

# REFORMULANDO LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA

ISFD N°117 Jose G Artigas San Fernando Prov Bs.A.s



Prof. Lic Alicia E. Seferian  
Alumnos de 3° y 4° año del profesorado  
Colaboracion especial de:  
Lic. Prof Vicente Menendez  
Lic. Prof Daniel Bustos

**Diseño de tapa: Iván A. Lacapra**

**ISFD N° 117 José Gervasio Artigas**  
(San Fernando. Prov. de Bs. As.)

Directora: **Prof. Olga Smigeska**

Regente: **Prof. Pedro Bonín**

La presente publicación se ha realizado con aportes del **INFOD** (Instituto Nacional de Formación Docente) en el marco del Proyecto de Mejora Institucional para la Formación Docente en Ciencias Naturales y Matemática.

**Asignaturas: Química y su Enseñanza  
y Química del Carbono**

**Prof. Lic Alicia E. Seferian y trabajos de los alumnos:**

Colaboración Especial de:

Prof. Lic. Menéndez (Epistemología de las Ciencias)

Prpf. Lic. Daniel Bustos (Espacio de la Práctica Docente)

***El único límite en nuestra tarea como docentes es la creatividad y la vocación. Es sorprendente todo lo que podemos innovar y recrear en esta profesión para explicar un mismo contenido si tenemos la firme convicción de lograrlo.***

**Así lo demuestran nuestros futuros docentes que participaron con sus trabajos en el presente texto:**

**Mariana Argence**  
***Belén Becerra***  
***Emilse Cañete***  
***Alicia Corbalán***  
***Víctor Domínguez***  
***Gustavo Garcete***  
***Alejandra Giustozzi***  
***Anahí Jiménez***  
***Sergio Lagos***  
***Eliana Macías***  
***Graciela Magaldi***  
***Natalia Montereaggio***  
***Andrea Pallo***  
***Verónica Salas***  
***Roxana Santos***  
***Yessica Serrano***

2009, **Alicia E. Seferian y otros.**

Todos los derechos reservados- 1° edición: noviembre de 2009

Hecho el depósito que establece la ley 11.723

ISBN N° 978-987-1194-19-3

Editado e impreso por Ediciones Ocruxaves

Durante noviembre de 2009

Carlos Casares 3337, (1644) Victoria, Buenos Aires

Impreso y editado en San Fernando

Buenos Aires. República Argentina

# Índice

	Pág.
Prólogo .....	4
<b>Sección I.....</b>	
Resumen de artículo de la Dra. Galagovsky tema: “Enseñar Química vs. Aprender Química: una ecuación que no está balanceada.....	7
<b>Sección II.....</b>	
Sección II.1 Una nueva visión para enseñar ciencia: los aportes históricos y epistemológicos. Lic. Prof. Vicente Menéndez.....	
Sección II.2 “Un vestido para el emperador, un sol para el General”. Historia Argentina para construir una imagen más adecuada de la ciencia Prof. Lic. Daniel Bustos.....	
Capítulo 1 Química y su Enseñanza, algunas consideraciones para los futuros profesores .....	
Capítulo 2 Sustancias orgánicas: posibilidades de trabajo en el aula y consideraciones didácticas, desde un encuadre CTS y mediante la herramienta didáctica de resolución de problemas abiertos.....	
Capítulo 3 Propuestas didácticas que nos acercan a los problemas Abiertos.....	
Capítulo 4 Interacciones moleculares y equilibrio químico a partir de indagación guiada: un simple ejemplo.....	

Capitulo 5  
Historia de las Química que no se encuentra en los  
libros de texto de la escuela secundaria .....

Capitulo 6  
Material didáctico variado para desarrollar diversos temas  
que incluyen en algunos casos guías de trabajos  
y problemas abiertos.....

## Prólogo

El presente cuadernillo, tiene por objeto focalizar en la actual perspectiva de construcción del conocimiento científico y en especial brindar algunos ejemplos de estrategias didácticas con respecto a la Enseñanza de la Química a fin de propiciar un encuadre innovador en las prácticas de los futuros profesores que sustenta el nuevo Diseño Curricular de la Provincia de Bs. As. para la ESB y la ESS.

Los alumnos de 3º y 4º año del profesorado han participado con secuencias didácticas creativas que desarrollaron en Química del Carbono y Química y su Enseñanza.

La Sección I resume un artículo de la Dra. Lidia Galagovsky que se relaciona con la conferencia brindada en nuestro Instituto en el Marco del Proyecto de Mejora Inst. para la Formación Docente. La sección II consta de 6 capítulos. En el Cap 1, el Lic. Menéndez, focaliza en la Epistemología de las ciencias, el Cap. 2 hace referencia a la Didáctica de la Química las disciplinas en las que se sustenta y algunas consideraciones al respecto. El Cap 3 Focaliza en propuestas didácticas a partir de problemas abiertos realizadas por los alumnos del instituto a partir de una propuesta general así como el Cap 4 que hace referencia a la problemática presentada al detective Holmes, a partir de un envenenamiento, mientras que el Capítulo 5 focaliza en una secuencia didáctica organizada mediante indagación guiada que permite integrar temas de interacciones moleculares y equilibrio químico a partir de agua, un sorbete y azul de bromotimol. Finalmente, el Capítulo 6 presenta material didáctico variado para desarrollar clases a partir de presentaciones y en algunos casos con guías y problemas abiertos. El material se halla en el CD adjunto al cuadernillo.

Todas las propuestas tienen en cuenta el uso de hojas de seguridad de reactivos así como de material alternativo para los casos de colegios que no poseen laboratorio.



## SECCIÓN I

La Dra Galagovsky brindó una charla en el ISFD N° 117 el 22 de octubre de 2009, sobre los problemas que tiene los estudiantes en la comprensión de la Química y las consideraciones a tener en cuenta por parte de los profesores a la hora de enseñar ciencias.

A continuación se presenta un resumen de uno de los artículos de la Dra. Galagovsky , L. (2007) Enseñar Química vs. Aprender Química: una ecuación que no está balanceada. *Química Viva*. Vol 6 número especial, relacionado con esta temática.

El resumen ha sido realizado por los alumnos de 4º año del Profesorado de Química:

**Belén Becerra**  
**Víctor Domínguez**  
**Sergio Lagos**

## **SECCIÓN II**

### Reflexiones sobre la Enseñanza de las Ciencias

**Una nueva visión para enseñar ciencia: los aportes históricos y epistemológicos.**

Lic Vicente Menéndez  
CEFIEC. FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES. UBA.  
IES Joaquín V. González  
ISFD 117 San Fernando  
ISFD 52 San Isidro

Los estudiantes suelen tener una visión dogmática y estereotipada de la ciencia y de los científicos. Obviamente esa visión proviene de la manera “clásica” de abordar la ciencia: los contenidos se enseñan generalmente como “enlatados” o sea como producto terminado, sobre todo en los niveles básico y medio y aún en niveles universitarios iniciales. La introducción en la currícula del CBC de Pensamiento científico es un aporte interesante, pero incompleto si no existe correspondencia con otras disciplinas.

Hay mejor forma de entender como se construye la ciencia que analizar algunos casos históricos de cómo se gestaron las teorías? Según Bachellard, ofrecer las respuestas olvidando las preguntas dificulta la valoración de una teoría. Lo que propongo no es recargar los programas de ciencias con contenidos históricos, sino que se utilicen estos en la medida que se considere sean una ayuda a la hora de la apropiación del conocimiento. Debemos enseñar Ciencia como una construcción humana magnífica, pero sin la pretensión de ser un modelo de racionalidad (los casos de Newton y Kepler son reveladores al respecto). Por ejemplo se presenta el sistema copernicano sin decirnos que contraría el sentido común y al darnos respuestas digeridas, el conocimiento es vulgar información. El presentar cosmologías sin hacer un desarrollo histórico de las mismas es no permitir al alumno conocer la manera en que evoluciona el pensamiento y la historia del ser humano.

En general se hace un mal uso de la historia y la epistemología, diciendo por ejemplo que Galileo creó/ inventó el “método científico” que es inductivo y experimental y que a partir de allí se construye la “ciencia racional”. El contenido místico y hermético del pensamiento de dos grandes de la Revolución científica como Kepler y Newton es un aporte histórico fundamental a la hora de entender como la ciencia se construyó no solo desde el plano “racional”. En física, abundan los casos (ley de la refracción, principio de mínima acción, el caso del principio de conservación de la energía descubierto por un médico, etc.) y particularmente en la física relativista y cuántica del s. XX (ver Escritos místicos de los físicos mas importantes del s. XX Ed. Cairos, Barcelona))

En biología puede acaso la Evolución presentarse como un hecho natural que Darwin pensó observando a los pinzones de las Galápagos?. Si hay dos ideas en

contrario al “sentido común” y a la intuición, estas dos ideas son precisamente, por un lado la Tierra en movimiento y por el otro el hecho evolutivo. En biología las grandes controversias históricas como el *espontaneísmo*, el preformacionismo, el vitalismo, etc, contienen un valor agregado indubitable para el docente en biología.

En Geología la idea de un “tiempo bíblico” que databa la edad de la Tierra en no mas de 6000 años y la teoría de la deriva continental son de los casos más emblemáticos de lo difícil que resulta vencer paradigmas establecidos. En tanto “próceres” como Newton no pudieron escapar a una concepción bíblica y en el otro caso (desplazamiento de los continentes), ya en pleno siglo XX, la dificultad de la aceptación de la comunidad científica, de una teoría, no solo por provenir de alguien fuera de dicha comunidad, sino también por prejuicios nacionalistas. Es importante recalcar el papel de la historia de la ciencia en la comprensión de la ciencia y la necesidad de un enfoque multidisciplinario. Particularmente esto último es vital para analizar el caso de Latinoamérica en general y la Argentina en particular en cuanto al atraso de su desarrollo científico y tecnológico y también para no soslayar el vínculo entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, debate tan actual en estos momentos

En los últimos años se observan diversos intentos de mejorar la enseñanza de las ciencias haciendo uso de la Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC). Lo cierto es que en general el docente posee información mínima (cuando no errónea) sobre el tema, ya sea porque en la formación de los profesorado no se contempla esta posibilidad y porque la bibliografía al respecto es, si no nula, escasa y dispersa. En el grupo de investigación que participo, nos hemos propuesto tomar la HFC como objeto de investigación para intentar desarrollar la misma como “herramienta” útil a la hora de enseñar nuestras disciplinas, no solo con el objeto de aportar “cultura general” desde la enseñanza de la ciencia, sino, y principalmente usar HFC como elemento central en la comprensión de las ideas científicas. Entendemos que lograr este propósito es tarea que requiere esfuerzo, pero la contribución que podemos hacer para mejorar la enseñanza de la ciencia dentro de la comunidad educativa, estimamos, puede ser de suma importancia. Acaso un docente de Arte , de Música o de Filosofía no utiliza la historia de su disciplina como eje vertebrador de la misma, para así entender su desarrollo y evolución? No parece darse la contraparte en el ámbito de los docentes de Ciencias naturales y matemática.

#### Estado actual del conocimiento sobre el tema

En el plano internacional, la Internacional History, Philosophy and Science Teaching Group ha convocado conferencias desde 1989 hasta 2005 y uno de sus principales referentes, Michael R. Matthews de la Universidad de Auckland, Nueva Zelandia ha publicado revistas y libros dentro de esta temática. En España se advierte últimamente un gran interés por parte de algunos investigadores, como J. M. Campanario de la Universidad de Alcalá de Henares y Miguel Hernández González de la Fundación Orotava de Historia de la Ciencia, quienes han publicado artículos referidos al tema, como así también la revista Alambique de didáctica de las ciencias experimentales (Barcelona). En

nuestro medio, investigadores como Guillermo Boido, Hernán Miguel, Marcelo Leonardo Levinas y Miguel de Asúa han desarrollado interesantes trabajos para vincular HFC con la enseñanza de la ciencia. En Internet podemos observar diversos artículos en castellano y en inglés que vierten opiniones favorables al uso didáctico de esta herramienta, pero hay muy poco escrito sobre temas específicos para que el docente pueda utilizar. Es por ello que observamos cierto vacío bibliográfico al respecto y nos vemos muy motivados para indagar sobre temas que poco o nada han sido trabajados con el objetivo que nos hemos propuesto alcanzar.

En función de lo anteriormente expuesto, si bien nuestro objetivo general apunta al mejoramiento de la enseñanza de la ciencia en todos los niveles, nos centramos en casos específicos y concretos de temas e ideas dentro del campo de las ciencias naturales en donde la historia y/o epistemología jueguen un papel preponderante y no auxiliar en la construcción del conocimiento científico y ayuden a comprender que es y como se ha construido y construye la ciencia.

Por lo tanto nuestras hipótesis de investigación se basan en que existen múltiples ideas científicas con componentes históricos y epistemológicos insoslayables al momento de ser enseñadas. En particular por ejemplo en la Física, las ideas de energía, campos de fuerza, naturaleza de la luz, del calor, de la materia. Las transiciones desde paradigmas predominantes a otros nuevos (ej: aristotélico al galileano; del clásico al relativista, etc.). No descartamos, sino más bien intuimos, que en el proceso de nuestra investigación aparezcan temas que sin estar presentes en nuestras intenciones originales nos ofrezcan un rico campo de aplicación a favor de nuestro objetivo. En particular nuestro trabajo "Aportes de la historia y la filosofía de la ciencia a la enseñanza: la notable historia de la ley de la refracción", publicada en el Volumen 5 de la revista Formadores, a actuado de disparador para comenzar la búsqueda de temas en los cuales aplicar a fondo la HFC para mejorar la enseñanza de la ciencia.

#### Alguna bibliografía útil al respecto

Berkson, W. "Las teorías de los campos de fuerza. De Faraday a Einstein", Madrid, Alianza, 1981.

Boido, G. Aportes de la Historia y la Filosofía de la ciencia a la educación científica.(inédito)

Boido, G. Noticias del planeta tierra. , Galileo Galilei y la revolución científica. Bs. As. AZ editora, 1996.

Bowler, P y Morus, I.R., "Panorama general de la ciencia moderna", Barcelona, Crítica, 2007.

Brown, H. I. , La nueva filosofía de la ciencia, Madrid, Tecnos, 1983. [original: 1977]

Campanario, J. M. Ventajas e inconvenientes de la Historia de la ciencia como recurso en la enseñanza de las ciencias.(inédito)

Chalmers, A. F., ¿Qué es esa cosa llamada ciencia?, Madrid, Siglo XXI, 1998. [original: 1999]

Cohen, A.F., "Revolución en la ciencia", Barcelona, Gedisa, 1989. [original: 1988]

-----, "El nacimiento de una nueva física", Bs. As., Eudeba, 1961.

De Asúa, M. La Historia y la filosofía de la ciencia aplicadas a la enseñanza de las ciencias. Educación en ciencias N°1 Univ. Nac. San Martín.

Flichman, E.H. y otros (comp.), Las raíces y los frutos. Temas de filosofía de la ciencia. Bs. As. CCC Educando, 1999.

Gagliardi, R. Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, 1988, 6(3).

Hecht, E. "Física en perspectiva", Wilmington, E.U.A., Addison Wesley Iberoamericana, 1987 (original: 1980).

Izquierdo, M. Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias. Alambique n°8 Barcelona, 1996.

Klimovsky, G., "Las desventuras del conocimiento científico", Bs. As., AZ editora, 1994.

Levinas, M.L. "Conflictos del conocimiento y dilemas de la educación", Bs. As., Aique, 1998.

Mattews, M.R. Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science, New York- London, Routledge, 1994.

Menéndez, V. "Aportes de la historia y la filosofía de la ciencia a la enseñanza de las ciencias: la notable historia de la ley de refracción". Memorias REF XV , Bariloche, 2005. y Vol 5 revista Formadores.

Pessoa de Carvalho, A.M. y Castro, R.S., "La historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de la física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura", Enseñanza de las ciencias, Barcelona, vol. 10, n. 3, 1992, pp. 289-294.

-----, Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual", Enseñanza de las ciencias, Barcelona, vol. 12, n.2, 1994, pp. 255-257.

Pedrinaci, E. Por unas fructíferas relaciones entre la historia, la filosofía de la ciencia y la educación científica. Alambique n°8 Barcelona, 1996.

P.S.S.C. Physical Science Study Comité (Vol I y II ), Madrid, Reverté, 1968

Solís, C. y Sellés, M., "Historia de la Ciencia", Madrid, Espasa, 2005.

Westfall, R. S. "Isaac Newton: una vida", Cambridge University Press, Madrid, 2000.

## Sección II.2

### **“Un vestido para el emperador, un sol para el General”. Historia Argentina para construir una imagen más adecuada de la ciencia.**

Prof. Lic. *Daniel Octavio Bustos* (profesor de *Espacio de la Práctica Docente*.)

#### **Introducción**

La relación entre los dos primeros gobiernos de Juan Domingo Perón (1956-1952 y 1952-1955) y la comunidad científica argentina (CCA) presentó serias situaciones de tensión. El entonces presidente, descalificó y relegó de varias formas a los hombres, mujeres e instituciones relacionadas con la producción de conocimiento científico. Un ejemplo de ello fue el vínculo entre el presidente y los/as científicos argentinos en el desarrollo del fraude del cuál fue “víctima” de la mano del físico austriaco Ronald Richter. El científico prometió al primer mandatario lograr en un reactor la fusión nuclear, un verdadero “sol en miniatura”. Según los historiadores; obtener semejante logro hubiera potenciado a Perón como líder, no solo a nivel nacional sino de cara a la perspectiva nuclear internacional.

Lo cierto es que la empresa era más que utópica y cualquier estudiante novato de física podría haber advertido acerca de la imposibilidad del proyecto. El físico argentino Enrique Gaviola refiriéndose al tema recurrió al cuento de Hans Christian Andersen “Los nuevos vestidos del emperador”:

“El emperador de Persia contrata los servicios de un pretendido sastre extranjero que ofrece hacerle vestidos con una tela mágica, de acuerdo con la fórmula secreta, tan fina, tan sutil y transparente que sólo era visible a las personas de elevado linaje, limpia reputación y superior inteligencia. ‘El emperador contrató sus servicios y le cedió una parte del palacio para que trabajase en el mayor secreto, detrás de una poderosa guardia’ [...] Claro está, que al vestirse el emperador con el novísimo atuendo todo el mundo lo vio desnudo, incluso él mismo, pero nadie se atrevió a decir una palabra por temor a confesar las fallas de su linaje, inteligencia y reputación. En su versión personal del cuento, Gaviola agrega: ‘La Asociación de Sastres de Persia denunció al impostor. Retirósele la personería sindical, fue intervenida y disuelta... , mientras que el sastre mágico fue armado caballero y designado rector de la Universidad Imperial’

‘La moraleja del cuento [...] es que el emperador debió consultar a la Asociación de Sastres de Persia o, por lo menos, a un grupo selecto de sastres Persas nativos que fueran de su confianza y que tuvieran una sólida reputación de honestidad intelectual, antes de contratar al mago charlatán’ (Mariscotti 1985)

Se puede establecer una estrecha analogía entre este cuento y la saga de Richter y Perón en busca del ‘sol en miniatura’. Richter le propuso un imposible y Perón abonó el proyecto sin escuchar los consejos de la CCA que hubiera podido advertirlo de su inviabilidad. Salió con el vestido invisible, desnudo, a anunciar un logro tan disparatado como era, y aun sigue siendo cincuenta años después, la posibilidad de lograr la fusión controlada en laboratorio.

La farsa cayó cuando al fin se estableció una comisión de científicos que comprobó la impertinencia de la metodología, el mal uso de los instrumentales y por sobre todo una mala interpretación y determinación lógica del austriaco.

Consideramos que tener en cuenta este caso podría resultar de utilidad en el diseño de actividades y/o unidades didácticas que tengan como propósito la construcción de una imagen de ciencia más adecuada en función de la caracterización espontánea que suelen tener los estudiantes. Propondremos algunas dimensiones posibles para el análisis y abordaje.



## **La historia de la ciencia, naturaleza de la ciencias y enseñanza**

De acuerdo a numerosas investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias el tratamiento de aspectos de la naturaleza de la ciencia (nature of science – NOS) promueve un aprendizaje más significativo en los alumnos ya que: brinda un espacio de reflexión sobre el conocimiento científico, sus forma de elaboración, la discusión acerca de los alcances y límites de la ciencia, la resignificación del quehacer científico como construcción cultural humana y puede construir en los alumnos herramientas cognitivas de lógica formal entre otras (Adúriz-Bravo 2005). Pero, por sobre todas las cosas, representa un oportunidad de cara a la crisis global en la enseñanza de las ciencias (Matthews, 1994).

Adúriz-Bravo (2009) sugiere otorgar un rol relevante y específico a la historia de la ciencia (HC) para acentuar la significatividad de la NOS. Adhiriendo a ese postulado proponemos aquí tomar un aspecto de la historia de la ciencia en Argentina (HCA) que permita abordar aspectos de la NOS para promover en los estudiantes la construcción de una imagen más robusta, coherente, dinámica y analítica de la ciencias así como también dar cuenta de las interacciones con la sociedad y la cultura.

En una producción anterior (Bustos 2006) planteamos la importancia de incluir en las propuestas pedagógicas contenidos de HCA entendiendo que ellos resultan de suma importancia en relación al aporte de la educación científica a la construcción de la ciudadanía, promoviendo saberes que redunden, por ejemplo, en la posibilidad de discusión de políticas científicas locales.

## **El caso Richter**

El devenir histórico de la primera mitad del siglo XX estuvo signado por las dos Guerras Mundiales que han dejado dos marcas en las perspectivas progresistas de la humanidad: el holocausto y el lanzamiento de las bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki. Dichas contingencias históricas enfrentaron a la comunidad científica con la incongruencia de las concepciones científicas y evidenciaron su carácter de producción humana y modelada por los aspectos históricos y sociales (Wolovelsky 2004)

La posguerra estuvo configurada por la conformación de dos bloques antagónicos: el bloque occidental de países del viejo continente con Estados Unidos y el bloque soviético o comunista. Entre estos dos bloques se observó a una humanidad aterrorizada frente al poderío armamentístico nuclear de estos países, los fantasmas de Hiroshima y Nagasaki cubrieron al mundo: la guerra fría efectuaba su entrada a escena. La carrera armamentística configuró el panorama político económico mundial las décadas siguientes.

El primer gobierno de J. D. Perón tuvo que enfrentarse a los cambios mundiales de posguerra y correr el eje de la economía puesto hasta ese momento en la actividad agropecuaria a la industria. Esta situación se combinó con políticas de inclusión y de redistribución de los ingresos y determinadas políticas sociales, catalogadas incluso por muchos como demagógicas.

El ámbito cultural lejos estuvo de lograr privilegios. Los contenidos educativos estaban fuertemente intervenidos por el gobierno y se censuraron las propuestas culturales contrarias a los intereses de la política hegemónica. Muchas universidades nacionales fueron intervenidas y reorganizadas con un sensible recorte de autonomía (Di Tella, 1998). Este tipo de política hizo que la relación entre Perón y los científicos e investigadores argentinos fuera de tensión constante.

#### **La fusión nuclear.**

Se pueden reconocer dos tipos de cambios en los núcleos de los átomos mediante los cuales se libera energía: la fisión y la fusión nuclear.

La fisión nuclear es aquella en la cual un núcleo atómico se rompe generando núcleos menores, partículas libres y liberando energía. Esta reacción ocurre de manera espontánea a temperatura y presión ambiente; y las partículas liberadas pueden romper otros núcleos generándose así una reacción en cadena. Este tipo de reacción es la que se produce en los reactores de las centrales atómicas de producción de energía eléctrica y en las bombas como las arrojadas en Hiroshima y Nagasaki

En cambio la fusión es la unión de dos núcleos pequeños (de hidrógeno por ejemplo) con mayor liberación de energía

En la ciudad austriaca de Falkenau, hoy perteneciente a la República Checa, en 1909 nació Ronald Richter. Se gradúa en física en la universidad de Praga en 1935. Trabajó en esa disciplina en Alemania, Inglaterra y Francia.

Al finalizar la Segunda Guerra mundial, conoció en Londres al ingeniero aeronáutico Kart Tank, que había trabajado en Argentina en el diseño y construcción del primer jet de caza nacional: el "Pulki". Tank tenía una relación estrecha con Perón y le insistió acerca de los beneficios que podía traer al desarrollo industrial del país la presencia del físico austriaco.

Una vez en Argentina, Richter se reunió con Perón y le informó acerca de sus intenciones de obtener la fusión nuclear en reactores escala. Esto permitiría obtener grandes cantidades de energía a un bajísimo costo.

A Perón la idea lo sedujo y arbitró los medios necesarios para que este científico pusiera en marcha su proyecto.

Se podría pensar que, a la política peronista, este hallazgo le otorgaría un doble beneficio: obtener energía barata para la actividad industrial y posicionaría al país en un lugar preponderante frente a las potencias mundiales con dominio de la energía nuclear de cara a la guerra fría que comenzaba a asomar en el escenario mundial.

Con el apoyo incondicional de Perón, Richter se dio a la tarea de buscar un lugar para montar su laboratorio. El lugar elegido en principio fue en Villa del Lago, sierras de Córdoba. Se comenzaron las obras pero un incendio, que Richter atribuyó a un sabotaje, lo llevó a cambiar el lugar. Para algunos este fue el primer indicio de "delirio", ya que no se encontraron más pruebas del intento de sabotaje que la imaginación del austriaco.

Para seleccionar el nuevo lugar sobrevoló gran parte del territorio y se decidió por un lugar de belleza extraordinaria: la isla Huemul en el Lago Nahuel Huapí (Bariloche). Ese fue el nombre que recibió el descabellado emprendimiento: Proyecto Huemul".

Perón puso a disposición una partida presupuestaria millonaria, una delegación militar y numerosos operarios para la construcción de los laboratorios.

Los fantasmas de espionaje seguían persiguiendo al austriaco y solía utilizar un arma con la cual llegó a amenazar a funcionarios. Sus delirios se manifestaban en los pedidos

constantes de equipamientos costosísimos, en las directivas de demoler instalaciones enteras porque cambiaba de opinión a último momento sobre su estructura, etc.

Una vez construidos los majestuosos y costosos laboratorios Richter comenzó con sus ensayos. Quería lograr la fusión a temperaturas muy inferiores a los 40 millones de grados a través de un arco eléctrico. Incluso a esa temperatura el número de átomos que podría fusionarse no alcanzaría para sostener la reacción.

Suponía que de producirse la reacción en esas condiciones iba a poder medir la radiación emitida con sensores y un espectrómetro de gas ionizado.

La Isla fue visitada por Perón y su Esposa en 1950 y otros funcionarios que quedaban admirados por las espectaculares explosiones provocadas por el arco eléctrico en el reactor.

En tanto, la CCA, absolutamente distanciada de la posición gubernamental, permaneció ajena a este proyecto, pese a que nuestro país contaba con Físicos de sólida preparación, tal es el caso del prestigioso Enrique Gaviola quien incluso había sido alumno de Einstein. De hecho mientras se desarrollaba el proyecto Huemul, se creó la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Ya en 1951, en uno de los ensayos se observó un ensanchamiento en las líneas del espectrómetro. Richter concluyó entonces que se era un resultado positivo. El sábado 24 de marzo se llamó a conferencia y junto a Perón hicieron el gran anuncio "conseguimos dominar la fusión nuclear". La noticia tuvo impacto internacional y la comunidad científica quedó a la espera de un informe escrito serio acerca de los resultados.

Pero el entusiasmo puesto de manifiesto el día del anuncio se fue diluyendo, la falta de un informe probatorio, junto al descubrimiento de que no existían trabajos previos publicados de Richter y sus intenciones de conseguir una visa norteamericana comenzó a inquietar al gobierno.

La CCA, desde a su oposición al apoyo oficial y en la voz de Gaviola hicieron advertencias acerca de la poca seriedad del proyecto. Pero no es sino Eva Perón quien comienza a sembrar dudas en el presidente sobre la validez de lo anunciado por Richter. De todos modos, el accionar en ese sentido pasa a segundo plano debido a los problemas de salud que presentaba la primera dama.

El delirio de Richter lo llevó a querer mudar una vez más su laboratorio y continuar con los pedidos de material costoso, y en una reunión con Perón en febrero de 1952 lo convenció de continuar con el proyecto. De todos modos ya se había constituido una comisión investigadora de científicos argentinos que recomendaron no continuar con los subsidios.

Las incesantes incoherencias y caprichos del austriaco hicieron renunciar a los colaboradores de Perón en la Isla y sus reemplazantes sugirieron que se haga una investigación profunda en las instalaciones.

Se conforma una nueva comisión que estaba integrada por cinco personas, entre las cuales se encontraba un joven y pujante físico: José Antonio Balseiro. La comisión examinó la isla, presencié las pruebas de Richter y evidenciaron que no se producía ningún tipo de reacción nuclear, que las condiciones de trabajo eran sumamente desprolijas y el instrumental no estaba en condiciones de operar. El informe fue lapidario: era un fraude absoluto. Richter fue despedido

Mariscotti (1985) en su libro "El secreto de huemul" reproduce el testimonio de Heinz Jaffke colaborador de Richter en el proyecto:

"En aquel tiempo [...] Richter tenía instalado su primer reactor cilíndrico de 3m de altura y 2 m de diámetro y un espectrógrafo con una placa fotográfica sobre la que se registraba el espectro –una secuencia irregular de líneas delgadas verticales- de los átomos 'quemados' en el arco voltaico situado en el centro del cilindro.

A medida que se producía la descarga en el arco, la placa fotográfica se movía hacia arriba, registrando el espectro emitido en los distintos instantes de la experiencia. De esta manera, en el supuesto de alcanzarse altas temperaturas, la placa registraría un ensanchamiento de esas delgadas líneas del espectro. En este

sentido, el espectrógrafo funcionaba como un termómetro, y con este propósito lo empleó Richter en los primeros experimentos que llevó a cabo en la isla.

El mecanismo de deslizamiento no era bueno [...] a veces se trababa y la placa, al avanzar, quedaba inclinada.

La placa obtenida el 16 de febrero de 1951 la reveló el fotógrafo Nierman. Jaffke la examinó mientras cruzaba el lago para llevársela a Richter. Se sorprendió; las líneas no aparecían rectas como era habitual sino que en una zona de la placa se desviaban de la vertical.

Al ver ese extraño efecto, Richter se entusiasmó y dijo que eso era la señal del éxito, aunque no soy físico y no podía juzgar enteramente lo que Richter hacía, me pareció que la desviación de las líneas podría deberse al mecanismo defectuoso de deslizamiento. Así que le sugerí repetir el experimento pero Richter se negó.”

Luego del escándalo Richter visitó otros países pero volvió a la Argentina. Y a pesar de que muchos, ya en la década del 70 lo daban por muerto o “exiliado”, en Europa, material periodístico de 1984 da cuenta de su presencia en Argentina, en la localidad de Monte Grande, donde falleció el 25 de septiembre de 1991.

Se perdieron millones y millones por el delirio del austriaco, pero los equipos que mal había usado Richter, sirvieron para proveer de instrumentos al prolífico centro de investigación y formación que hoy lleva el nombre de José Balseiro

Este hecho no ha sido históricamente muy mencionado y el material bibliográfico al respecto es escaso.

El Físico Mario Mariscotti, antes citado, elaboró una minuciosa investigación histórica que fue publicada a mediados de la década del 80 (ver bibliografía). Algunas publicaciones especializadas lo han reflejado en menos de una decena de artículos.

En el año 2003 se presentó en Buenos Aires una ópera que registró la saga protagonizada por el delirante Richter y el ambicioso líder argentino. En los últimos meses se ha estrenado un documental que reseña los acontecimientos pero poniendo el acento en el vínculo entre Perón y los alemanes, efectuando un repaso casi tangencial de los aspectos científicos.

### **Aportes posibles para la construcción de una imagen más adecuada de ciencia**

Diversos autores han propuesto dimensiones para el análisis de la imagen y concepciones distorsionadas de la ciencia que poseen estudiantes y profesores, como así también aspectos que habitualmente no se enseñan en relación al conocimiento científico. A continuación se toman dichas dimensiones y se vuelcan algunos aportes para su abordaje desde el ejemplo histórico presentado.

En relación a concepciones alternativas que suelen tener los estudiantes, a partir de lo analizado por Fernández et al (2002) y Gallego Torres (2007):

*Imagen empirista y ateórica.* El ejemplo resulta de interés para plantear en las clases cuál es el lugar de la experimentación en ciencias. Preguntas que pueden orientar la reflexión (PqPOR) ¿Qué características posee la experimentación en lo trabajado por Richter? ¿Qué resguardos no se han tomado? ¿Puede efectuarse actividad experimental a completas espaldas de un marco teórico? ¿Se plantean relaciones dialécticas? ¿Cuáles fueron los criterios de validez experimental tomados por Richter? ¿Qué grado de coherencia presentaban? etc. Por otra parte la consideración de los resultados en relación a lo observado en la placa fotográfica del espectrógrafo puede ser capitalizada para discutir la “observación pura”, la “carga teórica de la observación” y el rol del investigador y sus ideas apriorísticas en relación a ellas.

*Imagen algorítmica, exacta e infalible.* Se ha observado en los estudiantes la concepción de existencia de “Un método científico” (único, rígido y universal) PqPOR: Salvando los aspectos instrumentales e interpretativos, Richter fundamentaba la validez de sus acciones en

un método ¿fue ello garantía de validez de sus resultados? ¿La seriedad de un aporte científico es determinada por el seguimiento de un método único y rígido? En esa dirección sería deseable contrastar este caso con otros históricos en los cuales no se haya seguido “el método”, por ejemplo presentando casos de *Serenpidia*. ¿Puede caracterizarse metodológicamente a las ciencias sin apelar a un método rígido/algorítmico?

*Imagen aproblemática y ahistórica.* En el sentido de pensar cuáles son los problemas que guían la producción de conocimientos, el de la fusión nuclear controlada resulta de relevancia ya que la problemática hoy en día es eje de numerosas investigaciones a nivel mundial. Además puede sumarse la reflexión acerca de cuál era su importancia histórica en la época del relato y en la actual.

*Imagen individualista.* PqPOR. Si bien Richter trabajaba con un equipo ¿su concepción de elaboración de conocimiento comprendía a un colectivo? ¿Qué consecuencias tuvo su trabajo aislado de la comunidad científica?

*Imagen descontextualizada y socialmente neutra.* En esta dimensión es donde se incorporan específicamente las relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS) que como mencionan Furió y Vilches (1997) dan cuenta de aspectos afectivos y por lo tanto deben ser tenidos en cuenta si se quieren abordar las actitudes de los alumnos y alumnas en este caso en relación al conocimiento científico. También esta dimensión resulta adecuada para pensar la imagen humana del científico. ¿Qué aspectos sociales motivaron a Richter a efectuar su investigación? ¿Y a Perón para financiarla? ¿Qué impacto social pudo tener esta investigación y otras? ¿Qué ocurre con la tecnología? ¿Las relaciones son unidireccionales? ¿Las condiciones personales de Richter influyeron en la investigación? ¿Cuáles de ellas? ¿Cómo influyeron? Etc.

*Concepción exitista y acumulativa.* Al tratarse de un proyecto fallido, el caso Richter permite confrontar la creencia de que la ciencia solo se constituye por éxitos y que estos se acumulan linealmente en el tiempo.

Los aspectos de la ciencia que habitualmente no son abordados en las propuestas pedagógicas (Campanario 1999), no serán desarrollados profundamente, pero consideramos que serían sumamente ricos a la hora del análisis y tratamiento del caso histórico:

El sistema de comunicación en ciencia: ¿Qué rol jugó la comunicación/incomunicación en el caso?

Los “colegios invisibles”: ¿Richter establecía una estrecha relación (académica) con otros científicos o grupos de científicos que trabajaran sobre la misma temática? ¿Qué produjo esa condición?

Las concepciones metafísicas de los científicos: ¿Qué aspectos “extra-racionales” se ponían de manifiesto en la labor de Richter?

Otros podrían ser la lucha por el reconocimiento, la ventaja y deseo de ser el “el primero”, la ciencia como seno de actitudes dogmáticas, la fiabilidad del conocimiento científico, etc.

## **Palabras finales**

El presente no pretende ser una guía didáctica para abordar un caso, sino simplemente un aporte reflexivo acerca de la posibilidad de implementar ejemplos locales, que trasciendan el exitismo científico y aporten a la construcción por parte de los y las estudiantes una imagen más adecuada de las ciencias.

Creemos que la no distorsión en la caracterización de las ciencias es un aporte fundamental para la educación científica para la ciudadanía. Evitando el cientificismo en la mirada social se podrán abrir debates en una ciencia de todos y todas, para todos y todas

## **Biografía**

ADÚRIZ BRAVO, A. (2005) *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.

- ADÚRIZ BRAVO, A. (2009) La naturaleza de la ciencia "ambientada" en la historia de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp 1178-1181
- ALCAÑIZ, I. (2005) Cincuenta Años de política nuclear en Argentina. *Ciencia Hoy*, 88, pp. 20-25.
- BERNAOLA, O. (2002) Enrique Gaviola y la Física en la Argentina de entreguerras. *Saber y Tiempo*, 14, pp., 93-118.
- BUSTOS, D. O. (2006) *La visión científicista en los contenidos de historia de la ciencia argentina en los libros de texto destinados al Espacio Curricular Biología de la Educación Polimodal*. Trabajo Final, Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias. Univ. CAECE
- CAMPANARIO, J. M. (1999) La ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (3), pp 397-410
- DI TELLA, T. (1998) *Historia Social de la Argentina Contemporánea*. Troquel. Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ, I., GIL-PÉREZ, D., CARRASCOSA, J., CACHAPUZ, A. y PRAIA, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 477-488.
- FURIÓ, C. y VILCHES, A. (1997) Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. En DEL CARMEL, L. (coord.) *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori
- GALAGOVSKY, L. COORD. (2008) *¿Qué tienen de "naturales" las ciencias naturales?* Buenos Aires: Biblos
- GALLEGO TORRES, P. (2007) Imagen popular de la ciencia transmitida por los comics en *Rev. Eureka Ens. Div. Cienc.* 4 (1) pp 141-151
- GIMENEZ de CASTRO, G. (2004) La quimera del átomo en *Exactamente*. 31 pp 26-28 UBA. Buenos Aires.
- HOBSBAWM, E. (1998) *Historia del Siglo XX*. Crítica. Madrid
- MARISCOTTI, M. (1985) *El secreto atómico de Huelmul*. Sudamericana-Planeta. Buenos Aires.
- MATTHEWS, M. R (1994) Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual en *Enseñanza de las Ciencias* N° 12 (2) pp 255-277 Barcelona
- ROMERO L. (1994) *Breve historia contemporánea de la Argentina*. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.
- WOLOVELSKY, E. (2004) El siglo XX ha concluido en Wolovelsky E. y otros *Certezas y controversias. Apuntes sobre la divulgación científica*. Libros del Rojas. Buenos Aires.
- WOLOVELSKY, E. y PALMA, H. (2001) *Imágenes de la racionalidad científica*. Eudeba. Buenos Aires.

## **Sección III**

**Química y su Enseñanza consideraciones didácticas y el aporte de los alumnos del Profesorado de Química.**

# Capítulo 1<sup>1</sup>

## Química y su Enseñanza, algunas consideraciones para los futuros profesores

Prof. Lic. Alicia E. Seferian (UNSAM)  
[aliseferian@yahoo.com.ar](mailto:aliseferian@yahoo.com.ar)

### 2.1.- Nivel macroscópico, nivel simbólico y el conflicto cognitivo del alumno que provoca aversión a la química.

La química es una disciplina de indiscutible importancia presente en diversos ámbitos, sin embargo, puede resultar compleja y difícil de decodificar debido a las destrezas cognitivas que requiere 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). En otras palabras, lo que entendemos e interpretamos cuando escribimos una ecuación, o representamos mediante símbolos una molécula no es precisamente aquello que intenta descifrar el alumno que se siente intimidado y seguramente piensa: “¡esto no es para mí!”.

El docente hace referencia en forma constante a entidades no observables (elemento, compuesto etc.) que analiza en función de modelos que tienen escasa relación con la realidad de los adolescentes. En el mejor de los casos, los alumnos memorizan las explicaciones sin asignarles significatividad.

Según la perspectiva del procesamiento de la información, y continuando la línea de investigación de Ausubel, se han desarrollado nuevas investigaciones como por ej. la de A. Johnstone (1989) quien se interesa en los mecanismos de la estructura cognitiva del individuo, “caja negra” de las funciones de la mente, particularmente para el aprendizaje de la química.

Las investigaciones y propuestas hechas por el profesor A. H. Johnstone (1982, 1991, 1997 y 1999) concernientes a la enseñanza de las ciencias y, en

---

<sup>1</sup> Extraído de texto inédito SEFERIAN, A. (2009) “Química y su enseñanza. ¿Qué hay de nuevo?”.



particular, de la química, basadas en teorías de funcionamiento de la memoria brindan una plataforma teórica muy interesante para elaborar y poner a prueba hipótesis relacionadas con procesos de enseñanza y aprendizaje de temas de química en el aula.

Johnstone expresa que la mayoría de los conceptos que nos son familiares tienen algo de tangible, algo que puede ser reconocido por nuestros sentidos. El aprendizaje de este tipo de conceptos nos resulta más sencillo que el de aquellos conceptos abstractos.

En este sentido, el autor plantea que en química, la mayoría de los conceptos que se utilizan no tienen un medio sencillo y directo de ser percibidos por vía sensible. Cuando hablamos de “elemento” o “compuesto”, no tenemos una forma inmediata de hacer percibir estas ideas a los estudiantes. Ejemplos de elementos pueden ser polvos amarillos, gases incoloros o líquidos marrones, pero éstos también pueden ser ejemplos de compuestos o de mezclas. ¿Cuáles son sus puntos en común, cuáles son sus rasgos diferenciales? Para un experto estos aspectos son evidentes, pero ¿son tan sencillos de comprender para un alumno que recién comienza a aprender química?

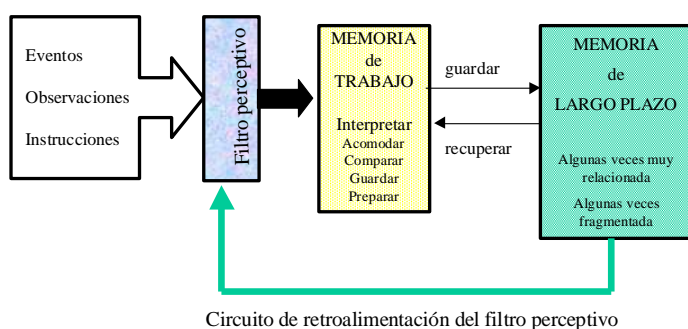
Conceptos tales como electrón, unión química, fotones, moléculas, etc., son ideas que están más allá de nuestros sentidos y los alumnos no tienen experiencia previa que les faciliten dar un significado preciso a estas palabras.

Las investigaciones sobre educación en química revelan que aunque los estudiantes demuestran cierta habilidad en aprobar los exámenes, evidencian errores conceptuales difíciles de superar (Ben Zvi, 1992; Taber, 1998).

Para poder hacer inferencias acerca de posibles explicaciones sobre esta distancia entre lo que se enseña y lo que realmente aprenden los alumnos Johnstone (1999) propone tomar utilizar el modelo de aprendizaje que se muestra en el Cuadro 1.1 y parte de las siguientes premisas:

- a) Las percepciones que registramos a través de los sentidos no son objetivas, están filtradas e interpretadas en forma idiosincrática.

- b) Lo que ya sabemos, lo que está guardado en nuestro banco de memoria de largo plazo (MLP) (Mayer, 1985), es lo que controla la significación que damos a las nuevas informaciones sensoriales que recibimos; condiciona nuestro filtro perceptivo.
- c) Nuestra memoria de trabajo (MT) es esa parte de nuestra actividad mental que, conscientemente, presta atención a una situación dada y piensa sobre ella. Es la que se fija en la percepción que ha entrado y trata de otorgarle un sentido.
- d) Dar sentido a algo es colocarlo, ubicarlo, agregarlo a algo ya conocido o a algo en que se cree.
- e) La MT tiene dos funciones: una es sostener momentáneamente la información en el foco de la atención –en la memoria de corto plazo--, y la otra es darle un formato a ser procesada por él. Esa información puede ser guardada, utilizada o decidir descartarla. Esta memoria de trabajo tiene una capacidad limitada y se satura si la cantidad de información recibida es demasiada o si su procesamiento es demasiado complicado.
- f) Una información que satura o sobrepasa la capacidad de MT de un sujeto no podrá ser procesada por él.



Cuadro 1.1: Modelo de aprendizaje propuesto por Johnstone

Cuando un alumno se topa por primera vez con conceptos de química sus sentidos ya no le permiten aprender mediante la percepción directa. Los

conceptos de la química son entes abstractos, mediados por interpretaciones simbólicas. Los docentes intentamos presentar dibujos, diseñar analogías, desarrollar experimentos en el laboratorio, además de formular definiciones, reglas, leyes y teorías, pero, aún así, estas acciones son inconducentes o terminan provocando bases conceptuales erróneas, o forzando a aprendizajes memorísticos, fragmentados e, incluso, sin sentido.

Johnstone (1982) se refiere a *tres niveles representacionales en química* que el docente maneja en forma simultánea sin reparar en ello (Figura 1.1):

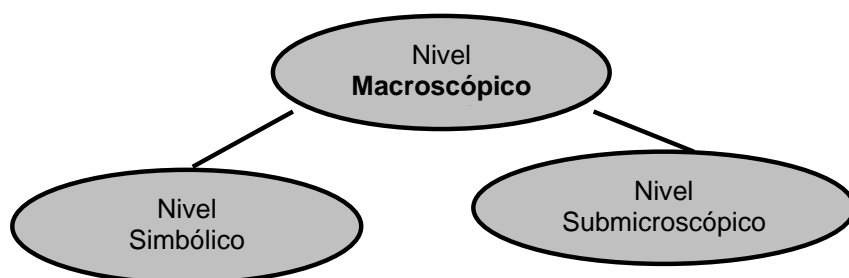


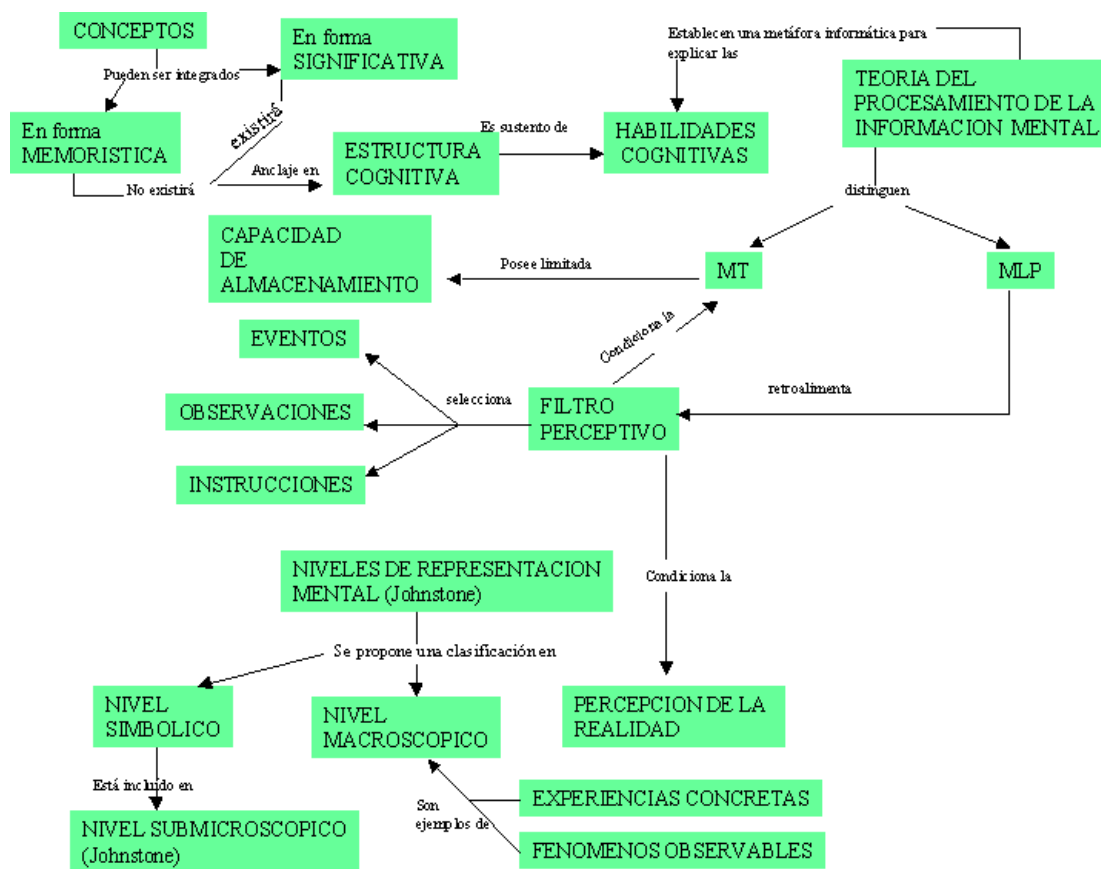
Figura 1.1

Posteriormente hablamos del Nivel Submicroscópico como una forma simbólica especial que utiliza códigos particulares - por ejemplo, esferas— para representar de algún modo aquello que no es posible percibir ni siquiera con un microscopio electrónico. (Rodríguez y Galagovsky, 2001)

El Nivel Simbólico se expresa mediante diferentes lenguajes que a su vez emplean códigos con diversos formatos sintácticos. Por cuanto el Nivel Submicroscópico, correspondería, según lo expuesto, a un caso particular de Lenguaje Gráfico.

Por otra parte, los códigos que se establecen en las representaciones son arbitrarios pero a su vez, consensuados por los expertos.

Podemos resumir el Modelo de aprendizaje propuesto por Johnstone y los tres niveles representacionales con la consideración explicitada anteriormente, en el Cuadro 1.2, (Seferian, 2002)



Cuadro 1.2

¿Qué complicaciones se le pueden presentar al desorientado alumno cuando le entregan una solución acuosa de  $\text{CuSO}_4$ ?

Si desea comprender en detalle el fenómeno, tendría que relacionar el líquido turquesa en un vaso de precipitados con una fórmula que lo representa mediante un *lenguaje simbólico* específico, en este caso, la fórmula mínima y por otra parte la ecuación simplificada de disociación que representa como dicha sal se ioniza en solución acuosa y simultáneamente, interpretar un *lenguaje gráfico* que indica la representación de iones en solución acuosa que en este caso no aparece representada en el esquema. (Figura 1.2).

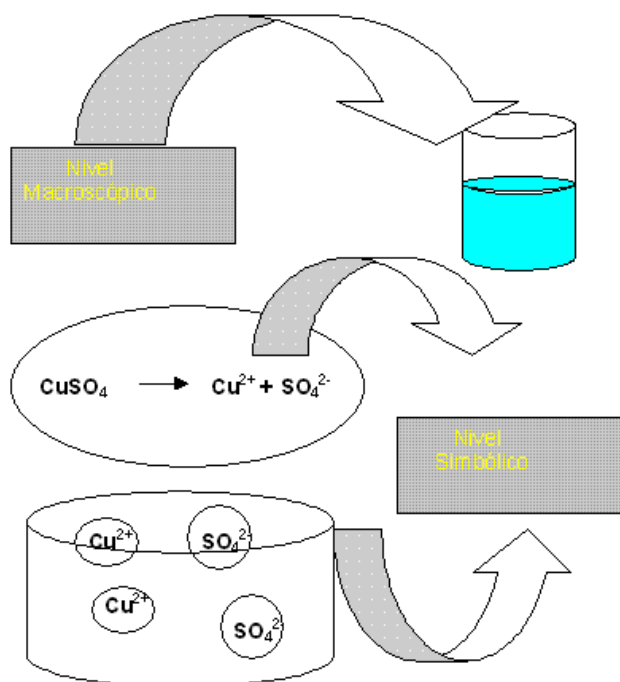


Figura 1.2

Conceptos tales como electrón, unión química, fotones, moléculas etc., son ideas ajenas a nuestros sentidos y los alumnos carecen de experiencia previa que les facilite la asignación de un significado.

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 sin 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, es imprescindible que el alumno se vea atraído por los contenidos científicos, perciba la importancia para su vida de aquello que aprende, que le de una significación por la cual valga la pena realizar un esfuerzo para su estudio acompañado y alentado por el docente.

2.2 Algunas ideas para trabajar en el aula a partir de las consideraciones anteriores.

### Trabajo de la alumna Roxana Santos a partir de la siguiente consigna:

(Trabajo práctico 3º año del profesorado en la materia Química del Carbono, donde se focaliza luego de profundizar los temas teóricos, en cuestiones didácticas referidas a su apropiación al alula)

10) Generalmente, los profesores de química, acostumbramos a manejarnos según diferentes niveles representacionales, macroscópico, submicroscópico y simbólico simultáneamente, empleamos simbologías diversas y modelos cuando analizamos un fenómeno. Te propongo que trates de explicar qué puede llegar a entender un alumno de 1º año de ESS (Secundaria Superior), cuando se le presenta una situación como la siguiente y qué propuesta/s sugieres a fin de clarificar las ideas a nuestro espantado estudiante.

Dice la profesora: "aquí, en este vaso de precipitados, tenemos etanol" mientras muestra el vaso a la clase, anota en el pizarrón la siguientes expresiones:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ,



La profesora continúa: "en realidad la molécula es tridimensional" y les muestra el siguiente modelo con esferas y varillas:



¿Qué puede llegar a entender un alumno de 1º año de ESS de 15 años de edad?

Podríamos suponer en un principio que el alumno se encuentra en el estadio de pensamiento lógico formal.

Sin embargo la realidad puede ser que ni siquiera se acerque a este estadio, en consecuencia, presentarle una diversidad de fórmulas en el pizarrón y tratar de

convencerlo de que el líquido transparente que está en el vaso se representa según diversas simbologías, puede traer aparejado, varias consecuencias:

- ♣ que el alumno crea, por decirlo en un tono jocoso, que hay algo peor que la matemática y que se llama QUÍMICA!;
- ♣ Que le quitemos al alumno el interés que tenía de aprender ciencias;
- ♣ Que cuando el alumno comenzaba a comprender algunas cuestiones compliquemos su comprensión frente a tanta y tan variada diversidad de nomenclaturas y representaciones;
- ♣ que el alumno se sature con una diversidad de símbolos incomprensibles escritos en el pizarrón;
- ♣ que el alumno piense que la química no tiene que ver con su realidad ya que se refiere a situaciones que sólo ocurren en el laboratorio que comprueba la profesora mediante los trabajos prácticos tradicionales;

### **A partir de este breve análisis, algunas ideas para trabajar en el aula:**

Comenzaría la clase presentando un botella de alcohol etílico que muchos tienen en sus casas y que les es familiar.

Propondría un cuestionario en el pizarrón y algunos experimentos sencillos para poder responder las preguntas.

El cuestionario y los experimentos podrían ser los siguientes:

- 1) ¿Qué tipo de átomos son los que se encuentran en el alcohol etílico (llamado también etanol)?
- 2) ¿Es miscible o inmiscible en agua? ¿Y en aceite? (focalizo en las propiedades físicas)  
En un frasco mezcla agua y etanol. En otro frasco mezcla aceite y etanol. Anota lo que observes.
- 3) ¿Crees que es un compuesto polar o no polar?
- 4) ¿Qué crees que pasará si se deja cierta cantidad de alcohol en un frasco destapado y la misma cantidad de agua en iguales condiciones? ¿Cómo explicarías este hecho?
- 5) ¿Qué crees que pasará si acercamos un fósforo a un algodón mojado con agua? ¿Y si el algodón lo mojo en alcohol?

Bajo supervisión de la profesora realiza la experiencia: coloca en la tapa de un frasco un trozo de algodón rociado con agua; en otra tapa coloca un trozo de algodón rociado con alcohol.

- 6) ¿Qué compuesto crees que es el responsable de esta diferencia?
- 7) Investiga cómo aparece el alcohol en el jugo de uva (vino). ¿A qué proceso biológico se debe?

Luego, propondría una puesta en común para favorecer el intercambio de opiniones y a partir de las conclusiones obtenidas profundizaría en los aspectos

teóricos.

A partir de la estructura deduciríamos las propiedades físicas.

### Trabajo presentado por la alumna Belén Becerra, 4º año del Profesorado de Química.

La siguiente propuesta para comenzar a trabajar alcoholes, sería luego de haber visto el tema hidrocarburos.

#### ♦ Actividades de inicio:

En primer lugar les presentaría dos recipientes con diferentes sustancias: agua y alcohol y les pediría que señalaran las semejanzas entre ambas a partir de lo que pueden observar. A continuación les preguntaría si se puede asegurar que son la misma sustancia.

Probablemente algunos dirían que no, por lo que les preguntaría cómo se puede hacer para determinarlo. A partir de las diferentes propuestas, se analizarán cuáles son posibles de realizar y cuáles no y que precauciones hay que tener, para llevar adelante alguna/s de ellas.

#### ♦ Actividades de desarrollo:

Actividad 1: Una vez caracterizada cada una de las sustancias comenzaría una comparación entre las características y propiedades de cada una. Esto se iría trabajando de manera dialogada con los alumnos y se anotaría lo que dicen en el pizarrón. A medida que se desarrolla el diálogo iría completando algunas cosas que no es digan e intentaría que entre todos corrigiéramos algunos conceptos que fueran erróneos.

La idea es que quedara un cuadro parecido al siguiente:

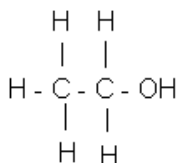
Agua	Alcohol
Líquido Transparente o incolora	
Insípido o no tiene gusto Inodora o no tiene olor Hierve a los o tiene punto de fusión 100°C Es fundamental para la vida o los seres vivos Es la sustancia más abundante en la tierra Se puede tomar La encontramos en los tres estados Puede apagar incendios (aclarar que es según la fuente del incendio)	Tiene gusto Tiene olor se evapora rápido Punto de fusión 78°C Sirve cuando uno se lastima No se puede tomar directamente Trae problemas si se toma mucho Sirve como combustible



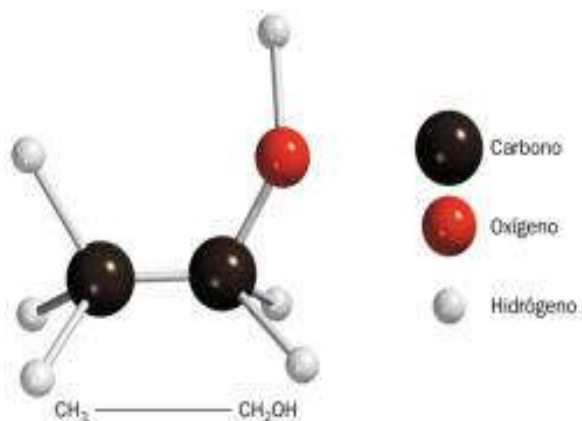
**Actividad 2:** Una vez finalizado el cuadro plantearía que, así como el agua es una sustancia que se representa a través de símbolos y modelos, también el alcohol tiene una representación simbólica y un modelo molecular característico.

1º Presentaría la fórmula molecular  $C_2H_6O$  para poder determinar entre todos qué tipo de uniones tiene y qué compuesto es: todos sus elementos son no metales, por lo que presenta uniones covalentes; es una molécula.

2º Buscaría dibujar la fórmula desarrollada con ayuda de los alumnos.



A partir de la fórmula desarrollada preguntaría si encuentran alguna similitud con la molécula de agua o con alguna otro tipo de sustancia que hayamos visto antes. Esto serviría como disparador para explicar que es una molécula orgánica como los hidrocarburos pero que, debido a la presencia del grupo hidróxido (ya lo conocen de cuando vieron compuestos inorgánicos), tiene características y propiedades que lo diferencian. Explicaría las propiedades física y químicas más específicas que no se hubieran mencionado en la primer actividad. Para poder explicar algunas de ellas mostraría el siguiente modelo molecular:



### **Actividad 3:** Practica de laboratorio – Detección del consumo de alcohol

Teniendo en cuenta que el consumo de alcohol es una de las mayores causas de accidentes de tránsito, comenzaría con una breve explicación de los efectos del alcohol en nuestro organismo para introducir el tema y les repartiría el siguiente artículo periodístico:

## Activa

17 de Diciembre de 2004

### TOLERANCIA CERO

#### Suecia impondrá el uso del 'Alcolock' a los profesionales

**Para 2010, el Gobierno de este país quiere que todos los vehículos de uso profesional incorporen el Alcolock, un sistema que bloquea el motor del coche cuando el conductor supera la tasa de alcohol permitida.**

**JAIME LOPEZ. Enviado especial**

**ESTOCOLMO.-** 'Desde 1997, año en el que la Riksdag [el Parlamento] puso en marcha la política de Seguridad Vial Vision Zero [ningún muerto en accidentes de tráfico], hemos dado la máxima prioridad a la educación vial de los jóvenes conductores y al diseño de unas infraestructuras que toleren el fallo humano. Sin embargo, esto no es suficiente. Debemos terminar con los factores de mayor riesgo en el tráfico; la velocidad y, sobre todo, el alcohol', destaca Ulrika Messing, ministra de Comunicaciones y Planificación Regional del Gobierno de Suecia a este periódico.

'Para ello, es imprescindible aplicar las nuevas tecnologías. En el próximo año, instalaremos más de 700 radares en las carreteras y para 2010, queremos que todos los vehículos de uso profesional incorporen un Alcolock, abreviatura de alcohol lock. Y, que dos años después, los coches que se pongan a la venta [en Suecia] incluyan esta tecnología', puntualiza Messing.

La pequeña localidad de Uppsala, situada a 70 kilómetros al norte de Estocolmo, es uno de los laboratorios de prueba de este sistema, que podría solucionar la problemática situación de los conductores alcohólicos. Unos automovilistas, plurirreincidentes, que normalmente conducen sin carné y que están detrás de conductas homicidas y temerarias.

#### Laboratorio de pruebas

En esta ciudad, una compañía denominada Uppsala Taxi dispone de una flota de 125 vehículos que incorporan este sistema. Su funcionamiento es muy sencillo. El conductor, antes de girar la llave del contacto, tiene que soplar por un alcoholímetro ubicado a la derecha del volante.

Si supera el límite de alcohol permitido -en Suecia, 0,2 gramos por litro de sangre- se enciende un piloto rojo que indica que el motor del coche no funcionará, aunque se gire la llave de contacto.

'Disponemos de 500 conductores que se turnan para conducir nuestros coches, algunos con capacidad de hasta ocho pasajeros', señala Johan

Julin, portavoz de la compañía. 'Desde que pusimos en marcha este proyecto [hace cuatro años], hemos despedido a cinco conductores por problemas con el alcohol, aunque en términos generales la experiencia es muy positiva', responde Julin.

El Alcolock no es un sistema nuevo. En algunos países como Estados Unidos, Canadá y Australia ya se utiliza para controlar a las personas que han conducido reiteradamente bajo los efectos del alcohol. Sin embargo, sí es la primera vez que un Gobierno quiere instalar este dispositivo en todos los vehículos de uso profesional .

'Actualmente, el precio del Alcolock es de entre 2.000 y 2.500 euros, aunque esperamos que su coste se abarate por su producción en cadena. Además, un fabricante de coches nacional', comenta Messing refiriéndose a Saab, 'trabaja en un prototipo de llave que integre el alcoholímetro. Hemos pedido que esta llave se pueda utilizar en todos los coches producidos a partir de 1997', puntualiza.

Ya en el cuartel general de Saab, situado en la ciudad de Trollhättan, Anna Petre, directora de Relaciones Públicas de la marca, muestra sonriente la nueva generación de Alcolock presentada en la pasada edición del Salón de París.

En este caso, no es un aparato conectado al sistema de encendido del coche, sino un alcoholímetro sin cables de unos 10 centímetros de longitud y cuatro de anchura que posee la misma función.

'El Alcokey [como Saab ha bautizado a este sistema] puede graduar la tasa de alcohol permitida según lo que establezca la normativa de cada país y es mucho más cómodo de utilizar que los sistemas actuales', señala Petre. 'Ya hemos desarrollado un prototipo experimental de una llave con alcoholímetro, aunque para su producción en masa queda todavía unos años', puntualiza.

Una vez leído, preguntaría qué opinan acerca del mismo y preguntaría si alguien sabe cómo funciona, o se imaginan que funciona un alcoholímetro. A continuación, explicaría que existen varios tipos de alcoholímetros describiendo brevemente algunos de ellos, y mostraría una experiencia que muestra cómo funcionaban los primeros dispositivos (los aparatos a utilizar ya estarían armados):

#### *Muestra Experimental:*

Se utiliza una disolución ácida de dicromato de potasio como indicador. El paso de etanol a ácido acético (oxidación) producirá la reducción de dicromato (naranja) a  $\text{Cr}^{3+}$  (de color verde intenso). Así, el viraje de naranja a verde pondrá de manifiesto la presencia de etanol. (Previamente a comenzar con los temas de química orgánica ya se han estudiado las reacciones de óxido-reducción)



Con dos frascos, mangueras y tapones se crea el alcoholímetro. En un frasco depositamos una pequeña cantidad de etanol, que simula el etanol contenido en el aliento. Al soplar, parte de este alcohol pasará a la disolución de dicromato (en el segundo frasco) produciendo su reducción a  $\text{Cr}^{3+}$  y, por lo tanto, el viraje de naranja a verde, según la reacción a modo de cierre:



## 2. 2.- RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO PEQUEÑOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN ¿Es posible en la Escuela Secundaria?

2.2.1. La Ciencia escolar y la solución de problemas abiertos en la Educación Secundaria.

Una de las herramientas didácticas afín con el encuadre CTS en la enseñanza e íntimamente relacionado con la *ciencia escolar*, es la que se refiere a la resolución de problemas abiertos.

Nos detendremos en primera instancia, para analizar brevemente, la diferencia existente entre problemas cotidianos, escolares y científicos.

Una de las primeras diferencias que surgen tiene que ver con el tratamiento que se le da en cada uno de los ámbitos.

**Un problema cotidiano**, donde se focaliza en solucionar una situación, de alcanzar un resultado, de tener éxito en lo que se desea lograr, por ejemplo quitar una mancha, dar en el blanco, sin importar, cómo se logró. El problema cotidiano no apunta a la comprensión.

**Un problema científico** apunta a comprender por qué se produjo ese resultado favorable y darle un significado teórico que pueda generalizarse como un principio de manera tal que se aplique a nuevas situaciones.

**Un problema escolar**, tiene que ver con “ayudar progresivamente a *cruzar el puente*” desde el conocimiento cotidiano al científico en la Escuela Secundaria. Un problema escolar no tiene que ver con emular a la investigación que realizan los científicos sino en adquirir ciertos hábitos y una cierta metodología que se

aproxime a las de la ciencia de una forma muy gradual y valorando el proceso de cada alumno en sí mas que el resultado final. (Pozo, 2004)

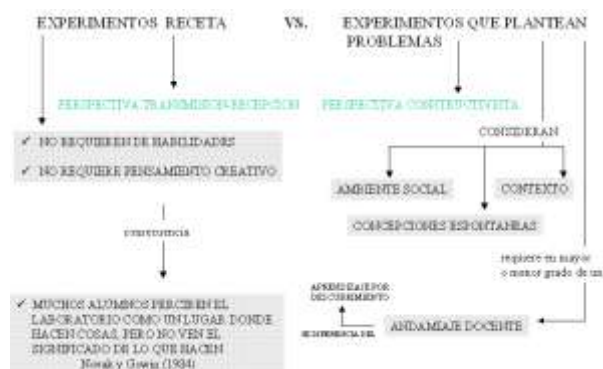
No hacemos referencia a una “investigación científica” debido a que como es de esperar, los alumnos se encuentran más próximos al razonamiento cotidiano, según expresa Pozo (2004): “(..) simplificando la tarea y reduciéndola a aquellos factores relevantes para ellos, sin controlar o tener en cuenta otras variables, formulando la explicación que primero se les ocurre sin a penas reflexionar sobre ella, haciendo apreciaciones cualitativas y poco rigurosas que no les permite contrastar sus explicaciones e incluso no modificando estas a pesar de encontrarse con datos en contra”.

Podemos muy sintéticamente clasificar los problemas escolares como **problemas cerrados**, en los cuáles, se tiene toda la información necesaria, se conocen los algoritmos que se requieren aplicar y existe una única respuesta correcta. Este tipo de planteos se sustentan además, en *experimentos receta* que a lo sumo incorporan algún algoritmo y no requieren habilidades de resolución de problemas ni pensamiento creativo (de Jong, 1998).

Por otra parte, los **problemas abiertos**, admiten diversas soluciones, en general tienen su origen en alguna problemática cotidiana o algún interés de los alumnos, requiere un compromiso por parte de los mismos, por cuanto tienen que generales interés; deben concebirse contextualizados y con un grado de dificultad acorde al nivel; deben suscitar la necesidad de informarse , de discutir, de evaluar la información que se posee entre los integrantes del grupo; permite el desarrollo de competencias complejas; genera la oportunidad de reflexionar lo que se está aprendiendo (metacognición) entre otras cuestiones que no profundizaremos en esta propuesta.

Este tipo de estrategia didáctica (ver Cuadro 1.3) se opone al planteamiento desde una perspectiva transmisiva sobre el desarrollo de conocimientos donde los alumnos consideran el laboratorio como un lugar donde hacen cosas pero no perciben realmente el significado de lo que hacen (Novak y Gowin, 1984). Trabajar con problemas, requiere que el sujeto reorganice sus ideas, invente

nuevas relaciones posibles, reinterprete el problema y finalmente, produzca de algún modo una nueva situación problemática. (Garret, 1998).



**Cuadro 1.3**

En este sentido, la estrategia de enseñanza para orientar el aprendizaje como una construcción gradual de conocimientos científicos, según expresa Gil, D.(1999): “(..) asocia el aprendizaje al tratamiento de situaciones problemáticas abiertas que puedan generar el interés de los estudiantes”. El Cuadro 2.4 del autor citado, presentado a continuación resume las estrategias de enseñanza consideradas para su tratamiento como *investigación dirigida*.

**Cuadro 1.4.**

Cuadro II  
Estrategias de enseñanza para un aprendizaje como investigación dirigida.

1. <i>Plantear situaciones problemáticas que –teniendo en cuenta las ideas, la visión del mundo, las destrezas y las actitudes de los alumnos y alumnas– generen interés y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.</i>
2. Proponer a los estudiantes el estudio cualitativo de las situaciones problemáticas planteadas y la toma de decisiones para acotar problemas precisos (oportunidad para que comiencen a <i>explicitar funcionalmente</i> sus ideas) y comenzar a <i>concebir un plan</i> para su tratamiento.
3. <i>Orientar el tratamiento científico de los problemas</i> planteados, lo que conlleva, entre otros: – La emisión de hipótesis, incluida la invención de conceptos, la elaboración de modelos... (oportunidad para que las ideas previas sean utilizadas para hacer predicciones). – La elaboración de estrategias (incluyendo, en su caso, diseños experimentales) para la contrastación de las hipótesis a la luz del cuerpo de conocimientos de que se dispone. – La realización de las estrategias y el análisis de los resultados, considerando las predicciones de las hipótesis, cotejándolos con los obtenidos por otros grupos de alumnos y por la comunidad científica, estudiando su coherencia con el cuerpo de conocimientos... Ello puede convertirse en <i>oportunidad de conflicto cognoscitivo entre distintas concepciones</i> (tomadas todas ellas como hipótesis) y obligar a concebir nuevas hipótesis.
4. <i>Plantear el manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones</i> para hacer posible la profundización y afianzamiento de los mismos, poniendo un énfasis especial en las relaciones Ciencia/Tecnología/Sociedad que enmarcan el desarrollo científico (propiciando, a este respecto, la toma de decisiones) y dirigiendo todo este tratamiento a mostrar el carácter de cuerpo coherente que tiene toda ciencia.  Favorecer, en particular, las <i>actividades de síntesis</i> (esquemas, memorias, recapitulaciones, mapas conceptuales...), la <i>elaboración de productos</i> (susceptibles de romper con planteamientos excesivamente escolares y de reforzar el interés por la tarea) y la <i>concepción de nuevos problemas</i> .



### Red 1.2

Los problemas abiertos, sin embargo, deben pensarse cuidadosamente de tal modo que no sean ni muy abarcativos con enunciados ambiguos ni muy elementales. Resulta interesante que los alumnos participen en el diseño de los experimentos proponiendo materiales alternativos a los del laboratorio o bien sugiriendo algún dispositivo posible para alguna reacción que se desea generar. Es sorprendente lo que podemos lograr con un curso motivado.

En los capítulos siguientes, a partir de una propuesta presentada por el profesor, los alumnos proponen situaciones en las que en algunos casos se trata de problemas abiertos, en otros se focaliza en pequeñas investigaciones guiadas y en otros casos se reformulan trabajos práctico receta a fin de propiciar diferentes tipos de habilidades en el alumno.

## **Bibliografía:**

- 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. En *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), pp. 315-321.
- GARRET, R.(1995) Resolver problemas en la Enseñanza de las Ciencias. *Alambique* 5 (2) pp. 6-15
- GIL PEREZ, D. Et al (1999) ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?. *Enseñanza de las Ciencias* **17** (2). pp. 311-320.
- IZQUIERDO, M. (1999a) Aportación de un modelo cognitivo de la ciencia a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* Número Extra, VII Congreso.
- JOHNSTONE, A. H. (1997). Chemistry teaching –Science or Alchemy?. *J. Chem. Ed.* **74** (3), pp 262- 268.
- JOHNSTONE, A. H.(1982). Macro and micro chemistry. *School Science Review* **64** (227), pp. 377-379.
- JOHNSTONE, A. H.(1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *J. Computer Assisted Learning*, **7**, pp 75-83.
- JOHNSTONE, A. H.(1999). The nature of chemistry. *Education in Chemistry*, pp 45-47.
- NOVAK, J. D. y GOWIN, B. (1988) *Aprendiendo a aprender* M.Roca Barcelona
- POZO, J. (2002) *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid. Morata.
- RODRÍGUEZ, A. (2001) Un estudio sobre la vinculación entre el lenguaje utilizado en la clase y las representaciones construidas por el estudiante durante el aprendizaje del tema reacciones químicas. Tesis de Licenciatura presentada en la UNSAM. Bs As. Directora de Tesis: Galagovsky, Lidia.



SEFERIAN, A. E. (2002) “Aplicación de un análogo concreto en situación de modelo Didáctico Analógico para el estudio de la teoría cinético molecular de los gases”. Tesis de Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias UNSAM.Bs. As. Directora de tesis: Galagovsky Lidia.

## Capítulo 2

### **Sustancias orgánicas: posibilidades de trabajo en el aula y consideraciones didácticas, desde un encuadre CTS y mediante la herramienta didáctica de resolución de problemas abiertos.**

(Trabajo práctico presentado para 3º año del profesorado en la materia Química del Carbono a cargo de la Prof. Alicia Seferian, donde se focaliza luego de profundizar los temas teóricos, en cuestiones didácticas referidas a su apropiación al aula)

#### **Palabras introductorias:**

En general el trabajo en el laboratorio con respecto a química del carbono en la Educación Media es escaso a nulo por una serie de circunstancias como por ejemplo el temor por el uso de sustancias combustibles o de cierta toxicidad, falta de laboratorio y desconocimiento o temor a emplear diferentes materiales en el aula que no sean los específicos con los que trabajaron en el profesorado o aparecen en una guía de trabajos. Por otra parte resulta necesario desde la nueva óptica de la Enseñanza de las Ciencias, creatividad para reformular los trabajos prácticos receta, donde se requieren escasas habilidades intelectuales ya que en la mayoría de los casos se sigue una serie de pasos en forma mecánica.

#### Solubilidad de compuestos orgánicos e interacciones moleculares.

Este tipo de investigaciones a partir de solventes orgánicos, no requiere de laboratorio y es posible trabajar en profundidad el tema de interacciones moleculares y densidad entre otras propiedades.

Los solventes adecuados deben seleccionarse entre hidrofílicos e hidrofóbicos y conviene evitar sustancias tales como el tetracloruro de carbono y tricloro metano, que si bien son muy empleadas, son potencialmente cancerígenas. Pueden reemplazarse por vaselina<sup>2</sup>, que dependiendo de la proporción de hidrocarburos que la forman, tiene un punto

---

<sup>2</sup> Mezcla de hidrocarburos saturados líquidos de entre 5 y 17 átomos de carbono, que se obtienen del petróleo. Sugerencia extraída de: Castelo, V. y Galagovsky, L. (2007) La vaselina líquida como material adecuado para el trabajo en el aula. En: *Industria y Química* N° 356. Pp. 61-64.

de ebullición de aproximadamente 315 °C y una densidad de 0,89 g/cm<sup>3</sup>.

### **¿Qué importancia tiene la secuencia didáctica?**

Mediante una secuencia didáctica apropiada se puede orientar al alumno y no por ello finalizar en un trabajo- receta.

Por ejemplo, luego de haber visto el tema de interacciones moleculares que me permite ampliar e integrar temas de física, química y biología, es posible la realización de pequeñas actividades de investigación con el apropiado andamiaje docente a partir de sustancia de la vida diaria a fin de “redescubrirlas” y profundizar en el tema.

Resulta más provechoso por ejemplo, que un trabajo práctico donde se indican toda la serie de pasos a seguir, incentivarlos a que ellos mismos propongan un esquema o secuencia alternativa para mostrar de qué manera piensan trabajar con las solubilidades de diferentes sustancias, qué predicciones harían (justificar mediante interacciones moleculares) cómo organizarán los resultados obtenidos y una posterior puesta en común entre los diferentes grupos a fin de lograr gradualmente cierta autonomía en sus decisiones.

### **Sugerencia de sustancias para trabajar el tema:**

Agua, acetona, glicerina (propanotriol alcohol con 3 grupos -OH), naftaleno (“naftalina”), sacarosa, sal de mesa, vaselina (mezcla de hidrocarburos), bencina (éter de petróleo), vinagre de alcohol (ácido acético al 5%), esmalte para uñas, aceite de maíz entre otras.

Es necesario facilitarles a los alumnos, tablas de laboratorio donde puedan consultar valores de punto de fusión, ebullición y densidad de estas sustancias, además de su fórmula molecular y semidesarrollada.

Puede ser interesante que diferentes grupos generen diferentes mezclas.

Por otra parte la realización de esquemas representativos entre las moléculas de las sustancias intervinientes para justificar la solubilidad o insolubilidad, termina por completar el análisis de un modo acabado desde

las interacciones moleculares.

Una investigación posterior puede ser las manchas y la ropa teniendo en cuenta de no seleccionar aquellas manchas o quitamanchas donde se producen reacciones redox.

### Sugerencia de integración posterior<sup>3</sup>.

Las etiquetas de tres frascos con productos químicos líquidos se desprendieron.

Nº1  
n- hexanol

Nº2  
éter dipropílico

Nº 3  
n-heptano

Los tres frascos se marcaron con A, B,C. Y con las tres sustancias se realizaron temas para identificarlas.

líquido	Pto. Eb. °C	D(g/cm <sup>3</sup> )	Solubilidad H <sub>2</sub> O/ etanol/ eter etílico
A	81	0,69	Ins sol. muy sol.
B	157	0,82	sol. muy sol. muy sol
C	91	0,74	poco sol. muy sol. muy sol

### Sugerencias para realizar el trabajo práctico

A partir del tema sobre solventes orgánicos explicitado anteriormente y en función a los DCs de 2º y 3º ESB, diseña alguna experiencia con posible aplicación para el aula con o sin laboratorio, teniendo en cuenta precauciones necesarias.

<sup>3</sup> Actividad extraída de: Química de los Compuestos del Carbono. PROCENCIA. CONICET.

El trabajo no debe ser extenso y debe contener:

- Contenidos relacionados con el DC
- Una adecuada secuencia de contenidos en función a la experiencia que deseas trabajar; (por ej. el tema relacionado con la experiencia es.... por cuanto los contenidos requeridos para su interpretación son.... que he secuenciado según el siguiente orden .... ya que me permiten .....)
- Experiencia y desarrollo de la misma como problema abierto o bien como exploración guiada, tratando de evitar un problema receta muy estructurado, es decir, evitando decirles a los alumnos todo lo que deben hacer y permitirles un espacio para el cuestionamiento, la duda que se genera mediante adecuadas preguntas del docente.
- Algunas consideraciones finales como problemas que pueden presentarse con la comprensión así como con la experiencia en sí.

**A continuación se presentan las propuestas realizadas con respecto a este tema por alumnos de 3º año del Profesorado de Química.**

### **Trabajo realizado por la alumna Andrea Pallo de 4º del Profesorado de Química**

s preguntas de las consideraciones finales las coloque a modo de poder ver hacia donde estaban orientadas no son respuestas acabadas sino sintéticas. Su función tiene que ver con permitirles a los alumnos un espacio para el cuestionamiento y que lo aprendido de un modo significativo, pueda transformarse en conocimientos significativos y no de carácter memorístico centrado en situaciones desconocidas por los alumnos .

El tema relacionado tiene que ver con interacciones moleculares entre solventes orgánicos y sustancias no polares que se aplica a la extracción de lípidos de un alimento.

Los contenidos requeridos para su interpretación son:

- El átomo de carbono y los compuestos orgánicos.
- Compuestos orgánicos oxigenados: éter de petróleo. Propiedades físicas.
- Lípidos: Clasificación y características. Triacilgliceroles.
- Sistemas materiales: Clasificación. Sistemas homogéneos. Emulsiones. Fases.
- Solubilidad.
- Polaridad. Compuestos polares y no polares.
- Solventes apróticos.
- Solvatación de cationes.

- Respeto por las normas de trabajo en el laboratorio.
- Métodos de separación de fases. Decantación.

he secuenciado según el siguiente orden ya que me permite que el alumno comprenda lo que está haciendo al realizar la experiencia, y ésta no sea sólo una receta estructurada. Además le va a permitir al alumno cuestionar y cuestionarse sobre lo que está haciendo, y podrá porque no predecir resultados.

### 1º parte

Para presentar el tema, se relacionan previamente los contenidos trabajados en clases anteriores integrados a partir de situaciones cotidianas como por ejemplo:

- ¿Qué solvente es más apropiado para extraer una mancha de grasa de un pantalón?
- ¿Cuál es el solvente apropiado para extraer una mancha de ténpera?
- ¿Qué interacciones moleculares esperas que se generen en cada caso?

Se realizará una puesta en común donde se anotarán en el pizarrón las diferentes respuestas y posteriormente se trabajará con muestras de telas de algodón con estas manchas.

### 2º Parte

#### **Extracción de grasas de la manteca**

En la siguiente clase se presenta el tema extracciones mediante solventes orgánicos donde se explicita información general, sin profundizar, sobre el uso de solventes orgánicos que permiten extraer sustancias presentes en alimentos por ejemplo.

#### **A continuación se ejemplifica la información entregada y posibles preguntas para iniciar el experimento.**

La función de las preguntas, tiene que ver con permitirles a los alumnos un espacio para el cuestionamiento y que lo aprendido, pueda transformarse en aprendizajes significativos y no de carácter memorístico de situaciones desconocidas y poco representativas para los alumnos .

La extracción con solventes orgánicos es una técnica de tratamiento que consiste en usar un solvente (líquido capaz de disolver otra sustancia) para separar o retirar compuestos de una fase homogénea.

**Si queremos extraer de un alimento, alguna sustancia específica como azúcar de la remolacha, ¿Cómo piensas que puede realizarse este procedimiento?. ¿Agregamos el alimento y un solvente apropiado en un vaso?. ¿Qué tendríamos que tener en cuenta?, ¿Se formarán 2 fases?, ¿varias fases?. ¿Cómo podemos separar la sustancia obtenida?**

**-Ahora pensemos si se podrán obtener aceites y grasa a partir de distintas muestras vegetales y animales utilizando técnicas de extracción.**

Tanto la manteca como el sebo son triacilgliceroles, sólidos a temperatura ambiente y son solubles en éter de petróleo y hexano, que son solventes no polares.

En cuanto a muestras vegetales de numerosos granos se obtienen distintos aceites que consumimos a diario y otras utilizadas en la industria cosmética y en la elaboración de perfumes.

### **-¿Por qué utilizamos éter de petróleo o hexano como solvente y no otro?**

Porque para seleccionar el solvente se deben seguir ciertos criterios relacionados con sus propiedades físicas, como bajo punto de fusión, deben evaporarse rápido y no dejar residuos, ver si es hidrofóbico y su composición.

Estas cuestiones indicadas también pueden deducirse entre toda la clase mediante indagación guiada, con preguntas que focalicen en las propiedades físicas y químicas de los solventes.

A continuación se presentan los materiales para trabajar:

Resulta interesante hacer preguntas con respecto a los materiales empleados, si podrían ser reemplazados por otros de la vida diaria, qué función piensas que cumple la trompa de agua entre otros.

#### Materiales

- 25 g de manteca
- 50 ml de éter de petróleo o hexano (estos materiales son muy inflamables; deben asegurarse de que no haya ningún fuego encendido en el laboratorio)
- un vaso de precipitados de 250 ml
- una trompa de agua

#### Procedimiento

- 1) Coloquen 25 g de manteca en el vaso de precipitados.
- 2) Agréguele los 50 ml de éter de petróleo (o el hexano) y agiten hasta que desaparezca la manteca.
- 3) Observen la solución: la turbidez se debe a la presencia de agua (la manteca tiene 11% de agua). Si la dejan reposar, la solución de éter de petróleo se volverá translúcida (para acelerar este proceso, se puede agregar sal común).
- 4) Separen la solución de éter de petróleo por decantación.
- 5) Evaporen el éter de petróleo haciendo vacío con una trompa de agua. Cuando se evapora todo el éter de petróleo, se obtienen las grasas de la manteca.

### **-¿Por qué podemos agregar sal para acelerar el proceso del punto 3 de la experiencia?**

Para poder romper la emulsión aceite-agua y que la grasa se disuelva con más facilidad en el solvente orgánico. La manteca contiene un 11% de agua.

Para integrar el tema se puede realizar una red conceptual de los conceptos más significativos a fin de verificar el grado de comprensión del tema explicitado en las relaciones entre las palabras.

---

Trabajo realizado por el alumno Victor Domínguez de 4º año del profesorado de Química.

### Contenidos del Diseño Curricular de 2° ESB:

- Soluciones: Solutivo y solvente. Soluciones de líquido en líquido

### Experiencia de aplicación en aula:

Se organizará la actividad a partir de muestras preparadas por los chicos de diferentes mezclas. Las mismas se llevarán en frascos cerrados con el fin de lograr una mayor diversidad de mezclas, incentivando su participación y partiendo de sus conocimientos previos. Las mismas serán intercambiadas en diferentes grupos, los cuales realizarán la observación, descripción y registro de la información sobre el sistema que recibió. Esto pretende generar un aprendizaje cooperativo e incentivar el aprendizaje de las habilidades cognitivas citadas, además del manejo organizado de la información.

La puesta en común puede dar lugar a ricos intercambios y surjan los diferentes tipos de mezclas. Con diferentes preguntas se puede guiar la comprensión de las mezclas homogéneas y heterogéneas.

A partir de esto se propone que entre todos vayamos armando mezclas con los siguientes materiales, anticipando (hipótesis) si creen que se va a disolver o no:

1. Tiza, jabón, azúcar, grasa y arena como sólidos
2. Agua y otros líquidos como solventes (alcohol, nafta, vinagre...)

Con ellos iremos explorando y reconociendo las diferentes mezclas. Podemos luego orientar con la pregunta inicial *¿se disolvieron los sólidos en todos los casos?, ¿por qué creen que pasa esto?*

Para introducirlos en las soluciones líquido-líquido preguntaremos *¿será posible hacer una mezcla homogénea (solución) con dos líquidos? ¿Qué pasa si intentamos mezclar agua y aceite?* A partir de esto se introduce la explicación de polaridad y no polaridad de las moléculas. Es posible trabajar comparando modelos de bolas y varillas del agua y el tetraclorometano ( $\text{CCl}_4$ ) y así entender las propiedades físicas a partir de la geometría de la molécula. Para hacer esto es imprescindible que ya tengan aprendido nociones de geometría molecular básica.

Entendiendo que el agua es una molécula polar y por esto no se mezcla en una solución con el aceite que es polar, realizaremos diferentes mezclas de líquidos con agua y con aceite para identificar si son polares o no polares. Es posible también usar colorantes como el rojo de metilo (no polar) y algún otro polar como el azul de metilo. En caso de que se tiñan ambas podemos abrir a nuevas hipótesis tendiendo a identificar las separaciones por diferencias de densidad.

Se puede plantear que investiguen en libros por qué el detergente hace que la grasa se pueda llevar el agua cuando se lavan los platos, o por qué no se mezcla el petróleo en el agua y como solucionan los derrames. También se puede sugerir al docente de Biología que analicen la importancia del agua como disolvente.

### Bibliografía:

- Diseño curricular de ESB de ciencias naturales.
  - Contenidos,
  - Hablar, leer y escribir en las clases de físico-química
  - Observar, describir y experimentar en físico-química
- Cuaderno de laboratorio de la cátedra
- Núcleo de aprendizajes prioritarios de ciencias naturales

---

**Trabajo presentado por la alumna Eliana Macías de 3º año del Profesorado de Química.**



Tema adecuado para 2º año de la ESS con orientaciones diversas.

Contenidos conceptuales requeridos:

- uniones químicas
- moléculas polares
- interacciones moleculares

Se pedirá a los alumnos que se dividan en grupos y se les presentará la siguiente situación problemática:

Imaginen que su hermano/a les ocultó su camiseta de futbol o remera favorita. Cuando logran encontrarla observan que tiene una mancha, la mojan rápidamente para quitarla pero no sale. Entonces van al lugar donde estaba escondida y ven que hay tres posibles causantes de la mancha:

- Glicerina ( $C_3H_8O_3$ )
- Formol (H-CHO)
- Aceite

Organicen una guía de trabajo en donde se indiquen la secuencia de pasos que ustedes seguirían para quitar la mancha.

Se espera que los alumnos contesten algo parecido a lo siguiente:

- Investigar cómo están compuestas las sustancias
- En qué solvente son solubles estas sustancias
- Por que dichas sustancias pueden disolverse en determinados solventes
- Cómo se podría quitar la mancha sin dañar otra parte de la prenda

Cuando se plantea este punto se les proporcionará las formulas químicas desarrolladas o modelos moleculares de las sustancias (ver esquemas al final de la propuesta) para que puedan analizar mediante su estructura las características de cada una (polar, no polar, uniones intermoleculares) lo que ayudará a descifrar que tipo de sustancias podrían disolver la glicerina, el formol y la bencina.

Se les pedirá que predigan qué sustancias pueden disolverlo. Esta ultima consigna fundamentada.

Las deducciones que se esperan por parte de los alumnos es la siguiente:

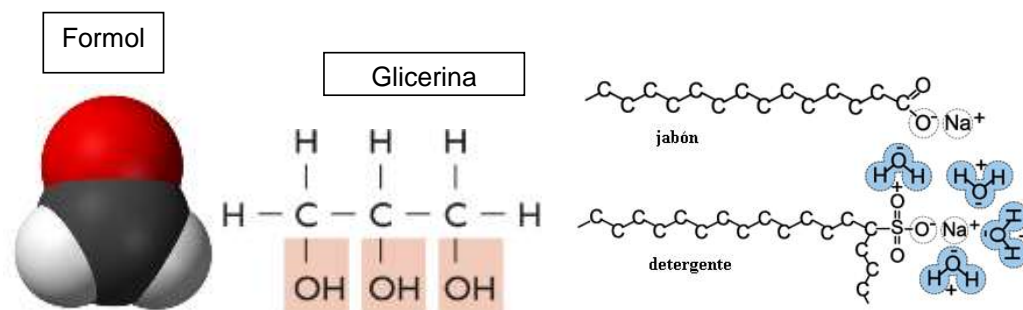
El formol es polar, por ello se espera que quite la mancha de la prenda en el lavado con agua, lo mismo ocurre con la glicerina.

Al aceite, si lo analizamos desde su grupo funcional, es un ácido y por ello debería ser polar, pero al tener una cadena carbonada de 15 a 18 carbonos es no polar debido a que es mayor la zona hidrofóbica.

Con respecto a las sustancias que quitan la mancha, se espera que reconozcan jabón o detergente y lo relacionen con las emulsiones trabajadas en clases anteriores.

Al final de la actividad se le repartirán a los alumnos telas manchadas para que con jabón y detergente quiten la mancha (comprobación de la hipótesis).

Se focalizará en el tipo de tela y que influencia tiene en esta pequeña investigación, no considerar esta variable.



---

### **Trabajo realizado por la alumna Anahí Jiménez 3º año del Profesorado de Química.**

#### **Fundamentación:**

La siguiente experiencia, tiene el fin de presentar el tema de solubilidad aunque también es posible utilizarlo como puesta a prueba de dicho contenido o cierre.

Esta previsto para un 3º ESB. Si bien se recomienda el uso del laboratorio, ya que es una experiencia sin riesgos por toxicidad, quemaduras etc., puede ser llevado a cabo en el salón de clases dado que es un trabajo sencillo.

Para proponer esta experiencia los estudiantes deben contar con los contenidos de uniones químicas e interacciones moleculares como saberes prerrequeridos.

La finalidad de este trabajo es, promover actitudes de análisis, argumentación y aplicación, y no el solo hecho de seguir una receta con pasos estructurados, por tal motivo se presenta la experiencia en forma de problema abierto permitiendo un espacio para la duda y el planteamiento de secuencias alternativas por parte de los estudiantes. La forma en que es propuesto el trabajo busca crear un ambiente participativo y comprometido con las actividades de aprendizaje de ciencia escolar; generar espacios de trabajo colaborativo entre pares para favorecer la confrontación de ideas sobre fenómenos naturales y los procesos de expresión de las mismas.

#### Objetivos:

- Que los estudiantes sean capaces de describir y explicar fenómenos simples utilizando teorías y observaciones personales.
- Que los estudiantes reconozcan la noción de la interacción entre partículas en el proceso de disolución.

#### Contenidos prerrequeridos:

- Electronegatividad;
- Uniones químicas;
- Interacciones moleculares;
- Polaridad de la molécula.

#### Contenidos a indagar:

- Disolvente orgánico;
- Solutos;
- Solubilidad de las sustancias: “una sustancia disuelve a otra semejante”

#### Recursos:

- Vasos
- Gotero
- Tubos de ensayo
- Tablas de datos de la geometría y otras propiedades químicas
- Vinagre de alcohol
- Agua
- Aceite de maíz
- Detergente
- Bicarbonato de sodio
- Sal de mesa
- Azúcar

- Glicerina
- Gaseosa
- Jugo de limón
- Bencina
- Acetona
- Povidona iodada

Se propone a los chicos un problema abierto donde se cuenta la historia de un niño que no creía en la magia.

**Problema:**

Lautaro fue al cumpleaños de un amigo .En la fiesta, un mago presentaría sus trucos. Lautaro estaba intrigado, ya que no creía en la magia. Por ende, estaba expectante para observar hilos, espejos y demás herramientas para demostrar que la magia no existía.

Siendo la hora de la obra, Lautaro se sentó en primera fila y observó muy atentamente.

El mago en primera instancia se presentó con el nombre de “Alquímico” y luego comenzó con los trucos:

**Truco N 1:** “Para comenzar, quiero mostrarles mi poder sobre los líquidos” dijo Alquímico. Mientras mostraba 2 tubos de ensayo con, aparentemente, el mismo líquido, explicaba que a veces las presentaciones que él hace se retrasan o los trucos pasan tan rápidos que es necesario manejar el tiempo con todo lo que se pueda. Pues entonces, comenzó a adiestrar a los líquidos. Entonces, el mago mostró su primer tubo de ensayo que decía tener agua y le agregó *povidona* iodada, cuya mezcla rápidamente tomó un color intermedio. Fue entonces, cuando simulando hablar con el líquido, les explicó a los chicos que esta vez haría lo mismo pero le pedirá al líquido que no se “mezcle” tan rápido. Realizó lo mismo con el segundo tubo de ensayo, donde según él también tenía agua, y para la sorpresa de Lautaro, efectivamente el líquido le había hecho caso.

**Truco N 2:** en un segundo truco, el mago dijo que iba a mezclar cantidades de mismos líquidos pero que estos le fueron otorgados por diferentes dioses y que posiblemente podría ocurrir una explosión. Entonces, el mago llena un vaso con un líquido y con un gotero introduce pequeñas gotas del mismo líquido (según él) pero, como se dijo antes con diferente origen. Ante esto, el mago realiza gestos como preparándose para la explosión, pero eso no fue lo que sucedió, fue entonces cuando el mago comenzó una charla con un supuesto ser misterioso que los había salvado a todos de la explosión y para esto tuvo que forjar un límite entre un líquido y el otro, por eso se observaba, no un líquido solo, sino un líquido con pequeños globulitos.

**Truco N 3:** en la charla con este ser misterioso, el mago crea una supuesta pelea, donde el adivino le pide al ser que se vaya de la taza, ante la respuesta negativa, el mago opta por introducir un nuevo “ser superior” en la taza para que despoje al líquido del intruso. Este nuevo ser, era un nuevo líquido pero más viscoso. Ante esto, el mago simula la voz del intruso que dice que se ira pero que con él se llevará al líquido puesto con el gotero. Efectivamente...cuando Lautaro observó dentro de la taza, los glóbulos estaban “desapareciendo” y con esto se comenzaba a observar tan solo un líquido.

**Truco N 4:** aparentando “haberse desecho del intruso” Alquímico opta por comenzar una nueva experiencia. Para esto lleva a cabo una comunicación con los chicos del cumpleaños, a los que les pregunta qué ocurre cuando mamá está haciendo la comida y al agua hirviendo para los fideos le pone sal, ante esta pregunta, los niños más pequeños contestan que la sal “desaparece”. Luego de esto, el mago pone un líquido en un vaso que dice ser agua, y luego pone sal... ¡ah no! Grita el mago. ¡Así no puedo trabajar! ¡este intruso volvió y me arruinó nuevamente el truco!... El mago pasó mostrándoles a los chicos que lo predicho por ellos no ocurrió, ya que la sal no desapareció y tendió a agruparse, similar a lo ocurrido anteriormente con los “líquidos de distintos orígenes”

Luego de esto, Alquímico llevo a cabo una nueva “pelea con el intruso” y decidió dar por finalizado la presentación ya que el intruso se seguiría entrometiendo.

Para el asombro se Lautaro, no existieron hilos, cartas marcadas, imanes ni nada antes visto, pero igualmente no creyó que realmente existiera la magia, ni mucho menos seres misteriosos. Para intentar descubrir el origen de los acontecimientos sucedidos, Lautaro le preguntó a la mamá del niño que cumplía años si el mago le había dejado algún tipo de información, a lo que la mamá le contestó que en realidad no era mago sino que tenía estudios en química y que antes de comenzar le pidió una lista de elementos aunque en realidad no los había utilizado todos.

La lista de elementos pedidos fue:

- Vinagre de alcohol
- Agua
- Aceite de maíz
- Detergente
- Bicarbonato de sodio
- Sal de mesa
- Azúcar
- Glicerina
- Gaseosa
- Jugo de limón
- Bencina
- Acetona
- Povidona iodada

**Actividad:**

Ayuda a Lautaro a encontrar las lógicas de lo sucedido en cada truco, ten en cuenta que para desconcertar, Alquímico pudo haber mentido acerca de la identidad de la sustancia usada en cada caso.

Para esta actividad se les entregará a los estudiantes ubicados en grupos, todos los materiales detallados en la lista anterior. Y se les pedirá que propongan

secuencias alternativas para anticipar de qué manera piensan trabajar con los elementos para llegar a las mismas “reacciones” que el mago. Además se les pedirá que expliquen porque eligen realizar esas y no otras interacciones.

Los grupos de trabajo tendrán al alcance, las fórmulas moleculares y semidesarrolladas de las sustancias, como también así, una tabla con sus puntos de fusión, ebullición y densidad.

Luego se llevará a cabo una puesta en común, donde los estudiantes posiblemente se darán cuenta que los otros grupos llegaron a conclusiones similares pero a partir de distintas sustancias. Es en este momento, que el docente a cargo indagará con el fin de conducir el debate a las propiedades de las sustancias, haciendo especial hincapié en la solubilidad de estas.

---

### Trabajo realizado por la alumna Belén Becerra 4º año del Profesorado de Química.

Ale es la nueva asistente de laboratorio del cole. Su primer día de trabajo observo que el laboratorio se encontraba un tanto. . . desordenado, así pues , con toda la paciencia del mundo comenzó poco a poco a poner las cosas en orden.

Transcurrido medio día de trabajo, y habiendo ordenado y reacomodado todos los utensilios, se dirigió al último armario, al abrirlo hallo en él todos los productos para realizar las reacciones en el laboratorio, ya solo le quedaba ello. Limpió aquellos envases sucios, desecho los vacíos, cambio las etiquetas manchadas de otros . . . pero al llegar al final del armario encontró tres frascos sin rotular con importante cantidad de sustancia dentro y pensó . . . ¿Qué hago?¿los tiro a la basura?, miro el cesto de basura y se dijo –Va en contra de mis principios . . . <sup>1</sup>

- Te animas a ayudarla a plantear y analizar distintas hipótesis para identificar estas sustancias.

H1            H2            H3            H4    ...            ...

(El docente deberá tratar de guiar a través de preguntas disparadoras y de indagación a los/las adolescentes a que planteen hipótesis de selección de solventes

de recristalización, para la recristalización e identificación posterior de las sustancias incógnitas).

Y en base a ello preguntarles:

- ¿Qué les parece que deben tener en cuenta en el caso que elija la hipótesis N° X?
- ¿Qué necesito para llevar a cabo esto? ¿Se puede hacer en este laboratorio?
- ¿Por qué la asistente dice mirando el cesto de basura –Va en contra de mis principios . . .?

. <sup>1</sup> esto puede realizarse como un hecho real si la institución cuenta con laboratorio para que los/las adolescentes se involucren mas en la situación, (un poquito de actuación por parte del docente, una mentirita piadosa)

• **Resumen de la propuesta**

Este trabajo Práctico constaría de dos partes: primero se seleccionaran los solventes adecuados para la recristalización de las sustancias, provistas por el docente. Una vez seleccionado el solvente, para una de las sustancias que propongan los chicos, se realizará la recristalización de una cantidad significativa de la sustancia incógnita. Finalmente se identificara la sustancia tomando su punto de fusión y comparando el valor obtenido con los de tablas.



• **Parte A: Selección del solvente**

- ¿Qué debo tener en cuenta para disolver estos productos?
- ¿Qué características debería tener el disolvente que utilice? ¿Cuál de éstas me es útil para la elección de un solvente?
- ¿Con cuáles de ellos cuento en el laboratorio?

¿Qué necesito para llevar cabo esta experiencia?	
• Tubos de ensayo	• ¿Qué fue lo que a Ale la metió en este problema??
• Gradilla	Y entonces. . . ¿Qué más me falta?
• Vasos de precipitados	• Fibra indeleble para rotular
• Mechero	• Espátula
• Tela metálica	• Termómetro
• Trípode	
• Varilla de vidrio	
• <b>Tabla de valores de los solventes conocidos</b>	

- ¿Cómo estaría bien ordenar esta información de modo tal que no nos resulte confusa? Analizar todas las propuestas y elegir la más viable. Por ejemplo:



• DATOS		
TIPO DISOLVENTE	PUNTO DE EBULLICIÓN	QUÉ ES MUY, MUY IMPORTANTE QUE TENGA EN CUENTA PARA EL USO DE ...
AGUA	100° C	
ETANOL	78° C	Inflamable 
CLOROFORMO	61° C	Vapores Tóxicos 
TOLUENO	111° C	Inflamable 

- ¿Cuánto les parece que podría llegar a utilizar de cada uno de ellos si puedo ensayarlo en un tubo de ensayo?
- ¿De que va a depender que coloque tanto o cuanto de cada uno de ellos?

### • **Descripción de la Técnica**

¿Qué es lo primero que tengo que hacer antes de empezar con la experiencia?(¿Qué fue lo que a Ale la metió en este problema?)

1. Numerar o marcar con letras los tubos de ensayo.
2. Colocar una punta de espátula (aprox. 10 -20 mg) de la SUSTANCIA A incógnita, en un tubo de ensayo.
3. Agregar gota a gota (aprox. 1-2 ml) de solvente agitando con una varilla de virio.
  - ¿Por qué debo agregarlo gota a gota el solvente y además revolver?
  - ¿Qué paso con la sustancia? ¿se disolvió o no? ¿toda se disolvió? ¿o solo un poco de ella?
  - ¿Qué podrías hacer si ves que no se disuelve a temperatura ambiente? (sugerencia aumentar la temperatura teniendo en cuenta la primera tabla que se confeccionó).
  - ¿Cuál será la temperatura máxima a la cual podré calentarlos?¿Porqué?
4. Si no se disuelve totalmente, calentar a baño María a una temperatura cercana a el punto de ebullición del solvente (Mantener lejos de cualquier llama cuando se emplean solventes inflamables )

- ¿Se disolvió o no? ¿toda se disolvió? ¿o solo un poco de ella?
  - Bueno, entonces si trate de disolverlo a temperatura ambiente, y no lo logré, lo hice aumentando la temperatura, y no lo logré ¿Qué podría hacer ahora como último recurso?
5. En el caso que las sustancia no se disuelva en caliente, enfriar.
    - ¿Sucedio algo? ¿Qué?
  6. Observar si precipita, raspar con cuidado las paredes del tubo con la varilla de vidrio si es necesario.
    - ¿se disolvió o no? ¿toda se disolvió? ¿o solo un poco de ella?
  7. Para cada sustancia repetiremos los mismos pasos.
    - ¿Podrían dibujar una secuencia de lo que suponen ocurrió a nivel microscópico para cada sustancia?
  8. Organicemos la información.

SUSTANCIA	SITUACION	AGUA	TOLUENO	ETANOL	CLOROFORMO
A	• Temperatura Ambiente				
	• Temperatura Elevada				
	• Temperatura Frío				
	• Precipita al enfriar?				
B	• Temperatura Ambiente				
	• Temperatura Elevada				
	• Temperatura Frío				
	• Precipita al enfriar?				
C	• Temperatura Ambiente				
	• Temperatura Elevada				
	• Temperatura Frío				
	• Precipita al enfriar?				

• **Análisis de los resultados obtenidos y Conclusiones de la primera parte**

- ¿Cuál será el mejor solvente? ¿Por qué?
- ¿Puede saber de qué sustancias se trataba? ¿Para qué me sirven los datos que he obtenido?

- ¿Qué otras condiciones debe reunir? ¿Esta experiencia te sirve para comprobarla? ¿Por qué?

**Se tratará que los/las adolescentes con sus conocimientos puedan llegar a estas conclusiones:**

El mejor solvente será aquel que tenga las siguientes condiciones para la muestra

- Buena solubilidad en caliente.
- Baja solubilidad en frío.
- Facilidad de eliminación por lavado o evaporación.
- Formación de buenos cristales.

• **Parte B: Recristalización**

Ya seleccionado el solvente mas conveniente para cada muestra incógnita ¿Qué es lo que podemos hacer ahora? ¿Dado que aún no sabemos que tenemos en los frascos?. En este caso el docente les deberá comentar el proceso de cristalización, dado que si bien los /las adolescentes conocen los procedimiento de fraccionamiento y separación de fases, quizás pueda llevarles un tiempo recordarlo y entender la lógica del procedimiento para este caso en particular. Igualmente ellos podrán contestar a la siguiente pregunta:

¿Qué necesito para llevar cabo esta experiencia?	
• Tubos de ensayo	• Soporte metálico
• Gradilla	• Capilares para punto de fusión
• Vasos de precipitados	• Tablas de Puntos de Fusión
• Mechero	• Sustancia Incógnita a recristalizar
• Tela metálica	• Solvente Elegido
• Trípode	
• Varilla de vidrio	
• Embudo y Papel de Filtro	

• **Descripción de la Técnica**

1. En esta oportunidad determinaremos el punto de fusión (p.f) de la sustancia incógnita.
2. Colocar e un tubo de ensayos la sustancia a recristalizar.
  - ¿Para qué queremos recristalizarla? ¿Qué buscamos con esto?
  - ¿Por qué no la utilizo así como esta en el frasco?
3. Agregar 2 o 3 ml de solvente orgánico.

4. Agitar sumergido en un baño María unos grados por debajo del punto de ebullición del solvente, mezclando luego de cada agregado hasta lograr disolver toda la muestra en la menor cantidad de solvente posible.

- Recuerdan ¿por qué debo calentarlo por debajo del punto de ebullición del solvente?

5. Enfriar y filtrar, lavar el filtrado con una pequeña cantidad del solvente en frío.

- ¿Para que me sirve filtrarlo?

- ¿Y lavarlo con el solvente en frío?

6. Secar unos mg de sustancia para tomar el p.f

- Recuerdan como comprobábamos el p.f de una sustancia.

7. Comparar con el valor inicial.

- ¿Qué logro con compararlo?

8. Repetir la recrystalización hasta obtener el p.f constante después de dos recrystalizaciones sucesivas.

- ¿Para que me sirve repetir este proceso????

9. Comparar el p.f con el de las tablas para establecer cual es la sustancia incógnita.

- ***Presentación de los resultados***

- Punto de Fusión Inicial:

- Punto de Fusión Primera Recrystalización:

- Punto de Fusión Segunda Recrystalización:

- Sustancia Incognita:

- Punto de Fusión de Tablas:

- ***Conocimientos previos que los/las adolescente tienen que haber trabajado.***

- Métodos de Fraccionamiento y separación de fases y práctica de laboratorio de ellas.

- Punto de Fusión y Ebullición de distintas sustancias y práctica de laboratorio de ellos.

- Solubilidad y saturación de soluciones y práctica de laboratorio de ellas.

- Desvío Standard.

- Plantear Hipótesis.

→ Haber trabajado ya en el laboratorio.

• ***Temas que se podrían disparar de esta experiencia:***

→ Porcentaje de Purificación de la muestra.

→ Métodos de Filtración.

→ Desvío Standard.

→ Etc.

• ***Esta práctica de laboratorio esta dirigida a un curso de química nivel ESS.***

***La adecuación de las preguntas que fueron surgiendo, dependerán del nivel de los mismos.***

## Capítulo 3

### Propuestas didácticas que nos acercan a los problemas abiertos

#### Detectives Químicos: el caso del dulce envenenado<sup>4</sup>.

(Trabajo práctico presentado para 4º año del profesorado en la materia Química y su Enseñanza, a cargo de la Prof. Alicia Seferian, donde se focaliza luego de profundizar los temas teóricos, en cuestiones didácticas referidas a su apropiación al aula)

#### Experimentación y discusión

*En una noche de tormenta, el Dr. Watson (W.) y conversaba con Sherlock Holmes (H.), cuando de repente golpearon insistentemente la puerta. Cuando abrieron se encontraron con un muchacho de 18 años desesperado quién relató que su padrastro lanzaba terribles gritos de dolor y el no tenía idea qué sucedía. Les comentó además que quizás ellos podrían saber la causa de este malestar en el estómago que se fue incrementando con el correr de la semana y en estos momentos era insoportable.*

*W y H se acercaron a la casa del señor Woole e ingresaron a la cocina donde aún quedaban rastros de la cena.*

*H, retiró un plato de grosellas de color verde y las llevó para analizar.*



a) diluyó el color verde de las grosellas y agregó amoníaco.  
RESULTADO: coloración azul.

b) Otra porción del jugo lo acidificó con  $H_2SO_4$ , le agregó alcohol etílico y

<sup>4</sup> Adaptación de artículo de: Waddell, T y Ryblot, T. (1991) The chemical adventures of Sherlock Holmes, a Christmas Story. *Journal of Chemical Education*, 68 N° 12 p. 1023-1024.

calentó.

RESULTADO: aroma a frutas.

- c) Introdujo dentro del tarro de grosellas, una cuchara de acero inoxidable.  
RESULTADO: quedó con una coloración similar a la del bronce.

¿Cuál es nuestra tarea?

Te pedimos que a partir de la información obtenida, recrees los ensayos químicos realizados con la muestra que te entregará el profesor, anotes toda la información extra necesaria y deduzcas qué veneno estaba matando al señor Wooley.

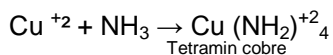
Intenta escribir las ecuaciones representativas de los ensayos de los ítems a, b y c que surgen de las interpretaciones de las reacciones que se produjeron.

**Ahora, su apropiación al aula.**

- 1) *¿Qué tipo de reacciones químicas se presentan aquí?*
- 2) *¿Qué conocimientos mínimos debería tener el alumno y cuáles podría adquirir a partir de la recreación con el correspondiente andamiaje docente?*
- 3) *¿Qué precauciones serían necesario indicar a los alumnos?*
- 4) *¿Qué información pueden buscar los alumnos en internet sobre el tema?*
- 5) *Realiza modificaciones o bien agrega aquello que consideres necesario para que esta pequeña investigación se trabaje en la ESS con orientación en Ciencias Naturales.*
- 6) *¿Qué tipo de reacciones químicas se presentan aquí?*

Consideraciones y propuestas de las alumnas: Andrea Pallo, Roxana Santos y Yéssica Serrano del 4º año del profesorado de Química.

### **Ecuaciones de los ensayos**



Observaciones: Por la coloración azul intenso que se observa al añadir amoníaco, puede asociarse con la presencia de algún metal de transición, ya que muchos de sus compuestos son coloridos. Un ejemplo de este tipo de compuesto es una sal denominada vitriolo azul.

El cobre como ion metálico actúa como ácido de Lewis y forma enlaces covalentes con distintas moléculas o iones que se comportan como bases de Lewis (donadores de pares electrónicos).

Los compuestos metálicos de este tipo, se denominan compuestos de coordinación. Los elementos de transición forman con facilidad compuestos de este tipo.

Observaciones: El ácido de la fruta es acidificado con  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , se agrega alcohol etílico, dando como resultado un éster.

En este ensayo se percibe, al calentar, un aroma a frutas, característico de los ésteres.

c-



Observaciones: En este ensayo se colocó una cuchara de acero inoxidable en el dulce, luego se extrajo la cuchara, la cual presentó una coloración similar a la del bronce en su superficie.

La cuchara de acero inoxidable se oxidó.

El Fe posee menor potencial de reducción que el cobre, por lo tanto es el Fe el que se oxida.

## **Apropiación en el aula**

1- Tipos de reacciones:

Ensayo N° 1: ácido-base de Lewis.

Ensayo N° 2: sustitución.

Ensayo N° 3: Redox.

2- Los *conocimientos mínimos* que el alumno debería tener son: teorías ácido-base, en este caso de Lewis, reacciones redox, compuestos orgánicos, etc.

El alumno podría adquirir conocimientos acerca de los compuestos de coordinación y su utilización en la industria del vidrio, e introducirlos en temas relacionados a los complejos, agentes quelante como el EDTA, usos y aplicaciones.

3- Las precauciones a indicar serían: la manipulación cuidadosa de los elementos de laboratorio, atarse el cabello y arremangarse los puños de la ropa, ya que se trabaja con el mechero, no aspirar vapores que puedan desprenderse cuando se produce una reacción y que pueden ser perjudiciales para la salud, como es el caso de la utilización del amoníaco. Sería conveniente realizar una investigación acerca de los riesgos que implica trabajar con determinadas sustancias. No llevarse las manos a la boca o la nariz, no correr o jugar en el laboratorio e inclinar los tubos de ensayo cuando se los somete a la acción del calor o cuando se mezclan sustancias.

4- Se puede proponer a los alumnos que busquen información en relación a la utilización de agentes secuestradores, uso, aplicación y función en la industria.

Una actividad sencilla a realizar sería trabajar con envases o cajas de cremas cosméticas, material de fácil obtención.

En la mayoría de las cremas cosméticas, se utiliza el EDTA como agente quelante o secuestrador, ya que secuestra iones metálicos que pueden alterar la estabilidad y/o apariencia de los productos cosméticos.

5-

**El veneno que se encontraba en el dulce.**



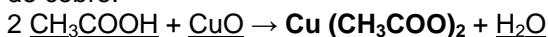
El acetato de cobre.

El **cardenillo** o **verdín**, también conocido como **verdigrís**, es una pátina venenosa de color verdoso o azulado que se forma sobre superficies de cobre o de alguna de sus aleaciones, como bronce o latón. Esta pátina suele ser una mezcla de acetatos de cobre, principalmente acetato de cobre (II),  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , con óxidos e hidróxidos de cobre.

Otras pátinas similares que también son llamadas en ocasiones *cardenillos* corresponden a carbonatos, mayoritariamente carbonato de cobre (II), también conocido como *carbonato básico de cobre*.

**Propiedades químicas** : El acetato de cobre (II) en las pátinas habitualmente es el producto de la acción del ácido acético sobre cobre, latón o bronce, especialmente sobre óxidos de cobre que aparecen por la corrosión de la superficie. El cobre, en presencia de luz y aire, puede oxidarse formando un óxido de cobre (II), estable y de color marrón.

El acetato de cobre (II) es soluble en alcohol y agua, y ligeramente soluble en éter y glicerol. Se derrite a 115 °C y se evapora a 240 °C. Puede ser preparado por reacción entre óxido de cobre(II),  $\text{CuO}$ , o carbonato de cobre (II),  $\text{CuCO}_3$ , con ácido acético,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  y con óxidos de cobre.

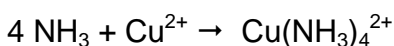


Integrantes: Pallo, Andrea  
Santos, Roxana  
Serrano, Jessica

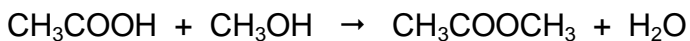
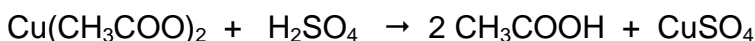
---

Respuestas y consideraciones de la alumna Belén Becerra del 4º año del profesorado de Química.

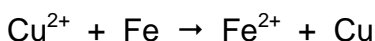
- a. La reacción **a** corresponde a la formación del complejo Tetramin-cobre (II)



- b. La reacción **b** es una esterificación:



- c. En el análisis **c** se lleva a cabo una reacción de óxido-reducción



**2) ¿Qué conocimientos mínimos debería tener el alumno y cuáles podría adquirir a partir de la recreación con el correspondiente andamiaje docente?**

## **Ideas Básicas**

- a. Reacciones de óxido-reducción.
- b. Formación de Complejos.
- c. Compuestos orgánicos: alcoholes, éteres, ácidos carboxílicos, ésteres.
- d. Manejo de los materiales de laboratorio.

## **Conocimientos nuevos**

- × Reacciones de esterificación: ecuación, condiciones necesarias para que se lleve a cabo este tipo de reacciones
- × Cambios energéticos en las reacciones químicas. Termoquímica. Entalpía.

### **3) ¿Qué precauciones serían necesario indicar a los alumnos?**

Para poder llevar adelante esta experiencia e necesario aclarar a los alumnos que la reacción entre la muestra, el alcohol etílico y el ácido sulfúrico es exotérmica, por lo que es conveniente realizarla en un vaso de precipitado. Además, debido a que durante la reacción, parte de los reactivos y/o productos pueden saltar fuera del recipiente, es necesario que tanto los que está observando como el que está realizando la experiencia mantengan una distancia prudente.

### **4) ¿Qué información pueden buscar los alumnos en Internet sobre el tema?**

- × Propiedades químicas del acetato de cobre
- × Efectos sobre el organismo (sistema/s y órganos afectados, síntomas, cura)
- × Averiguar para qué se utilizaba el acetato de cobre o 'cardenillo' antiguamente y explicar cómo llegó el veneno a las grosellas.
- × Utilidades actuales
- × ¿Por qué si la cuchara es de acero inoxidable, se oxida?

### **5) Realiza modificaciones o bien agrega aquello que consideres necesario para que ESTA pequeña investigación se trabaje en un Polimodal de Ciencias Naturales.**

Las modificaciones están en *celeste*

a) Diluyó el color verde de las grosellas y agregó amoníaco.

**RESULTADO:** coloración azul.

b) Otra porción del jugo lo acidificó con  $H_2SO_4$ , le agregó alcohol etílico y calentó.

**RESULTADO:** aroma a frutas.

c) Introdujo dentro del tarro de grosellas, una cuchara de acero inoxidable.

**RESULTADO:** quedó con una coloración similar a la del bronce.

*Es probable que con el análisis b, los alumnos reconozcan la formación de un ester, pero que no lleguen a determinar de cuál se trata.*

*Por eso, una vez que ellos llegaran a la conclusión de que se forma un ester, les propondría, de forma oral, el siguiente ensayo:*

*d. Tomar una porción de muestra sin tratar, agregar  $H_2SO_4$  concentrado. (Al formarse al ácido acético se desprende olor a vinagre).*

**¿Cuál es nuestra tarea?**

**Te pedimos que a partir de la información obtenida, recrees los ensayos químicos realizados con la muestra que te entregará el profesor, anotes toda la información extra necesaria y deduzcas qué veneno estaba matando al señor Wooley.**

**Intenta escribir las ecuaciones representativas de los ensayos de los ítems a, b, c y d que surgen de las interpretaciones de las reacciones que se produjeron.**

*¿Cuál crees que es el veneno presente en las grosellas? Explica con tus palabras - y con ayuda de las ecuaciones planteadas cómo llegaste a esta conclusión.*

## **Bibliografía**

× Dirección Gral. de Cultura y Educación – Gobierno de la Provincia de Buenos Aires (2003). 'Diseño Curricular del Nivel Polimodal'

× <http://www.inoxidable.com/corrosion.htm>

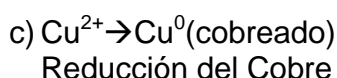
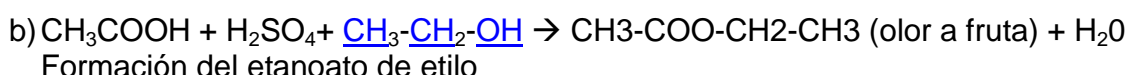
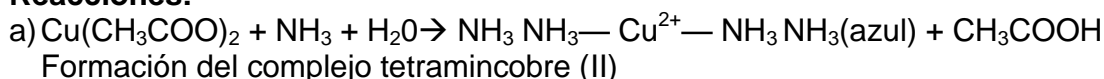
× <http://www.gorgas.gob.pa/museoafc/loscriminales/criminologia/colico%20en%20madrid.html>

---

Respuestas y consideraciones del alumno Víctor Domínguez del 4º año del profesorado de Química.

## DETECTIVES QUÍMICOS

### Reacciones:



1. Las reacciones que se presentan son: Formación de complejos, Esterificación y Redox.
2. Conocimientos necesarios para resolver este problema son:
  - a. Sobre formación de complejos o sobre tamaño atómico y color de iones, para luego comprender la reacción con andamiaje docente.
  - b. Sobre el olor característico de los ésteres y sobre la reacción de esterificación.
  - c. Sobre las reacciones de óxido-reducción y la composición química del acero.
3. Las precauciones tienen que ver con el cuidado de la muestra (contaminación y derroche) y con cuidados de seguridad en el manejo del ácido sulfúrico (tóxico) y del acetato de cobre (venenoso).
4. Podría buscar información sobre otros complejos químicos. Por ejemplo sobre el EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) y su importancia en la actualidad (importancia biomédica, tratamiento de aguas, uso como aditivo en alimentos, etc.)

En el caso de los ésteres puede buscarse sobre los “ésteres de colesterol” (importancia biológica) o sobre “el proceso de esterificación de aceites en la producción de biodiesel” (importancia social) que es una actividad industrial que está surgiendo en nuestra localidad<sup>5</sup>

Por otro lado podría buscarse información sobre el uso que le ha dado el hombre al acetato de cobre, los efectos que genera como veneno<sup>6</sup>, y sobre el carbonato de cobre (con el cual puede confundirse).

---

<sup>5</sup> <http://www.sanfernando.gov.ar/noticias.asp?idnoticia=511>

<sup>6</sup> [http://www.arvicr.com/PDF/REACTIVOS%20QUIMICOS%20PARA%20LABORATORIO%20\(ACIDOS%20Y%20SALES\)/HOJAS%20DE%20SEGURIDAD/ACETATO%20DE%20COBRE.pdf](http://www.arvicr.com/PDF/REACTIVOS%20QUIMICOS%20PARA%20LABORATORIO%20(ACIDOS%20Y%20SALES)/HOJAS%20DE%20SEGURIDAD/ACETATO%20DE%20COBRE.pdf)

5. En primer lugar quitaría la referencia que hace la tercera reacción al acero "inoxidable" ya que puede generar confusión innecesaria ya que en la Redox el  $\text{Fe}^0$  es el que se oxida.

En segundo lugar podría darle una lista de venenos posibles ya que los alumnos no tendrían porque saber que el Acetato de Cu es venenoso.

Lo trabajaría con un grupo en el que hayamos visto formación de complejos de coordinación y con el cual queramos sintetizar los temas vistos.

## Capítulo 4

### Interacciones moleculares y equilibrio químico a partir de indagación guiada.

(Trabajo práctico presentado para 4º año del profesorado en la materia Química y su Enseñanza, a cargo de la Prof. Alicia Seferian, donde se focaliza luego de profundizar los temas teóricos, en cuestiones didácticas referidas a su apropiación al aula)

A continuación se presenta a modo de ejemplo, una secuencia didáctica sobre un tema que en general presenta dificultades si no se ha interpretado adecuadamente.

Se presenta una situación conocida que tiene que ver con reconocimiento de  $\text{CO}_2$  en agua mediante el viraje de *azul de bromotimol* y se analiza dicha situación a partir de cuestionamientos relacionados con interacciones moleculares y por otra parte, la causa de la variación del pH.

### Posible Secuencia didáctica Para iniciar el tema hidrólisis de ácidos fuertes y débiles a partir del $\text{CO}_2$ . Nivel ESS 2º año Naturales.

**Estrategia didáctica empleada:** indagación guiada a partir de un experimento sencillo.

#### Conocimientos previos:

uniones químicas.

Nociones de ecuaciones químicas.

Noción de pH.

**Objetivo:** el tema secuenciado mediante indagación guiada permite al alumno comprender como posibles reacciones de especies químicas en solución acuosa y diferenciar interacciones moleculares con reacciones químicas

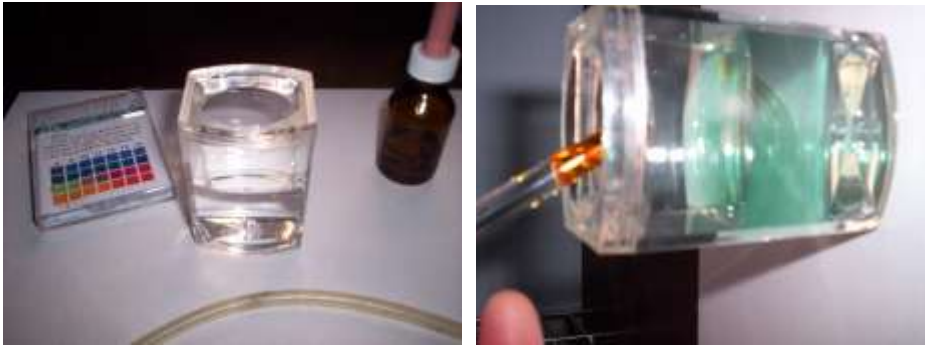
Desarrollo del tema a partir de un experimento mediante **indagación guiada:**

Secuencia de posibles preguntas para orientar a los alumnos

- ¿Cuál es el pH del agua destilada?
- ¿Qué piensas que sucederá si soplas con un sorbete en el agua destilada?
- ¿Qué sustancia se incorporará al agua?
- ¿Se producirá una reacción química o una interacción molecular?

Se agrega agua destilada a un vaso transparente y unas gotas de azul de bromotimol hasta observar una coloración azul verdosa<sup>7</sup>.

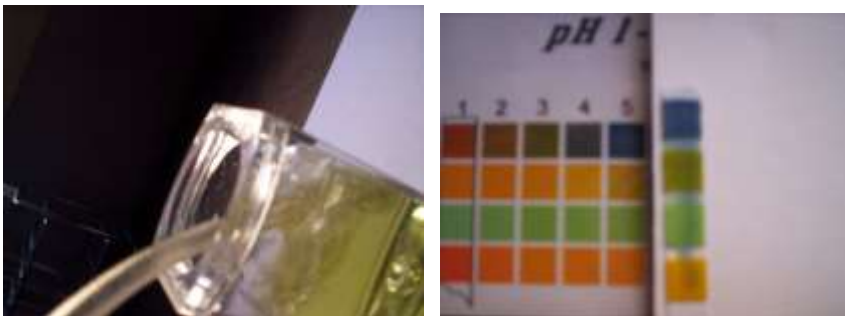
<sup>7</sup> Indicador que vira al amarillo con pH menor que 7.



Al soplar uno de los alumnos durante unos instantes con el sorbete en el agua con indicador, la solución se torna de color amarillo.

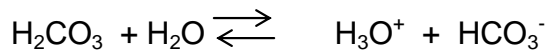


pH LUEGO DE SOPLAR

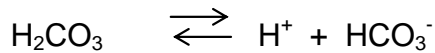


- ¿Qué observas?
- ¿Cuál es ahora el pH del agua?
- ¿Qué especie química habrá variado el pH? ¿Un ión o una molécula? Explica.
- Dicha especie química: ¿Pudo generarse mediante interacciones moleculares o por medio de un cambio químico?
- Escribe la ecuación que representa la combinación del  $\text{CO}_2$  con el  $\text{H}_2\text{O}$ .
- ¿Puedes relacionar dicha ecuación con el experimento?

- ¿Te permite ello explicar el por qué del cambio del valor del pH?
- Explica qué representa la siguiente ecuación y qué relación tiene con la ecuación que escribiste :



Que se puede resumir como:



### Resumiendo...

- ¿Se ha producido una interacción molecular o una reacción química?
- ¿Qué especies químicas coexisten o están presentes a la vez en la solución?
- ¿Qué especie química hace virar al indicador hacia el color amarillo?
- El  $\text{CO}_2$ , no es muy soluble en agua. Dicha sustancia no es polar. ¿Puede disolverse por medio de algún tipo de interacción molecular? Explica con tus palabras.
- Si el  $\text{CO}_2$  se puede disolver mediante alguna interacción molecular, puede también reaccionar con el agua?. ¿Cómo explicas esto?
- Resulta interesante realizar una puesta en común y desarrollar una red conceptual a modo de cierre integrador.



## Capítulo 5

### Historia de la Química que no se encuentra en los libros de texto de la escuela secundaria

Los trabajos que se presentan a continuación se realizaron a partir del siguiente material entregado en la asignatura Química y su Enseñanza.

A partir de los siguientes párrafos extraídos de un texto de historia de la química<sup>8</sup>, realiza un breve análisis de los mismos comparándolos con aquello que se presenta en los textos para los alumnos del nivel secundario y sugiere alguna actividad que consideres pertinente a partir de este material justificando la causa.

#### Párrafos extraídos del texto:

“La Química que no se encuentra en los libros de texto”.

Es necesario descentrarnos de los libros de texto tradicionales y repensar la enseñanza de la química desde diversas perspectivas -como fue en el inicio de la disciplina- que nos permita a su vez desarrollar la capacidad creadora tan necesaria para producir clases novedosas que de este modo se ve limitada.

Así se pensaba en 1800, sin considerar siquiera la existencia del átomo, sino relaciones ponderales entre cuerpos simples y compuestos.

#### **Teoría electroquímica de combinación de Berzelius de 1810 sobre la base de experimentos de electrólisis.**

*A partir de esta teoría, se adiciona la electricidad al estudio de la química mineral. Se define una sal, entonces, como la unión de dos cuerpos, simples o compuestos, de carga eléctrica opuesta. Las sales son a partir de este momento, el tema preferido de los profesores de química...*

- Primero, los compuestos de primer orden, formados directamente por la unión de dos cuerpos simples. Así, la combinación de oxígeno con un metal o un no metal, forma óxidos ácidos o básicos;

---

<sup>8</sup> BENSUADE, B. Et al (1997) Historia de la Química. Salamanca. Addison Westley / Universidad Autónoma de Madrid

- Los compuestos de segundo orden , que resultan de la unión de un óxido básico y un óxido ácido, forman una sal neutra;
- Los compuestos de tercer orden, la sal doble que resulta de una combinación de dos sales neutras;
- Finalmente, los compuestos de cuarto orden formados por adición de agua a una sal doble.

1860, simultáneamente se habla de cuerpo simple, equivalente electroquímico, moléculas, peso equivalente y átomos sin establecer relaciones y con un significado bastante diferente al que conocemos en la actualidad...

Artículo leído por Mendeleiev en el congreso de Karlsruhe, (Rusia) en 1860 al cual llegan 150 químicos para discutir la notación atómica, debido a los serios problemas que presenta la diversidad de propuestas antagónicas y confusas de ese entonces.

Mendeleiev, expresa:”Del mismo modo que hasta Laurent y Gerhardt se emplearon indistintamente las palabras *molécula*, *equivalente*, *átomo*, hoy se difunden, a menudo, las expresiones de *cuerpo simple* y *elemento*. Cada una de ellas tiene sin embargo, un significado claramente distinto que es importante precisar para evitar confusiones en los términos de la filosofía química. Un *cuerpo simple* es cualquier cosa material, metal o metaloide, dotada de propiedades físicas y químicas. A la expresión *cuerpo simple*, le corresponde la idea de molécula(...). Por el contrario, es necesario reservar el nombre de *elementos*, para caracterizar las partículas materiales que forman los cuerpos simples y compuestos y que determinan la manera en que éstos se comportan desde el punto de vista de la física y la química. La palabra *elemento* requiere la idea de *átomo*”.

Recordemos que esta distinción, en estos momentos, ni siquiera se había considerado y por esta cuestión, no podía cerrar la Teoría de Avogadro.

*Mendeleiev no conocía el electrón, sino hacia finales de su vida cuando intenta dar una explicación sumamente particular a la radioactividad: “torbellinos de éter, alrededor de los átomos más pesados”.*

*Clasifica al éter como un elemento y lo ubica en la columna de gases raros.*

**“La química crea su objeto. Esta facultad creadora, semejante a la del arte la distingue claramente de las Ciencias Naturales e históricas”. Berthelot, 1870.**

**La síntesis de la urea NO destierra la fuerza vital sino que la refuerza...**

***Muy por el contrario de lo imaginado, la síntesis de la urea, producto natural excretado por ciertos seres vivos y obtenida en forma artificial por Wölher en 1828, ya que por ejemplo Berzelius consideraba que no se había logrado obtener a partir de los elementos originarios sino que se había logrado por oxidación de un cianuro obtenido a su vez a partir de cuernos y pezuñas de animales. Bernard, en 1865, remarca la diferencia entre lo inerte y lo vivo resaltando que la síntesis no puede imitar los procedimientos que suceden en los seres vivos.***

***Sin embargo, aquello que realmente interesa en este momento a Liebig y Berzelius tiene que ver con diferente disposición de los átomos e igual fórmula: inicios de la isomería.***

***¿Cuándo consideran los químicos que las moléculas se ubican en el espacio?,(los cristalógrafos analizaban estas situaciones pero eran grupos diferentes como los drogueros o los artesanos cuya formación y otra lógica).***

***Esto sucede en 1874, cuando Kekulé formula la hipótesis de que las cuatro valencias del carbono se sitúan en el vértice de un***

*tetraedro regular cuyo carbono se sitúa en el centro. Esta situación permite relacionar la geometría molecular con el plano de rotación de la luz polarizada.*

**Sobre la Síntesis: “PARTIDA DE AJEDREZ CON LA NATURALEZA” Hoffmann premio Nóbel de Química, 1981.**

Copia textual: pág 132, Bensaude, (1997) Historia de la Química.

*El cumplimiento del programa de síntesis de los derivados previstos según las representaciones teóricas exige, de hecho, mucho más que el sencillo esquema o la fórmula estructural. Una vez determinado el proyecto o la idea de una molécula comienza una peligrosa aventura, evocada por Roald Hoffmann, premio Nóbel de química. Hoffmann explica que la fabricación de una u otra molécula es un trabajo que requiere una verdadera estrategia, que él compara con una partida de ajedrez con la naturaleza. La característica esencial de la partida que el químico juega, consiste en que debe operar sobre la materia por delegación, por moléculas interpuestas que trabajan dentro de un frasco. Hay que pilotar su acción, dirigirla a un punto preciso de la estructura molecular: romper un enlace aquí, formar otro por allá. Esto requiere tanteos y astucias, pues cada vez que interviene un actor, un reactivo, este tiene tendencia a operar de manera indiscriminada por todas partes. Por ejemplo, si hay que añadir un átomo de bromo o de cloro o romper por oxidación un enlace doble, este lo hace en todos los puntos donde esta operación es posible. Así pues, hay que arreglárselas para limitar su acción trazar un camino y dirigir la reacción en función de los*

*reactivos disponibles. Igualmente, hay que calcular el orden de intervención de los diferentes reactivos-actores, marcar etapas, crear intermediarios con grupos protectores, una especie de andamio levantado para sostener ciertas piezas de la estructura mientras se trabaja en otras. Todo un arte en el que se conjugan delegación (se hace intervenir un reactivo) y manipulación (se obtiene lo que se desea donde y cuando se desea).*

*Además para controlar lo que sucede en la síntesis hay que jugar con las condiciones de reacción. Modificar la temperatura, el pH, el tiempo de mezcla. Aquí todavía se procede puntualmente. Sin olvidar examinar en cada etapa los productos intermedios obtenidos para asegurar su composición: disolver, cristalizar, estudiar los espectros, en resumen, movilizar toda una artillería analítica para asegurar el control en cada etapa. Es decir, cada etapa intermedia debe prepararse, meditarse en cuidado antes de aplicarla en el conjunto del proceso. Hoy, estas estrategias pasan por la simulación en ordenador, pero esto no cambia en lo fundamental la naturaleza del juego. El químico avanza sus peones sobre el tablero para obtener el resultado previsto. Jaque mate. Ahora podemos apreciar el contraste entre la química y el análisis. En el sistema lavoisieriano el control de la reacción se efectuaba sobre los productos iniciales y finales gracias a la balanza. En la síntesis, el control de los productos sigue siendo importante, pero hay que controlar el proceso. A esta actividad de tipo contable, o judicial, se añade ahora, el arte de las astucias o la intervención de los nuevos procedimientos. Igual que el físico matemático, para integrar una ecuación nueva, debe tener en su*

*cabeza, el cuadro de todas las operaciones integradas. El químico, para encontrar un procedimiento elegante, debe conocer todos los procesos ya dominados, todos los reactivos que están a su disposición. Cada reactivo y a menudo, cada catalizador que permite que una molécula adquiriera el estatuto de reactivo, define una posibilidad de paso y también un objetivo intermedio: crear la molécula sobre la que puede actuar ese reactivo y con la que se puede contar, una etapa más que se puede franquear para crear el procedimiento de la reacción. Por ese motivo, la elaboración de un nuevo reactivo, específico constituye un acontecimiento tan importante en la química sintética que merece un premio Nobel, como el concedido a Víctor Grignard en 1912 por lo que hoy se denomina una reacción de Grignard o simplemente “un Grignard”.*

*Los manuales de química orgánica presentan los procedimientos de creación clásicos. Pero sobre el estudiante, sobre el investigador, recae la tarea de domesticar la fauna de los actores posibles y crear las situaciones que necesitan para llevar a cabo su opción. A ellos les corresponde crear una historia más o menos original en el espacio de lo posible, de las vías de transformación realizables. Así descrita, la fabricación de moléculas es un acto de creación que moviliza todas las facultades: razonamiento, intuición, gusto estético. Es una práctica difícil que requiere madurez, larga experiencia, obstinación, dinero. En resumen, un arte, una cultura, una pasión.*

## **Trabajo realizado por la alumna Mariana Argence de 4º año del Profesorado de Química**

- Párrafo extraído del texto: BENSUADE, B Et al (1997) Historia de la Química. Salamanca. Addison Westley /Universidad Autónoma de Madrid. **Texto A.**
- Libro utilizado para la comparación: QUIMICA, Educación Secundaria Superior-Polimodal, Editorial Tinta Fresca, Marzo de 2007. **Texto B.**

En una primera aproximación al libro B y en comparación con el texto A encontramos una estrecha relación entre lo que ambos consideran química desde el punto de vista de la contextualización que podemos hacer sobre la lógica que mueve la disciplina, B utiliza como propone A la capacidad creadora a l momento de desarrollar un tema dado que lo inicia con un breve relato de un suceso que involucra la temática a tocar mas adentrados en tema y propone un desarrollo y soluciones al mismo que necesariamente se resuelven con la aplicación de conceptos que se expondrán posteriormente. La Historia de la Química tiene un lugar especial en el desarrollo del libro ya que desde allí es que realiza el desarrollo lógico que lleva a comprender la teoría actual, haciendo hincapié en lo errores cometidos y como a partir de ellos la ciencia utiliza la multiperspectiva y la creatividad para resolver los distintos enigmas de la naturaleza.

Para el desarrollo puntual de la formación de sales y otros compuestos a diferencia del texto A, B comienza desde la clasificación periódica de los elementos y sus propiedades, hace hincapié en configuración electrónica, radio atómico, energía de ionización para poder comprender la razón de las uniones químicas que posteriormente se dan. Posteriormente presenta la teoría del octeto y presenta los distintos modelos esquemáticos para la formación de sales, de modo tal que los adolescentes puedan tener un modelo mental de lo que propone aprender el capítulo. Todas estas temáticas las propone desde el relato del caso del lago Nyos, de donde a partir de una serie de pistas se lleva a los adolescentes al tema de interés. Realiza además un relato histórico para comprender la tabla periódica actual desde la perspectiva de Mendeleiev hasta la actualidad, proponiendo actividades evaluatorias que vayan informando de la comprensión o no del tema. El desarrollo histórico presente en cada temática muestra claramente como la química fue creando su objeto.

*ACTIVIDAD PROPUESTA: Para trabajar Uniones Químicas.*

Podemos comenzar por compartir que idea tienen ellos sobre como se forma un compuesto, que puede llevar que dos elementos o sustancias se atraigan para finalmente obtener por su combinación un nuevo compuesto. Los adolescentes dejarían anotado en sus apuntes sus hipótesis sobre el tema que retomarían luego de realizado el desarrollo de los contenidos en

clase trabajados a fin de corroborar sus hipótesis con el sustento científico escolar. Posteriormente de la introducción en el tema se les darían una serie de elementos y se les solicitaría que predigan que sucederá a fin de corroborar la comprensión de lo trabajado conceptualmente, tratando de explicar, ahora si con un sustento mas teórico que sucedió en cada caso. Finalmente retomaríamos sus hipótesis anteriores sobre la formación de compuestos y replantaríamos grupalmente una hipótesis que sustente el porque los compuestos se combinan dando lugar a otros compuestos. Luego podríamos para finalizar y corroborarlo, analizar la cantidad de elementos que figuran en la tabla periódica y comparar esa cantidad con los que ellos conocen, a fin de deducir que solo por la combinación de ellos podemos llegar a contemplar todos los que conocemos en la cotidianidad de nuestras vidas.

- Extracto del texto: “La síntesis de urea NO destierra la fuerza vital sino que la refuerza. . . **Texto A.**
- Libro utilizado para la comparación: QUIMICA, Educación Secundaria Superior-Polimodal, Editorial Tinta Fresca, Marzo de 2007. **Texto B.**

El texto B, si bien no realiza a fondo el desarrollo de orbitales moleculares, comienza con las primeras ideas sobre el mismo en el capítulo donde se estudia el desarrollo de las propiedades de la tabla periódica (electronegatividad, polaridad de los enlaces), posteriormente retoma hacia el final del mismo y desarrolla GE, TREPEV desde el modelo de Lewis, busca constantemente generar los modelos mentales que esta teorías proponen para una mejor comprensión del tema. Finalmente y cerrando el tema sugiere, a modo evaluatorio predecir el tipo de geometría, ángulo de enlace y esquematización de una serie de compuestos. Expresa la importancia de compartir en grupos de discusión la diversas temáticas y comparación de resultados a fin de realizar una sociabilización sobre el tema y darle una multiperspectiva de análisis. El planteamiento de las transformaciones y cálculos químicos lo realiza dos capítulos después luego de ver compuestos orgánicos y biomoléculas, abre la unidad con una serie de preguntas disparadoras y la generación a partir de estas del conflicto cognitivo, posteriormente y como en capítulos anteriores propone adentrarnos en el tema desde la contextualización histórica a partir de una problemática en este caso la sangre de San Genaro. Propone partiendo desde la historia, la ley de conservación de la masa, cálculos estequiométricos, el concepto de mol, la sustancia como magnitud y la constante de Avogadro. En todos los casos desde la aparición de inconvenientes para los actores de dichos procesos, como fueron resolviendo en su tiempo o posteriormente los enigmas que les planteaba la química. El texto A corresponde a una etapa de la química netamente



observacional donde los ajustes para resolver los enigmas que propone son creaciones mentales de cómo debería ocurrir para explicarse lo observado.

**ACTIVIDAD PROPUESTA: Para trabajar reacciones de oxidación.**

Susanita es una chef recién recibida que debe sorprender con la presentación visual de sus delicias al dueño del restaurant que la esta por contratar. El dueño le solicita le prepare entrada, plato principal y postre como examen de admisión, contenta y confiada ella puede elegir qué preparar en las dos primeras consignas, pero como el dueño es un desquiciado fanático de la ensalada de frutas le pone como consigna que el postre debe ser una fabulosa ensalada de frutas frescas, lo cual será lo que pese en la balanza a la hora de contratarla efectiva.

Como toda buen chef Susanita prepara con anticipación todos los materiales para sus manjares, preelabora todo los menús pica la cebolla, condimenta la carne, se corta un dedo (son los nervios), corta el tomate, condimenta la rúcula, corta en juliana todas las frutas, naranjas, manzanas, bananas, ciruelas, duraznos, ananás, peras; todo marcha sobre carriles. . . pero Oh! Sorpresa!, al momento de presentar la ensalada de frutas, se da cuenta que manzanas, bananas y peras han perdido su color original su sabor no ha variado pero estéticamente son horribles! Mon Dieu! ¿Cómo podemos ayudar a Susanita? ¿Podría ella haber evitado esta situación? ¿Qué hubiese tenido que hacer para que esto no ocurra? ¿Puede revertirla? Propone una solución para salvar la presentación del plato que determinara si consigue o no el empleo.

- Extracto del texto: “PARTIDA DE AJEDREZ CON LA NATURALEZA “, Hoffmann premio Nobel en Química 1981. **Texto A**
- Libro utilizado para la comparación: QUIMICA, Educación Secundaria Superior-Polimodal, Editorial Tinta Fresca, Marzo de 2007. **Texto B.**

El Texto A nos muestra definitivamente un cambio conceptual a la hora de definir la química y trabajar con ella, muestra un hombre que por sus conocimientos tiene la capacidad de dominarla ( y si no puede al menos lo intenta) donde juega un rol importante la predicción a priori de la puesta en marcha de la experiencia. Como comparación en épocas remotas (alquimia) es considerada por Hoffmann como “un arte”. Se distingue por el autor la idea de la importancia de los conceptos, el análisis y manejo de los procedimientos a fin de realizar una predicción lo mas exacta y comparable posible con lo observado, a modo de corroborar el concepto lógico creado por la ciencia. Nos muestra claramente un modelo científico de la misma.

Si bien ambos textos A y B coinciden en la importancia de la deducción y predicción de procesos, el texto B, es claramente la química desde el punto de vista escolar, dado que a partir de una problemática X, en este caso “La corta historia del Challenger”, abre el juego para presentar el tema de reacciones químicas, velocidad y equilibrio. Este capítulo del libro B hace hincapié en la propuesta de actividades de laboratorio en mayor proporción que los anteriores con otros temas. Análoga y se remite en muchas ocasiones a situaciones de la vida cotidiana. Cabe aclarar que, si bien no lo habíamos mencionado, en las tres comparaciones anteriormente descritas luego de la presentación del tema a partir de una problemática, así como de los conceptos y evaluaciones en las etapas, finaliza cada capítulo con la explicación con una adecuada transposición desde la ciencia escolar de lo que ocurrió realmente en la situación planteada inicialmente, considero utiliza esto a modo de que los adolescentes puedan autorregular sus conocimientos y verificar si sus deducciones los han llevado a construir una lógica de su explicación correcta y en el caso que hayan incurrido en un error de conceptualización, procedimiento o análisis puedan realizar los ajustes correspondientes para solucionarlo desde lo constructivo de sus saberes.

**ACTIVIDAD PROPUESTA: Manipulación de diversas variables para un mismo fin.**

Roberto trabaja en un pequeño laboratorio cosmético de la zona, dado el frío de este invierno se le ha solicitado que desarrolle una crema para rostro, lo cual no le ha presentado inconvenientes y ha formulado una base de crema muy común llamada diadermina, el departamento de marketing le comunica que las fragancias para esta temporada son chocolate, vainilla y limón. Todas las fragancias han sentido muy bien en el producto común (la diadermina), pero cuando acerca su presentación a los selectores le objetan una serie de aspectos:

- La crema de chocolate tiene muy rica fragancia pero es blanca, y la imagen mental que tienen los selectores del chocolate es marrón. Así que se la rechazan.
- La crema de vainilla es muy rica pero repentinamente ha comenzado a oscurecer y se ha tornado muy amarronada, y la idea de la vainilla es un color champagne. Así que se la rechazan.
- La crema de limón consideran es demasiado espesa y el limón da una idea de ligereza, mas como una emulsión. Así que se la rechazan.

Roberto tiene una semana para realizar ensayos sobre estas tres muestras ¿Cómo lo ayudarías en cada caso a resolver las objeciones del departamento de marketing? Plantea las diversas soluciones que le darías, luego elige la más viable y posteriormente ensáyalas

así Roberto gana tiempo y recibe un aumento de sueldo ¿Es posible que llegue a una solución antes de la semana?

Cabe destacar que los adolescentes en grupos recibirán las mismas muestras que posee Roberto a fin de poder ayudarlo, junto con los materiales necesarios para realizar los ensayos.

Desarrollado por Verónica Salas, alumna de 4º año del Profesorado de Química.

a) Al realizar el análisis entre los párrafos y los libros de texto, sentí como que dentro de una misma disciplina existen dos caminos totalmente distintos para llegar al mismo fin.

Los libros de texto nos acerca a un producto acabado, el cual, tiene poco o nada que ver con el camino que realizaron los científicos para llegar a éste.

Considero fundamental, que el alumno debe tener acceso a ese proceso para poder lograr lo que tanto deseamos, que es el aprendizaje significativo. Estos libros reflejan, un modelo didáctico, de transmisión recepción, camuflado en un método científico de enseñanza, con el cual creen suficiente, como para que el alumno pueda adquirir, estrategias y herramientas, para abordar la disciplina y poder resolver situaciones problemáticas, como indica el diseño curricular.

Soy consciente que, no estamos preparando científicos, nuestra tarea, como docentes es, transformar el conocimiento científico en una disciplina escolar, pero creo necesario que el alumno, antes de llegar a un concepto acabado, como el que le brindan los libros de texto, deberían conocer, el ¿por qué? Y ¿cómo? se llegó a ese producto, y la mejor forma de hacerlo es a través de un recorrido sobre la historia, situándolos en el tiempo, sabiendo cuales eran sus dificultades, sus objetivos, para poder comprender, por que estos científicos llegaron a lo que hoy conocemos de la Ciencia y que no les resulte arbitraria, donde, esto es así por que lo dicen los libros y se termino.

Se que como educadores tenemos un gran desafío, no es fácil desterrar el método con que aprendimos y convivimos, PERO NO ES IMPOSIBLE, cuando nuestro propósito es enseñar. Siempre y cuando no tomemos nuestra profesión como una salida laboral.

b) La actividad resulta difícil debido a la poca información que tenemos sobre la historia y la epistemología de la Química.

La actividad que sugiero antes de abordar un tema, tendría que ver con que el docente profundizar en cierta medida en aspectos históricos y epistemológicos para luego transponer a los alumnos a fin de adentrarlos en el tema y así poder brindar una visión más acabada y realista de la ciencia .

## Capítulo 6

**Material didáctico variado para desarrollar diversos temas que incluyen en algunos casos guías de trabajos y problemas abiertos.**

El material de este capítulo se puede encontrar en el CD adjunto en el texto ya que se trata de presentaciones, algunas de ellas con problemas abiertos, otras con secuencias didácticas apropiadas mediante exposiciones atractivas.

Los alumnos Belén Becerra y Víctor Domínguez, focalizan en el tema plásticos con una presentación multimedia en la que puede trabajarse todo el tema de un modo completo donde se focaliza en las interacciones CTS.

Las alumnas Roxana Santos, Andrea Pallo y Yéssica Serrano presentan el tema hidrocarburos a partir de un problema abierto que parte de un accidente y la posibilidad de recreación del mismo en el aula

Los alumnos Graciela Magaldi y Gustavo Garcete, focalizan en el tema soluciones a partir de la solubilidad de la sacarosa y una atractiva visión interdisciplinar donde se relaciona los cultivos de remolacha con el producto obtenido

Las alumnas Alicia Corbalán y Natalia Montereaggio, presenta el tema Energía Nuclear desde una visión CTS que permite el cuestionamiento y la discusión.

La alumna Alejandra Giustozzi presenta una secuencia didáctica con imágenes que permite focalizar en los cambios de estado y las interacciones moleculares

Finalmente, la alumna Emilse Cañete presenta un análisis crítico comparado de 3 textos utilizados en la actualidad en Química para el nivel secundario desde la postura del actual paradigma de la construcción del conocimiento científico.

La presente publicación se a realizado con los aportes del INFOD (Instituto Nacional de formacion docente) en el marco del Proyecto de Mejora Institucional para la formacion docente en ciencias Naturales y Matemática

El unico limite en nuestra tarea como docentes es la creatividad y la vocación.

Es sorprendente todo lo que podemos innovar y recrear en esta profesión para explicar un mismo contenido si tenemos la firme conviccion de lograrlo