benzoilo ( $PhCOOOCOPh$ ) como iniciador (**I**), que por energía térmica o lumínica se

disocia en radicales (PhCOO)<sup>1</sup> que en la ecuación están representados por (**R\***) (Seymour y Carraher 1998); esos radicales iniciadores son los que chocarán con las moléculas de **monómero (M)** para generar el primer eslabón de la cadena de macromolécula (**R-M\***). Si se trata de una iniciación iónica, el **R\*** podrá ser un anión o catión, al igual que los primeros eslabones de la macromolécula (**RM<sup>+</sup>** ó **RM<sup>-</sup>**). En el caso de compuestos de coordinación se usan catalizadores metálicos como TiCl<sub>4</sub> y AlCl<sub>3</sub> (*Catalizadores de Ziegler – Natta*).

Debe tenerse presente que no todos los tipos de iniciación son eficientes para cualquier monómero y además se tiene que tener en cuenta las características químicas del polímero que deseamos obtener.

En una etapa posterior se producirá la propagación, donde el número de especies activas (radicales, iones o compuestos de coordinación) permanece constante y las especies crecen a un tamaño macromolecular.

## 2) Propagación



Esta etapa va a continuar hasta que se agote todo el monómero presente.

Finalmente, se presenta la etapa de terminación, donde dos especies activas chocan para originar una molécula neutra, es decir se destruyen las especies activas aniquilando la cinética en cadena.

## 3) Terminación



A igualdad de posibles iniciaciones, se elegirá aquella que requiere menores costos operativos, por ejemplo la forma más económica es por radicales libres, siendo la más costosa y con más cuidados operativos, aquella que involucra catalizadores metálicos.

Cuando se pretendió preparar el caucho en el laboratorio se constató que debía ser realizado utilizando catalizadores metálicos, por dos razones fundamentales:

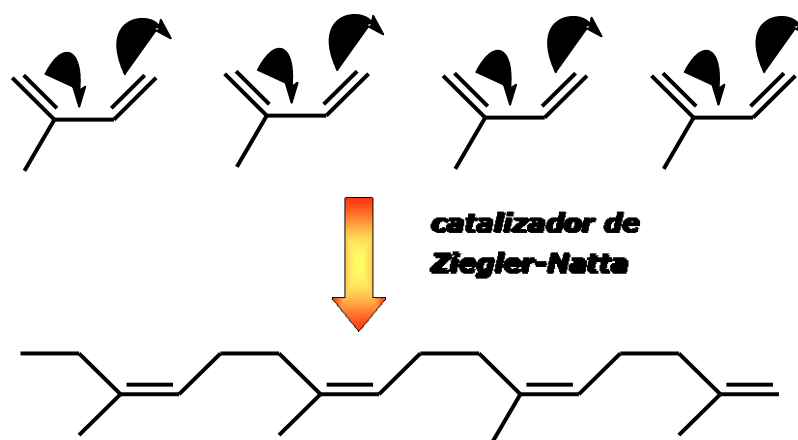
- Para poder obtener un polímero de alto peso molecular.
- Para tener una configuración Z de las dobles uniones.

---

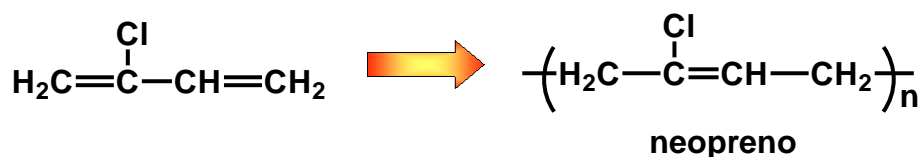
<sup>1</sup> La fragmentación de los peróxidos e hidroperóxidos se utiliza para iniciar una polimerización debido a la baja energía necesaria para romper la unión O – O.

¿Por qué una iniciación radicalaria no condujo a polímeros de alto peso molecular a partir del isopreno? La respuesta está en la estructura del monómero: este monómero tiene un grupo metilo en posición  $\alpha$  a la doble unión (posición alílica) (Lensch, 1967) y por tanto capaz de generar radicales más estables (radicales alílicos) que aquellos provenientes de la apertura de la doble unión. La competencia en la formación de uno u otro radical, unido a la mayor estabilidad del radical alílico, conduce a mezclas de polímeros de bajo peso molecular.

Además existía el otro problema: ¿Cómo obtener polímeros con configuración Z? La respuesta sería la utilización de catalizadores metálicos que puedan coordinar sus orbitales vacantes con los orbitales p de las dobles uniones



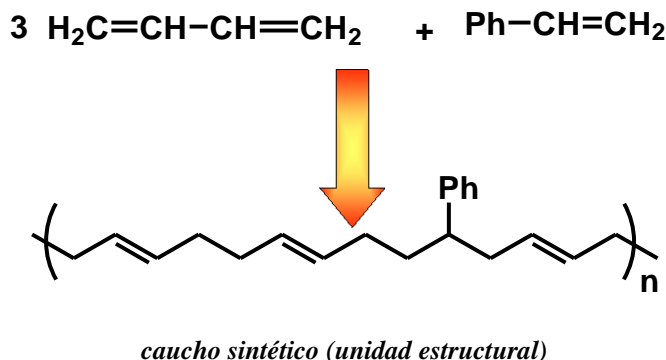
Sin embargo este procedimiento resulta costoso y por lo tanto se trató de buscar sustitutos que cumplieran la misma función que el caucho pero que se pudieran preparar en forma más sencilla. Es así como el primer intento fue cambiar de monómero: dado que el problema era el metilo en posición  $\alpha$  a la doble unión se trabajó con un monómero que tuviese otro grupo, como por ejemplo el 2-cloro-1,3-butadieno:



Si bien el material resultante era un polímero con propiedades interesantes, tales como aislante eléctrico, utilización para cintas transportadoras o mangueras, no podía sustituir al producto proveniente del isopreno.

Para poder aproximarse a un material que cumpliera con las propiedades de elasticidad del caucho, se ensayaron otro tipo de reacciones; es así como una polimerización de butadieno y estireno, en una relación 3:1 iniciada por radicales libres,

permitió obtener un polímero con propiedades elásticas similares y en algunos casos mejores al caucho natural. A este nuevo material se lo llamó caucho sintético.



¿En qué consiste esta reacción?

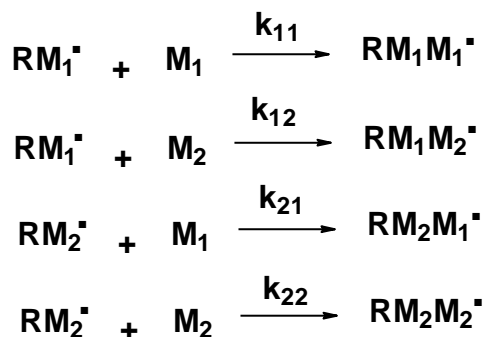
El nuevo material no es una mezcla de los dos homopolímeros de polibutadieno y poliestireno (lo que normalmente se conoce como un “blend”), sino un nuevo material, donde la unidad estructural está constituida por ambos monómeros unidos en forma covalente. Por otra parte, un análisis de la estructura de la unidad repetitiva permite visualizar que las dobles uniones generadas en el polímero no son *Z* como en el caso del caucho natural sino *E*. Esta nueva polimerización que se realiza en presencia de dos o más monómeros distintos, se conoce con el nombre de copolimerización.

Ahora bien, la pregunta que surge en este momento es: ¿puedo llevar a cabo cualquier copolimerización entre más o más monómeros?

La respuesta es no, ya que la copolimerización va a depender de:

a) Naturaleza de los monómeros involucrados.

Es decir depende de la estructura química de esos monómeros, de la capacidad que tengan de reaccionar consigo mismo o con el otro monómero presente durante la etapa de propagación.



Como puede observarse la posibilidad de producirse una u otra reacción dependerá de la reactividad de cada uno de los monómeros (Odian, 1994).



b) Cantidad relativa de cada uno de los monómeros presentes.

Es decir, de que relación estequiométrica de monómeros se ponen a reaccionar, o en una jerga más industrial diremos que dependerá de la “composición de carga”, es decir con cuánto de cada uno de los monómeros “cargué” el reactor.

Finalmente las propiedades del copolímero dependerán del arreglo de las unidades monoméricas en el mismo.

Este ejemplo, nos permitió poder adentrarnos en el mundo de los polímeros sintéticos, materiales de múltiples usos en la vida cotidiana y dado las importantes propiedades que ellos tienen, resulta muy formativo conocer la química involucrada en los mismos. Este ejemplo permite tratar temas como polimerización, iniciadores, mecanismo en cadena, características de reacción, copolimerización, condiciones de copolimerización y actuar como disparador de la inquietud del alumno en el conocimiento de la química macromolecular.

Si bien muchos polímeros sintéticos son materiales no biodegradables y por ende responsables de problemas de contaminación, existen otros que encuentran aplicaciones de lo más variadas, ya sea en medicina, como floculantes para limpiar espejos de agua, anticorrosivos, antiincrustantes; y que definen la actual tendencia en la síntesis de nuevos materiales. Pero eso, es otra historia....

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Elias, H. G.** (1997) *An Introduction to Polymer Science*. VCH 1<sup>st</sup> Edition

**Garriz, A. y Chamizo, J. A.** (1994) *Química*. Addison-Wesley Iberoamericana

**Lenz, R. W.** (1967) *Organic Chemistry of Synthetic High Polymers*

**Odian, G.** (1994) *Principles in Polymerization*

**Seymour, R. B. y Carraher C. E. Jr.,** (1998) *Introducción a la química de los Polímeros*. Reverté S. A.

<http://www.prse.usm.edu/macrog/index.html>

## ***Para reflexionar***

### **UNA HERRAMIENTA HEURÍSTICA PARA LA PRÁCTICA DOCENTE: ANÁLISIS EN LIBROS ESCOLARES DE CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA QUÍMICA**

**María Ana Danna, Rubén Jesús Barrios y María de los Ángeles Frías**

Cátedra de Didáctica Especial y Prácticas de la Enseñanza en Química. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Tucumán.

Avda. Benjamín Aráoz N°800- 4000- San Miguel de Tucumán.

e-mail: mamedina@arnet.com.ar

#### **RESUMEN**

En este estudio se analiza la diversidad epistémica con la que aparecen los conceptos de *estructura*, *molécula* y *sustancia* en diferentes libros de texto. A partir de la diversidad conceptual se busca dar explicaciones a algunas dificultades en la enseñanza y en el aprendizaje de estos conceptos. Para el análisis se tienen en cuenta consideraciones de tipo didácticas que atraviesan a las epistemológicas e históricas.

La metodología de investigación es de corte cualitativo utilizándose técnicas de análisis de documentos. Las categorías encontradas se expresan en porcentajes. Se consultaron 30 libros escolares, de los cuales 24 corresponden al nivel medio/secundario y los restantes al nivel universitario

Los resultados obtenidos dan cuenta de que:

- Prácticamente en ningún libro de texto consultado se define de manera explícita el concepto de estructura y sólo remiten al nivel de organización atómico.
- En la mayoría de los textos, en la conceptualización de molécula persisten características del paradigma continuista.
- Las definiciones de sustancias son ambiguas, dando lugar a interpretaciones diversas y a veces contradictorias.

A lo largo del trabajo, se pretende destacar la importancia de utilizar el análisis de textos como herramienta heurística en la práctica docente. La valoración radica fundamentalmente en que posibilita desarrollar procesos metacognitivos, valorar la eficacia de ejercer la vigilancia epistemológica de los conocimientos químicos a enseñar y brinda la oportunidad de tomar conciencia de los riesgos que implica adoptar sólo una propuesta editorial en la selección, organización y secuenciación de los contenidos de un curriculum de Química.

#### **INTRODUCCIÓN**

La tarea educativa, hasta no hace mucho tiempo, estaba muy condicionada por los libros de texto. Existía la idea generalizada de otorgarles la categoría de “manuales escolares”. Los alumnos podían encontrar la información necesaria para aprobar y sobrevivir en las instituciones educativas (Torres Santomé, 1996), su rol se reducía a buscar las respuestas correctas. También, para algunos docentes representaban y traducían, en teoría, la “visión oficial” tanto en la selección como en la organización del conocimiento a enseñar.

En la actualidad se están produciendo cambios tanto en la edición como en la comercialización de los libros de texto. En las instituciones escolares ya no existe un único libro y tampoco representa la única fuente de información. Sin embargo, pocas veces se estimuló en la formación del profesorado un análisis crítico de las perspectivas de los autores y de la propia editorial, de sus opciones ideológicas, culturales, económicas y políticas. Incluso se descuidó puntualizar el énfasis que ponen en ciertas modas pedagógicas o metodológicas que están presentes en la política de edición de los libros de texto.

En este sentido, Roth (1994), acerca una alternativa coherente con una postura constructivista del aprendizaje, aconseja al docente de ciencias promover el desarrollo de una estrategia poderosa, “la lectura para el cambio conceptual” e insiste que el nuevo objetivo de la lectura científica es la “construcción de significado” y no la recolección de datos y hechos.

Consecuentes con esta línea de pensamiento, en este estudio se analiza la diversidad epistémica con la que aparecen los conceptos de *estructura*, *molécula* y *sustancia* en diferentes libros de texto del nivel medio y universitario. A partir de la diversidad conceptual se busca dar explicaciones a algunas dificultades en la enseñanza y en el aprendizaje de estos conceptos. Para el análisis se tienen en cuenta consideraciones de tipo didácticas que atraviesan a las epistemológicas e históricas.

La diversidad epistémica con la que aparecen algunos conceptos de Química en la práctica docente y en los textos responden a transposiciones didácticas (Chevallard, 1997) y a concepciones de paradigmas diferentes que se fueron generando en la historia de la ciencia. No tenerlas en cuenta podría llevar a visiones totalmente diferentes, envejecidas biológicamente, con respecto al conocimiento de origen y además producir conflictos cognitivos en los alumnos que generalmente no cuentan con las herramientas necesarias para poder resolverlos.

Utilizar el análisis de textos como herramienta heurística en la práctica docente, posibilita fundamentalmente desarrollar procesos metacognitivos, valorar la eficacia de ejercer la vigilancia epistemológica de los conocimientos químicos a enseñar y brinda la oportunidad de tomar conciencia de los riesgos que implica adoptar sólo una propuesta editorial en la selección, organización y secuenciación de los contenidos de un currículum de Química.

El análisis que presentamos surge en el marco del proyecto: "Las prácticas docentes en el nivel medio y en los primeros años de la UNT. Articulación/desarticulación entre ambos niveles". La metodología de investigación es de corte cualitativo utilizándose técnicas de análisis de documentos. Para el mismo, se consultaron 30 libros escolares, de los cuales 24 corresponden al nivel medio/secundario y los restantes al nivel universitario.

## CONSIDERACIONES EPISTEMOLÓGICAS

La mayoría de los conceptos que constituyen las diferentes teorías científicas han ido sufriendo modificaciones a lo largo del desarrollo científico. Con respecto a estas transformaciones existen posturas epistemológicas diferentes. Están las que consideran que el conocimiento es acumulativo y a partir de conceptos empíricos básicos se van edificando todos los demás (positivismo). Otras, consideran que los conceptos nuevos sustituyen a los anteriores a partir de los cambios de paradigmas que se producen durante las revoluciones científicas, no pudiéndose comparar los diferentes paradigmas ni tampoco los distintos conceptos que emergen de ellos (Kuhn, 1996). Por último, podemos tener en cuenta visiones no tan radicales, por ejemplo las de Toulmin (1977) quien propone que simultáneamente con los conceptos de las nuevas teorías permanecen aspectos conceptuales de teorías anteriores. Es decir que en su modelo evolutivo de la ciencia – a semejanza de la evolución de las especies – conviven simultáneamente visiones diferentes sobre los mismos conceptos.

Desde el posicionamiento de Toulmin, podemos advertir que en los libros de texto aparecen conceptualizaciones para un mismo concepto mezcladas y nombradas desde paradigmas diferentes y que indudablemente se traducen en la práctica docente.

A su vez, Popper (1977) nos aporta una interpretación sobre los diferentes niveles de organización de la materia que en la mayoría de los textos no se hacen explícitos. Así, la materia se puede conceptualizar de manera diferente teniendo en cuenta el nivel en el que se estudia la misma, por lo que se tendrán estructuras distintas en cada uno de ellos. Por ejemplo, según las propiedades que se pretendan explicar habrá que remitirse a una estructura particular que será distinta según se trate de átomos, moléculas, estados agregados, células, organismos, etc., ya que las “propiedades emergentes” de cada uno de estos niveles son propias de los mismos y no reducibles a los niveles más bajos.

En los libros de texto este aspecto aparece totalmente descuidado, particularmente en los tres conceptos que hemos estudiado.

## CONSIDERACIONES HISTÓRICAS

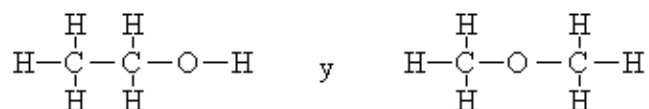
### El concepto de estructura

En 1861 el químico ruso A.M. Bütlorov (Karapetians y Drakin, 1974) usó por primera vez el término *estructura química* al exponer la “teoría de la estructura química” cuyos aspectos esenciales pueden ser formulados de la siguiente manera:

- los átomos en la molécula se unen unos con otros en un orden determinado;
- la unión de los átomos ocurre en correspondencia a su valencia;

- las propiedades de las sustancias dependen no sólo de la naturaleza de los átomos y de su cantidad, sino también de su disposición, es decir, de la estructura química de las moléculas.

Esta teoría explicó la diversidad de las sustancias orgánicas. Por ejemplo, la investigación de las reacciones químicas del alcohol etílico (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) mostraron que la primera de las siguientes estructuras es la que posee esa sustancia:



Éstas fórmulas no indicaban la forma en que los átomos se unen en el espacio. Las fórmulas se utilizaban para indicar cómo intervenían las sustancias en las reacciones químicas. Puede advertirse que desde la “teoría de la estructura química” se deducían fórmulas de las sustancias a través de las estructuras, tomándolas a éstas como una herramienta heurística. Estas estructuras no pretendían mostrar cómo los átomos se unían entre sí, pero a través de ellas se inferían propiedades y nuevas sustancias a sintetizar. Muchas prácticas docentes se basan en estos supuestos. El alumno aprende fórmulas estructurales sin conocimientos previos que le den explicaciones sobre su naturaleza (enlace químico). Generalmente este enfoque se reitera en la enseñanza de la nomenclatura llevando al alumno a un aprendizaje de tipo mecánico.

La teoría de Butlerov fue el inicio para comenzar a interpretar las propiedades de las sustancias en función de su estructura y posibilitar la construcción de teorías más elaboradas sobre la misma, sobre todo a partir del desarrollo de la mecánica cuántica.

Analizando desde Laudan (1986), que defiende un modelo de ciencia como una actividad cuya finalidad es dar respuestas a los problemas planteados y en la que el cambio científico se produce de manera continua, siendo la unidad de cambio justamente la resolución de problemas; probablemente la teoría de Butlerov tuvo ese significado en la evolución del estudio de la estructura interna de las sustancias. Desde nuestro punto de vista, logró vincular el nivel macroscópico con el microscópico que hasta ese momento habían corrido por carriles diferentes aunque, el último no había alcanzado un extenso desarrollo. Se podría decir, que con esta teoría se produjo de alguna manera, un cambio ontológico, metodológico y teórico en la construcción del conocimiento químico (Mellado y Carracedo, 1993).

### **El concepto de molécula**

La preocupación por la constitución de las cosas puede remontarse a la Grecia antigua, sobre todo a partir de la sistematización llevada a cabo por Aristóteles. Desde este encuadre, surge una “visión continua” sobre la materia desde la que se pretende dar explicaciones a propiedades de tipo general como ser la impenetrabilidad, indivisibilidad, etc. Sobre una materia prima única y continua se imprimían las cualidades contrarias

(frío/caliente y seco/húmedo) dando lugar a la formación de los elementos agua, aire, tierra y fuego.

A partir de este paradigma, pueden analizarse definiciones sobre molécula en las que se pone énfasis en la conservación de las propiedades de la sustancia. Puede inferirse entonces, que los niveles de análisis están confundidos puesto que la molécula no conserva todas las propiedades de la sustancia.

También en la época de los griegos surge una “visión discontinua” sobre la materia a partir de la noción de átomo. Esta hipótesis no fue tenida en cuenta debido a la gran influencia que ejerció el pensamiento de Aristóteles. Recién a partir del siglo XVII es considerada nuevamente una postura discontinuista, con la polémica entre los partidarios de Dalton y Avogadro, que da origen a dos visiones: una atomista (todas las sustancias formadas por átomos) y otra molecular (todas las sustancias formadas por moléculas). A partir de este último marco teórico, la molécula será considerada como una nueva organización generada por la unión de dos o más átomos; pero desde la visión atomista, no se aceptaba la unión de átomos iguales. Estos enfoques, generan grandes espacios de discusión hasta inclusive el siglo XX sobre todo por la imposibilidad de encontrar explicaciones a la formación de un enlace de tipo no polar. Las discrepancias mencionadas van a estar presente aún hoy en los libros de texto y en los discursos científicos de acuerdo a lo postulado por Toulmin (op. cit.), con conceptualizaciones correspondientes a tres visiones (continuista, discontinuista-atomista y discontinuista-molecular) las que pueden generar conflictos cognitivos irresolubles en los alumnos cuando coexisten.

La influencia del paradigma discontinuista-atomista explica el tratamiento prioritario que se da al modelo iónico en los libros de texto y la persistencia de la conceptualización de molécula manteniendo la identidad de los átomos en la misma. Desde el modelo de orbitales moleculares – posicionado en un paradigma discontinuista-molecular – se considera que la molécula es una entidad diferente a la de los átomos aislados. Es importante recalcar que en sólo una conceptualización de todos los libros consultados aparece esta diferencia tan marcada entre átomo y molécula (Alonso y Finn, 1986).

### **El concepto de sustancia**

La definición de elemento dada por Lavoisier dio lugar a una sistematización de los conocimientos químicos del siglo XVIII, pero quedaba por resolver el problema de los sistemas formados por más de un elemento a los que se designaba con el nombre genérico de “mixtos”. Los mixtos designaban a nuestras actuales soluciones y sustancias puras que en esa época remitían a un solo concepto.

Con respecto a los “mixtos” surge entre Proust y Berthollet grandes diferencias conceptuales plasmadas en la denominada “controversia por las proporciones constantes”. Proust a partir de unas cuantas experiencias y con grandes errores experimentales, convencido de que se trataba de un hecho general, infirió la constancia de la composición (Ley de las proporciones constantes). Berthollet insistió en que en los mixtos homogéneos dicha ley no era de tipo general, sólo se cumplía en algunos casos. Berthollet se convenció

de la ley de las proporciones constantes a partir de la explicación que dio de ella Dalton con la teoría atómica.

El problema que suscitó las discusiones entre Proust y Berthollet surgió por la indiferenciación que existía entre sustancia pura y solución. Al respecto, Papp y Prélat (1950), sugieren que para solucionarlo el proceso seguido debería haber sido definir aquellos sistemas dentro de los “mixtos homogéneos” (cuerpos puros) con iguales propiedades intensivas y con una composición constante independiente de la masa y del origen del cuerpo puro considerado. También Prelat (1947) afirma que el fraccionamiento es el método que permite distinguir los cuerpos puros de las soluciones y considera que es muy común en Química usar “cuerpo puro” como sinónimo de “sustancia”, siendo este uso incorrecto, puesto que no permitiría la diferenciación entre sistemas que cumplen con la ley de Proust (sustancias) y los que no la cumplen (soluciones). A partir del proceso histórico analizado puede interpretarse la ambigüedad con la que se define sustancia, además de las sinonimias incorrectas.

Puede notarse que las representaciones de sustancia fueron construidas a partir de propiedades observables intensivas. Estas propiedades tienen su referente en una visión continua de la materia ya que son consideradas para todo punto del sistema. En los registros de los libros de texto se observa que generalmente se confunden las propiedades de la sustancia con las de las moléculas lo que se deriva de las hipótesis continuistas.

## **ANÁLISIS EN LOS LIBROS DE TEXTO**

A partir de las consideraciones epistemológicas e históricas y mediante un proceso inductivo construimos las categorías de análisis. En algunas situaciones que no registramos su influencia histórica hemos tenido en cuenta únicamente su recurrencia. En el caso del concepto de estructura no detallamos categorías debido a la escasa presencia de definiciones al respecto.

### **El concepto de estructura**

Los datos recogidos en los libros de texto y el análisis de los mismos nos permitió reconocer que prácticamente en ninguno de los consultados se define de manera explícita el concepto de estructura; la mayoría lo hace implícitamente poniendo especial énfasis en el nivel de organización atómico.

En sólo un texto se define de forma explícita los criterios a tener en cuenta para caracterizar una estructura (Disalvo, 2003) y lo expresa como “un arreglo en el tiempo y en el espacio de elementos”. Particularizando en la Química, considera que esos elementos pueden ser átomos, moléculas o iones y que una estructura debe cumplir tres condiciones: se debe poder determinar ángulos y distancias entre los elementos que componen la estructura; establecer si la mínima unidad estructural se repite un número finito de veces y, por último, la unidad estructural debe tener una vida media de manera que pueda detectarse. Al mismo tiempo, Disalvo (op.cit) aclara que en los gases no se cumplen todas las

condiciones y en consecuencia no podemos hablar de estructura en el estado gaseoso; sin embargo, sí podemos encontrar líquidos estructurados como el agua y otros no estructurados.

El 30 % de los libros consultados hace mención a la estructura molecular en términos de geometría. Un modelo estructural que desarrollan prácticamente la totalidad de los textos analizados (90%) es el que considera a los compuestos iónicos formados por esferas rígidas. Un porcentaje mucho menor (20%) se remite a un modelo que explica la estructura de los metales.

Cabe reflexionar sobre la necesidad de hacer explícito en la práctica docente en química, los niveles de organización a que nos estamos refiriendo al denominar o caracterizar las estructuras, ya que de lo contrario se pueden generar en los alumnos representaciones a veces contradictorias, falsas o simplificadas.

### **El concepto de molécula**

Las categorías elaboradas sobre el concepto de molécula en los libros de texto consultados, se expresan en porcentajes y son las siguientes:

- La molécula conserva las propiedades de la sustancia: (45%).
- La molécula se define como un grupo de átomos que mantienen su identidad: 20% .
- La materia está formada por partículas denominadas moléculas: 13%.
- En el 17% de los textos consultados no se registró una conceptualización explícita de molécula.

Como categorías residuales (un solo texto: 3%) se encontraron las siguientes expresiones:

- La molécula es la mínima porción de material que se puede encontrar en estado libre. En esta conceptualización puede inferirse la ambigüedad con la que es definido el término molécula.
- La molécula es un grupo de núcleos rodeados de electrones en forma tal que se produce una disposición estable.

También es importante analizar los conceptos de molécula sugeridos cuando se estudian los modelos de enlace químico. En el modelo iónico, en muchos de los textos, se considera que una molécula de estos compuestos es la que está representada por la fórmula mínima. De igual modo, se advierte la presencia de otra postura que sostiene que los iones tienen existencia real dentro de los sólidos y se generaliza estableciendo que este tipo de partículas se forma en la unión de cualquier metal con un no metal.

Como puede observarse, la mayoría de las definiciones de molécula tienen como referente un marco teórico implícito que responde a un determinado paradigma histórico y, aproximadamente en la mitad de los textos, se conserva una visión continua de la materia. La adopción acrítica de estas conceptualizaciones, por parte del docente, puede llevar a



reforzar en los alumnos representaciones sobre la materia como las señaladas en investigaciones producidas en ese sentido (Pozo, Gómez Crespo, Limón y Sanz, 1991). Nuevamente, puede advertirse que en un número importante de textos se descuida explicitar el nivel de organización de la materia al que está referido el concepto de molécula.

### **El concepto de sustancia**

Las categorías construidas para las conceptualizaciones de sustancia en los libros de texto consultados se expresan en porcentajes y son las siguientes:

- La sustancia es lo que tiene en común la materia con iguales propiedades intensivas: 18%
- La sustancia es un tipo de sistema homogéneo: 12%
- La sustancia es el constituyente de los cuerpos puros: 9%
- La sustancia tiene composición definida: 9%
- Las sustancias mantienen las propiedades intensivas constantes: 6 %
- La sustancia es un tipo de materia: 6 %
- Se tiene una sustancia cuando no se puede obtener otras por fraccionamiento: 6%
- La sustancia es lo que tiene en común la materia: 6%
- En el 20% de los textos consultados no se registró una conceptualización de sustancia.

Como categorías residuales (1 solo texto):

- Las sustancias resisten a los fenómenos físicos: 3%
- La sustancia es una forma de presentarse la materia: 3%
- La sustancia identifica un conjunto de cuerpos puros: 3%

Al mismo tiempo es importante considerar que en algunos textos se registra:

- Definiciones que especifican las condiciones bajo las cuales deben determinarse las propiedades intensivas: 6%
- Definiciones que indican los estados de agregación para la determinación de las propiedades: 3%

El análisis llevado a cabo, nos permite tomar conciencia de la amplitud de definiciones sobre el concepto de sustancia – muchas de ellas sin un referente teórico – desde la construcción del conocimiento de la química. A efectos de promover la comprensión de estas situaciones, cabe formularse las siguientes preguntas: ¿La práctica docente en química incluye estrategias de enseñanza donde se reflexione con los alumnos el alcance y limitaciones de cada una de estas definiciones?; ¿el marco teórico referencial del docente es coherente con alguna de estas formas de expresar el concepto de sustancia o entra en contradicción con el mismo?; ¿qué dificultades de aprendizaje acarrea esta diversidad?; ¿se pueden establecer criterios – relacionados con condiciones experimentales para la determinación de propiedades tanto físicas como químicas, formas de relacionar lo macroscópico con lo microscópico, etc. – que posibiliten construir una representación mental del concepto de sustancia?

## CONCLUSIONES

El análisis de los libros de texto es una herramienta heurística poderosa en la formación del futuro profesor porque a partir de procesos metacognitivos, estimula a ejercer la vigilancia epistemológica de los conocimientos químicos presentes en las propuestas editoriales como aquellos que se lograron construir durante la formación. Además, desarrollan una visión crítica sobre la incidencia que tienen en la selección, organización y secuenciación de los contenidos a enseñar.

A partir de los datos recogidos y del análisis de los mismos se pueden inferir conclusiones tales como:

- Prácticamente en ningún libro de texto consultado, se define de manera explícita el concepto de estructura y las conceptualizaciones que se registran no tienen en cuenta la dimensión temporal.
- En la mayoría de los casos cuando se trata el tema Estructura de la Materia consideran el nivel de organización atómico. Muy pocos analizan las estructuras correspondientes al nivel de estados agregados, salvo el caso de sólidos. En general, no especifican los niveles de organización a partir de los cuales se están analizando las estructuras.
- El concepto de estructura en sólidos solo remite al de sólidos cristalinos, en pocos textos se considera la estructura de líquidos.
- En la conceptualización de molécula que mayoritariamente se encuentra en los textos, persisten características del paradigma continuista al afirmar que esta puede conservar las propiedades de las sustancias.
- En el tratamiento de los sólidos iónicos coexisten dos posturas: una que considera a éstos formados por moléculas representada por la fórmula mínima de la sustancia y la otra, sostiene la no existencia de moléculas situándose en un paradigma discontinuista-atomista.
- El concepto de sustancia conserva posicionamientos que corresponden al paradigma continuista sobre la materia.
- En las definiciones de sustancias las conceptualizaciones son ambiguas, generándose interpretaciones diversas y a veces contradictorias y en las que no se explicitan las condiciones bajo las cuales se determinan las propiedades de las mismas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M. y Finn, E.** (1986). *Física. Fundamentos cuánticos y estadísticos*. México: Addison – Wesley Iberoamericana.
- Chevallard, Y.** (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñando*. Buenos Aires: Aique.

- Disalvo, A.** (2003). *Química General e Inorgánica. Enfoque integrado*. Buenos Aires: Corpus.
- Khun, T. S.** (1996). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Laudan, L.** (1986). *El progreso y sus problemas*. Madrid: Encuentro.
- Mellado, V. y Carracedo, D.** (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(11), 331-339.
- Papp, D. y Prélat, C.** (1950). *Historia de los principios fundamentales de la química*. Buenos Aires: Espasa - Calpe.
- Pozo, J.I.; Gómez Crespo, M.A.; Limón, M. y Sanz Serrano, A.** (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la Ciencia: Las ideas de los adolescentes sobre Química*. Madrid: Publicación del M.E.y C.
- Prélat, C.** (1947). *Epistemología de la química*. Buenos Aires: Espasa - Calpe.
- Roth, K.J.** (1994). Leer los textos de ciencias en busca del cambio conceptual. En C.M.Santa y D. E. Alvermann (comp). *Una didáctica de las ciencias. Procesos y aplicaciones*. Buenos Aires: Aique.
- Torres Santomé, J.** (1996). *Globalización e interdisciplinariedad: el curriculum integrado*. Madrid: Ediciones Morata.
- Toulmin, S.** (1977). *La comprensión humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza.
- Karapetians, M.J. y Drakin, S.L.** (1974). *Estructura de la Sustancia*. Moscú: Editorial Mir.
- Popper, K. y Eccles, J.** (1977). *El yo y su cerebro*. Barcelona: Labor Universitaria.

## ***Ideas para el aula***

### **LA FOTOGRAFÍA COMO TEMÁTICA MOTIVADORA Y CONTEXTUALIZADA PARA PROFUNDIZAR EN REACCIONES REDOX**

**Alicia E. Seferian**

Universidad Nacional de Gral. San Martín Yapeyú 2068. Gral. San Martín  
Escuela de Enseñanza Media N° 2, Depratti (sin número) y Zorraquín. Vicente López  
aliseferian@hotmail.com

#### **Resumen**

La presente propuesta toma la fotografía blanco y negro como temática motivadora para alumnos del nivel medio y Polimodal que a la vez permite profundizar el tema de las reacciones redox y, en niveles avanzados, relacionar con equilibrio químico y termoquímica.

El tema, además, es propicio para trabajar con otras áreas como Ciencias Sociales y Plástica o Arte.

#### **INTRODUCCIÓN**

La química es una disciplina de indiscutible importancia presente en todos los ámbitos de una u otra forma que puede resultar compleja y difícil de decodificar, debido a las destrezas cognitivas que maneja un novato, relacionadas con sus representaciones mentales que se sustentan desde su conocimiento cotidiano y su lenguaje que emplea escasa terminología científica (Galagovsky et al, 1998).

Podemos comprobar día a día en nuestras clases, que la asimilación del lenguaje erudito requiere de un proceso gradual y contextualizado si se desean obtener buenos resultados, lo cual implica la apropiación de códigos y formatos sintácticos aceptados y compartidos por expertos (Lemke, 1997; Izquierdo, 1999).

Todo ello atenta en gran medida contra el aprendizaje de los contenidos científicos escolares, que además de resultar complejos por lo expresado anteriormente, carecen de atractivos para los alumnos si no cuentan con el aporte del docente, con la habilidad de resignificar y contextualizar los temas, sustentado en diferentes estrategias metodológicas como componentes de un modelo didáctico que se relaciona con la actual concepción de ciencia.

En otras palabras, hoy en día, se hace más necesario aún que el alumno se vea atraído por los contenidos científicos, perciba la importancia para su vida de aquello que aprende, le de una significación por la cual valga la pena realizar un esfuerzo para su estudio, acompañado y alentado por el docente.

Desde hace tiempo, muchos autores se han interesado en la importancia que tiene la motivación para los propósitos educativos. Podemos citar entre ellos, a modo de ejemplo, Adar (1969) que distingue 4 modelos motivacionales: los que buscan el éxito, los curiosos,

los cumplidores y los sociables y sugiere la búsqueda de estrategias específicas para cada tipo. Martín Díaz y Díaz Kempa (1991) retoman los modelos motivacionales de Adar, y proponen su utilización para el aprendizaje científico a la hora de diseñar estrategias didácticas. Solé (1993) destaca tres tipos de factores importantes para el aprendizaje, entre ellos la motivación. Alonso Tapia (1994) clasifica la motivación en extrínseca, que depende de las causas externas al individuo, e intrínseca, la que se refiere a la obtención de placer por el aprendizaje y el gusto por la tarea cumplida.

El Programa de Definición Curricular para el área de Química de la Provincia de Buenos Aires propone consideraciones didácticas adecuadas, referidas al carácter dinámico y perecedero de los constructos científicos, y al abordaje de la problemáticas CTS; hace también hincapié en tareas que involucren la participación del alumno, etc.

Se plantea entonces una disyuntiva entre la metodología que solamente contempla la química pura y las sugerencias que, a la hora de llevar a la práctica en situaciones áulicas, no se verifican o bien se presentan en forma esporádica.

Por otra parte el docente olvida que el alumno no puede comprender fácilmente debido a su escasa *movilidad representacional* entre el nivel macroscópico y el nivel particulado.

La consecuencia de ello se observa en el poco interés que los alumnos le asignan a la química, disciplina que, como todos sabemos, para ellos queda definida en general por fórmulas, ecuaciones complejas, símbolos que memorizar pero sin relación con su mundo inmediato.

## **LA FOTOGRAFIA, UN TEMA QUE DESPIERTA INTERES.**

La fotografía es una temática atrayente y presente en la vida cotidiana. Aunque hoy en día el proceso color es sumamente complejo y escapa de las posibilidades de comprensión de un curso del nivel medio y actualmente la digitalización de imágenes es moneda corriente, las fotos blanco y negro -cuya química resulta adecuada para analizar en el nivel medio y Polimodal- aún no han perdido su encanto y por ello tienen cierta vigencia desde el punto de vista artístico.

Los temas que se relacionan con la fotografía son variados de manera tal que permiten un trabajo interdisciplinario que puede derivar en un interesante proyecto ya sea con el área de Ciencias Sociales y la historia de la fotografía: el daguerrotipo; el área de Física y los estudios de la luz y las lentes etc.

La propuesta que se presenta tiene que ver con la intención de incluir temáticas atrayentes de la vida diaria, que permitan revalorizar y signifiquen una aplicación de los contenidos disciplinares que de otro modo, no movilizan el interés en los alumnos, sin olvidarnos de las limitaciones representacionales de los novatos existentes en mayor o menor medida.

## EL PROCESO DE LA FOTOGRAFIA BLANCO Y NEGRO, BREVE RESUMEN

Podemos resumir brevemente la técnica fotográfica en los siguientes pasos:

### 1.- Exposición: “Tomamos una foto”

Se produce cuando la luz ingresa a la cámara a través del diafragma, impacta sobre la película que contiene AgBr y se genera la *imagen latente*.

### 2.- Revelado: “Convertimos la película en negativo”

Este paso corresponde a las reacciones químicas que se llevan a cabo sobre la película que contiene AgBr *sensibilizado* por acción fotoquímica.

El revelado comprende tres etapas:

#### 2.1.- Baño de la película en solución reveladora<sup>2</sup>

El agente revelador, tiene que reducir la  $Ag^+$  a  $Ag^0$  y **no** el resto de la sal que no recibió exposición luminosa. Existen sustancias reductoras que no poseen propiedades reveladoras ya que reducen indiscriminadamente los gránulos de  $Ag^+$  expuestos y no expuestos. La hidroquinona, es un agente revelador adecuado que reacciona en medio alcalino.

#### 2.2.- Baño de la película en solución detenedora

Esta puede prepararse con solución de  $CH_3COOH$  al 3% que neutraliza la solución reveladora y finaliza el proceso.

#### 2.3.- Baño fijador

El baño fijador se compone de una solución de  $Na_2S_2O_3$  (conocido como *hiposulfito*) que reacciona con el AgBr no sensibilizado por la luz y permite de esta forma extraerlo como solución acuosa.

El proceso concluye con un baño con abundante agua.

Todo este proceso se realiza en el *tanque revelador* (Figura 1). La película, una vez que se quita del rollo fotográfico en total oscuridad, con sumo cuidado de manera tal de no tocar el gel que la cubre, se enrolla a oscuras en un espiral plástico para tal fin y luego se ubica en el correspondiente cilindro negro que se tapa, pero al que pueden agregarse líquidos y extraerlos con un sistema similar a los tinteros involucables.



Figura 1

---

<sup>2</sup> Esta solución se consigue como solución concentrada en comercios especializados en fotografía.

### 3.- Positivado: obtenemos la fotografía.

Para obtener fotografías de un tamaño mayor que el negativo se utiliza un *amplificador* (Figura 2)



Figura 2

Consta fundamentalmente de una lámpara de elevada potencia y lentes condensadoras del haz luminoso. El negativo se inserta en una ranura para tal fin, anterior al objetivo. La lámpara puede moverse en un soporte vertical, para ajustar la distancia al papel fotográfico.

La luz roja o *inactínica*, se emplea en esta etapa del proceso ya que nos permite ver pero el papel no sufre reacción fotoquímica alguna y nos permite centrarlo en forma correcta debajo del objetivo antes de encender la lámpara.

La obtención de una copia fotográfica comprende cuatro etapas que solamente se nombrarán, a modo de ejemplo:

- 3.1.- Baño revelador;
- 3.2.- Baño fijador;
- 3.3.- Baño con agua (de la canilla);
- 3.4.- Secado en rollo de papel secante

### PLANTEO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

La presente propuesta, ha sido pensada y desarrollada para el área de Química II del segundo año del Nivel Polimodal, Orientación en Ciencias Naturales y aplicada en la Escuela de Enseñanza Media N°2 de Vicente López con resultados alentadores; no obstante, puede aplicarse en el nivel terciario y universitario junto a otros temas de Química como se sugiere más adelante.

La propuesta es flexible en el sentido que puede adecuarse a diferentes variables presentes en el aula como cantidad de alumnos, falta de material de laboratorio,

preferencias, así como también a las necesidades del docente. El tiempo que emplea tiene relación con lo expuesto anteriormente aunque oscila aproximadamente entre 6 y 9 módulos.

El costo del material específico requerido para el revelado de la película oscila entre los 50 a 60 pesos.

## **FASES DE LA PROPUESTA**

1. Presentación del tema sobre fotografía
2. Presentación de los materiales específicos para fotografía
3. Reacciones que tienen lugar en el proceso de revelado de la película
  - a) Procesos que ocurren previos al revelado
  - b) Procesos que ocurren durante el revelado
4. Reacciones que tienen lugar en el proceso de fijación. (Opcional)

## **DESARROLLO DE LAS FASES**

El cuadro I del anexo, resume todo el proceso químico en una red cuyos conceptos consideramos conveniente presentar a medida que se desarrolla el tema. Por ello el uso de una secuencia de diapositivas o transparencias que se superpongan facilita la comprensión.

A tal efecto la red se ha organizado según diferentes sombreados, cada uno indica una diapositiva diferente. La fase de presentación se corresponde con el sombreado diagonal, la fase 3 a) se representa con punteado, la fase 3 b) se indica con cuadrículado y por último la fase 4 se representa con un rayado horizontal.

El esquema I, se utiliza en la fase 2 .

### **1.-Presentación del tema sobre fotografía**

El tema de fotografía puede presentarse de forma dialogal, con algún elemento representativo concreto como una cámara de fotos tradicional y un rollo de película que permita generar preguntas acerca de los conceptos esenciales que previamente pueden presentarse con una transparencia o escritos en el pizarrón: luz, película de acetato, imagen negativa, solución reveladora.

Como en esta etapa se desea que los alumnos se interesen por la temática en sí, no es conveniente hablar de reacciones químicas y escribir ecuaciones.

### **2.-Presentación de los materiales específicos para fotografía.**

En la figura 3 se observan los materiales que se requieren para el proceso de revelado del negativo.

En esta fase se muestra principalmente el tanque revelador, la técnica empleada para cargar el carrete con la película, los nombres de las soluciones requeridas y se puede entregar a los alumnos un esquema indicativo (ver anexo) que se completará a medida que se desarrolle el tema.

Las preguntas opcionales se indican a modo de ejemplo y requieren de una mayor profundización.





**Figura 3**

### **3.- Consideraciones didácticas con respecto al proceso de revelado de la película**

#### **a) Procesos que ocurren previo al revelado**

En esta fase se introducen conceptos propios de química, y es necesario detenerse poco tiempo en la *reacción fotoquímica* y por otra parte *sensibilización* del AgX, ya que sólo se presenta una reacción de reducción y ello puede generar confusiones en el alumno. Sería conveniente en este caso realizar un comentario sin profundizar demasiado lo que sucede y dejar ello para la fase 3 b) donde nos detenemos en el proceso redox del revelado.

#### **b) Procesos que ocurren durante el revelado**

En esta fase se presenta el proceso redox que ocurre entre la hidroquinona y el ion plata que se profundizará de acuerdo al criterio del docente.

Ya que se trata de reacciones exotérmicas, el tiempo de revelado se controla por medio de la variación de la temperatura. Otro factor que afecta a la solución reveladora es el pH.

Por lo expuesto anteriormente este tema puede ampliarse con pequeñas investigaciones que involucren termoquímica, soluciones amortiguadoras etc.

## VARIANTES DE LA PROPUESTA

- En el ítem 1 puede agregarse la historia de la fotografía y el proceso del daguerrotipo de acuerdo a los intereses del curso.
- Puede agregarse el ítem 4 con respecto al proceso de fijación si así se desea y para tener una noción más acabada del proceso, pero ya no se trata de un proceso redox sino de una reacción de doble sustitución. (Ver cuadro I rayado horizontal)
- Si se desea que los alumnos puedan llevarse sus fotografías y no solamente los negativos revelados, debemos tener en cuenta que el costo se eleva considerablemente a menos que se pueda conseguir un ampliador que permite, a partir de la proyección de la imagen negativo sobre papel fotográfico, obtener “el positivo” o fotografía del tamaño deseado. El tiempo requerido en este caso se excede del que disponemos en realidad, sin embargo puede considerarse como una opción, por ejemplo para un futuro taller.
- Una variante interesante, es la presentación del proceso por parte de los alumnos, en una secuencia de diapositivas que ellos deseen diseñar con la orientación del docente y los materiales específicos para el revelado, a los alumnos de cursos inferiores, de manera tal de interiorizarlos sobre sus actividades y valorar la tarea realizada por ellos. Esta variante se aplicó en la Escuela Media N°2 con muy buenos resultados. (En Anexo aparece una diapositiva de ejemplo)

## CONCLUSIONES

- La temática presentada puede generar motivación en los alumnos, ya que se relaciona con su vida diaria en cierta medida.
- Se insiste en la necesidad de vincular, en el nivel medio y Polimodal, a la química con temas afines a los intereses del alumno.
- Se presenta la posibilidad de iniciar pequeñas investigaciones para diferentes niveles en función del interés demostrado por los alumnos del curso.
- La fotografía permite una relación interdisciplinar con Ciencias Sociales, Arte y Computación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adar, L.** (1969) *A Theoretical framework for study of motivation in Education*. The Hebrew University, School of Education. Jerusalem.
- Alonso Tapia, J.** (1994) *Motivación y aprendizaje en el aula*. Santillana. Aula XXI. Madrid.
- Chang, R.**(1994) *Química*. Mc Graw Hill. México

- De Santos, E.** (2002) *Curso práctico de fotografía: I El Negativo*. Ed. Artual Barcelona
- Galagovsky, L. Bonán, L. y Adúriz Bravo, A.**(1998). Problemas con el lenguaje científico en la escuela. Un análisis desde la observación de clases de Ciencias Naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, **16** (2), pp. 315-321. Barcelona.
- Izquierdo, M.** (1999) Aportación de un modelo cognitivo de la ciencia a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra. Barcelona.
- Lemke, J.** (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Paidós. Barcelona
- Martín Díaz, M. y Díaz Kempa, R.** (1991) Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias en función de sus características motivacionales. *Enseñanza de las Ciencias*. **9** (1), pp. 59-66.
- Morrison, R. Boyd, R.**(1985) *Química Orgánica* Fondo Educativo Interamericano. México.
- Solé, I.** (1993) Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje. En Coll, et al. *El constructivismo en el aula*. Ed. Graó, Barcelona, pp. 25-45

[www.florenciosanchez.com/diccionarior.htm](http://www.florenciosanchez.com/diccionarior.htm)

sitio web con variada información y un diccionario específico muy completo de términos relacionados con la fotografía.

[www.members.tripod.com/fotografia/fotografia6.htm](http://www.members.tripod.com/fotografia/fotografia6.htm)

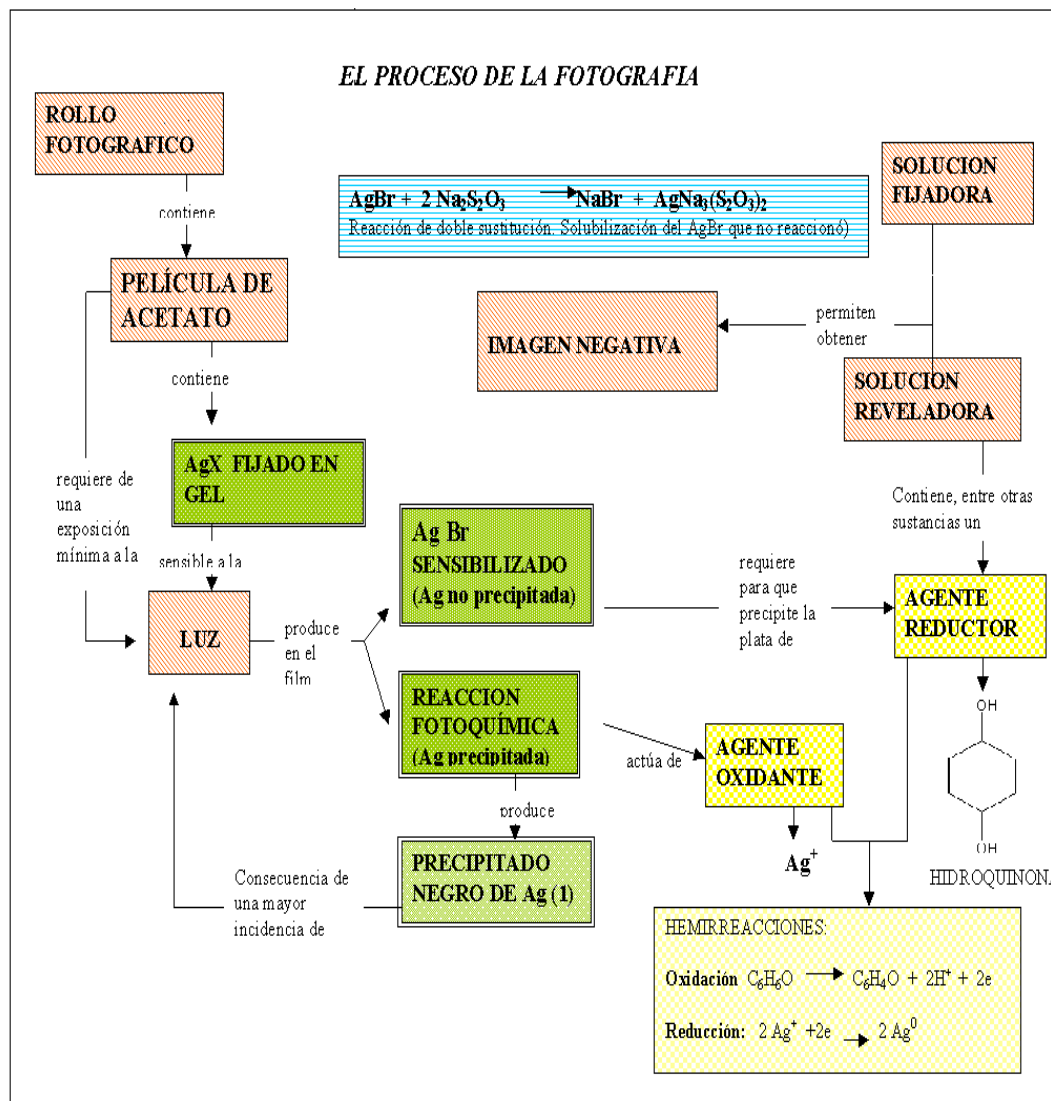
sitio web con importante información sobre los agentes reveladores.

[www.fotonelson.com.br](http://www.fotonelson.com.br)

sitio web brasileño con gran cantidad de información sobre la fotografía blanco y negro.

ANEXO

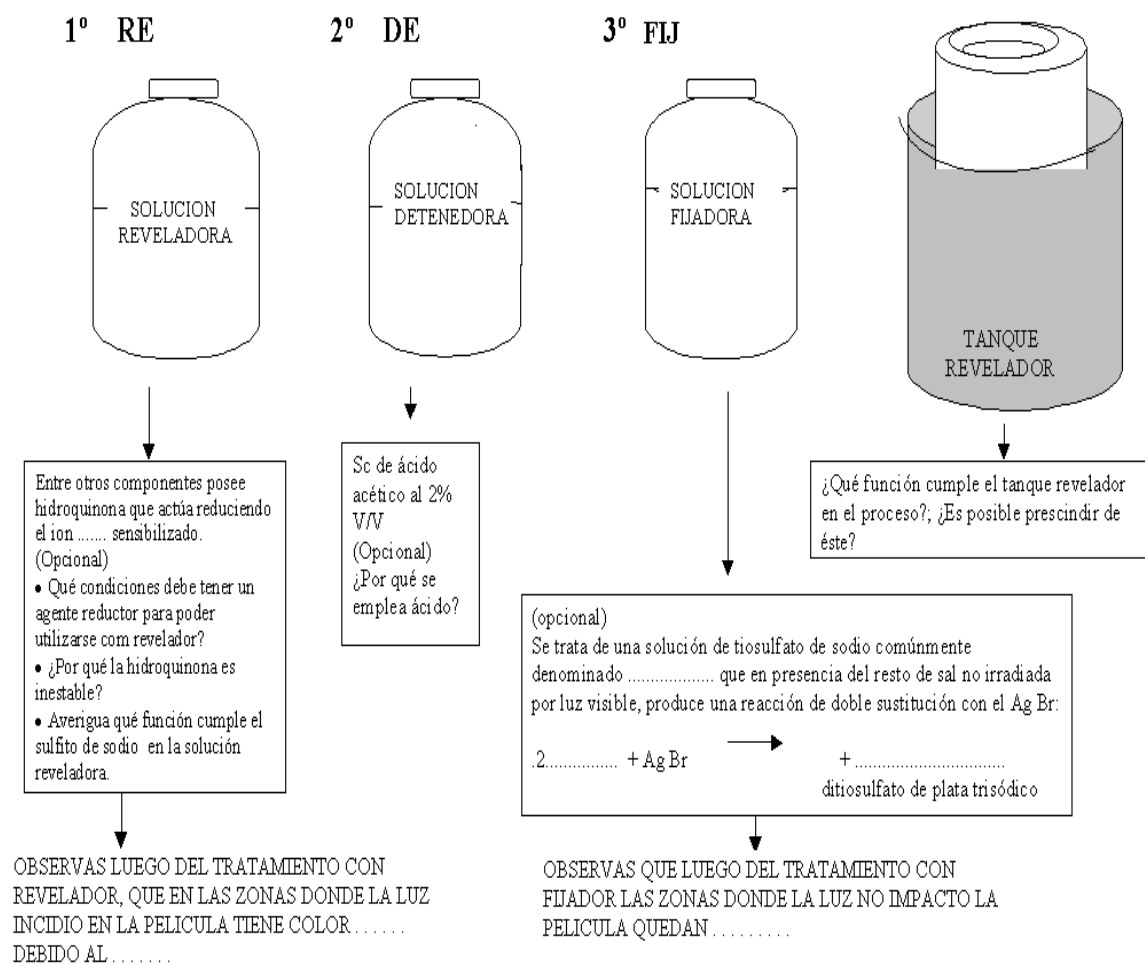
CUADRO I



(1) el precipitado de Ag es negro debido a que el metal se halla finamente dividido por lo tanto la luz no se refleja.

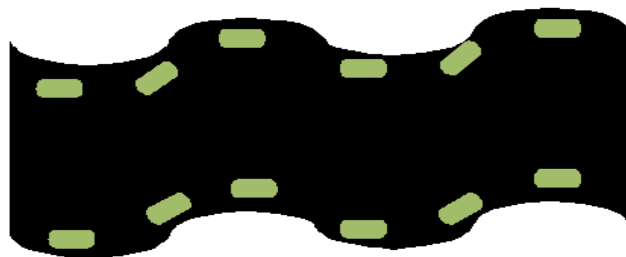
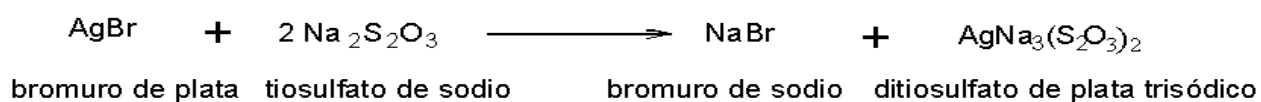
## ESQUEMA 1

### PROCESO DE REVELADO DE LA PELÍCULA FOTOGRAFICA



Diapositiva realizada por los alumnos

FIJADOR: elimina el AgBr que no reaccionó.



## NOVEDADES EN ADEQRA

Estimados colegas: es probable que hayan notado algunos cambios en este número de *Educación en la Química*, específicamente el nombre de la institución que nos reúne. En efecto, desde la Asamblea realizada el 30 de julio de 2005, ADEQRA es la **Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina** y posee Personería Jurídica, N° 8933. El cambio de nombre trae aparejados algunos cambios en la organización general de nuestra Asociación, constituida ahora por filiales ubicadas en diferentes lugares del país. Hasta el momento están oficialmente integradas las filiales Buenos Aires (Capital y Provincia se unen en una sola filial), Rosario y

**IV JORNADAS INTERNACIONALES PARA LA ENSEÑANZA  
PREUNIVERSITARIA Y UNIVERSITARIA DE LA QUÍMICA  
Mérida, Yucatán, México, Noviembre 15-18, 2005**

**Conferencias plenarias**

<b>NOMBRE CONFERENCISTA</b>	<b>PAÍS DE ORIGEN</b>	<b>NOMBRE DE CONFERENCIA ( C ) O TALLER ( T )</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORARIO (horas)</b>
Peter Atkins	Inglaterra	Communicating chemistry: the challenge (C)	Miércoles 16	9:15 a 10:15
Ronald Gillespie	Canadá	Chemical bonding and molecular geometry ( C )	Miércoles 16	10:15 a 11:15
Mercé Izquierdo	España	La educación química frente a los retos del tercer milenio	Miércoles 16	12:00 a 13:00
Mansoor Níaz	Venezuela	La tabla periódica: una simple herramienta o una estrategia de cambio conceptual ( C )	Miércoles 16	13:00 a 14:00
Andoni Garritz	México	Conocimiento pedagógico de la estructura corpuscular de la materia (C)	Miércoles 16	18:30 a 19:30
Onno de Jong	Holanda	Pre-service and in-service chemistry teacher education	Jueves 17	10:15 a 11:15
Jorge Ibáñez	México	Demostraciones químicas ( T )	Jueves 17	12:00 a 13:00
Eduardo Mortimer	Brasil	Perfiles conceptuales: formas de pensar y modos de hablar en las clases de química (C)	Jueves 17	13:00 a 14:00
Vicente Talanquer	México/Estados Unidos	Química y sentido común ( C )	Jueves 17	18:30 a 19:30
Dorothy Gabel	Estados Unidos	Chemistry Education, Kindergarten through College: Should We Be Changing the Direction of	Viernes 18	10:15 a 11:15



		<b>Where It Is Going? (C)</b>		
--	--	-------------------------------	--	--

**Informes e Inscripciones:  
[www.cneq.unam.mx/jornadas](http://www.cneq.unam.mx/jornadas)**